

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

ضوابط و معیارهای اقدامات بیومکانیکی و بیوشیمیایی مدیریت و کنترل بیابان (بادشکن، مالچ‌پاشی، تله رسوبگیر و مدیریت رواناب)

ضابطه شماره

سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور

معاونت آبخیزداری، امور مراتع و بیابان

دفتر امور بیابان

www.frw.org.ir

سازمان برنامه و بودجه کشور

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Nezamfanni.ir

سال ۱۴۰۱

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. باوجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. ازاین‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به‌صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت‌نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir
- ۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.
- ۳- به بخش نظرخواهی این نشریه مراجعه فرمایید.
- ۴- شماره بند و صفحه موضوع موردنظر را مشخص کنید.
- ۵- ایراد موردنظر را به‌صورت خلاصه بیان دارید.
- ۶- در صورت امکان متن اصلاح‌شده را برای جایگزینی ارسال کنید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به‌دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران.

Email: nezamfanni@mporg.ir

web: nezamfanni.ir .

پیشگفتار

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

تابستان ۱۴۰۰

عنوان نشریه : « ضوابط و معیارهای اقدامات بیومکانیکی و بیوشیمیایی مدیریت و کنترل بیابان »

[ضابطه شماره]

مجری: سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، معاونت آبخیزداری، امور مراتع و بیابان

اعضای گروه تهیه کننده:

سلمان زارع (عضو هیئت علمی دانشکده

منابع طبیعی دانشگاه تهران)

مریم ممبنی (کارشناس ارشد دفتر امور

بیابان سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری

کشور)

قاسم حقانی

علی خلدبرین

علی شاهی

نوش آفرین

مریم باقرپور (کارشناس ارشد مدیریت و

کنترل بیابان)

اعضای گروه داوری فنی پروژه (به ترتیب حروف الفبا) :

اعضای گروه مدیریت اجرای پروژه در سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور:

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه در سازمان برنامه و بودجه کشور:

۱	.....	فصل اول: بادشکن
۱-۱	.....	مقدمه و ضرورت احداث بادشکن
۲	.....	توزیع حجمی ذرات حمل شده توسط باد در ارتفاعهای مختلف
۳	.....	مزایای بادشکن
۴	.....	سابقه استفاده از بادشکن ها
۵	.....	آمار بادشکن احداث شده در کشور
۶	.....	طبقه بندی بادشکن ها
۷	.....	انواع بادشکن ها از نظر وضعیت نسبت به زمین
۸	.....	انواع بادشکن ها از نظر وضعیت نسبت به باد
۹	.....	انواع بادشکن ها از نظر پوشش
۱۰	.....	انواع بادشکن ها از نظر تراکم
۱۱	.....	انواع بادشکن ها از نظر نوع جنس
۱-۱۱-۱	.....	بادشکن زنده
۱-۱۱-۱-۱	.....	مزایای بادشکن زنده
۱-۱۱-۱-۲	.....	تنگناهای احداث بادشکن زنده
۱-۱۱-۲	.....	بادشکن غیرزنده
۱-۱۱-۲-۱	.....	مزایای بادشکن غیرزنده
۱-۱۱-۲-۲	.....	تنگناهای احداث بادشکن غیرزنده
۱-۱۲	.....	طراحی بادشکن
۱-۱۲-۱	.....	طراحی بادشکن زنده
۱-۱۲-۱-۱	.....	خصوصیات بادشکن ها
۱-۱۲-۱-۱-۱	.....	۱-۱۲-۱-۱-۱ مصالح (گیاهان) مورد استفاده
۱-۱۲-۱-۱-۲	.....	۱-۱۲-۱-۱-۲ ارتفاع بادشکن
۱-۱۲-۱-۱-۳	.....	۱-۱۲-۱-۱-۳ تراکم (نفوذپذیری) بادشکن

۳۰	۱-۱-۱۲-۱۱ آرایش شبکه بادشکن زنده
۳۲	۱-۱-۱۲-۱ طول بادشکن
۳۵	۱-۱-۱۲-۱ عرض یا ضخامت بادشکن
۳۸	۱-۱-۱۲-۱ فاصله بین ردیف‌های بادشکن
۴۶	۱-۱-۱۲-۱ پیوستگی بادشکن
۴۹	۱-۱۲-۲ بادشکن غیرزنده
۴۹	۱-۱۲-۲-۱ خصوصیات بادشکن‌ها
۴۹	۱-۱۲-۲-۱-۱ مصالح مورد استفاده
۵۵	۱-۱۲-۲-۱-۲ ارتفاع بادشکن (بادشکن‌های کوتاه و بلند)
۵۸	۱-۱۲-۲-۱-۳ تراکم (نفوذپذیری) بادشکن
۵۸	۱-۱۲-۲-۱-۴ طول بادشکن
۵۸	۱-۱۲-۲-۱-۵ عرض یا ضخامت بادشکن
۶۰	۱-۱۲-۲-۱-۶ فاصله بین ردیف‌های بادشکن
۶۱	۱-۱۲-۲-۱-۷ پیوستگی بادشکن
۶۱	۱-۱۳ انواع بادشکن‌های غیرزنده
۶۲	۱-۱۳-۱ موانع فیزیکی ایستاده و استقرار آن‌ها
۶۵	۱-۱۳-۱-۱ اجرای موانع فیزیکی ایستاده
۷۶	۱-۱۳-۱-۲ فاصله ردیف و ابعاد استاندارد موانع فیزیکی ایستاده
۸۱	۱-۱۳-۲ موانع فیزیکی سطحی
۸۱	۱-۱۳-۲-۱ پوشاندن تپه‌های ماسه‌ای با خاک یا گل
۸۳	۱-۱۳-۲-۲ پوشاندن تپه‌های ماسه‌ای با کاه و کلش یا شاخه‌ها
۸۴	۱-۱۳-۲-۳ پوشش اراضی با مواد دیگر
۹۰	۱-۱۳-۳ تلفیق بادشکن‌های بلند و کوتاه
۹۱	۱-۱۴ عملیات بیولوژیکی توام با احداث بادشکن
۹۳	۱-۱۴-۱ بادشکن اطراف مزارع
۹۷	۱-۱۴-۱-۱ مزایای احداث بادشکن اطراف مزارع در اراضی زراعی
۹۹	۱-۱۴-۱-۲ نکات کلیدی قبل از احداث بادشکن اطراف مزارع
۱۰۰	۱-۱۴-۱-۳ امکان‌پذیری انجام طرح احداث بادشکن اطراف مزارع

۱-۱۵ مدیریت و نگهداری بادشکن ۱۰۲

۲ فصل دوم: مالچ پاشی ۱۰۴

۲-۱ مقدمه و ضرورت استفاده از مالچ ۱۰۴

۲-۲ کنترل و تثبیت تپه‌های ماسه‌ای ۱۰۵

۲-۲-۱ خاک پوش (مالچ) ۱۰۷

۲-۲-۲ خواص مالچ ۱۰۸

۲-۲-۳ انواع مالچ‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها ۱۱۰

۲-۲-۳-۱ مالچ‌های بیولوژیک ۱۱۰

۲-۲-۳-۲ مالچ‌های معدنی ۱۱۰

۲-۲-۳-۳ مالچ‌های شیمیایی ۱۱۱

۲-۲-۴ مالچ نفتی ۱۱۳

۲-۲-۴-۱ منشأ و ترکیبات مالچ‌های نفتی ۱۱۳

۲-۲-۵ کاربرد مالچ‌های نفتی ۱۱۶

۲-۲-۶ تثبیت خاک و ماسه‌های روان ۱۱۷

۲-۲-۶-۱ کاهش هرز آب‌ها ۱۱۸

۲-۳ تاریخچه استفاده از مالچ نفتی جهت تثبیت ماسه‌های روان ۱۱۹

۲-۴ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مالچ‌های نفتی ۱۲۸

۲-۴-۱ ویژگی‌های مالچ نفتی ۱۲۹

۲-۴-۱-۱ شاخص‌های فیزیکی مالچ نفتی ۱۲۹

۲-۴-۲ مشخصات فیزیکی مالچ‌های نفتی ۱۳۲

۲-۴-۲-۱ مالچ معمولی ۱۳۳

۲-۴-۲-۲ مالچ‌های سنگین نفتی ۱۳۴

۲-۴-۲-۳ مالچ‌های امولسیون‌ی یا قیر آبه‌ها ۱۳۵

۲-۴-۲-۳-۱ انواع مالچ‌های امولسیون‌های قیر و کاربرد آن ۱۳۷

۲-۵ اثر فیلم ایجاد شده از مالچ بر روی زمین ۱۴۱

۲-۶ مشخصات شیمیایی مالچ‌های نفتی ۱۴۳

۲-۷ ضوابط، استانداردها و معیارهای فنی استفاده از مالچ نفتی ۱۴۴

۲-۷-۱ ضوابط و معیارهای فنی انتخاب عرصه مالچ پاشی ۱۴۶

۲-۷-۱-۱	ویژگی‌های فرسایشی عرصه (مبانی نظری).....	۱۴۶
۲-۷-۱-۲	عوامل فرساینده خاک و شرایط بروز پدیده فرسایش.....	۱۴۶
۲-۷-۱-۳	نیروی فرساینده باد.....	۱۴۶
۲-۷-۱-۴	اثر مالچ در کاهش سرعت باد.....	۱۴۷
۲-۷-۱-۵	نتیجه.....	۱۴۸
۲-۷-۱-۶	ضوابط و معیارهای انتخاب عرصه مالچ‌پاشی.....	۱۴۸
۲-۷-۱-۷	موارد فنی از نظر مکانیسم جابجایی ذرات خاک و اشکال فرسایشی.....	۱۴۹
۲-۷-۱-۸	حرکت ذرات به وسیله باد.....	۱۴۹
۲-۷-۱-۹	اثر مالچ بر ذراتی که دارای حرکت تعلیقی هستند.....	۱۴۹
۲-۷-۱-۱۰	انتقال ذرات به صورت جهشی.....	۱۵۰
۲-۷-۱-۱۱	اثر مالچ بر حرکت جهشی ذرات ماسه‌ای.....	۱۵۰
۲-۷-۱-۱۲	انتقال ذرات به صورت خزشی.....	۱۵۱
۲-۷-۱-۱۳	مکانیابی و اولویت‌بندی مناطق موردنظر جهت اجرای عملیات مالچ‌پاشی در محدوده کانون‌های بحرانی فرسایش بادی	

۱۵۲

۲-۷-۲	ضوابط و معیارهای انتخاب کمپ حرارتی.....	۱۵۸
۲-۷-۲-۱	شاخص‌های انتخاب محل کمپ حرارتی.....	۱۵۸
۲-۷-۲-۲	وسعت کمپ حرارتی.....	۱۶۱
۲-۷-۲-۳	تأسیسات و تجهیزات.....	۱۶۲
۲-۷-۲-۴	حفاظت فیزیکی از کمپ.....	۱۶۴
۲-۷-۲-۵	وسایل ایمنی.....	۱۶۴
۲-۷-۲-۶	کنترل کیفیت پایه مالچ از نظر ویسکوزیته و آلاینده‌ها.....	۱۶۶
۲-۷-۲-۷	برنامه‌ریزی جهت حرارت دادن و انتقال تانکر به کمپ تخلیه.....	۱۶۶
۲-۷-۳	ضوابط و معیارهای انتخاب کمپ تخلیه.....	۱۶۸
۲-۷-۳-۱	کمپ تخلیه.....	۱۶۸
۲-۷-۳-۲	ویژگی‌های کمپ تخلیه مالچ.....	۱۶۸
۲-۷-۳-۳	محل کمپ تخلیه.....	۱۶۸
۲-۷-۳-۳-۱	استخر ذخیره مالچ.....	۱۷۰
۲-۷-۳-۴	وضعیت فرسایشی منطقه.....	۱۷۳

۱۷۳.....	تجهیزات کمپ تخلیه.....	۲-۷-۳-۵
۱۷۴.....	نحوه تخلیه مالچ از تانکر به اسکی.....	۲-۷-۳-۶
۱۷۷.....	عملیات تخلیه مالچ از تانکر مالچ بر به خودرو مالچپاش.....	۲-۷-۳-۷
۱۷۷.....	ضوابط تخلیه توسط پمپ.....	۲-۷-۳-۸
۱۸۰.....	مواد ایمنی اختصاصی.....	۲-۷-۳-۹
۱۸۳.....	ضوابط و معیارهای فنی انتخاب فصل مالچ پاشی.....	۲-۷-۴
۱۸۳.....	باد.....	۲-۷-۴-۱
۱۸۳.....	انواع باد و اثر آن‌ها در مالچ پاشی.....	۲-۷-۴-۲
۱۸۵.....	سرعت و جهت باد.....	۲-۷-۴-۳
۱۸۵.....	شاخص‌های مرتبط با باد.....	۲-۷-۴-۴
۱۸۶.....	مالچ و رطوبت خاک.....	۲-۷-۴-۵
۱۸۶.....	نقش مالچ در تبخیر.....	۲-۷-۴-۶
۱۸۶.....	اثر بر حرارت خاک.....	۲-۷-۴-۷
۱۸۷.....	شاخص‌های مالچ و حرارت.....	۲-۷-۴-۸
۱۸۷.....	ضوابط و معیارهای فنی ادوات و دستگاه‌های مالچ پاشی.....	۲-۷-۵
۱۸۸.....	ماشین‌آلات و ابزارهای موردنیاز جهت مالچ پاشی.....	۲-۷-۵-۱
۱۸۹.....	تشریح دستگاه‌ها و ماشین‌آلات.....	۲-۷-۵-۲
۱۹۴.....	تانکرهای انتقال مالچ در منطقه مالچ پاشی.....	۲-۷-۵-۳
۱۹۷.....	دستگاه‌های پاشنده مالچ.....	۲-۷-۵-۴
۲۰۶.....	استفاده از وینچ در اجرای عملیات مالچ پاشی.....	۲-۷-۵-۵
۲۰۶.....	روش جدید مالچ پاشی.....	۲-۷-۵-۶
۲۰۷.....	خودرو کششی مالچپاش اختراعی.....	۲-۷-۵-۷
۲۰۹.....	مالچ پاشی توسط دیسک دوار خودرو مالچپاش.....	۲-۷-۵-۸
۲۰۹.....	طراحی سیستم مالچ پاشی.....	۲-۷-۵-۹
۲۱۱.....	ضوابط و معیارهای شاخص‌های مؤثر در تعیین تناژ مالچ مصرفی.....	۲-۷-۶
۲۱۳.....	تناژ مصرف مالچ در عرصه برداشت.....	۲-۷-۶-۱
۲۱۳.....	نقش ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی در میزان مصرف مالچ.....	۲-۷-۶-۲
۲۱۷.....	تناژ مالچ مصرفی در تثبیت تپه‌های ماسه‌ای.....	۲-۷-۶-۳

۲۱۷	تثبیت تمام پیکر تپه‌ها	۲-۷-۶-۴
۲۲۱	شاخص‌های مؤثر در تعیین تناژ مالچ مصرفی	۲-۷-۶-۵
۲۲۳	نکات مهم پیرامون تناژ مصرف	۲-۷-۶-۶
۲۲۷	ضوابط و معیارهای تعیین جاده نفوذی	۲-۷-۷
۲۲۷	طبقه‌بندی «راه‌های دسترسی» مورد استفاده در پروژه مالچ‌پاشی	۲-۷-۷-۱
۲۲۸	درجه‌بندی راه‌ها	۲-۷-۷-۲
۲۲۹	مبانی طراحی	۲-۷-۷-۳
۲۲۹	تأثیر محیط اطراف در طراحی راه	۲-۷-۷-۴
۲۳۳	ضابطه‌های کلی امتداد افقی مسیر (پلان)	۲-۷-۷-۵
۲۳۴	شیب طولی	۲-۷-۷-۶
۲۳۵	تخلیه آب‌های سطح راه	۲-۷-۷-۷
۲۳۵	تخلیه آب‌های ورودی به حریم راه	۲-۷-۷-۸
۲۳۵	ضوابط و معیارهای تعیین کیفیت مالچ	۲-۷-۸
۲۳۶	معیارهای وضعیت مالچ	۲-۷-۸-۱
۲۴۱	معیارهای عمل مالچ‌پاشی	۲-۷-۸-۲
۲۴۳	معیارهای کارایی	۲-۷-۸-۳
۲۴۶	ضوابط و معیارهای نیروی لازم فرایند مالچ‌پاشی و مهارت‌های مورد نیاز	۲-۷-۹
۲۴۷	نیروها و مهارت‌های لازم برای مالچ‌پاشی	۲-۷-۹-۱
۲۵۵	آموزش‌ها	۲-۷-۹-۲
۲۵۸	ضوابط و معیارهای آماده نمودن محل کار از نظر ایمنی و بهداشت	۲-۷-۱۰
۲۵۸	مقررات عمومی	۲-۷-۱۰-۱
۲۶۰	بازرسی	۲-۷-۱۰-۲
۲۶۰	ثبت حوادث	۲-۷-۱۰-۳
۲۶۰	مقررات و استانداردها	۲-۷-۱۰-۴
۲۶۰	وسایل حفاظت فردی	۲-۷-۱۰-۵
۲۶۱	کمک‌های اولیه	۲-۷-۱۰-۶
۲۶۱	تنش گرمایی	۲-۷-۱۰-۷
۲۶۲	ایمنی در حین کار با ابزار، وسایل و ماشین‌آلات	۲-۷-۱۰-۸

۲۶۲	۲-۷-۱۰-۹ ایمنی در حین اجرای عملیات مالچ‌پاشی
۲۶۴	۲-۷-۱۰-۱۰ پیشگیری و حفاظت در برابر آتش‌سوزی
۲۶۶	۲-۷-۱۱ ضوابط و معیارهای فنی از نظر عملیات بیولوژیک
۲۶۶	۲-۷-۱۱-۱ نتیجه
۲۷۰	۲-۷-۱۱-۲ معیارهای مالی و تأمین هزینه‌ها
۲۷۴	۲-۷-۱۱-۳ موارد اجتماعی، سیاسی و فرهنگی
۲۷۵	۲-۷-۱۱-۴ موارد زیست‌محیطی
۲۷۵	۲-۷-۱۱-۵ ارزیابی آلاینده‌های مالچ نفتی
۲۷۶	۲-۷-۱۱-۶ ارزیابی ترکیبات پلی سیکلیک آروماتیک PAHs
۲۷۷	۲-۷-۱۱-۷ اندازه و ارزیابی ترکیبات PAHs موجود در مالچ
۲۷۷	۲-۷-۱۱-۸ ضوابط انتخاب عرصه‌های مالچ‌پاشی بر اساس ویژگی‌های رخساره‌های ژئومورفولوژیکی انواع رخساره‌های ژئومورفولوژی و خصوصیات آن‌ها در عرصه مناطق بیابانی
۲۸۳	۲-۷-۱۲ ضوابط و معیارهای عملیات بیولوژیک توأم با مالچ‌پاشی
۲۸۳	۲-۷-۱۲-۱ پروژه نهال‌کاری
۲۸۸	۲-۷-۱۲-۲ پروژه بذرپاشی
۲۹۱	۲-۸ اثرات مالچ‌پاشی بر محیط زیست
۲۹۲	۲-۸-۱ پیشنهادها و ملاحظات
۲۹۵	۲-۹ مالچ‌های غیرنفتی
۲۹۸	۲-۹-۱ مالچ سنگریزه‌ای
۳۰۵	۲-۹-۱-۱ شیوه اجرا، میزان مصرف، پیشنهادها
۳۰۹	۲-۹-۲ رس
۳۱۰	۲-۹-۲-۱ انواع رس‌ها
۳۱۲	۲-۹-۲-۲ خواص رس‌ها
۳۱۲	۲-۹-۲-۳ مزایا و معایب خاک رس
۳۱۳	۲-۹-۲-۴ مالچ‌های رسی یا سله‌های رسی و نحوه عملکرد آن‌ها
۳۱۹	فصل سوم: تله رسوبگیر
۳۱۹	۳-۱ مقدمه و ضرورت
۳۲۱	۳-۲ سابقه تحقیق

۳-۳	مزایای موانع رسوبگیر	۳۲۱
۳-۴	دستورالعمل فنی و اجرایی پروژه احداث تله رسوبگیر	۳۲۲
۳-۵	الگوی اجرای تله رسوبگیر	۳۲۴
۳-۵-۱	خندق‌های ماسه	۳۲۴
۳-۵-۲	خاکریز	۳۲۷
۳-۵-۳	فاصله کانال‌ها از یکدیگر	۳۲۷
۳-۵-۴	فصل اجرا	۳۲۸
۳-۵-۵	عملکرد تله رسوبگیر	۳۲۹
۳-۵-۶	نهال‌کاری در خندق‌ها	۳۳۲
۳-۵-۷	ناپیوستگی در تله رسوبگیر	۳۳۴

فصل چهارم: مدیریت رواناب..... ۳۳۷

۴-۱	مقدمه	۳۳۷
۴-۲	سابقه استحصال آب	۳۴۰
۴-۳	الزامات اجرایی	۳۴۰
۴-۴	انواع پروژه‌های مورد استفاده در منطق بیابانی	۳۴۱
۴-۴-۱	پروژه‌های اجرایی	۳۴۱
۴-۴-۲	پروژه‌های بیولوژیکی	۳۴۱
۴-۴-۳	پروژه‌های سازه‌ای	۳۴۲
۴-۵	مشخصات فنی انواع پروژه‌ها	۳۴۳
۴-۵-۱	پروژه پیتینگ	۳۴۳
۴-۵-۲	پروژه هلالی‌های آبگیر	۳۴۷
۴-۵-۳	پروژه کنتور فارو	۳۵۳
۴-۵-۴	پروژه بانکت	۳۵۹
۴-۵-۵	پروژه گوراب	۳۶۴
۴-۵-۶	پروژه ریبرزدن	۳۶۷
۴-۵-۷	پروژه پخش سیلاب	۳۷۰
۴-۵-۸	بندسار	۳۷۷
۴-۵-۸-۱	روش آگیری از خشکه‌رودها یا بندسار دشتی	۳۸۰

۳۸۱	۴-۵-۸-۲	روش جمع‌آوری رواناب یا بندسار روانابی
۳۸۱	۴-۵-۸-۳	روش استحصال آب رواناب سرشاخه‌ها یا بندسار آبراهه‌ای
۳۸۲	۴-۵-۹	خوشاب
۳۸۵	۴-۵-۱۰	هوتک
۳۸۷	۴-۵-۱۱	دگار
۳۸۹	۴-۵-۱۲	نگاریم
۳۹۳	۴-۵-۱۳	پشته‌های تراز
۳۹۷	۴-۵-۱۴	سطح آبگیر کوچک از نوع والرانی
۳۹۹	۴-۵-۱۵	لیمان‌ها
۴۰۰	۴-۵-۱۶	پشته‌های هلالی و دوزنقه‌ای

۵ فصل پنجم: شیوه‌نامه به‌کارگیری مشارکت مردمی در اجرای پروژه‌های مقابله با بیابان‌زایی،

فرسایش بادی و گردوغبار.....۴۰۵

۴۰۵	۵-۱	مقدمه
۴۰۷	۵-۲	ضرورت جلب مشارکت مردمی
۴۰۸	۵-۳	دستورالعمل‌های نحوه به‌کارگیری مشارکت مردمی
۴۰۹	۵-۳-۱	مشارکت در طراحی و انجام مطالعات
۴۱۱	۵-۳-۲	مشارکت در اجرای پروژه
۴۱۲	۵-۳-۳	مشارکت در مراقبت و نگهداری از پروژه
۴۱۳	۵-۳-۴	مشارکت در پایش و ارزیابی پروژه
۴۱۷	۵-۴	نتیجه‌گیری کلی

۶منابع.....۴۱۹

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- مجموع حجم عملیات بادشکن‌های زنده و غیرزنده در سال‌های مختلف در کشور	۶
شکل ۲-۱- دسته‌بندی بادشکنها	۷
شکل ۳-۱- بادشکنهای مایل، خوابیده و ایستاده	۸
شکل ۴-۱- نمای ظاهری Shield for Sand و نمونه اجرا شده آن در اطراف محور راه‌آهن	۹
شکل ۵-۱- مقایسه عملکرد بادشکن S4S (تصویر پایین) و بادشکن معمولی (تصویر بالا) در ترسیب ذرات خاک و ماسه	۹
شکل ۶-۱- بادشکنهای عمود و زاویهدار نسبت به باد	۱۰
شکل ۷-۱- پوشش نواری بادشکن	۱۱
شکل ۸-۱- پوشش شطرنجی بادشکن	۱۱
شکل ۹-۱- پوشش کامل بادشکن	۱۲
شکل ۱۰-۱- انواع بادشکنهای با تراکم متفاوت	۱۳
شکل ۱۱-۱- مقایسه دو نوع بادشکن زنده از نظر ارتفاع	۲۷
شکل ۱۲-۱- اثر ارتفاع بادشکن در وسعت منطقه حفاظت شده پس از بادشکن	۲۷
شکل ۱۳-۱- مقایسه بادشکن متراکم (تصویر بالا) و نیمه‌متراکم (تصویر پایین) در ایجاد جریان متلاطم	۲۹
شکل ۱۴-۱- بادشکن زنده با سه ردیف درخت	۳۱
شکل ۱۵-۱- بادشکن زنده با بیش از سه ردیف درخت	۳۱
شکل ۱۶-۱- بادشکن زنده با دو ردیف درخت	۳۲
شکل ۱۷-۱- مقایسه سرعت باد در الف) بالای بادشکن و ب) طرفین بادشکن	۳۲
شکل ۱۸-۱- بادشکن‌های عمودی در دو طرف (دو انتهایی) بادشکن اصلی	۳۴
شکل ۱۹-۱- آرایش لایه‌های بادشکن- تصویر بالا: نواری معمولی و تصویر پایین: لوزی یا زیگزاگی	۳۷
شکل ۲۰-۱- مثالی از بادشکن ۲، ۳ و ۵ لایه و نحوه آرایش گیاهان در لایه‌ها (تراکم گیاهان در مناطق بیابانی تقریباً ۲۵۰ پایه در هکتار خواهد بود)	۳۸
شکل ۲۱-۱- تاثیر شیب تپه‌ها در فاصله بین ردیف‌های بادشکن	۳۹
شکل ۲۲-۱- زوایه بین باد غالب و خط عمود بر بادشکن و تاثیر آن بر فاصله بین دو بادشکن	۴۱
شکل ۲۳-۱- اثر تغییر زاویه بادشکن نسبت به باد غالب بر فاصله بین دو بادشکن	۴۱
شکل ۲۴-۱- نمایی از دستگاه تونل باد	۴۶
شکل ۲۵-۱- افزایش سرعت باد در ناپیوستگی موجود در بادشکن (نزدیک‌شدن خطوط جریان نشان‌دهنده افزایش سرعت باد میباشد)	۴۷
شکل ۲۶-۱- خسارات ناشی از وجود ناپیوستگی در بادشکن	۴۷
شکل ۲۷-۱- انواع روش‌های مورد استفاده برای کاهش اثر رخنه در بادشکن	۴۸
شکل ۲۸-۱- نمایی از بادشکن‌های مصنوعی حاصل از ترکیب بقایای گیاهی و انواع پلیمرها	۵۰
شکل ۲۹-۱- مواد مختلفی جهت ایجاد بادشکن مکانیکی الف) شیمیایی، ب) پلاستیکی، ج) پشته رسی، د) بقایای گیاهی، ه) فنس فلزی و) پارچه‌ای، ز) پیکه چوبی و ر) گیاه مصنوعی (زارع، ۱۳۹۹)	۵۱
شکل ۳۰-۱- نسل اول تا چهارم بادشکنهای پلاستیکی (Net Barrier)	۵۳

- شکل ۳۱-۱- مهم‌ترین و در دسترس‌ترین نهاده‌های موجود در کشور جهت احداث بادشکن غیرزنده ۵۴
- شکل ۳۲-۱- نمونه‌هایی از بادشکن مکانیکی بلند (۴ تصویر بالا) و کوتاه (۴ تصویر پایین) ۵۷
- شکل ۳۳-۱- نمایی از بادشکن مکانیکی متراکم (سمت راست) و نیمه‌متراکم (سمت چپ) ۵۸
- شکل ۳۴-۱- ضخامت بادشکن غیرزنده الف) ضخامت بیشتر و ب) ضخامت کمتر ۵۹
- شکل ۳۵-۱- منحنی مقعر شکل گرفته در بادشکنهای شطرنجی با ابعاد مختلف ۶۱
- شکل ۳۶-۱- نمونه‌ای از موانع فیزیکی: الف) بلند و ب) کوتاه (زارع، ۱۳۹۹) ۶۳
- شکل ۳۷-۱- مقطع عرضی بادشکن ایستاده ۶۴
- شکل ۳۸-۱- تأثیر تراکم موانع فیزیکی (بادشکن) بر حرکت جریان باد و رسوب ماسه و خاک ۶۵
- شکل ۳۹-۱- نمونه‌ای از بادشکن خطی اطراف خطوط مواصلاتی ۶۶
- شکل ۴۰-۱- اجرای بادشکن بر روی شیب رو به باد تپه‌ها ۶۷
- شکل ۴۱-۱- الگوهای دفع ماسه در شیب‌های روبه باد تپه‌های هلالی ۶۸
- شکل ۴۲-۱- الگوهای دفع موانع فیزیکی بر روی تپه‌های سیلک ۶۹
- شکل ۴۳-۱- الگوهای دفع ماسه در تپه‌های طولی ۷۰
- شکل ۴۴-۱- الگوهای مانع فیزیکی دفع ماسه در تپه‌های طولی به شکل اسکلت ماهی ۷۰
- شکل ۴۵-۱- الگوهای مانع فیزیکی دفع ماسه در تپه‌های نامنظم پیچیده ۷۱
- شکل ۴۶-۱- روش نصب موانع ایستاده بلند ۷۲
- شکل ۴۷-۱- روش نصب و استقرار مانع کوچک ایستاده به شیوه نصب در شیار ۷۴
- شکل ۴۸-۱- روش نصب موانع کوتاه ۷۵
- شکل ۴۹-۱- نمایی از دستگاه استقرار بادشکن مکانیکی (پوشال گیاهی) ۷۶
- شکل ۵۰-۱- رابطه بین شیب و فاصله ردیفهای بادشکن ۷۷
- شکل ۵۱-۱- فاصله بین دو بادشکن مکانیکی در تپه‌های ماسه‌ای شیبدار ۷۷
- شکل ۵۲-۱- کشت نهال در فواصل بین پشته‌های رسی ۷۸
- شکل ۵۳-۱- ابعاد موانع رسی ۷۹
- شکل ۵۴-۱- استفاده از ادوات مختلف جهت احداث پشته‌های رسی الف) ماشین آلات و ب) نیروی کارگری ۷۹
- شکل ۵۵-۱- حالت‌های مختلف احداث پشته‌های رسی الف) نواری و ب) شطرنجی ۷۹
- شکل ۵۶-۱- نمایی از موانع پنهان ۸۰
- شکل ۵۷-۱- بخشی از تپه پوشیده شده با گل ۸۲
- شکل ۵۸-۱- پوشش کمربندی و کامل تپه‌های ماسه‌ای با کاه و کلش یا شاخه‌ها ۸۳
- شکل ۵۹-۱- پوشش تپه‌های ماسه‌ای با سنگفرش یا سنگریزه ۸۴
- شکل ۶۰-۱- نمونه‌ای از ایجاد پوشش اراضی با سنگریزه در منطقه گرمسار استان سمنان (زارع، ۱۳۹۹) ۸۵
- شکل ۶۱-۱- برخی از مصالح موجود در کشور جهت احداث بادشکن مکانیکی ۸۹
- شکل ۶۲-۱- رسوب ذرات ماسه در پناه بادشکن بلند ۹۰
- شکل ۶۳-۱- احداث بادشکن کوتاه و بلند در کنار هم به منظور به دام انداختن و تثبیت ذرات خاک ۹۰
- شکل ۶۴-۱- کشت بیولوژیک در بین ردیفهای بادشکن مکانیکی ۹۲
- شکل ۶۵-۱- مقایسه عملکرد روش‌های مکانیکی و زنده جهت تثبیت خاک و ماسه‌های روان ۹۳
- شکل ۶۶-۱- نمونه‌های از بادشکن زنده اطراف مزارع در ارضی زراعی تحت تأثیر فرسایش بادی ۹۵

- شکل ۶۷-۱- تاثیر بادشکن اطراف مزارع در افزایش محصول ۹۷
- شکل ۱-۲- طبقه‌بندی مالچها ۱۱۲
- شکل ۲-۲- ساختار مولکولی اجزاء هیدروکربن‌های سنگین ۱۱۴
- شکل ۳-۲- ساختار مولکولی اجزاء هیدروکربن‌های آسفالتین ۱۱۴
- شکل ۴-۲- ساختار مولکولی اجزاء هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای ۱۱۵
- شکل ۵-۲- وسعت مناطق مالچپاشی‌شده در کشور در سالهای مختلف ۱۲۱
- شکل ۶-۲- وسعت مناطق مالچپاشی‌شده در کشور در دوره‌های مختلف ۱۲۱
- شکل ۷-۲- تشکیل قیر امولسیوني رسی ۱۴۱
- شکل ۸-۲- ضخامت لایه مالچ ایجاد شده بر روی خاک ۱۴۲
- شکل ۹-۲- مسیر حرکت جهشی در یک ذره ۱۵۰
- شکل ۱۰-۲- نقشه مناطق مستعد پروژه مالچپاشی در استانهای بیابانی کشور ۱۵۷
- شکل ۱۱-۲- نمایی از کمپ حرارتی (سمت راست تانکر مجهز به کوره و سمت چپ تانکر مستقر شده در نزدیکی استخر ذخیره مالچ). ۱۵۸
- شکل ۱۲-۲- وسایل ایمنی ۱۶۵
- شکل ۱۳-۲- نمایی از کمپ تخلیه مالچ در عرصه (انتقال مالچ گرم شده به داخل کامیون جهت انتقال به داخل عرصه) ۱۶۹
- شکل ۱۴-۲- استخر ذخیره مالچ و نحوه تخلیه مالچ از کامیون به داخل آن ۱۷۱
- شکل ۱۵-۲- تخلیه مالچ از تانکر به اسکی از طریق نیروی ثقلی ۱۷۶
- شکل ۱۶-۲- انتقال مالچ از تانکر به مخزن خودرو مالچپاش به‌طور مستقیم توسط پمپ نصب‌شده در خودرو ۱۷۷
- شکل ۱۷-۲- تخلیه مالچ از تانکر به اسکی از طریق پمپ ۱۷۸
- شکل ۱۸-۲- کامیونهای مالچ پاش ۱۹۰
- شکل ۱۹-۲- تراکتور ۱۹۲
- شکل ۲۰-۲- بولدوزر مجهز به وینچ برای کشیدن اسکی ۱۹۳
- شکل ۲۱-۲- اسکی ۱۹۶
- شکل ۲۲-۲- کشیدن اسکی توسط بولدوزر ۱۹۶
- شکل ۲۳-۲- پاشش مالچ توسط لنسر ۱۹۹
- شکل ۲۴-۲- اسکی مجهز به آنتن مالچ پاش ۲۰۰
- شکل ۲۵-۲- استفاده از گان برای مالچ‌پاشی می‌تواند مشکلات ناشی از تغییر سرعت دستگاه‌های کشنده را تعدیل نماید. در این زمینه مهارت فرد مالچ پاش «گان زن» دارای تأثیر زیادی است. ۲۰۴
- شکل ۲۶-۲- تغییرات زاویه افقی پاشش مالچ می‌تواند به بیشتر از ۱۲۰ درجه و به‌صورت عمودی از ۴۵ درجه تا ۷۰ درجه متفاوت باشد. ۲۰۵
- شکل ۲۷-۲- وینچ ۲۰۶
- شکل ۲۸-۲- خودروی کششی مالچ‌پاشی ۲۰۸
- شکل ۲۹-۲- دیسک دوار خودرو مالچپاش ۲۰۹
- شکل ۳۰-۲- نمایی از جاده نفوذی جهت دسترسی به تپه ها ۲۲۷
- شکل ۳۱-۲- برای رسیدن به محل کار الزاماً می‌باید موانع و عوارضی چون نم‌زار یا کویرهای خیس را دور زد. ۲۳۰
- شکل ۳۲-۲- حرکت بلدوزر در یک مسیر ماسه‌ای و تسطیح آن به‌وسیله اسکی و مالچ‌پاشی بر روی آن (شکل بالا) می‌تواند سبب ایجاد مسیرهایی شود که بعداً جهت آبیاری نهال‌ها، مورد استفاده قرار گیرد (شکل پایین). ۲۳۱
- شکل ۳۳-۲- لوله‌های انتقال مواد سوختی از موانع تردد ماشین‌آلات مالچ‌پاشی در منطقه کار است. ۲۳۳

- شکل ۲-۳۴- برای گرم کردن مالچ در کمپ تخلیه، شکل‌های مختلفی از مشعل مورد استفاده قرار می‌گیرد. ۲۶۳
- شکل ۲-۳۵- انجام عملیات مالچ‌پاشی در منطقه ترانزیت، همیشه با این خطر مواجه است که مناطق مالچ‌پاشی شده مجدداً زیر پوششی از ماسه قرار گیرند. ۲۶۸
- شکل ۲-۳۶- وقوع طوفان‌های شدید می‌تواند عرصه مالچ‌پاشی شده را قبل از آنکه پوشش گیاهی در روی آن رشد کند تخریب نماید. ۲۶۹
- شکل ۲-۳۷- شیوه نهالکاری روی عرصه مالچ‌پاشی شده. ۲۸۵
- شکل ۲-۳۸- جنگلهای دست کاشت در منطقه مالچ‌پاشی شده منطقه حمیدیه استان خوزستان. ۲۸۶
- شکل ۲-۳۹- شیوه قلمه کاری روی عرصه مالچ‌پاشی شده. ۲۸۷
- شکل ۲-۴۰- شیوه بذرپاشی روی عرصه مالچ‌پاشی شده. ۲۸۹
- شکل ۲-۴۱- نتایج بذرپاشی روی عرصه مالچ‌پاشی شده. ۲۹۰
- شکل ۲-۴۲- اثر مالچ بر پوشش گیاهی. ۲۹۲
- شکل ۲-۴۳- نمایی از سنگفرش بیابانی. ۳۰۳
- شکل ۲-۴۴- پروژه پژوهشی - اجرایی خاکپوش سنگریزهای در نزدیکی شهر گرمسار، استان سمنان. ۳۰۶
- شکل ۲-۴۵- الف) پاشش سنگریزه با استفاده از کمپرسی؛ ب) عدم یکنواختی در پاشش سنگریزه با استفاده از کمپرسی؛ ج) پاشش سنگریزه با استفاده از کودپاش اصلاح‌شده؛ د) یکنواختی نسبی در پاشش سنگریزه با استفاده از کودپاش اصلاح‌شده. ۳۰۷
- شکل ۲-۴۶- پاشش مالچ رسی بر روی تپه‌های ماسه‌ای (نمونه‌های خاک رس با مقدار معین آب مخلوط و در روی ماسه‌های روان مناطق بیابانی پاشیده می‌شود). ۳۱۷
- شکل ۳-۱- شماتیک طرز قرار گرفتن تله رسوبگیر نسبت به باد. ۳۲۳
- شکل ۳-۲- شماتیک طرز قرار گرفتن تله رسوبگیر نسبت به باد. ۳۲۳
- شکل ۳-۳- الگو و ابعاد اجرای تله رسوبگیر. ۳۲۴
- شکل ۳-۴- اجرای تله رسوبگیر توسط بیل مکانیکی. ۳۲۵
- شکل ۳-۵- نمایی از خندق و خاکریز احداث شده. ۳۲۵
- شکل ۳-۶- ابعاد خندقها. ۳۲۶
- شکل ۳-۷- رسوب ماسه درون خندقها. ۳۲۶
- شکل ۳-۸- نمایی از خاکریز ایجاد شده. ۳۲۷
- شکل ۳-۹- موقعیت کانال‌ها و خاکریزها نسبت به یکدیگر. ۳۲۸
- شکل ۳-۱۰- رفتار آبرودینامیکی خاکریز (Pozarlik and Kok, 2012). ۳۳۰
- شکل ۳-۱۱- رفتار آبرودینامیکی خندق (Sinha et al., 2014). ۳۳۰
- شکل ۳-۱۲- رفتار ماسه در برخورد با خاکریز (Hotta and Horikawa, 1991). ۳۳۱
- شکل ۳-۱۳- رفتار ماسه در برخورد با خاکریز. ۳۳۱
- شکل ۳-۱۴- نهالکاری در خندقها. ۳۳۳
- شکل ۳-۱۵- رسوبگیری خندقها و زمان مناسب نهالکاری در آنها. ۳۳۳
- شکل ۳-۱۶- نمایی از بیل مکانیکی مجهز به پیکور جهت شکستن سخت لایه. ۳۳۴
- شکل ۳-۱۷- افزایش سرعت باد در ناپیوستگی موجود در تله رسوبگیر. ۳۳۵
- شکل ۳-۱۸- انواع روش‌های مورد استفاده برای کاهش اثر رخنه در تله رسوبگیر. ۳۳۵
- شکل ۴-۱- نمایی از پیتتر دیسکی. ۳۴۵
- شکل ۴-۲- نمایی از پیتتر بذرکار و چاله‌های ایجادشده به وسیله آن. ۳۴۵

شکل ۳-۴	نمایی از پیتینگ‌های اجراشده در عرصه	۳۴۷
شکل ۴-۴	طرح کلی یک سامانه هلالی آبگیر	۳۵۱
شکل ۵-۴	نمایی از هلالی‌های آبگیر	۳۵۲
شکل ۶-۴	طرح شماتیک احداث فارو به شکل M	۳۵۵
شکل ۷-۴	نمایی از کنتورفارو	۳۵۸
شکل ۸-۴	بانکت‌بندی	۳۶۴
شکل ۹-۴	نمایی از گوراب	۳۶۶
شکل ۱۰-۴	ریبرزدن	۳۷۰
شکل ۱۱-۴	نمایی شماتیک از یک سیستم پخش سیلاب (۱- دهانه آبگیر، ۲- نهر آبرسان، ۳- نهر آبرسان-گسترشی، ۴- نهرهای گسترشی، ۵- دروازه‌ها، ۶- نهر تخلیه آب مازاد)	۳۷۵
شکل ۱۲-۴	نمایی از سیستم پخش سیلاب	۳۷۶
شکل ۱۳-۴	نمایی از بندسار	۳۷۹
شکل ۱۴-۴	نمای یک بندسار در زمان آبگیری (راست) و بعد از نفوذ آب به داخل زمین و رسوب‌گذاری (چپ)	۳۷۹
شکل ۱۵-۴	نمایی از یک بندسار با کلیه اجزاء (۱- خشکه‌رود، ۲- بند انحرافی، ۳- نهر آبرسان، ۴- دیواره اصلی جانبی سمت نهر آبرسان، ۵- دیواره اصلی پایین، ۶- دیواره اصلی جانبی سمت سرریز انتهایی، ۷- سرریز انتهایی، ۸- آبشکن، ۹- میان‌بند موازی، ۱۰- میان‌بند عمودی، ۱۱- روزنه)	۳۸۰
شکل ۱۶-۴	تصویری شماتیک از نحوه جمع‌آوری رواناب برای بندسار (۱- دشت نسبتاً کم شیب، ۲- آبراهه غیر فرسایشی، ۳- بدنه بندسار، ۴- گوشواره، ۵- محل ورود رواناب به داخل بندسار)	۳۸۱
شکل ۱۷-۴	مسدود کردن مسیر سرشاخه‌ها در مناطق تپه‌ماهوری برای جمع‌آوری سیلاب	۳۸۲
شکل ۱۸-۴	نمایی از خوشاب‌های پیاپی حاشیه بستر رودخانه‌ای	۳۸۴
شکل ۱۹-۴	نمای فوقانی از یک خوشاب دشتی	۳۸۴
شکل ۲۰-۴	نمایی از یک خوشاب دامنه‌ای در بستر آبراهه عریض در منطقه تپه‌ماهوری	۳۸۵
شکل ۲۱-۴	نمایی از یک هوتک	۳۸۶
شکل ۲۲-۴	نمایی از یک دگار	۳۸۹
شکل ۲۳-۴	نمایی شماتیک از نحوه عملکرد نگاریم	۳۹۱
شکل ۲۴-۴	نمایی از نگاریم	۳۹۲
شکل ۲۵-۴	ابعاد پشته‌های تراز	۳۹۴
شکل ۲۶-۴	نمایی از پشته‌های تراز	۳۹۶
شکل ۲۷-۴	سطح آبگیر کوچک از نوع والرانی	۳۹۸
شکل ۲۸-۴	سازه لیمان	۴۰۰
شکل ۲۹-۴	پشته‌های هلالی و دوزنقه‌ای	۴۰۱
شکل ۳۰-۴	نمایی شماتیک از پشته‌های هلالی و دوزنقه‌ای	۴۰۲

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۱- فهرست برخی از مهمترین گیاهان مناسب برای احداث بادشکن و تثبیت ماسه‌های روان در بیابانهای داخلی.....	۲۱
جدول ۲-۱- فهرست برخی از مهمترین گیاهان مناسب برای احداث بادشکن و تثبیت ماسه‌های روان در بیابانهای ساحلی و اکوتون.....	۲۳
جدول ۳-۱- نسبت سطح حفاظت شده به طول بادشکن به ارتفاع ۱۵ متر.....	۳۳
جدول ۴-۱- رابطه طول بادشکن و وسعت منطقه حفاظت شده (Keith and Erasmus , ۱۹۶۰).....	۳۴
جدول ۵-۱- نسبت فاصله از بادشکن و درصد کاهش سرعت باد.....	۳۵
جدول ۶-۱- تاثیر شیب تپهها در فاصله بین ردیفهای بادشکن.....	۳۹
جدول ۷-۱- کاهش سرعت باد نسبت به ارتفاع (h) در بادشکن غیرمتراکم مطالعه موردی (الباجی اهواز).....	۴۲
جدول ۸-۱- کاهش سرعت باد نسبت به ارتفاع (h) در بادشکن متراکم مطالعه موردی (الباجی اهواز).....	۴۲
جدول ۹-۱- فاصله ردیفها و تعداد نهال سیاه تاغ مورد نیاز در واحد سطح جهت احداث بادشکن زنده (درختی).....	۴۴
جدول ۱۰-۱- فاصله ردیفها و تعداد نهال سفید تاغ مورد نیاز در واحد سطح جهت احداث بادشکن زنده (درختی).....	۴۴
جدول ۱۱-۱- رابطه بین قطر ذرات خاک و سرعت آستانه فرسایش بادی.....	۴۶
جدول ۱۲-۱- انواع موانع مکانیکی و کارکرد آنها.....	۶۲
جدول ۱۳-۱- مزایای بادشکن همراه با نرخ تاثیرگذاری آن.....	۹۸
جدول ۱۴-۱- میزان افزایش برخی از محصولات زراعی در پناه ایجاد بادشکن اطراف مزارع.....	۹۸
جدول ۱-۲- مشخصات فیزیکی مورد توافق در مورد مالچ (معمولی) تولیدی در ایران.....	۱۳۳
جدول ۲-۲- مشخصات مالچ نفتی فعلی و مالچ سنگین نفتی.....	۱۳۴
جدول ۳-۲- مشخصات استاندارد مالچ سنگین نفتی.....	۱۳۵
جدول ۴-۲- مشخصات شیمیایی مالچ (مقادیر به درصد).....	۱۴۳
جدول ۵-۲- درجه بندی بوفورد برای طبقه بندی بادها.....	۱۴۷
جدول ۶-۲- اطلاعات مناطق مستعد پروژه مالچپاشی در استانهای بیابانی کشور.....	۱۵۵
جدول ۷-۲- انواع بادها و میزان تأثیر آنها در مالچ پاشی.....	۱۸۴
جدول ۸-۲- طبقه بندی بادها از نظر سرعت و میزان تأثیر آن در زمان مالچ پاشی.....	۱۸۵
جدول ۹-۲- نقش فاکتورهای خاک و پوشش گیاهی در تناژ مصرف مالچ.....	۲۱۴
جدول ۱۰-۲- علل و عوامل مؤثر در میزان مصرف مالچ.....	۲۱۸
جدول ۱۱-۲- تناژ مصرف مالچ برحسب فرم تپه‌های ماسه‌ها.....	۲۲۲
جدول ۱۲-۲- تناژ مصرف مالچ برای غبار نشانی.....	۲۲۳
جدول ۱۳-۲- تغییرات مصرف مالچ برحسب وزش باد (طبقه بندی بوفورد).....	۲۲۵
جدول ۱۴-۲- حداکثر شیب طولی راه روستایی با راه‌های دسترسی به کمپ حرارتی.....	۲۳۵
جدول ۱۵-۲- مشخصات فیزیکی مورد توافق در مورد مالچ (معمولی) تولیدی در ایران.....	۲۳۷
جدول ۱۶-۲- مشخصات شیمیایی مالچ (مقادیر به درصد).....	۲۳۸

جدول ۲-۱۷- تشریح ویژگیهای شاخص عناصر سنگین و آلایندهها جهت بررسی کارایی مواد تثبیتکننده خاک.....	۲۳۹
جدول ۲-۱۸- میزان استانداردهای بین المللی تماس با PAHs.....	۲۴۰
جدول ۲-۱۹- میزان مجاز دریافت روزانه تعدادی از PAHs.....	۲۴۰
جدول ۲-۲۰- میزان (ppm) هیدروکربنهای پلی آروماتیک PAHs دو نوع مالچ مصرفی.....	۲۴۱
جدول ۲-۲۱- شاخصها و معیارهای تعیین کیفیت مالچ بر روی عرصه.....	۲۴۶
جدول ۲-۲۲- مشخصات دورههای آموزشی ویژه مدیر و کارشناسان پروژه مالچ.....	۲۵۷
جدول ۲-۲۳- فایل محاسبه هزینه های مرتبط با تهیه، بارگیری و حمل مالچ.....	۲۷۲
جدول ۲-۲۴- میزان هیدروکربنهای آروماتیک PAHs دو نوع مالچ مصرفی (ppm).....	۲۷۷
جدول ۲-۲۵- وضع موجود رخسارهها، اهداف و وضعیت کاربرد مالچ در آنها.....	۲۷۹
جدول ۲-۲۶- انواع مالچهای غیرنفتی.....	۲۹۶
جدول ۲-۲۷- مقادیر و هزینههای هر هکتار سنگریزه یا سنگ آهک خردشده جهت کنترل فرسایش بادی (Chepil و همکاران، ۱۹۶۳).....	۳۰۶
جدول ۲-۲۸- محاسبه هزینههای تهیه، بارگیری و حمل خاکپوش سنگریزه‌ای از مسافت ۵۰ کیلومتری و پاشش در سطح عرصه بیابانی بر اساس فهرست بهای پایه منابع طبیعی و آبخیزداری سال ۱۳۹۸.....	۳۰۸
جدول ۴-۱- محاسبه فاصله افقی و عمودی بانکتها.....	۳۶۱
جدول ۵-۱- تفاوت‌های اساسی بین روش‌های متداول و روش‌های مشارکتی در مدیریت منابع طبیعی.....	۴۰۶
جدول ۵-۲- مقایسه بین منافع حاصل از روش‌های مدیریت مشارکتی و سنتی منابع طبیعی.....	۴۰۷
جدول ۵-۳- مزایای به‌کارگیری رویکرد مدیریتی اجتماعی اکولوژیک محور در اجرای پروژه مقابله با بیابانزایی.....	۴۰۸
جدول ۵-۴- توانایی جامعه محلی در اجرای پروژه‌های بیابان‌زدایی.....	۴۱۶

مقدمه و ضرورت

تخریب سرزمین در مناطق خشک به دلیل تأثیر بر امنیت غذایی و کیفیت محیط زیست، به عنوان یکی از معضلات اساسی محیط زیستی در قرن ۲۱ مطرح می‌باشد (MEA, 2005) که این امر می‌تواند در آینده بر جوامع بشری فشار وارد نماید (Lal, 2001) (به نقل از زارع، ۱۳۹۴). مناطق خشک جهان به این دلیل که ۴۱ درصد از سطح دنیا و ۲ میلیارد نفر از جمعیت جهان (که ۹۰ درصد آن‌ها در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند) را به خود اختصاص داده مورد توجه قرار دارد (D'Odorico, et al., 2013). مساحت کل مناطق خشک دنیا ۶/۰۸ میلیارد هکتار می‌باشد که اراضی تحت آبیاری ۳ درصد آن، اراضی دیم ۹ درصد و مراتع ۸۸ درصد آن را به خود اختصاص داده‌اند (Lal, 2001). بر مبنای تخمین Chou و Dregne (۱۹۹۲) مساحتی معادل ۲۵ درصد از اراضی تحت آبیاری، ۵۰ درصد از اراضی دیم و ۷۵ درصد از مراتع در مناطق خشک در حال حاضر بیابانی شده‌اند.

خسارات تخریب سرزمین در مناطق خشک حدود ۴-۸ درصد تولید خالص ملی برآورد شده است (UN, 2011) و بخش بزرگی از جمعیت مناطق خشک (تقریباً ۱۳۵ میلیون نفر در سال ۱۹۹۵) در معرض خطر قحطی در اثر تخریب سرزمین قرار دارند (Lean, 1995). طبق برآوردهای کنوانسیون بین‌المللی مقابله با بیابان‌زایی سازمان ملل متحد یک‌چهارم اراضی جهان که دربرگیرنده یک‌پنجم جمعیت جهان می‌باشد، تحت تأثیر پدیده بیابان‌زایی می‌باشند (UNCOD, 1997). بیابان‌زایی بیشتر نتیجه استفاده غلط از اراضی و سوء مدیریت خاک‌ها و فرسایش خاک حادث می‌شود. با توجه به آمار اعلام شده از سوی سازمان جهانی خواربار و کشاورزی، روند بیابان‌زایی در جهان در حال حاضر به‌طور متوسط ۳۶ مترمربع در ثانیه است (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۷).

این پدیده به‌طور اصلی بر محیط‌زیست و جوامع بشری از طریق فرسایش خاک، افزایش شدت و فراوانی توفان‌های گردوغبار، کاهش پوشش گیاهی، تغییر در ترکیب پوشش گیاهی یا کاهش پتانسیل تولید، تنوع زیستی و امنیت غذایی تأثیر معنی‌داری می‌گذارد. درحالی‌که برخی از این عامل‌ها به‌طور معمول به‌عنوان معیار پیشروی تخریب سرزمین محسوب می‌شوند، اما ممکن است تمامی آن‌ها در یک منطقه بیابانی به وقوع نپیوندند. بیابان‌زایی اغلب منجر به تغییرات اجتماعی از قبیل افزایش فقر، قحطی، خالی از سکنه شدن مناطق مسکونی و مهاجرت از اراضی روستایی تخریب‌شده به شهرها و کشورهای دیگر می‌شود (Myers, 1993؛ Bates, 2002؛ Verstraete, et al., 2009)؛ لذا مقابله با بیابان‌زایی برای کاهش فقر جهانی و همچنین تعدیل کاهش تنوع زیستی و تغییرات اقلیمی انسان‌ساز بسیار ضروری می‌باشد (MEA, 2005).

فرسایش تشدیدی به‌وسیله آب و باد در مناطق خشک یکی از دلایل اصلی بیابان‌زایی قلمداد می‌شود (Lal, 2001). فرسایش بادی یکی از جنبه‌های مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (Coppinger, et al., 1991)،

به طوری که حدود یک ششم مساحت اراضی دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده است (Skidmore, 2000). در سطح جهانی حدود ۵۴۹ میلیون هکتار در اثر فرسایش بادی مورد تخریب قرار گرفته (Subramaniam and Chinappa, 2002) که ۲۹۶ میلیون هکتار آن دارای فرسایش بادی شدید می باشد (Lal, ۲۰۰۳). این در حالی است که فرسایش بادی یکی از عوامل اصلی محدود کننده حاصلخیزی خاک در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران می باشد (Zhao, et al., 2006) و بنابراین چالشی جدی در برابر تولید پایدار و مدیریت اراضی کشاورزی محسوب می شود. از این رو می توان گفت که فرسایش بادی مسئله اساسی تمامی قاره ها است و در مقیاس جهانی شاید اهمیت و خطر فرسایش بادی کمتر از فرسایش آبی نباشد (Lal, 2003).

شرایط خشک و فراخشک حاکم بر بخش وسیعی از ایران با بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلی متر در سال، موجب شده است که حدود ۸۰ میلیون هکتار از مساحت ایران را مناطق کویری، تپه های ماسه ای و مناطقی با پوشش گیاهی ناچیز بپوشاند. ایران در کمربند خشک جهان قرار گرفته و در حالی که سهم آن از خشکی های جهان تنها ۱/۲ درصد می باشد، ۲/۴ درصد پدیده های بیابانی فاقد پوشش و ۳/۰۸ درصد مناطق بیابانی جهان را در خود جای داده است. ۶۱ درصد از مساحت کشور در اقلیم خشک و فراخشک قرار دارد که ۳/۱ برابر درصد جهانی (۱۹/۶ درصد) است؛ میانگین بارندگی و تبخیر به ترتیب یک سوم و سه برابر میانگین جهانی است. اگرچه ۳۲/۵ میلیون هکتار از اراضی کشور در وضعیت بیابانی قرار دارد، اما در تقسیم بندی های اکوسیستمی، ۴۳/۷ میلیون هکتار آن در زمره اکوسیستم بیابانی است. مناطق بیابانی کشور تقریباً ۲۰ درصد مساحت کل و ۲۵ درصد منابع طبیعی کشور را شامل شده است. در این اراضی به دلیل شرایط خاص محیطی زمینه برای وقوع فرسایش بادی بسیار مساعد می باشد.

در همین راستا دفتر امور بیابان سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور با هدف شناسایی مناطق برداشت، حمل و ر سوب گذاری تپه های ماسه ای، شناسایی کانون های بحرانی فرسایش بادی و برآورد خسارت های ناشی از آن و همچنین اولویت بندی کانون های بحرانی تفکیک شده همراه با تهیه نقشه های مناطق برداشت، حمل و ر سوب و کانون های بحرانی در هر استان، شهرستان و کل کشور، اقدام به انجام طرح شناسایی کانون های بحرانی فرسایش بادی نمود که طرح مذکور در سال ۱۳۹۸ مورد بازنگری قرار گرفت.

بر مبنای نتایج حاصل از تحقیق مذکور، به طور کلی تعداد ۱۷۹ منطقه تحت تأثیر فرسایش بادی با وسعت ۲۹۶۳۶۶۶۰ هکتار در ۲۲ استان بیابانی کشور شناسایی شده است. این مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در محدوده ۱۰۳ شهرستان پراکنده می باشند. تعداد مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی با در نظر گرفتن تقسیم بندی شهرستان ها برابر ۲۲۳ منطقه می باشد. این امر به دلیل این است که تعدادی از این مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در دو یا چند شهرستان پراکنده می باشند.

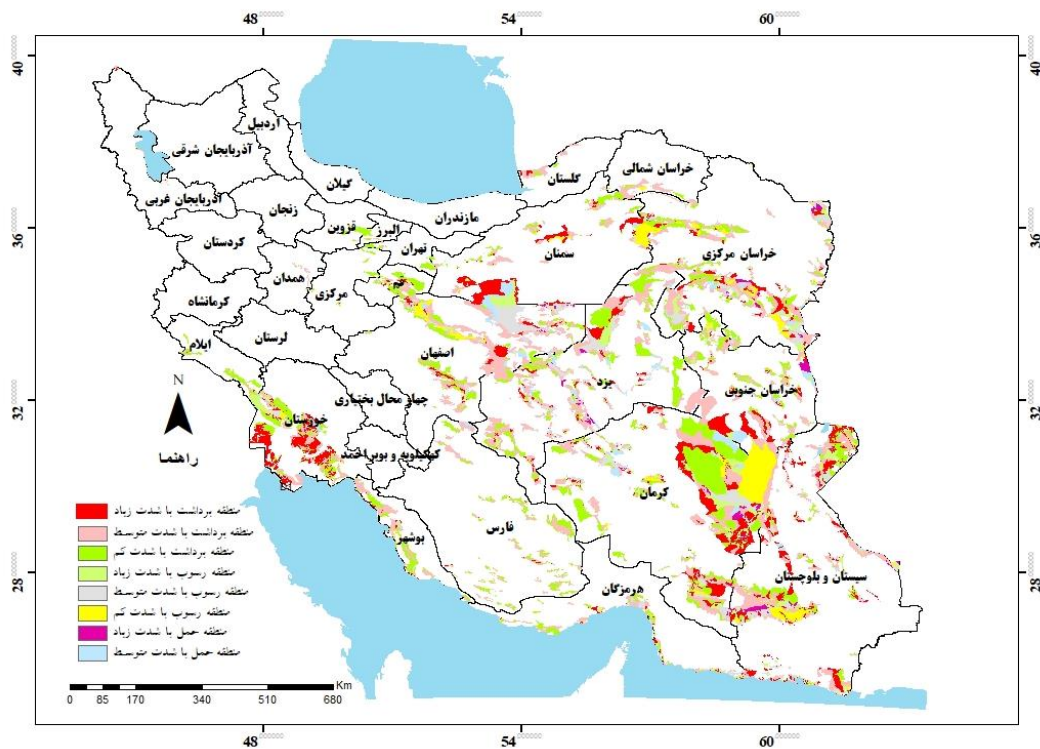
از کل مساحت مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در کشور ۲۱۷۹۵۰۷۰ هکتار (۷۳/۵۴ درصد) در منطقه برداشت، ۱۶۹۹۹۷۵ هکتار (۵/۷۳ درصد) در منطقه حمل و ۶۱۴۱۶۱۵ هکتار (۲۰/۷۳ درصد) مابقی در منطقه رسوب‌گذاری قرار دارد. در شکل ۱ پراکندگی مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی به تفکیک استان‌های بیابانی کشور عرضه شده است.

پس از شناسایی مناطق برداشت، حمل و رسوب هر یک از مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی، بخشی از این مناطق که به منابع اقتصادی و زیستی خسارت وارد می‌نمایند، تفکیک شده و بر اساس میزان خسارت آن‌ها و با به‌کارگیری جداول مبنا به شدت کانون‌های بحرانی درجه ۱ (H_1)، درجه ۲ (H_2) و درجه ۳ (H_3) تفکیک و بر اساس وضعیت اجرای عملیات مقابله با فرسایش بادی اولویت‌بندی شده‌اند.

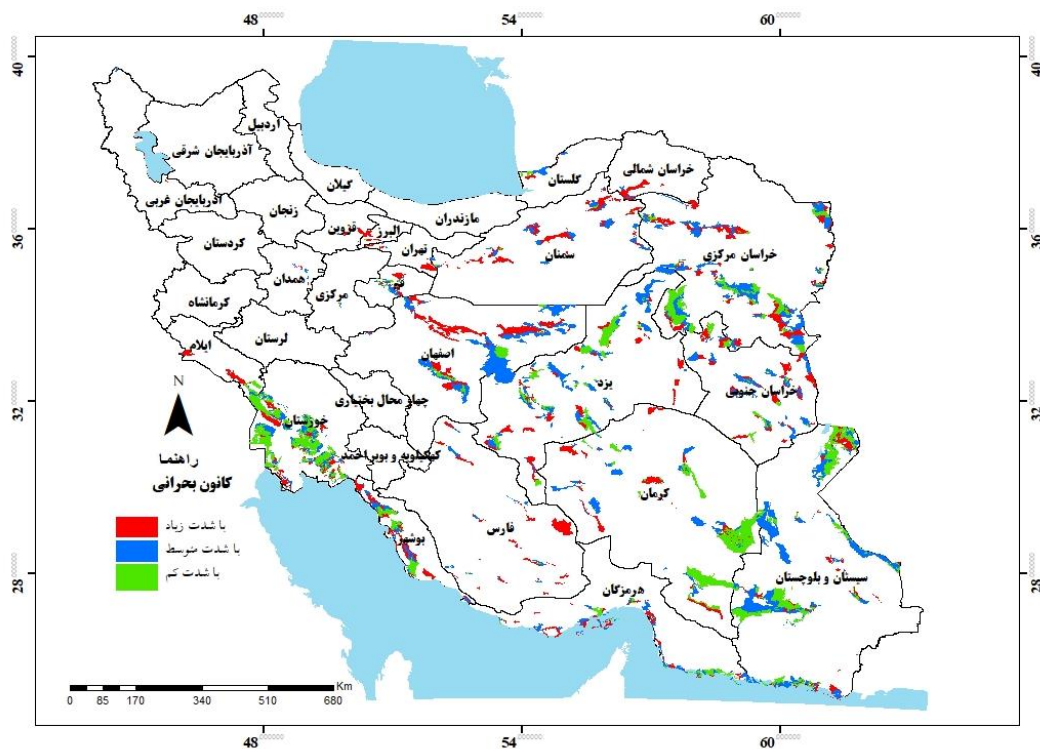
به‌طور کلی تعداد ۲۰۸ کانون بحرانی فرسایش بادی با وسعت ۱۳۹۵۵۳۳۸ هکتار در ۲۲ استان بیابانی کشور شناسایی شده است. این کانون‌های بحرانی در محدوده ۹۶ شهرستان پراکنده می‌باشند. تعداد کانون‌های بحرانی فرسایش بادی با در نظر گرفتن تقسیم‌بندی شهرستان‌ها برابر ۲۳۳ می‌باشد. این امر به دلیل این است که تعدادی از این کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در دو یا چند شهرستان پراکنده می‌باشند.

از کل مساحت کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در کشور ۴۳۷۸۸۵۷ هکتار (۳۱/۳۸ درصد) دارای شدت زیاد (H_1)، ۵۵۴۵۱۷۰ هکتار (۳۹/۷۳ درصد) دارای شدت متوسط (H_2) و ۴۰۳۱۳۱۱ هکتار (۲۸/۸۹ درصد) مابقی دارای شدت کم (H_3) می‌باشند. کل خسارت‌های ناشی از کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در کشور که به منابع زیستی و اقتصادی وارد می‌گردد برابر ۲۹۹۸۵۶۴۷ میلیارد ریال برآورد شده است (دفتر فنی امور بیابان، ۱۳۹۸).

در شکل ب پراکندگی سطوح کانون‌های بحرانی فرسایش بادی به تفکیک استان‌های بیابانی کشور ارائه شده است.



شکل أ- نقشه پراکندگی مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی در کشور (منبع: دفتر امور بیابان، ۱۳۹۸)



شکل ب- نقشه پراکندگی کانون‌های بحرانی در کشور (منبع: دفتر امور بیابان، ۱۳۹۸)

فرسایش بادی از دو منظر به منابع زیستی و اقتصادی خسارت وارد می‌نماید، بدین ترتیب که از یک طرف باعث کاهش حاصلخیزی و عمق خاک در محل رخداد فرسایش (منطقه برداشت) شده و از سوی دیگر با تجمع رسوبات بادی بر روی تأسیسات باعث ایجاد خسارت مجدد در مناطق رسوب‌گذاری می‌گردد (رفاهی، ۱۳۷۷). نزدیکی شهرها به تپه‌های ماسه‌ای موجب شده تا همواره بخش‌هایی از این شهرها در زیر ماسه مدفون شود و در عوض، بخش‌های جدیدی بر روی پهنه‌های ماسه‌ای و یا اراضی مجاور، احداث شود. در این ارتباط، اختصاصی و همکاران (۱۳۸۳) بر مبنای بررسی‌های زمینی و تصویری استان یزد بیان داشته‌اند که در طی ۱۰۰ سال گذشته بیش از ۳ روستا به‌طور کامل در دشت یزد اردکان در زیر ماسه‌های روان مدفون شده است و در حال حاضر نیز بیش از ۲۰ روستا و ۳ شهر بزرگ، از جمله یزد، اشکذر و زارچ در معرض مستقیم هجوم ماسه‌ها قرار دارند و بقیه مناطق مسکونی و جمعیتی نیز به‌طور غیرمستقیم توسط طوفان‌های ماسه‌ای و فرسایش بادی تهدید می‌شوند و این در حالی‌ست که با افزایش جمعیت و توسعه شهری بر دامنه این مشکل نیز اضافه می‌شود (زارع، ۱۳۹۴).

بیابان‌زایی، فرسایش بادی و گسترش ماسه‌های روان به‌عنوان نمود بارز آن، از جمله مسائلی است که به صورت بسیار جدی بخش‌های عمده اقتصادی و اجتماعی کشور را تهدید می‌کند. حاکمیت فرسایش بادی و تجمع و تحرک تپه‌های ماسه‌ای به جاده‌های مواصلاتی و همچنین اراضی زراعی و روستاها خسارات سنگینی را وارد می‌کند و همواره کنترل آن‌ها مورد توجه مسئولین و سازمان‌های ذی‌ربط بوده است (زارع، ۱۳۹۴).

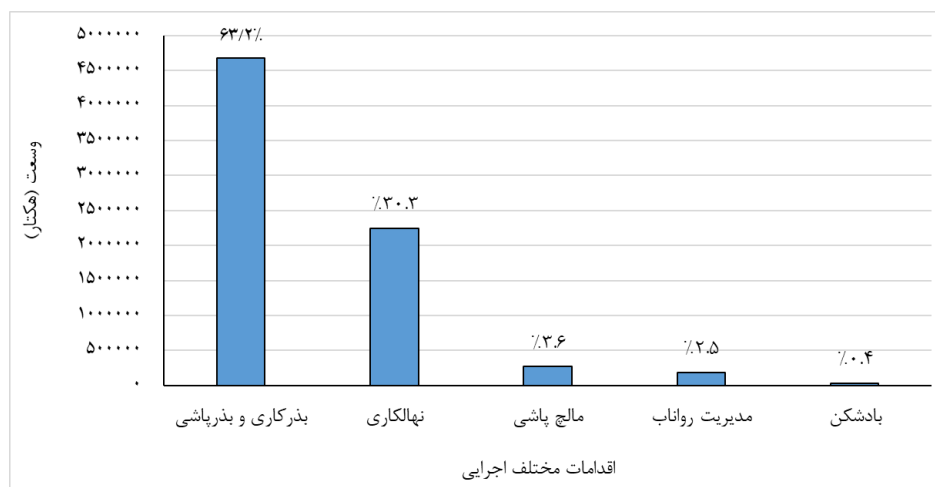
در نتیجه با توجه به موارد گفته شده کنترل فرسایش بادی و گردوغبار و به تبع آن کنترل بیابان‌زایی امری مهم و ضروری است. کوشش‌های انجام گرفته برای محدود کردن صدمات ناشی از ماسه‌های بادی، تاریخچه‌ای طولانی دارد. از زمان قرون وسطی تاکنون، کاشت گونه‌های گیاهی بر روی تپه‌های ساحلی در اروپا رایج بوده است (Case, 1914; Ashton, 1909)؛ و از ابتدای قرن شانزدهم، استفاده از حصار یا پرچین ماسه برای توقف ماسه‌های باد آورده شروع شده است (Dieren, ۱۹۳۴) و در طی اواخر قرن هیجدهم، مهندسین فرانسوی روش‌های کامل‌تری برای تثبیت ماسه‌ها در منطقه (Norrman, ۱۹۸۱). در طی اواخر قرن هیجدهم، این کار آغاز شد (Westgate, 1904; Kucinski and Eisenmenger, 1943) و سپس مورد استفاده گسترده قرار گرفت (Hanes and Woodhouse, 1967; Savage and Woodhouse, 1969; and Manohar, ۱۹۷۰; Bruun, 1978; Woodhouse, 1978; Knutson, 1980). در Yalley Nile و بخش‌هایی از شمال چین هزاران سال است که روش‌هایی برای مهار ماسه‌های روان بیابانی در جریان است (Stallings, 1953; Zhenda et al., 1987 به نقل از زارع، ۱۳۹۴).

ایران در زمینه مقابله با بیابان‌زایی یکی از کشورهای پیشرو در سطح منطقه‌ای و جهان محسوب می‌گردد. شناخت، کنترل و مدیریت پدیده بیابان‌زایی در مناطق بیابانی کشور (مناطق با اقلیم خشک و نیمه‌خشک) از وظایف سازمان منابع طبیعی و

آبخیزداری کشور می‌باشد و برنامه‌های اجرایی مرتبط، مبتنی بر طرح‌های مطالعاتی و با استفاده از نظرات مشاورین و کارشناسان خبره، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و مدیریت می‌گردد.

به‌منظور مقابله با بیابان‌زایی، فعالیت‌های گسترده‌ای در کشور انجام شده است. این فعالیت‌ها از طریق اقداماتی مانند نهال‌کاری، بذرکاری و بذریاشی، احداث بادشکن غیرزنده، خندق رسوب‌گیر، سازه‌های ذخیره و استحصال آب، مالچ‌پاشی با استفاده از مواد نفتی، مدیریت جنگل‌های دست‌کاشت مناطق بیابانی، حفاظت و قرق و مراقبت و آبیاری انجام شده است که هر یک، بر اساس نوع و هدف پروژه‌ها، امکان‌پذیری فنی، اقتصادی (نسبت سود به هزینه) و توجه به جنبه‌های مختلف زیست محیطی، اکولوژیکی و اجتماعی مکان‌یابی و اجرا می‌گردند.

در طول حدود نیم‌قرن که از آغاز این فعالیت‌ها در ایران می‌گذرد، بیش از ۷/۵ میلیون هکتار از اراضی بیابانی و تپه‌های ماسه‌ای فعال کشور از طریق اجرای روش‌های یادشده احیا و تثبیت شده‌اند که در این بین بذرکاری و بذریاشی ۴/۶ میلیون هکتار (۶۳٪/۲)، نهال‌کاری ۲/۳ میلیون هکتار (۳۰٪/۳)، مالچ‌پاشی ۲۵۰ هزار هکتار (۳٪/۶)، مدیریت رواناب ۲۰۰ هزار هکتار (۲٪/۵) و بادشکن غیرزنده ۵۰ هزار هکتار (۰٪/۴) را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ج).



شکل ج- سهم هریک از اقدامات مدیریت و کنترل بیابان (منبع: دفتر امور بیابان، ۱۳۹۸)

۱. به منظور تبدیل واحد کیلومتر به هکتار در پروژه بادشکن، برای بادشکن زنده مقدار کیلومتر ضربدر عدد ۳ و برای بادشکن غیرزنده ضربدر عدد ۲ می‌شود.

به منظور اجرای هر یک از اقدامات بیان شده، شیوه‌نامه‌هایی موجود می‌باشد، به منظور تکمیل و غنی‌تر شدن شیوه‌نامه‌های مربوط به اقدامات مدیریت و کنترل بیابان و مقابله با تخریب سرزمین، معاونت آبخیزداری، امور مراتع و بیابان؛ سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور به عنوان مجری طرح تدوین ضوابط و معیارهای اجرایی منابع طبیعی و آبخیزداری به روزرسانی اقدامات مورد نظر را در قالب ضوابط فنی بیابان در دستور کار قرار داده است.

همان گونه که بیان گردید بسته به نوع و هدف پروژه‌ها، نوع خاک، شرایط آب و هوایی، شرایط اقتصادی و اجتماعی منطقه و... پروژه‌های مختلفی به منظور مدیریت و کنترل بیابان و مقابله با تخریب سرزمین اجرا می‌گردد. این پروژه‌ها شامل نه پروژه زیر می‌باشند:

- (۱) نهال کاری؛
- (۲) بذرپاشی و بذرکاری؛
- (۳) مراقبت و آبیاری؛
- (۴) احداث بادشکن؛
- (۵) مالچ‌پاشی؛
- (۶) موانع رسوب‌گیر؛
- (۷) مدیریت رواناب؛
- (۸) مدیریت جنگل‌های دست‌کاشت؛
- (۹) حفاظت و قرق

پروژه‌های مذکور با توجه به ماهیت‌شان، در سه گروه به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند.

اقداماتی که به کشت و تکثیر گیاهان و بذور اختصاص دارد در دسته اقدامات بیولوژیکی مدیریت و کنترل بیابان قرار می‌گیرند که شامل پروژه‌های:

- (۱) نهال کاری؛
- (۲) بذرپاشی و بذرکاری و

۳) مراقبت و آبیاری می‌باشد.

همچنین اقداماتی که به صورت فنی و مهندسی بوده و با سازه‌های مکانیکی، اقدامات بیومکانیکی و بیوشیمیایی سروکار دارد، در دسته اقدامات فنی و مهندسی مدیریت و کنترل بیابان قرار می‌گیرند و شامل پروژه‌های:

۱) احداث بادشکن؛

۲) مالچ‌پاشی؛

۳) موانع رسوب‌گیر و

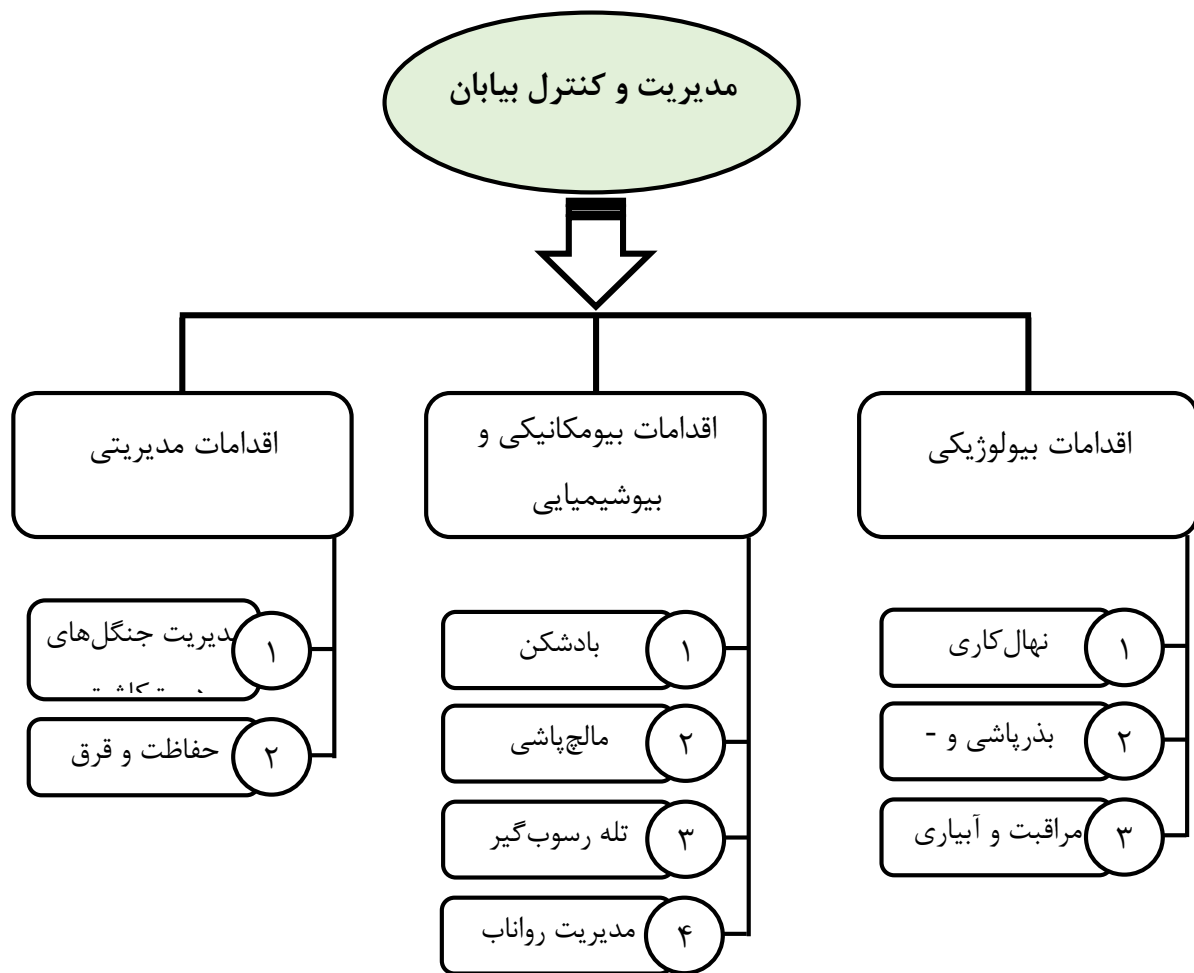
۴) مدیریت رواناب می‌باشد.

و در نهایت عرصه‌هایی که مورد احیا و اصلاح و تثبیت قرار می‌گیرند، نیاز به مدیریت دارند، بنابراین گروه سوم از اقدامات در دسته اقدامات مدیریتی قرار خواهند گرفت که شامل پروژه‌های:

- مدیریت جنگل‌های دست‌کاشت و

- حفاظت و قرق می‌باشد.

در روند نمای د دسته‌بندی این پروژه‌ها نشان داده شده است.



شکل د- روند نمای دسته‌بندی پروژه‌های مدیریت و کنترل بیابان

گزارش پیش رو، شیوه‌نامه فنی اجرایی اقدامات فنی و مهندسی می‌باشد که در فصل‌های مختلف آن پروژه‌های بادشکن، مالچ‌پاشی؛ موانع رسوب‌گیر و مدیریت رواناب آورده شده است.

فصل ۱

بادشکن

۱ فصل اول: بادشکن^۲

۱-۱ مقدمه و ضرورت احداث بادشکن

فرسایش بادی در شرایطی رخ می دهد که علاوه بر وجود خاک حساس، باد دارای حاکمیت و سرعت قابل توجه باشد. بنابراین به لحاظ نظری، راه مبارزه با فرسایش بادی و تقلیل فرسایش بادی و گردوغبار در دو امر نهفته است:

الف) افزایش پایداری خاک

ب) تقلیل سرعت باد از طریق احداث بادشکن

برای مورد نخست راه‌ها و روش‌های متنوعی وجود دارد. ایجاد پوشش گیاهی و ایجاد پوشش حفاظتی در سطح خاک از مهمترین این اقدامات می باشد. همچنین در اراضی زراعی می توان به مرطوب نگه داشتن سطح خاک، باقی گذاشتن مابقی تولیدات زراعی پس از درو (مالچ سلولزی)، افزایش مواد آلی خاک و اتخاذ روش‌های حفاظتی خاک‌ورزی و اصولاً اتخاذ راهبردها و راهکارهای کشاورزی حفاظتی اشاره نمود؛ اما در مورد تقلیل سرعت باد و ممانعت از اثر فرسایش آن بر سطح خاک، منطقی ترین روش، احداث بادشکن است که این امر از زمان‌های قدیم به طور سنتی در بخش‌هایی از کشور رایج بوده است.

امروزه پژوهشگران بسیاری در سراسر جهان وقت و سرمایه قابل توجهی را به بررسی روش‌های مبارزه با فرسایش بادی اختصاص داده‌اند و در این رابطه احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده به عنوان گزینه‌ای مناسب جهت جلوگیری از خسارت‌های ناشی از فرسایش بادی به منابع زیستی و اقتصادی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می باشند. به همین دلیل است که در بررسی حاضر سعی بر این است تا نسبت به تدوین دستورالعمل فنی اجرایی احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده اقدام گردد.

همان گونه که از آمار ارائه شده (بادشکن‌های انجام شده برابر ۵۰ هزار هکتار معادل ۴/۰٪ از کل اقدامات صورت گرفته) قابل استنباط می باشد، مجموع عملیات احداث بادشکن‌ها در مقایسه با سایر عملیات اجرایی مقابله با فرسایش بادی در کشور بسیار اندک ارزیابی می گردد. این در حالی است که کشور ایران در جهان به عنوان یکی از کشورهای پیشرو و سرآمد در مقابله با فرسایش بادی به حساب می آید. وسعت مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی و به ویژه کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در کشور نیز شاهی بر این ادعا می باشد و این در حالی است که مناطق تحت تأثیر و کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در کشور

^۲ برگرفته از زارع، سلمان، ۱۴۰۰. جزوه کلاسی کنترل فرسایش بادی از طریق ایجاد بادشکن، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۵۰ صفحه.

خسارات و صدمات بسیار زیادی به منابع زیستی و اقتصادی کشور وارد می‌نمایند؛ بنابراین، یکی از عملیاتی که می‌تواند کاهش فرسایش بادی و به تبع آن کاهش حجم خسارات به این منابع را باعث گردد، عملیات بادشکن‌های زنده و به‌ویژه بادشکن‌های غیرزنده است.

از آنجایی که بادشکن‌ها تحت تأثیر عوامل مختلف طبیعی و غیرطبیعی قرار می‌گیرند، لذا به‌منظور آشنایی دقیق با روش‌های طراحی و پیاده‌سازی بادشکن و بررسی تأثیرات متقابل آن‌ها ضرورت دارد برخی از خصوصیات مرتبط با انواع بادشکن‌ها، عناصر مهم تشکیل‌دهنده آن و همچنین مزیت‌ها و نقاط ضعف آن‌ها موردبحث قرار گیرد. اما قبل از آن لازم است بحث مختصری در خصوص مسائل مرتبط با فرسایش بادی ذکر گردد، چرا که اصولاً بادشکن‌ها در مناطقی احداث می‌شوند که باد فرساینده با ایجاد فرسایش بادی به منابع زیستی و اقتصادی خسارت وارد می‌نماید.

پدیده فرسایش بادی یکی از عمده‌ترین معضلات در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. این پدیده عموماً در مناطق خشک و نیمه‌خشک و عمدتاً در مناطقی با بارندگی کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر و اراضی مسطح، با بافت غیر پیوسته و بدون ساختمان اتفاق می‌افتد. در جهان به دلیل وسعت مناطق خشک و بیابانی و همچنین وجود خصوصیات چگون میزان کم بارندگی، پوشش گیاهی اندک، حاکمیت باد و استفاده غیراصولی از اراضی، فرسایش بادی تأثیر عمده‌ای بر منابع زیستی و اقتصادی این نواحی دارد. از کل سطح کشور بالغ بر ۳۰ میلیون هکتار متأثر از فرسایش بادی است. اصلی‌ترین خسارت‌های ناشی از فرسایش بادی شامل تغییر در بافت و حالت‌های فیزیکی خاک، برداشت و جابه‌جایی ذرات خاک از اراضی زراعی و غیر زراعی می‌باشد.

۱-۲ توزیع حجمی ذرات حمل شده توسط باد در ارتفاع‌های مختلف

طبق تحقیقات ۹۰ درصد ذرات ماسه در فاصله ۰-۳۰ سانتی‌متری سطح زمین و ۹۸ درصد ذرات ماسه حمل شده در ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متری سطح زمین حرکت می‌کنند؛ بنابراین، اگر موانع فیزیکی در مقابل باد در ارتفاع ۰-۳۰ سانتی‌متری (موانع کوتاه) و ۱۰۰ سانتی‌متری (موانع بلند) نصب شوند، اکثر ماسه‌های بادآورده کنترل می‌گردد و از طریق موانع فیزیکی می‌توان خاک و ماسه‌های حمل شده توسط باد را در مکان‌های معین جمع‌آوری نمود.

۱-۳ مزایای بادشکن

احداث بادشکن اعم از زنده و غیرزنده دارای مزایای متعدد و تأثیرات مثبت فراوانی بر ویژگی‌های محیطی می‌باشد، در این بخش به برخی از این عوامل اشاره می‌شود:

- (۱) حفاظت خاک
- (۲) کاهش گردوغبار
- (۳) تلطیف هوا
- (۴) افزایش کیفیت محصولات گیاهی
- (۵) افزایش عملکرد گیاهی
- (۶) کاهش آب موردنیاز گیاهان
- (۷) کاهش آسیب به جنگل
- (۸) افزایش تولیدات دامی
- (۹) نگهداشت رواناب و مواد غذایی
- (۱۰) بهبود راندمان آبیاری
- (۱۱) حمایت از حیات وحش
- (۱۲) کنترل بوهای نامطبوع
- (۱۳) کاهش آلودگی‌های بصری
- (۱۴) کاهش آلودگی‌های صوتی
- (۱۵) بهبود سیما و منظر
- (۱۶) رفاه اجتماعی روستاییان
- (۱۷) افزایش فرصت‌های تفریحی و گردشگری

(۱۸) کاهش ریسک و تنوع بخشی منابع درآمد و معیشت

(۱۹) حافظت از زیرساخت ها، خطوط مواصلاتی، ساختمان ها و...

(۲۰) تغییر میکروکلیم

(۲۱) کاهش تبخیر

(۲۲) تعدیل درجه حرارت محیط

(۲۳) کاهش هزینه های تخلیه خندق رسوب گیر برف

(۲۴) افزایش قابلیت استحصال آب حاصل از مدیریت برف

(۲۵) تجمع کمتر یخ

(۲۶) حصار یا پرچین برف

(۲۷) افزایش ذخیره کربن در خاک و زی توده

(۲۸) بهبود کیفیت آب

(۲۹) انباشتگی گاز کربنیک

(۳۰) تاثیر در میزان تابش اشعه خورشید

(۳۱) کاهش تلاطم هوا

۱-۴ سابقه استفاده از بادشکن ها

استفاده از بادشکن ها از اواسط دهه ۱۴۰۰ زمانی که پارلمان اسکاتلند خواستار کمربندهای درختی برای محافظت از تولیدات کشاورزی شد آغاز گردید (Droze 1977). بعد از آن بادشکن ها برای محافظت در برابر باد به طور گسترده ای در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفت (Caborn 1971; Grace 1977; Brandle et al. 1988; Cleugh et al. 2002). استفاده از بادشکن همچنین در استرالیا (Burke 1998)، کانادا (Kort 1988)، نیوزیلند (Sturrock 1984)، روسیه (Konstantinov and Struzer ۱۹۶۵)، آمریکای جنوبی (Luis and Bloomberg 2002) و چندین کشور در حال توسعه (Nair 1993) ایجاد شده است.

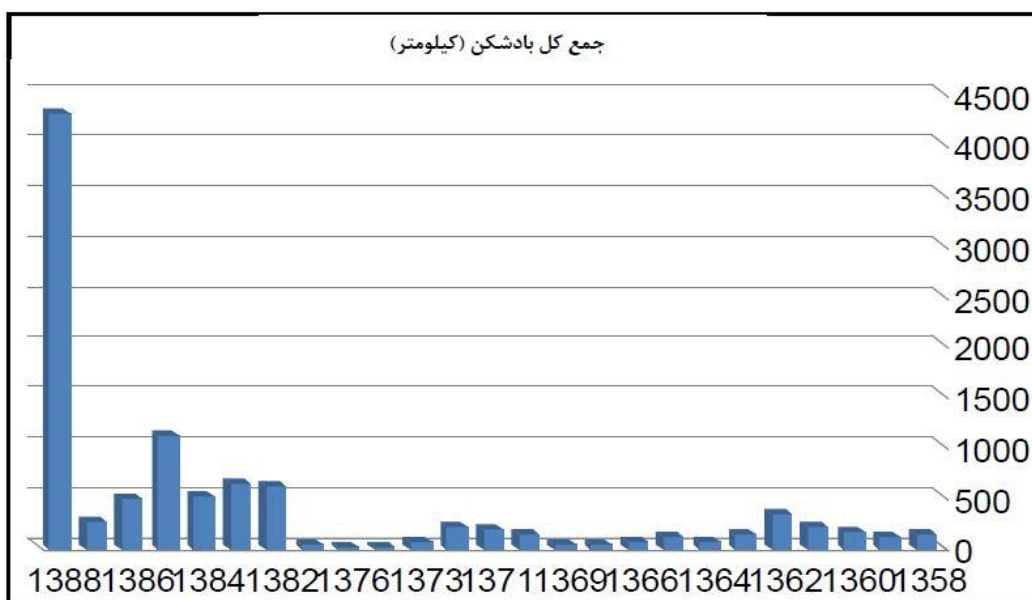
در ایران استفاده از بادشکن‌ها از زمان‌های قدیم تاکنون انجام شده است اما در خصوص زمان دقیق استفاده از بادشکن‌های زنده و غیرزنده در کشور از نظر تاریخی منبع موثق و قابل استنادی وجود ندارد. شواهد و اطلاعات موجود حاکی از آن است که از گذشته‌های دور کشاورزان و باغداران به منظور تعیین حدود و حریم اراضی خویش اقدام به ایجاد حصاری از درختان و یا سرشاخه‌های خشکیده آن نموده‌اند که تأثیرات بادشکن را نیز به همراه داشته است. علاوه بر این در مناطق بادخیز و نواحی تحت تأثیر فرسایش بادی نیز کشاورزان و دامداران برای جلوگیری از آثار زیان‌بار بادهای فرساینده که ذرات ماسه را با خود حمل می‌کردند و همچنین جلوگیری از سرمازدگی و گرم‌زدگی که هر دو باعث کاهش محصول می‌شده است، اقدام به احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اطراف اراضی زراعی و باغی خود می‌نموده‌اند. طبق اظهارات کارشناسان دفتر حفاظت خاک (دفتر امور بیابان) سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، عملیات احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اراضی ملی ایران از اواخر دهه سی هجری خورشیدی به صورت مدون و علمی آغاز شده است و اولین عملیات تثبیت ماسه‌های روان در سال ۱۳۳۸ در منطقه محدود در الباجی اهواز شروع گردید (سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۳۹۳). در کشور چین از سال ۱۹۵۰ تلاش‌های فراوانی در زمینه درک و مبارزه با بیابان‌زایی انجام شده و پیشرفت‌های زیادی داشته است و در طول زمان روش‌ها و مواد مختلفی را به منظور کنترل فرسایش بادی به کار گرفته است. برخی از این روش‌ها شامل: استفاده از پوشش گیاهی، استفاده از پوشش گیاهی مصنوعی، شبکه‌های شطرنجی متشکل از کاه و کلش، الیاف کتان، شیشه، فلز، پوست نارگیل، پلاستیک، رس و... است. شبکه‌های شطرنجی کاه و کلش اولین بار در ماسه‌های شمال غربی چین مورد استفاده قرار گرفت و به یکی از اقدامات مهندسی پرکاربرد برای کنترل فرسایش خاک در سراسر این کشور تبدیل شد (Zhang et al. 2016). در طول دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، زمانی که راه‌آهن بائوتو - لائزو ساخته شد، موانع شطرنجی کاه در آزمایش‌های گسترده گسترش یافت (Lihui et al. 2015). صفحات شطرنجی کاه و کلش نقش مهمی در ساخت راه‌آهن، بزرگراه‌ها، خطوط لوله و خطوط انتقال نیرو داشته‌اند و استفاده از آن‌ها در آفریقا، آسیای شرقی و مغولستان گسترش یافت (Blivi et al. 2002).

مطالعات میدانی نشان داده‌اند که بادشکن‌های تخته‌ای چوبی که ۵۰ درصد تخلخل دارند، مؤثرتر از بادشکن‌های فیبری با هر درجه تخلخل هستند (Savage and Woodhouse, ۱۹۶۹). بادشکن‌های تخته‌ای یا نرده‌ای این مزیت را دارند که چنانچه درون ماسه‌ها مدفون شوند، قابل بیرون آوردن بوده و مورد استفاده مجدد قرار گرفته (Benito and Le Roux, ۱۹۷۶). (CERC, 1977). با این حال درصد ماسه‌های به دام افتاده توسط بادشکن چوبی نرده‌ای وابسته به سرعت باد بوده و با آن متغیر است. Manohar و Bruun (۱۹۷۰) دریافتند که عملکرد یک بادشکن چوبی منفرد در بادی با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه برابر ۶۰ درصد و در بادی با سرعت ۱۸ متر بر ثانیه برابر ۱۶ درصد است. وقتی سرعت باد بیش از ۱۸ متر بر ثانیه باشد، تقریباً هیچ ماسه‌ای به وسیله بادشکن منفرد با تخلخل ۵۰ درصد نگهداری نمی‌شود. مشخص شده است که بادشکن‌های دوگانه حدود ۳۰

در صد ماسه‌ها را در چنین سرعتی ($1 > 18 \text{ms}$) به دام می‌اندازند؛ اما نصب ردیف‌های اضافی دارای اثر قابل توجهی نیستند. بهترین فاصله افقی بین ردیف‌های بادشکن، چهار برابر ارتفاع آن‌ها می‌باشد (Manohar and Bruun, ۱۹۷۰). حجم ماسه‌های به دام افتاده توسط یک بادشکن، تابع مربع ارتفاع بادشکن است. عمر مؤثر یک بادشکن با ارتفاع ۲ متر، حدود ۴ برابر یک بادشکن ۱ متری (ارتفاع) است (Kerr and Nigra, ۱۹۵۲). در بسیاری از مناطق ساحلی که حرکت ماسه‌ها در آن‌ها محسوس است، یک بادشکن با ارتفاع ۱/۲ متری که سالی یک‌بار نصب می‌شود کافی است (Woodhouse, 1978).

۵-۱ آمار بادشکن احداث شده در کشور

بر اساس آمارهای موجود در دفتر امور بیابان سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، حجم عملیات احداث انواع بادشکن‌های زنده و غیرزنده در طول سی سال (سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۸) که این آمار ثبت شده است، برابر ۴۳۰۹ کیلومتر می‌باشد که در این بین سهم بادشکن‌های زنده ۴۱۶۶ کیلومتر و سهم بادشکن‌های غیرزنده برابر ۱۴۲ کیلومتر است. در شکل (۱-۱) مقدار بادشکن‌های زنده و غیرزنده احداث شده در کشور طی سی سال گذشته (سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۸) ارائه شده است.

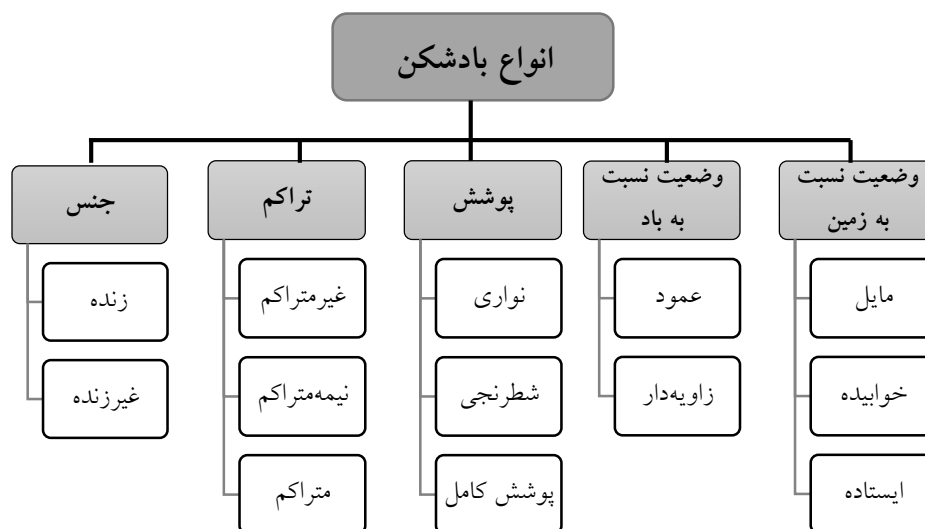


شکل ۱-۱- مجموع حجم عملیات بادشکن‌های زنده و غیرزنده در سال‌های مختلف در کشور

۱-۶ طبقه‌بندی بادشکن‌ها

علی‌رغم اینکه طیف گوناگونی از بادشکن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، باین حال مکانیسم عملکردی آن‌ها یکسان است. این مکانیسم بر این اساس است که در جلو و پشت این موانع، مناطقی ایجاد شود که سرعت باد در آن‌ها کم باشد. مقدار خاک یا ماسه به دام افتاده، بستگی به ارتفاع بادشکن، خلل و تراکم بادشکن، شکل و آرایش حفراتی که محل عبور هواست، سرعت باد و نوع بادشکن دارد (ساواج و وودهوس، ۱۹۶۹؛ مانوهار و بران، ۱۹۷۰؛ ویلتس و فیلیپس، ۱۹۷۸؛ ویلتس و فیلیپس، ۱۹۷۸). جهت و زاویه بادشکن‌ها نیز بستگی به مسیر حمل خاک و ماسه و تعداد ردیف‌های آن‌ها و نیز فضای بین ردیف‌ها دارد (کر و نیگرا، ۱۹۵۲؛ مالهی‌ران و برادلی، ۱۹۷۷).

به‌طور کلی بادشکن‌ها بر اساس نوع، تراکم و وضعیت نسبت به باد تقسیم می‌شوند و از هر نوعی که باشند، دارای ویژگی‌های مشترکی هستند (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ - دسته‌بندی بادشکن‌ها

^۲ Mulhearn

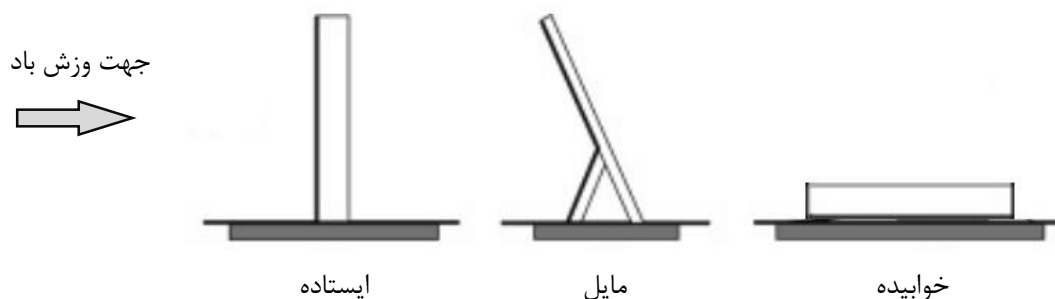
^۳ Bradley

۷-۱ انواع بادشکن‌ها از نظر وضعیت نسبت به زمین

بادشکن‌ها از نظر وضعیت نسبت به زمین به سه حالت مایل، خوابیده و ایستاده می‌باشند (شکل ۱-۳). عموماً بادشکن‌ها به صورت ایستاده طراحی می‌شوند. این بادشکن‌ها دیواره‌های عمودی شکل هستند که به دلیل وضعیت قائم آنها، در کاهش سرعت باد و کنترل فرسایش بادی نقش موثری دارند. برای پایداری این بادشکن‌ها در مقابل سرعت بادهای شدید در منطقه معمولاً مقداری از مصالح در زیر سطح خاک یا ماسه قرار می‌گیرد که در واقع به عنوان عمق پی دیواره بادشکن تلقی می‌گردد.

بادشکن‌های خوابیده معمولاً در پهنه‌های ماسه‌ای کم‌فعال به صورت ردیفی در سطح عرصه و با هدف حفاظت از گیاهان و جلوگیری از ریشه کن شدن آنها در اثر وزش باد احداث می‌گردد. پایه مصالح بکار گرفته شده برخلاف بادشکن‌های ایستاده و مایل در خاک قرار نمی‌گیرد و در واقع نوعی پوشش خشک و یا غیرزنده بر سطح پهنه‌های ماسه‌ای است (شکل ۲). در این روش ممکن است ردیف‌های بادشکن را به صورت طولی به پهنای ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در کنار یکدیگر قرار داده و با ریختن ماسه در محل اتصال مصالح با سطح عرصه، امکان استقرار آنها در سطح زمین بیشتر شود.

بادشکن‌های مایل حدوسط بادشکن‌های قائم و خوابیده می‌باشند که معمولاً بر روی ناهمواری‌های ماسه‌ای نیمه‌فعال و به صورت ردیف‌های موازی با هم و عمود بر جهت باد غالب منطقه و با زاویه‌ای حدود ۲۵ درجه نسبت به سطح عرصه احداث می‌شوند (شکل ۱-۳). معمولاً به منظور پایداری آنها در مقابل سرعت بادهای شدید، با احداث شیار و یا کانال، مصالح بادشکن با رعایت ضخامت مورد نظر در یک طرف شیار و یا کانال قرار داده می‌شود و طرف دیگر آن را خاک ریخته و سپس با ضربات پا و یا بیل فشرده می‌نمایند.

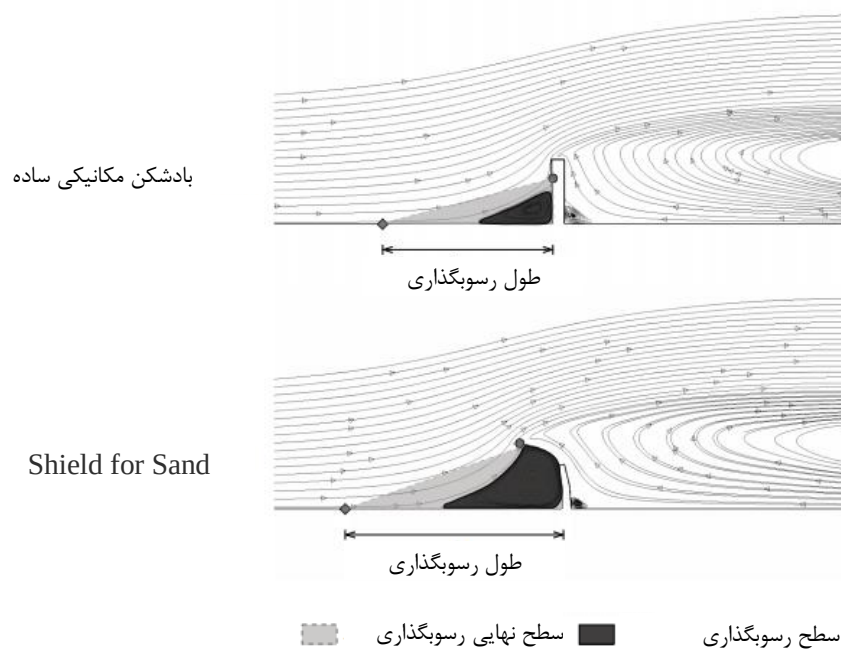


شکل ۱-۳- بادشکن‌های مایل، خوابیده و ایستاده

اخیرا بادشکن‌های با شکل‌های آئروپوینامیکی خاصی طراحی شده‌اند. جدیدترین طراحی با نام Shield for Sand یا S4S معرفی شده است (Bruno et al., 2018). در شکل (۴-۱) نمای ظاهری آن و نمونه اجرا شده آن در اطراف محور راه‌آهن نشان داده شده است. این نوع خاص از بادشکن مکانیکی قادر است در مقایسه با بادشکن معمولی قائم، مقدار بیشتری ذرات خاک و ماسه را ترسیب نماید (شکل ۵-۱).



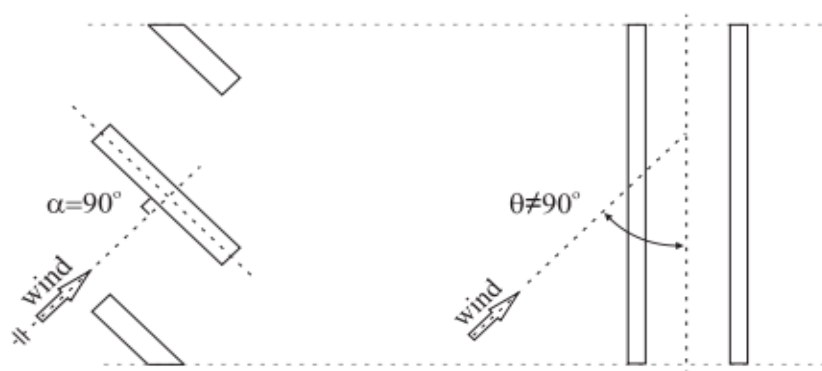
شکل ۴-۱- نمای ظاهری Shield for Sand و نمونه اجرا شده آن در اطراف محور راه‌آهن



شکل ۵-۱- مقایسه عملکرد بادشکن S4S (تصویر پایین) و بادشکن معمولی (تصویر بالا) در ترسیب ذرات خاک و ماسه

۸-۱ انواع بادشکن‌ها از نظر وضعیت نسبت به باد

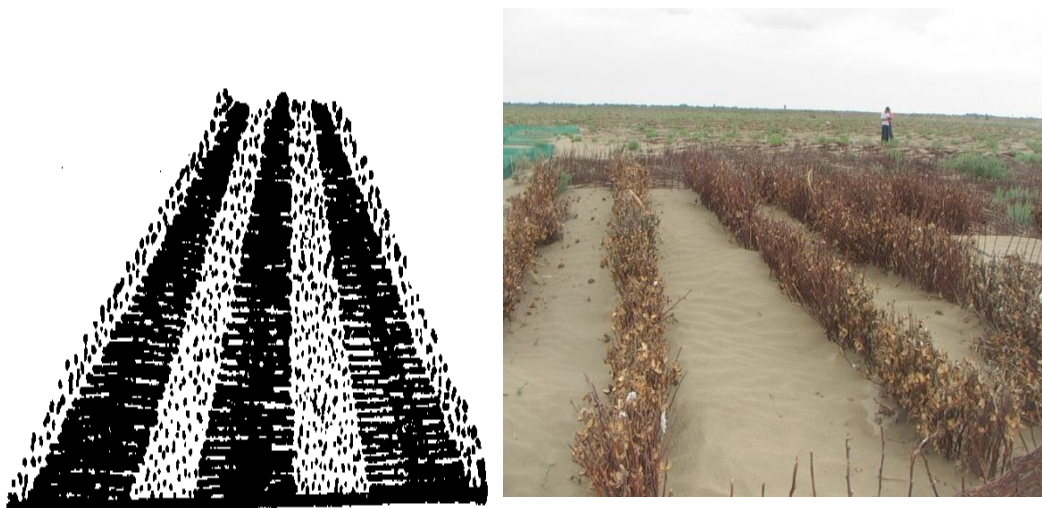
بادشکن‌ها از نظر وضعیت نسبت به باد به دو حالت زاویه‌دار و عمود می‌باشند. عموماً بادشکن‌ها عمود بر جهت باد غالب فرساینده طراحی می‌شوند (شکل ۶-۱). در برخی موارد به دلایل مختلفی از جمله موقعیت مکانی عرصه یا وجود عارضه‌های طبیعی، جهت باد با بادشکن عمود نبوده و دارای زاویه می‌باشد.



شکل ۶-۱- بادشکن‌های عمود و زاویه‌دار نسبت به باد

۹-۱ انواع بادشکن‌ها از نظر پوشش

تثبیت اراضی با بادشکن معمولاً می‌تواند به صورت پوشش نواری، شطرنجی و یا پوشش کامل اراضی صورت گیرد. در پوشش نواری (Belt covering) اراضی با نوارها یا کمربند گیاهی یا سایر مصالح پوشانده می‌شود. عرض نوارها متنوع است. به طور کلی، عرض همان طول گیاه یا مصالح مورد استفاده در مانع است، یعنی ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متر. فاصله ردیف‌ها در حدود ۳ متر است. اجرای نوارها باید از جهت راست زاویه باد غالب باشد. به منظور جلوگیری از بین رفتن موانع نواری توسط باد، موانع باید در امتداد خط مرکزی با ماسه پوشانده شود (شکل ۷-۱).



شکل ۷-۱- پوشش نواری بادشکن

در مناطقی که بادهای فرساینده از جهات مختلف وزش دارد از آرایش شطرنجی (Checkerboard barrier) استفاده می‌شود. روش کار بدین صورت است که ردیف‌های بادشکن‌ها عمود بر یکدیگر بوده و منظره‌ای شبیه صفحات شطرنج را نشان می‌دهد. ارتفاع این بادشکن‌ها معمولاً ۲۰ تا حداکثر ۱۰۰ سانتی‌متر بدون احتساب پی می‌باشد. فواصل ردیف‌ها بستگی به موارد مختلف از جمله سرعت باد، میزان فرسایش، ارتفاع هر ردیف بادشکن و... دارد. بادشکن‌های شطرنجی معمولاً با ابعاد ۱×۱، ۲×۲، ۳×۳ و یا بزرگتر طراحی و اجرا می‌شوند (شکل ۸-۱).



شکل ۸-۱- پوشش شطرنجی بادشکن

در پوشش کامل (Complete covering)، اراضی به طور کامل با مصالح بادشکن پوشانده می شود و سپس ماسه و خاک بر روی این مصالح قرار می گیرد. مزیت این نوع پوشش این است که می تواند اراضی را کاملاً تثبیت کند (بیشتر در تپه های ماسه ای در مقیاس کم استفاده می شود). ایراد آن این است که مواد و مصالح زیادی را مصرف می کند (شکل ۹-۱).



شکل ۹-۱- پوشش کامل بادشکن

۱-۱۰ انواع بادشکن ها از نظر تراکم

بادشکن ها از نظر تراکم به سه دسته بادشکن غیرمتراکم، نیمه متراکم و متراکم طبقه بندی می شوند. بر اساس تحقیقات انجام شده توسط پروفیسور Naegli بادشکن هایی که فضای خالی آنها کمتر از ۲۰ درصد؛ بین ۲۰ تا ۴۵ درصد و ۴۵ تا ۵۵ باشد، به ترتیب متراکم، نیمه متراکم و غیرمتراکم نامیده می شوند (شکل ۱-۱۰). براساس این تحقیقات نوسانات سرعت باد در این گونه بادشکن ها به گونه ای است که در بادشکن های متراکم سرعت باد قبل از بادشکن (جلو بادشکن) به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته و بعد از بادشکن (پشت بادشکن) تا مسافت کوتاهی خیلی سریع کم می شود، ولی پس از آن در فاصله کمی، خیلی سریع به سرعت اولیه می رسد، در صورتی که در بادشکن های غیرمتراکم کاهش سرعت باد قبل از بادشکن (جلو بادشکن) نسبت به تراکم کمتر بوده، اما بعد از بادشکن (پشت بادشکن) علیرغم اینکه به تدریج کاهش می یابد ولی اثرات آن از نظر فاصله نسبت به متراکم بیشتر است. بنابراین بادشکن های متراکم باعث کاهش بیشتر سرعت باد در نزدیک بادشکن می شود، در صورتی که اثر بادشکن های غیرمتراکم در کاهش سرعت باد کمتر است، ولی تأثیرات آن تا فاصله بیشتری می باشد. پس در

مواردی که به کاهش حداکثر سرعت باد در نزدیک باد شکن نیاز باشد از باد شکن متراکم و در غیر این صورت از باد شکن غیرمتراکم استفاده می شود. در برخی مناطق که اغلب همراه با طوفان گردوغبار می باشد، در پشت باد شکن متراکم احتمال بروز گردوغبار و افزایش سرعت باد در حاشیه باد شکن وجود دارد که در چنین نواحی بهتر است از باد شکن نیمه متراکم و غیرمتراکم استفاده شود.



تراکم ۲۰ درصد



تراکم ۳۵ درصد



تراکم ۵۵ درصد



تراکم ۷۵ درصد

شکل ۱-۱- انواع بادشکن‌های با تراکم متفاوت

۱-۱ انواع بادشکن‌ها از نظر نوع جنس

مهم‌ترین دسته‌بندی بادشکن‌ها بر مبنای جنس آن‌ها می‌باشد. بر این اساس بادشکن‌ها به دو دسته زنده (بیولوژیک) و غیرزنده (مکانیکی) تقسیم می‌شوند.

۱-۱۱-۱ بادشکن زنده

بادشکن زنده شامل کاشت درختان، درختچه‌ها و بوته‌های گیاهی است که یک روش بیولوژیکی یا گیاهی برای کنترل فرسایش بادی و گردوغبار نامیده می‌شود. با کمک کمربندهایی از درختان و یا بوته‌ها، بادشکن‌های زنده و دارای قابلیت تجدید حیات بوجود می‌آیند (برون و هافنریچتر^۲، ۱۹۶۲؛ واستون، ۱۹۸۵؛ کبین و کایگاو^۳، ۱۹۸۹). بادشکن‌های زنده، نوارهایی از درختان با نفوذپذیری مطلوب‌اند که جریان هوا پس از برخورد به این نوارها به‌کندی عبور کرده و جریان آرامی را در پشت خود ایجاد می‌کنند و با کاهش سرعت باد باعث ایجاد منطقه امن تا مسافتی می‌شوند که در این منطقه جریان‌های آشفته هوا وجود ندارد (Clough, 1998).

یکی از عوامل تأثیرگذار بر فرسایش بادی پوشش گیاهی است که بر حسب ارتفاع، تراکم و نوع پوشش گیاهی میزان اثر آن متغیر می‌باشد. پوشش گیاهی به طرق مختلفی از حرکت و جابه‌جایی ذرات ماسه جلوگیری می‌نماید. این پوشش مانع برخورد مستقیم باد با خاک لخت می‌گردد، همچنین ساختمان خاک را اصلاح و میزان مواد آلی آن را افزایش می‌دهد. به‌علاوه بقایای نباتی باعث چسبیدن ذرات خاک به یکدیگر می‌شوند.

مهم‌ترین نقش پوشش گیاهی کاهش سرعت باد در سطح زمین است. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که میزان فرسایش بادی با توان سوم سرعت باد متناسب بوده و کاهش ناچیز در سرعت باد کاهش قابل‌ملاحظه‌ای را در میزان فرسایش بادی به دنبال دارد. تاج پوشش گیاهی در رابطه با فرسایش بادی دارای نقش افزایشی و کاهشی بوده و به‌شدت در پتانسیل رسوب‌دهی ناشی از فرسایش بادی تأثیر دارد. چنانچه تاج پوشش گیاهی از حد معینی تجاوز نماید، از اثرات منفی سایر عوامل (مانند بافت خاک، سرعت باد، صاف و مسطح بودن سطح زمین و...) می‌کاهد و در مجموع باعث کاهش فرسایش بادی و پتانسیل رسوب‌دهی ناشی از آن می‌گردد. این امر علاوه بر کاهش سرعت باد، با ایجاد رطوبت، چسبندگی و پیوستگی بین ذرات از جابه‌جایی آن‌ها جلوگیری نموده و باعث کاهش فرسایش بادی در سطح اراضی می‌شود.

علاوه بر تاج پوشش گیاهی که عبارت است از در صدی از سطح زمین که به‌وسیله تاج گیاهان پوشیده می‌شود، الگوی توزیع پوشش گیاهی (یکنواختی یا غیریکنواختی پراکنش گیاهان در سطح زمین) نیز در میزان کاهش فرسایش بادی از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. در صورتی که تاج پوشش بالای گیاهی با توزیع یکنواخت همراه باشد، بهترین حالت را برای جلوگیری از فرسایش بادی و حفاظت خاک خواهد داشت.

^۲ Brown^۳ Hafenrichter^۴ Kebin^۵ Kaiguo

۱-۱۱-۱-۱ مزایای بادشکن زنده

تثبیت بیولوژیکی تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای وقتی امکان‌پذیر است که این اراضی حساس، پایدار شوند. در این صورت از اثرات مخرب فرسایش بادی، مدفون شدن نهال‌ها و لخت شدن ریشه‌های آن‌ها جلوگیری می‌شود. جنگل‌کاری مستقیم بر روی تپه‌های ماسه‌ای فعال با ارتفاع بیش از ۱/۵ متر نیاز به تثبیت اولیه و مصنوعی تپه‌ها دارد. تقویت پوشش گیاهی (اعم از علفی، درختی و درختچه‌ای) عنصر کلیدی در احیای اراضی ماسه‌ای می‌باشد. درخت‌کاری به صورت مؤثری از هجوم ماسه‌های روان می‌کاهد. علاوه بر این برخی از این گونه‌های گیاهی می‌توانند خاک را غنی ساخته و منجر به افزایش توان تولید بیولوژیک عرصه‌های بیابانی گردند. این امر همچنین می‌تواند افزایش ظرفیت چرای را نیز به دنبال داشته باشد. در تثبیت بیولوژیکی تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای، در نظر گرفتن شدت فرسایش بادی از اهمیت شایان توجهی برخوردار می‌باشد. انتخاب گونه‌ها در تثبیت بیولوژیکی چنین عرصه‌هایی عمدتاً بستگی به ظرفیت گونه‌ها و قدرت آن‌ها در تطابق با محیط (میزان بارش، ساختمان و بافت خاک) و همچنین فرآورده‌های حاصل از این گونه‌ها دارد. یافتن و انتخاب گونه‌های سریع‌الرشد به منظور تثبیت اراضی ماسه‌ای از یک سو و استحصال فرآورده‌های آن‌ها (علوفه، الوار و...) از سوی دیگر، باید مدنظر قرار گیرد. نکته مهم در تثبیت تپه‌های ماسه‌ای و همچنین ماسه‌زارها قابلیت خاک در جذب مؤثر و حفظ رطوبت اندک ناشی از قطرات باران است. در این زمینه توصیه می‌شود که گیاهان در نهالستان به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر رسیده و سپس به عرصه اصلی منتقل شوند تا هم سیستم ریشه‌ای آن‌ها قوی شده و هم به حداقل ۲۵-۳۰ سانتی‌متر ارتفاع مناسبی برسند. این مسئله در زمان کاشت دو مزیت دارد، اول این که هر چه ریشه‌ها قوی‌تر و بلندتر باشند، استقرار نهال‌ها سریع‌تر و از سرعت رشد مناسب‌تری برخوردار خواهند شد و دوم این که استفاده از گیاهان بلندتر مانع مؤثری در برابر فرسایش بادی خواهد بود.

۱-۱۱-۱-۲ تنگناهای احداث بادشکن زنده

با توجه عوامل متعدد تأثیرگذار بر اقدامات اجرایی، هر نوع فعالیت در عرصه‌های طبیعی حاصل تأثیر انفرادی و متقابل عوامل محیطی و عکس‌العمل گونه‌های گیاهی مورد استفاده به عنوان بادشکن زنده می‌باشد. در واقع کنش و واکنش‌های موجود در بین عوامل محیطی و ادا فیزیکی با گونه‌های کشت شده در قالب عملیات احداث بادشکن زنده، عامل تعیین‌کننده‌ای به شمار می‌روند که از جنبه‌های مختلف زیر قابل بررسی هستند:

الف - کاستی‌ها و محدودیت‌های فنی-اکولوژیکی

در شرایط موجود و حاکم بر مناطق بیابانی کشور استفاده از گیاهان به عنوان بادشکن زنده دارای محدودیت شدیدی می‌باشد، به نحوی که تعداد و تنوع آن‌ها در مناطق مختلف اندک است. در بیابان‌های داخلی عموماً برای احداث بادشکن‌های زنده از گونه‌هایی چون گز، اکالیپتوس و به‌ندرت سنجد و در بیابان‌های ساحلی از اکالیپتوس، کهور پاک‌ستانی، کهور ایرانی و کرت

استفاده شده است. هر یک از گونه‌های مورد استفاده نیز مشکلات خاص خود را دارند. کهور ایرانی و کرت سرعت رشد بسیار پایینی داشته و کهور پاکستانی نیز در برخی مناطق به شدت زادآوری و تکثیر یافته و مهاجم محسوب می شود (به‌ویژه در نواحی شرقی هرمزگان و جنوب سیستان و بلوچستان). بنابراین محدودیت در انتخاب گونه‌های گیاهی و استقرار موفق آنها از دغدغه‌های اصلی می‌باشد. نیاز به مدیریت شدید درختان و بوته‌ها، نیاز به آبیاری در سال‌های ابتدایی، کنترل علف‌های هرز، کنترل آفات و حشرات، واکاری و جایگزین کردن گیاهان خشک شده و احداث فنس و حفاظ در صورت نیاز از جمله محدودیت‌های دیگر تلقی می‌گردد. همچنین کمبود آب و خشک‌سالی‌های پی‌درپی، تنش‌های حرارتی، محدودیت‌های خاک، وزش بادهای شدید و... در مناطق بیابانی، اجرای عملیات بیولوژیک و کشت گیاهان به عنوان باد شکن را با محدودیت جدی مواجه می‌سازد.

ب- کاستی‌ها و محدودیت‌های مالی

بادشکن زنده نسبت به سایر اقدامات بیولوژیک در مناطق بیابانی از هزینه کم‌تری برخوردار است، اما در حال حاضر نرم هزینه معینی نداشته و در مناطق مختلف بسیار متفاوت است. کاستی و محدودیت موجود این عملیات از نظر مالی عمدتاً مربوط به عملیات مراقبت و آبیاری بوده که هزینه بسیار زیادی را به مجریان تحمیل می‌نماید. در شرایط اجرای پیمانی، هر متر طولی بادشکن غیرزنده به‌طور متوسط بین ۲۰۰ تا ۲۵۰ هزار ریال و هر کیلومتر آن ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلیون ریال هزینه در بر دارد. این مبلغ در بادشکن‌های زنده به ۴۰ تا ۵۰ میلیون ریال، یعنی ۳۰ درصد بادشکن غیرزنده رسیده و در صورت احداث بادشکن‌ها توسط مردم، این مبلغ به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. علت کاهش هزینه در شرایط اجرای مردمی این است که اقداماتی مانند حفر گودال، کشت نهال و آبیاری نهال‌های کشت شده به‌راحتی و با هزینه ناچیز توسط مردم محلی انجام می‌گیرد و نیازی به منبع تأمین آب جدیدی هم ندارد. بازگشت آهسته سود و منفعت نیز از جمله محدودیت‌های اجرایی پروژه بادشکن زنده می‌باشد.

ج- کاستی‌ها و محدودیت‌های اقتصادی

تجارب موجود در سایر کشورها نشان می‌دهد که با استفاده از گونه‌های مثمر و زود بازده امکان بهره‌برداری اقتصادی بسیار زیادی از بادشکن‌های زنده وجود دارد، لیکن در ایران گونه‌های گیاهی مورد استفاده یا فاقد ارزش اقتصادی می‌باشند و یا در صورت داشتن ارزش اقتصادی، این جنبه شناسایی نشده و مورد توجه چندانی قرار نگرفته است. به‌عنوان یک تجربه موفق در برخی از استان‌های بیابانی که با مشکل فرسایش بادی نیز مواجه هستند، می‌توان با استفاده از گونه‌هایی نظیر کنار، عناب، سپستان، گز روغنی و... به‌عنوان گونه‌های حد واسط در مناطقی که الگوی مصرف و یا پتانسیل صادرات محصولات آنها را

دارند، بهره‌برداری اقتصادی را نیز مد نظر قرار داد. کاهش سطح زیر کشت محصولات در اراضی کشاورزی نیز جزو محدودیت‌های اجرای بادشکن زنده در اطراف مزارع محسوب می‌شود.

د- کاستی‌ها و محدودیت‌های زیست‌محیطی

از نظر زیست‌محیطی استفاده از برخی گونه‌های گیاهی به‌عنوان بادشکن زنده سبب ایجاد پناهگاه آفات گیاهی مانند حشرات و علف‌های هرز می‌شود. البته تجمع پرندگان را می‌توان تأثیر مثبت بر اکوسیستم و زنجیره غذایی دانست، هر چند که از دیدگاه کشاورزان این امر بسیار نکوهیده است. گونه‌گر از طریق جذب املاح و ریزش برگ موجب انتقال شوری از عمق خاک و یا آب‌های زیرزمینی به سطح خاک می‌شوند و این در حالی است که این‌گونه در اراضی با شوری زیاد که توأم با اراضی ماسه‌ای هستند، از قابلیت بسیار زیادی نسبت به سایر گونه‌ها برخوردار می‌باشد. اکالیپتوس و سنجد نیز موجب تجمع پرندگان و افزایش خسارت آن‌ها به محصولات زراعی می‌گردند.

ه- کاستی‌ها و محدودیت‌های اجتماعی

یکی از خصوصیات ساکنین روستاهای مناطق بیابانی، مقاومت در برابر ایده‌های نو و طرح‌های جدید است که مانع توسعه و گسترش پروژه‌ها می‌شود. از مهم‌ترین کاستی‌های اجتماعی احداث بادشکن‌های زنده می‌توان به عدم شناخت کافی مردم از روش‌های اجرایی و درک تأثیرات مثبت بادشکن زنده بر تولیدات کشاورزی و مرتعی و همچنین تبعات زیست‌محیطی آن اشاره نمود. در این زمینه ترویج و فرهنگ‌سازی راهگشا خواهد بود. همچنین عدم مالکیت زمین و مستاجر بودن برخی از کشاورزان نیز از جمله دیگر کاستی‌ها و محدودیت‌های اجرای بادشکن زنده در اطراف اراضی کشاورزی می‌باشد.

۲-۱۱-۱ بادشکن غیرزنده

این نوع بادشکن‌ها اغلب در مناطقی کارایی دارند که سطح عرصه گسترده نباشد و کمبود شدید رطوبت در ماسه‌زارها و اراضی غبارخیز و شدت فرسایش بادی در حدی است که امکان استقرار پوشش گیاهی را بر روی ماسه‌زارها و یا عرصه‌های غبارخیز در کوتاه مدت غیرممکن و یا به دشواری امکان‌پذیر می‌سازد.

در این حالت با استفاده از مصالحی نظیر پوشال و بقایای گیاهی و سرشاخه خشک درختانی مانند گندم، برنج، ذرت، پنبه، نی، بامبو، سورگم، گز و سایر گیاهان؛ مواد معدنی مانند رس و سنگریزه؛ مواد شیمیایی و پلاستیکی؛ حصیر، تراورس‌های چوبی و فلزی و... نسبت به احداث بادشکن اقدام می‌گردد. مضافاً بر این در برخی مناطق خشک و بیابانی که امکان استقرار

درختان جهت بادشکن اطراف دیم‌زارها مقدور نباشد، با استفاده از مصالح ساختمانی نظیر سنگ لاشه، کاه‌گل، لاستیک‌های فرسوده ماشین‌آلات و غیره اقدام به احداث دیوارهایی عمود بر باد غالب و فرساینده به‌عنوان بادشکن غیرزنده اطراف مزارع دیم می‌شود.

از خودروهای فرسوده، بشکه‌های خالی و تایلرهای قدیمی نیز به‌عنوان بادشکن و تله‌ماسه‌گیر استفاده می‌شود. البته باید توجه داشت که در مواردیکه استفاده از آن‌ها دارای آثار مخرب زیست‌محیطی باشد و یا نسبت به احداث بادشکن پُرزینه‌تر باشند، کاربرد آن‌ها توصیه نمی‌شود (Gage, 1970؛ کرک، ۱۹۷۷). از تخته و فلز نیز برای ساخت بادشکن شبکه‌ای استفاده می‌شود.

۱-۱۱-۲-۱ مزایای بادشکن غیرزنده

بقایای گیاهی به‌عنوان بادشکن غیرزنده، علاوه بر تأثیر مستقیم در کاهش فرسایش بادی، به‌صورت غیرمستقیم نیز باعث کاهش فرسایش بادی می‌شوند، این تأثیر عمدتاً به‌صورت تغییر در خصوصیات خاک از جمله ساختمان خاک، شوری خاک، رطوبت خاک و افزایش عناصر غذایی صورت می‌گیرد. نیروی مستقیم باد بجای سطح خاک به بقایای گیاهی منتقل می‌گردد که این امر کاهش سرعت باد و در نتیجه کاهش قدرت فرسایش آن را به دنبال خواهد داشت (Englhorn et al., ۱۹۵۲)؛ زیرا میزان فرسایش بادی با توان سوم سرعت باد بیش‌تر از آستانه متناسب می‌باشد، به‌طوری‌که کاهش ناچیز در سرعت باد، کاهش قابل‌ملاحظه‌ای را در میزان فرسایش بادی به دنبال دارد. به‌عنوان مثال در صورت نصف شدن سرعت باد بیش از آستانه، میزان فرسایش بادی معادل یک‌هشتم سرعت اولیه خواهد شد (Hayen, 1996).

بقایای گیاهی به دلایل گفته شده باعث افزایش محتوای رطوبتی خاک می‌شوند. هر چه ذرات خاک مرطوب‌تر شوند، نیروی چسبندگی بین آن‌ها افزایش یافته و در نتیجه سرعت باد بیش‌تری جهت حرکت ذرات خاک لازم خواهد بود (Bisul and Hsien, 1966).

فعالیت بیش‌تر میکروارگانیسم‌های خاک به دلیل وجود منبع کربن حاصل از تجزیه بقایای گیاهی و نقش آن‌ها در جذب بارهای غیرمشابه سطحی ذرات خاک، باعث اتصال این ذرات به یکدیگر شده که نتیجه آن تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر و پایدارتر می‌باشد (هاشمی نیا، ۱۳۷۸). ذرات خاک با قطر بیش از ۰/۸۴ میلی‌متر در مقابل حرکت توسط باد مقاوم می‌باشند (Skidmore and Poowers, 1982).

بقایای گیاهی یا سایر مصالح، با به تله انداختن ذرات فرسایش پذیر خاک، از حرکت بهمن‌مانند یا تصاعدی آن‌ها جلوگیری می‌نمایند (Nielsen and Aiken, 1998).

۲-۱۱-۱ تنگناهای احداث بادشکن غیرزنده

به طور کلی بادشکن‌های غیرزنده علیرغم نقش موثری که در تثبیت ماسه‌های روان در کوتاه مدت دارند، متأسفانه در درازمدت به دلیل انباشت رسوبات ماسه‌ای در پای آنها بتدریج توسط رسوبات بادی مدفون می‌گردند و کارایی خود را از دست می‌دهند، بنابراین توصیه می‌گردد، پس از احداث این بادشکن‌ها و یا همزمان با احداث در پشت دیواره آنها در سمت مخالف باد غالب، عملیات کشت نهال و یا بذور با هدف احیاء پوشش گیاهی و جایگزین شدن آنها بجای بادشکن غیرزنده در درازمدت مدنظر قرار گیرد و بهتر است عملیات بیولوژیکی مورد نظر در فصل رویش گیاهان انجام شود. عدم دسترسی بودن مصالح و نهاده در تمامی مناطق و هزینه بالای اجرا نیز از دیگر تنگناهای بادشکن مکانیکی می‌باشد.

۱۲-۱ طراحی بادشکن

۱-۱۲-۱ طراحی بادشکن زنده

از آنجایی که بادشکن‌ها تحت تاثیر عوامل مختلف طبیعی و غیرطبیعی قرار می‌گیرند، لذا به منظور آشنایی دقیق با روش‌های طراحی و پیاده سازی بادشکن و بررسی تاثیرات متقابل آنها ضرورت دارد برخی از خصوصیات مرتبط با انواع بادشکن‌ها و عناصر مهم تشکیل دهنده آن بررسی و مشخص گردد.

۱-۱۲-۱-۱ خصوصیات بادشکن‌ها

مهم‌ترین ویژگی‌های بادشکن‌های زنده عبارتند از:

۱-۱۲-۱-۱-۱ مصالح (گیاهان) مورد استفاده

این نوع بادشکن‌ها اغلب در اطراف اراضی کشاورزی، غیر کشاورزی و مناطقی کارایی دارند که رطوبت عامل محدودکننده به شمار نرفته و امکان استقرار پوشش گیاهی بر روی تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای و اراضی غبارخیز در کوتاه مدت وجود داشته باشد. در این حالت، با استفاده از گونه‌های گیاهی نظیر تاغ، گز، سنجد، اکالیپتوس، کهور پاکستانی، کرت و سایر گونه‌های درختی و درختچه‌ای یا بوته‌ای مناسب برای مناطق بیابانی نسبت به احداث بادشکن زنده بر روی ناهمواری‌های ماسه‌ای، اراضی غبارخیز و اطراف اراضی زراعی و باغات اقدام می‌گردد. توصیه می‌شود در انتخاب گیاهان مورد استفاده حتماً ترکیب گونه‌ای در نظر گرفته شود.

ایجاد بادشکن زنده یا بیولوژیک با استفاده از روش‌های مختلف قابل انجام است از جمله این روش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف- تولید نهال گلدانی و کاشت آن با فواصل معین،

ب- تولید قلمه و کاشت آن مشابه با عملیات نهال‌کاری،

ج- بذرکاری بر روی خطوط پیش‌بینی‌شده جهت احداث بادشکن.

مهمترین گیاهانی که می‌توان برای احداث بادشکن زنده از آنها استفاده نمود همراه با شیوه کاشت و نگهداری آنها در شیوه‌نامه نهالکاری به تفصیل آورده شده است. جدول‌های (۱-۱) و (۲-۱) نیز فهرست برخی از مهم‌ترین گیاهان مناسب برای احداث بادشکن در بیابان‌های داخلی و ساحلی کشور را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱- فهرست برخی از مهمترین گیاهان مناسب برای احداث بادشکن و تثبیت ماسه‌های روان در بیابان‌های داخلی

ردیف	نام گونه و جنس	نام محلی	شرایط رویشگاه	فرم رویشی	تیره
۱	<i>Calligonum comosum</i>	اسکنبیل	خاکهای سبک ، دمای ۵۰ ^{°C} تا ۰	درختچه	<i>Polygonaceae</i>
۲	<i>Calligonum turkestanicum</i>	مرتج	خاکهای سبک ، دمای ۵۰ ^{°C} تا ۰	درختچه	<i>Polygonaceae</i>
۳	<i>Citrullus colocynthis</i>	هنداونه ابوچهل	دمای ۵۰ ^{°C} - ۰ ، خاکهای سبک ، بارندگی ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌متر	علفی خزنده یکساله	<i>Cucurbitaceae</i>
۴	<i>Haloxylon ammadendrom</i>	سیاه تاغ	خاکهای سبک تا نیمه سنگین ، دمای ۵۰ ^{°C} تا ۱۵-	درختچه های با ارتفاع ۲/۵-۳ متر	<i>Chenopodiaceae</i>
۵	<i>Haloxylon persicum</i>	زرد تاغ	خاکهای سبک تا نیمه سنگین	درختچه های با ارتفاع ۴-۶ متر	<i>Chenopodiaceae</i>
۶	<i>Hamada salicornica</i>	رمس	خاکهای سبک تا نیمه سنگین	بوته و درختچه	<i>Chenopodiaceae</i>
۷	<i>Nitraria schoberi</i>	قره داغ	خاکهای شورقلیایی (کویرهای مرطوب) با عمق ۲-۵/۰ متر، بافت سبک و ماسه‌ای ۴۲ تا ۲۸-	بوته ای تا درختی	<i>Zygophyllaceae</i>
۸	<i>Stipagrestis plumosa</i>	سبد	تپه های ماسه‌ای	علوفه ای	<i>Gramineae</i>
۹	<i>Populus euphratica</i>	پده	خاکهای سبک، حاشیه رودخانه ها	درخت	<i>Salicaceae</i>
۱۰	<i>Salsola imbricata</i> <i>Salsola crassa</i>	سالسولا	اراضی شنی و رسی شوره زارها ، اراضی شور قلیایی (کویرمرطوب)	بوته ای و علوفه ای	<i>Chenopodiaceae</i>
۱۱	<i>Sedlitzia rosmarinus</i>	اشنیان	خاکهای شور سنگین، خاکهای شور قلیایی (کویرمرطوب) ۵۰ ^{°C} تا ۱۰-	بوته	<i>Chenopodiaceae</i>
۱۲	<i>Smirnovia tukeстана</i>	دم گاوی	تپه های ماسه‌ای	گیاهان علفی	<i>Papilionaceae</i>
۱۳	<i>Tamarix aphylla</i>	گرشاهی	حاشیه رودخانه ها، تپه‌های ماسه‌ای ، خاکهای شورقلیایی (کویرهای مرطوب)	درخت	<i>Tamaricaceae</i>
۱۴	<i>Zygophyllum eurypterum</i>	قیچ	دمای ۵۰ ^{°C} تا ۱۰- ، بارندگی ۱۵۰-۲۰۰ میلی‌متر	درختچه	<i>Zygophyllaceae</i>

جدول ۱-۱- فهرست برخی از مهمترین گیاهان مناسب برای احداث بادشکن و تثبیت ماسه‌های روان در بیابان‌های داخلی

ردیف	نام گونه و جنس	نام محلی	شرایط رویشگاه	فرم رویشی	تیره
			خاکهای واریزه ای سنگریزه دار		
۱۵	<i>Artemisia herba alba</i> <i>Ar.sieberi (maritima)</i>	درمنه دشتی	خاکهای لومی شنی و رسی نیمه سنگین ، ۱۵۰-۱۰۰ میلیمتر بارندگی	بوته	<i>Compositeae</i>
۱۶	<i>Atriplex canescens</i>	اسفناج وحشی	اراضی شور قلیایی (کویرهای مرطوب)، خاکهای سنگین تا نیمه سنگین	بوته های چند ساله	<i>Chenopodiaceae</i>
۱۷	<i>Atriplex lentiformis</i>	اسفناج وحشی	اراضی شور قلیایی (کویرهای مرطوب) ، خاکهای سنگین تا نیمه سنگین	بوته‌ای و درختچه‌ای	<i>Chenopodiaceae</i>
۱۸	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	سنجد	دمای °C ۵۰ تا ۱۵- بارندگی ۱۲۰-۱۰۰ میلیمتر	درخت	<i>Elaeagnaceae</i>

جدول ۱-۲- فهرست برخی از مهمترین گیاهان مناسب برای احداث بادشکن و تثبیت ماسه‌های روان در بیابان‌های ساحلی و اکوتون

ردیف	نام گونه و جنس	نام محلی	شرایط رویشگاه	فرم رویشی	تیره
۱	<i>Acacia cianophylla</i>	آکاسیا نوفیلا	مناطق گرم و مرطوب °C ۵-۵۰	درخت	<i>mimosaceae</i>
۲	<i>Acacia ehrenbergiana</i>	چگرد	مناطق گرم و مرطوب با ۷۰-۱۰۰ میلیمتر بارندگی و دمای ۲-۵۰ سانتیگراد	درختچه	<i>mimosaceae</i>
۳	<i>Acacia nilotica</i>	چش یا کرت	خاکهای عمیق رسی و شنی مناطق گرم و مرطوب °C ۷-۵۰	درخت	<i>mimosaceae</i>
۴	<i>Acacia nobica</i>	مغیر	خاکهای رسی سنگریزه دار سبک بارندگی حدود ۱۰۰ میلیمتر دمای °C ۲-۵۰	درختچه	<i>mimosaceae</i>
۵	<i>Acacia salicina</i>	آکاسیا سالیسینا	دما °C ۵۰- ۰	درخت	<i>mimosaceae</i>
۶	<i>Acacia tortilis</i>	آکاسیای چتری یا گبر	دمای °C ۴-۵۰ خاکهای لومی شنی سنگریزه دار و لومی سیلتی	درختچه	<i>mimosaceae</i>
۷	<i>Acacia Victoria</i>	آکاسیا ویکتوریا	دمای °C ۵-۵۰ خاکهای ماسه‌ای و سبک آب و هوای گرم و مرطوب	درخت	<i>mimosaceae</i>
۸	<i>Albizzia lebbeck</i>	برهان یا ابریشم هندی	خاکهای نسبتاً سبک تا نیمه سنگین	درخت	<i>mimosaceae</i>
۹	<i>Avicinia marina</i>	حرا	مناطق جزر و مدی	درختچه	<i>Avicenniaceae</i>
۱۰	<i>Calotropis procera</i>	استبرق	تپه‌های ماسه‌ای و خاکهای سبک	درختچه	<i>Asclapiadaceae</i>
۱۱	<i>Capparis deciduas</i>	کلیر	خاکهای رسی و شنی رسی و تپه‌های ماسه‌ای	درخت و درختچه	<i>Capparidaceae</i>
۱۲	<i>Eucalyptus camadulensis</i>	اکالیپتوس کامادولنسیس	دمای °C ۵۰- ۰ با رطوبت ۱۰۰ درصد	درخت	<i>Myrtaceae</i>
۱۳	<i>Parkinsonia aculeate</i>	درمان عقرب	آب و هوای گرم و مرطوب	درختچه	<i>Caesalpinaceae</i>
۱۴	<i>Panicum antidalata</i>	پانیکوم	پهنه‌های ماسه‌ای	علوفه ای و ریزوم‌دار	<i>Gramineae</i>
۱۵	<i>Pennisetum divisom</i>	پنی زیتوم	آب و هوای گرم و مرطوب	علوفه ای	<i>Gramineae</i>
۱۶	<i>Prosopis juliflora</i>	سمر یا کهور پاکستانی	آب و هوای گرم و مرطوب °C ۵۰- ۴ رطوبت تا ۱۰۰ درصد	درختچه	<i>Mimosaceae</i>

جدول ۱-۲- فهرست برخی از مهمترین گیاهان مناسب برای احداث بادشکن و تثبیت ماسه‌های روان در بیابان‌های ساحلی و اکوتون

ردیف	نام گونه و جنس	نام محلی	شرایط رویشگاه	فرم رویشی	تیره
۱۷	<i>Prosopis spicigera</i>	کهور ایرانی	$40-50^{\circ}C$ رطوبت تا ۱۰۰ درصد	درخت	<i>Mimosaceae</i>
۱۸	<i>Rhizophora mucronata</i>	چندل یا کرنی	منطقه جزر و مدی دریا	درخت	<i>Rhizophoraceae</i>
۱۹	<i>Salvadora persica</i>	چوج - توج - مسواک	آب و هوای گرم و مرطوب	درختچه توپی شکل	
۲۰	<i>Ziziphus nummularia</i>	رملیک - سدر - کنار طبیعی	خاکهای سبک و ماسه‌ای - خاکهای نیمه سنگین سنگریزه دار ۲۵۰-۱۵۰ میلیمتر بارندگی	درختچه	<i>Rhamnaceae</i>
۲۱	<i>Ziziphus spina-christi</i>	کنار	دمای $40-50^{\circ}C$ و بارندگی ۳۰۰-۲۰۰ میلیمتر با رطوبت نسبی بالا - خاکهای لومی شنی و شنی	درخت	<i>Rhamnaceae</i>

جهت انتخاب گونه گیاهی برای احداث بادشکن باید به موارد زیر توجه شود:

- سازگار با شرایط خاک و اقلیم منطقه باشند.
 - گونه مورد تایید سازمان‌های مرتبط باشد (مهاجم نباشد).
 - ترجیحاً از گونه‌های بومی منطقه استفاده شود.
 - خوشخوارک برای دام و وحوش باشد.
 - پوشش مناسبی ایجاد نماید.
 - ترکیب و تنوع گیاهی در نظر گرفته شود.
 - تنوع تولید علوفه در فصل‌های مختلف در نظر گرفته شود.
- بهتر است از گیاهانی استفاده شود که فرم درختچه‌ای و بوته‌ای و منشعب داشته و در نتیجه راندمان بادشکن افزایش پیدا کند. ایجاد پوشش‌های علفی برای تثبیت ماسه‌ها کفایت لازم را ندارد (سالتیل، ۱۹۶۳). تثبیت دائمی ماسه‌ها چه در مناطق مرطوب (ماسه‌های ساحلی) و چه در مناطق خشک و نیمه‌خشک با کاشت درختان، درختچه‌ها و بوته‌ها امکان‌پذیر است.

۱-۱-۲-۱-۱۲ ارتفاع بادشکن

یکی از ویژگی‌های مهم در طراحی بادشکن‌ها، ارتفاع آنها می‌باشد (شکل ۱-۱۱)، چرا که ارتفاع بادشکن به طور مستقیم در تعیین فاصله بین ردیف‌ها نقش دارد. اگر ارتفاع بادشکن کم در نظر گرفته شود، سطح کمتری را در مقابل سرعت باد پوشش داده و تعداد ردیف‌های بعدی افزایش خواهد یافت این امر باعث افزایش هزینه‌های اجرایی خواهد شد. بالعکس اگر ارتفاع بادشکن زیاد در نظر گرفته شود، گرچه فاصله ردیف‌ها بیشتر و تعداد ردیف‌ها کاهش می‌یابد، اما در برخی از نواحی مورد حمایت در شبکه بادشکن، سرعت باد بیشتر از سرعت آستانه فرسایش بادی شده و باعث وقوع فرسایش بادی در عرصه می‌شود. از آن مهمتر اینکه مقاومت بادشکن در مقابل بادهای شدید کاهش یافته و خطر شکستگی بادشکن بسیار محتمل خواهد بود.

ارتفاع در بادشکن‌های زنده در مراحل اولیه ثابت نیست و به مرور زمان با رشد اندام‌های هوایی گیاه کاشته شده افزایش می‌یابد و این افزایش ارتفاع تا رسیدن به رشد نهایی گیاه ادامه دارد. در این گونه موارد لازم است خواش‌های اکولوژیکی

و ویژگی‌های مورفولوژیکی گونه‌های منتخب دقیقاً شناسایی و با شرایط اکولوژیکی عرصه‌ها مطابقت داشته باشد و بهتر است از گونه‌های بومی استفاده شود؛ اما مهم‌ترین مشکل در رابطه با تعیین ارتفاع بادشکن زنده عدم کارایی ارتفاع این بادشکن‌ها در مراحل اولیه کاشت به دلیل کوتاه بودن اندام هوایی نهال‌های کاشته می‌باشد که عملاً تأثیر چندانی در کاهش سرعت بادهای، به‌ویژه در تپه‌های ماسه‌ای فعال و بحران‌زا ندارند و راهکارهای مناسبی را می‌طلبد، این راهکارها عبارتند از:

- در ناهمواری‌های ماسه‌ای فعال و بحران‌زا به دلیل تحرکات سریع ماسه‌های روان و خطر مدفون شدن نهال‌ها، بادشکن زنده در پیشانی ارگ احداث نشود، مگر آنکه در پناه بادشکن‌های غیرزنده انجام شود.

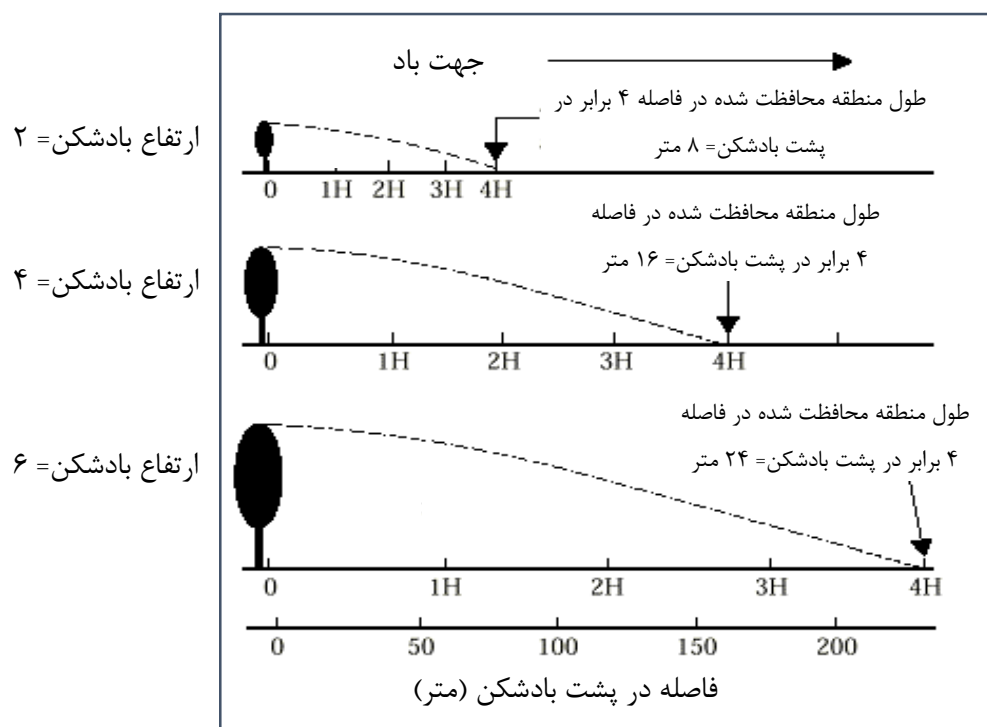
- در ناهمواری‌های ماسه‌ای نیمه‌فعال و یا کم‌فعال اگر قرار است بادشکن زنده احداث شود، گونه‌های سریع‌الرشدی انتخاب شود که علاوه بر سازگاری با شرایط اکولوژیکی منطقه و مقاوم به خشکی، نهال‌ها در زمان کاشت دارای اندام‌های هوایی حداقل یک متر باشد و در سال سوم رشد آن به ارتفاع مورد نظر جهت احداث بادشکن برسد.

- در اطراف اراضی زراعی از آن گروه گونه‌های سریع‌الرشد سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه استفاده شود که اولاً پس از رشد متوسط اندام‌های هوایی در کوتاه‌مدت، ارتفاعی را ایجاد نماید که سطح قابل توجهی از اراضی زراعی را در مقابل سرعت بادهای فرساینده به‌منظور کاهش تعداد ردیف‌های بعدی و افزایش سطح قابل کشت پوشش دهد و ثانیاً فرآورده‌های تولیدی اصلی و فرعی بادشکن‌های زنده منبع مناسبی جهت تأمین درآمد و یا برخی مایحتاج مالکان اراضی باشد.

ارتفاع متوسط درختان بادشکن ۱۰/۵ متر است و چون در سال‌های اول درختان به چنین ارتفاعی نخواهند رسید اثر آن‌ها نیز کم‌تر خواهد بود. معمولاً ارتفاع نهایی بادشکن را به‌جای ارتفاع بلوغ، ارتفاع درختان و درختچه‌ها در سن ۲ سالگی در نظر می‌گیرند. در شکل (۱-۱۲) تأثیر ارتفاع بادشکن در طول منطقه حفاظت شده نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۱- مقایسه دو نوع بادشکن زنده از نظر ارتفاع



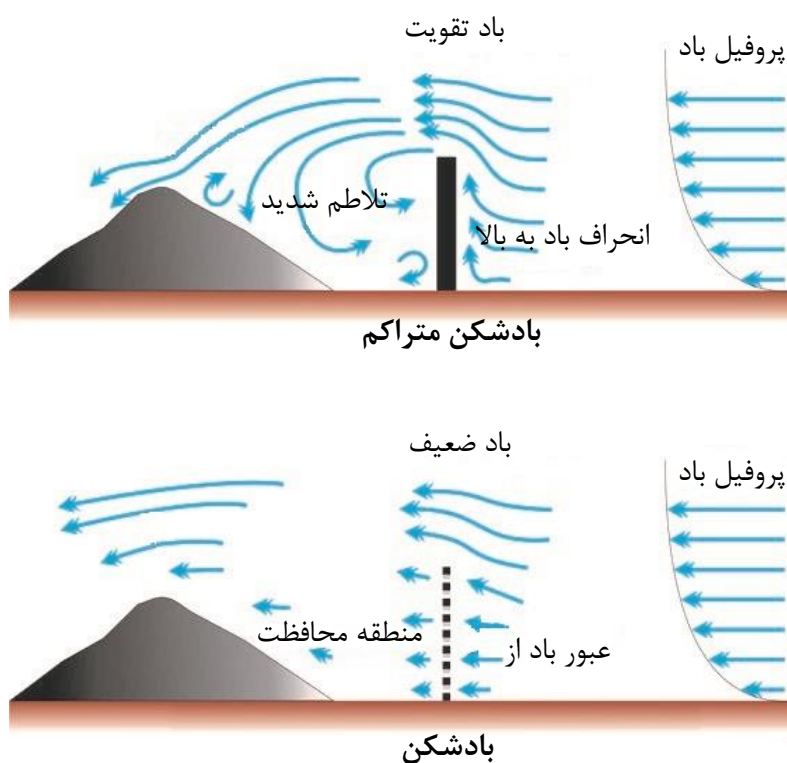
شکل ۱-۱۲- اثر ارتفاع بادشکن در وسعت منطقه حفاظت شده پس از بادشکن

۳-۱-۱-۱۲-۱ تراکم (نفوذپذیری) بادشکن

تراکم یا نفوذپذیری بادشکن عبارت از نسبت سطح قسمت جامد بادشکن به سطح کل آن می‌باشد. تراکم بادشکن نقش مؤثری در کنترل سرعت باد دارد و میزان آن به درصد مصالح و یا تعداد درختانی است که جهت احداث هر ردیف بادشکن مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌گونه که قبلاً نیز اشاره شد براساس تحقیقات انجام شده توسط پروفیسور Naegli بادشکن‌هایی که تا ۲۰ درصد؛ بین ۲۰ تا ۴۵ درصد و ۴۵ تا ۵۵ درصد فضای خالی دارند به ترتیب متراکم، نیمه‌متراکم و غیرمتراکم نامیده می‌شوند. براساس این تحقیقات نوسانات سرعت باد در این‌گونه بادشکن‌ها به‌گونه‌ای است که در بادشکن‌های متراکم سرعت باد قبل از بادشکن (جلو بادشکن) به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافته و بعد از بادشکن (پشت بادشکن) تا مسافت کوتاهی خیلی سریع کم می‌شود، ولی پس از آن در فاصله کمی، خیلی سریع به سرعت اولیه می‌رسد، در صورتی که در بادشکن‌های غیرمتراکم کاهش سرعت باد قبل از بادشکن (جلو بادشکن) نسبت به تراکم کمتر بوده، اما بعد از بادشکن (پشت بادشکن) علیرغم اینکه به تدریج کاهش می‌یابد ولی اثرات آن از نظر فاصله نسبت به متراکم بیشتر است. بنابراین بادشکن‌های متراکم باعث کاهش بیشتر سرعت باد در نزدیک بادشکن می‌شود، در صورتی که اثر بادشکن‌های غیرمتراکم در کاهش سرعت باد کمتر است، ولی تأثیرات آن تا فاصله بیشتری می‌باشد. پس در مواردی که به کاهش حداکثر سرعت باد در نزدیک بادشکن نیاز باشد از بادشکن متراکم و در غیر این صورت از بادشکن غیرمتراکم استفاده می‌شود. در برخی مناطق که اغلب همراه با طوفان گردوغبار می‌باشد، در پشت بادشکن متراکم احتمال بروز گردوغبار و افزایش سرعت باد در حاشیه بادشکن وجود دارد که در چنین نواحی بهتر است از بادشکن نیمه متراکم و غیرمتراکم استفاده شود.

بررسی‌ها نشان داده است که در فرایند برخورد باد با بادشکن شرایطی فراهم می‌شود که سبب می‌گردد تا سرعت باد در دو طرف بادشکن متفاوت باشد. در صورتی که بادشکن متراکم نباشد، بادشکن قسمتی از جریان باد را از خود عبور داده و بخش دیگری از آن از روی بادشکن گذر می‌کند. کیفیت توزیع سرعت و میزان گذر باد از داخل و بالای بادشکن به ارتفاع و تراکم طراحی بادشکن بستگی دارد. در صورتی که بادشکن کاملاً متراکم باشد، تمام باد تغییر جهت داده و پس از متمایل شدن به سمت بالا از روی بادشکن عبور می‌نماید. این امر سبب می‌گردد تا در دو طرف بادشکن مناطقی با سرعت باد کم به وجود آید، اما از آنجا که میزان فشار به سرعت باد بستگی دارد، چنین کیفیتی سبب می‌گردد تا در این مناطق از نظر ترمودینامیکی حالتی متلاطم به وجود آید. بنابراین، هر چند که یک بادشکن متراکم سرعت باد را در طرفین بادشکن به شدت کاهش داده و از این نظر بیش‌ترین تأثیر را دارد، ولی از طرف دیگر باعث ایجاد جریانات متلاطم هوایی در دو طرف بادشکن، به‌ویژه بلافاصله بعد از آن شده و در نتیجه اثرات مثبت آن را تا حدود زیادی کاهش می‌دهد (شکل ۱-۱۳). بنابراین تراکم بادشکن نباید خیلی بالا بوده و بادشکن یک مانع غیرقابل نفوذ در برابر باد ایجاد نماید. بنابراین در صورتی که بخواهیم از نظر تجربی تراکم مناسب بادشکن را تشخیص دهیم، می‌توان گفت که یک بادشکن مناسب از نظر تراکم

بادشکنی است که نه آن‌چنان دارای تراکم کم باشد که پدیده‌ها از پشت آن به‌طور کامل و شفاف دیده شوند، و نه آن‌قدر متراکم باشد که هیچ پدیده‌ای از پشت آن دیده نشود. بنابراین بادشکن نباید بدون خلل و فرج و همچنین نباید با خلل و فرج زیاد باشد، بلکه باید خلل و فرج در آن به‌اندازه‌ای باشد که یک پدیده در طرف دیگر آن بدون آنکه شناخته شود، قابل مشاهده و دیدن باشد. در این حالت بادشکن‌ها معمولاً دارای تراکمی بین ۴۰-۵۰ در صد خلل و فرج می‌باشند. لازم به یادآوری است که اثر بادشکن در میزان تقلیل سرعت باد تا حد بسیار زیادی بستگی به میزان خلل و فرج و یا تراکم آن دارد.



شکل ۱-۱۳- مقایسه بادشکن متراکم (تصویر بالا) و نیمه‌متراکم (تصویر پایین) در ایجاد جریان متلاطم

تراکم مناسب بادشکن می‌تواند توسط انتخاب دقیق گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای حاصل شود. درختانی مانند اکالیپتوس و کازوارینا بادشکن‌های متراکمی را تشکیل می‌دهند، ولی بسیاری از گونه‌های دیگر از قابلیت نفوذ بیشتری برخوردارند. خصوصیات شاخ و برگ گونه‌های درختی و درختچه‌ای در تعیین درجه تراکم بادشکن‌ها مهم ارزیابی شده و با تغییر دادن گونه‌ها و همچنین با مکان‌یابی صحیح بین ردیف‌های بادشکن، تراکم بادشکن می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد.

بر اساس نظر Kuhns، تراکم بادشکن‌ها بسته به هدف از طراحی آن‌ها متغیر می‌باشد. بنابراین با توجه به هدف‌های مختلف برای تراکم بادشکن‌ها طبقه‌بندی‌ها و توصیه‌های زیر ارائه شده است:

الف - بادشکن با تراکم ۶۰ تا ۸۰ درصد برای مناطق کوچک به کار گرفته شود.

ب - بادشکن با تراکم ۴۰ تا ۶۰ درصد برای حفاظت از مناطق وسیع به کار گرفته شود.

ج - بادشکن با تراکم ۲۵ تا ۳۵ درصد برای پخش برف و در مناطق وسیع به کار گرفته شود.

میزان تراکم در بادشکن‌های زنده بستگی به وضعیت مرفولوژیکی اندام هوایی و ترکیب گونه‌های انتخاب شده و تعداد درخت در ردیف‌های کاشت در هر نوار و همچنین آرایش بادشکن دارد. بررسی‌های انجام شده در کشور روسیه نشان داده است که بهترین حفاظت متأثر از بادشکن‌های زنده زمانی صورت می‌پذیرد که در قسمت تاج متراکم و در قسمت تنه متخلخل باشد. تجربیات حاصل از احداث بادشکن‌های زنده در مناطق بیابانی و ماسه‌های ایران نشان می‌دهد که گونه‌های گیاهی مورد استفاده جهت احداث بادشکن به‌ویژه در ماسه‌زارها به دلیل محدودیت‌های شدید منابع اکولوژیکی در این مناطق، اغلب دارای ساقه‌های کوتاه و یا متوسط و تاج پوشش کم می‌باشد. این ویژگی‌های موجب می‌شود که به‌عنوان بادشکن‌های نیمه‌متراکم کارایی مؤثری داشته باشند.

۴-۱-۱-۱۲-۱ آرایش شبکه بادشکن زنده

به‌طور کلی جهت احداث بادشکن‌های زنده می‌بایستی به نکات ذیل توجه نمود:

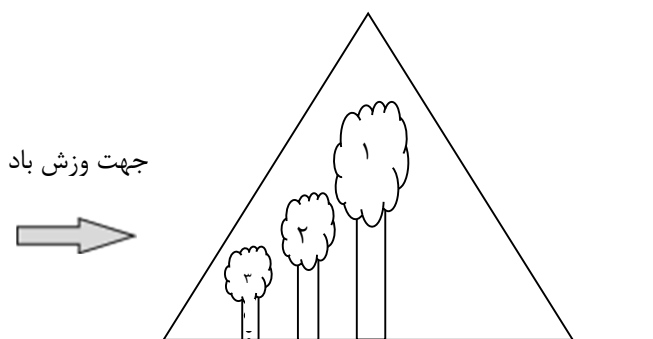
- اگر هدف از احداث بادشکن، کاشت یک ردیف گیاه و صرفاً به‌منظور حفاظت عرصه‌ها در مقابل فرسایش بادی باشد، بهتر است گونه‌هایی انتخاب شود که دارای ساقه کوتاه و شاخه و برگ انبوه تا نیمه انبوه باشند و به‌صورت درختچه‌ای و یا ترکیبی از درختچه‌ای و بوته‌ای پایا و چند ساله باشند. گونه‌هایی نظیر تاغ، اسکنبیل، کهور، استبرق، اکاسیا ویکتوریا، کنار، اتریپلکس و غیره در این طبقه گونه‌ها قرار می‌گیرند.

- اگر احداث بادشکن با کاشت یک ردیف درخت سریع‌الرشد و با هدف دو منظوره حفاظتی و تولید چوب و یا سایر فرآورده‌های درختی باشد، بهتر است از گونه‌هایی استفاده شود که علاوه بر رشد سریع اندام هوایی، دارای قطر تاج پوشش گیاهی کم باشند تا بتوان آن‌ها را با تراکم زیاد در یک ردیف کشت نمود. البته بهره‌برداری از این گونه‌ها جهت تأمین چوب می‌بایستی به‌صورت تک‌گزینی و یک در میان باشد و برش از نقطه‌ای صورت پذیرد تا جست‌زنی سریع امکان‌پذیر باشد. گونه‌هایی نظیر اکالیپتوس، گزشاهی و غیره در این دسته گونه‌ها قرار می‌گیرند.

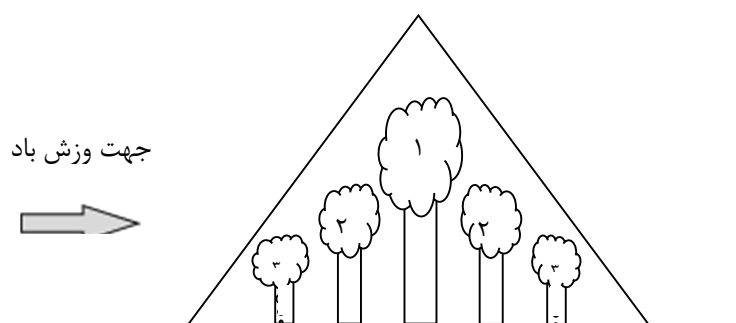
- اگر هدف از احداث بادشکن کاشت ۲ و یا بیش از ۲ ردیف درخت از یک گونه باشد، بهتر است زمان کشت متغیر باشد. بدین ترتیب که اگر ۲ ردیف باشد، ردیف دوم از سال اول و ردیف اول در سال دوم کشت شود. آرایش کشت در ردیف‌ها

به گونه‌ای باشد که هر درخت فضای بین ۲ درخت در ردیف بعدی را در مقابل فرسایش بادی پوشش دهد و چنانچه سه ردیف و بیشتر مدنظر باشد ردیف دوم در سال اول، ردیف اول در سال دوم و ردیف‌های سوم به بعد در سال‌های سوم به بعد و در طرفین ردیف‌های قبلی کشت شوند و آرایش ردیف‌ها به گونه‌ای باشد که ردیف دارای درختان مسن در وسط سایر ردیف‌ها قرار گیرد و آرایش درختان در ردیف‌ها نسبت به ردیف‌های مجاور به صورت زیگزاگ باشد تا هر درخت فضای خالی بین درختان ردیف مجاور را پوشش دهد (شکل‌های ۱-۱۴، ۱-۱۵ و ۱-۱۶).

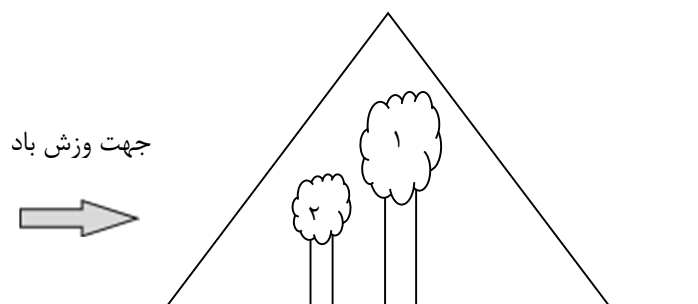
- اگر هدف از احداث بادشکن کاشت ۲ و یا بیش از دو ردیف درخت از گونه‌های مختلف باشد بهتر است گونه‌های با ساقه بلند در ردیف دوم و گونه‌های با ساقه کوتاه در ردیف اول و یا طرفین آن قرار گیرد و آرایش کشت درختان در ردیف‌ها به گونه‌ای باشد که هر درخت ساقه کوتاه در ردیف خود فضای بین ۲ درخت ساقه بلند در ردیف مجاور را پوشش دهد.



شکل ۱-۱۴- بادشکن زنده با سه ردیف درخت



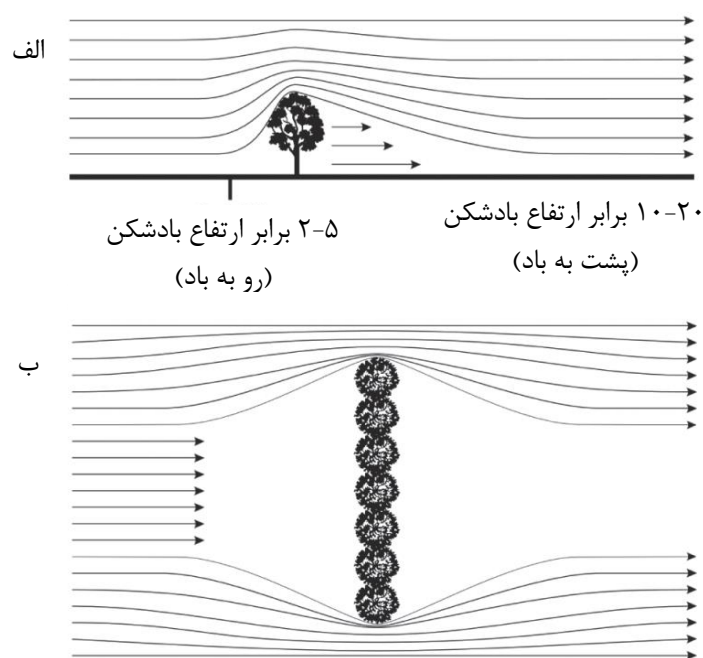
شکل ۱-۱۵- بادشکن زنده با بیش از سه ردیف درخت



شکل ۱-۱۶- بادشکن زنده با دو ردیف درخت

۱-۱۲-۱-۱-۵ طول بادشکن

طول بادشکن بستگی به ناحیه‌ی مورد حفاظت داشته و به طور معمول باید از عرض منطقه حفاظت شده بیش‌تر باشد زیرا در دو انتها ردیف‌های بادشکن و همچنین در بالای بادشکن گردبادی تولید می‌شود که سرعت آن بالاتر از سرعت معمول باد در منطقه بدون بادشکن بوده و حتی سرعت آن تا ۱۲۰ درصد سرعت عرصه بدون بادشکن نیز می‌رسد (شکل ۱-۱۷).



شکل ۱-۱۷- مقایسه سرعت باد در الف) بالای بادشکن و ب) طرفین بادشکن

هرچه خطوط سرعت به هم نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده سرعت بیشتر باد می‌باشد.

بنابراین برای حل این مشکل باید طول بادشکن را بیش‌تر از طول ناحیه ی مورد حفاظت در نظر گرفت. در صورتی که محدودیتی وجود نداشته باشد، باید از هر طرف بادشکن حدود ۶ برابر ارتفاع بادشکن به طول آن اضافه نمود. در صورتی که چنین امکانی وجود نداشته باشد، از بادشکن‌هایی عمود بر بادشکن اصلی در دو انتهای آن و به میزان ۲ تا ۳ برابر ارتفاع بادشکن استفاده می‌گردد (شکل ۱-۱۸). این امر سبب خواهد شد که انحراف جهت باد در طرفین بادشکن تا حدودی خنثی شده و منطقه حفاظت شده پشت بادشکن به صورت یکنواخت حفاظت شود. این در حالی است که Kuhns در این زمینه حداقل طول مؤثر را ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن می‌داند. راهنمای طراحی بادشکن در آمریکا نیز حداقل طول مؤثر برای این مورد را ۱۲ برابر ارتفاع بادشکن پیشنهاد می‌نماید. همچنین سازمان کشاورزی استرالیا عنوان می‌کند که طول بادشکن باید حداقل ۲۰ برابر ارتفاع بادشکن باشد و در صورت امکان با ایجاد شبکه‌هایی از بادشکن‌ها به نحوی که انتهای هر یک به دیگری متصل شده باشد، می‌توان کارایی بادشکن‌ها را افزایش داد. در شکل (۱-۱۸) اثر افزایش طول بادشکن بر وسعت منطقه حفاظت شده بخوبی نشان داده شده است.

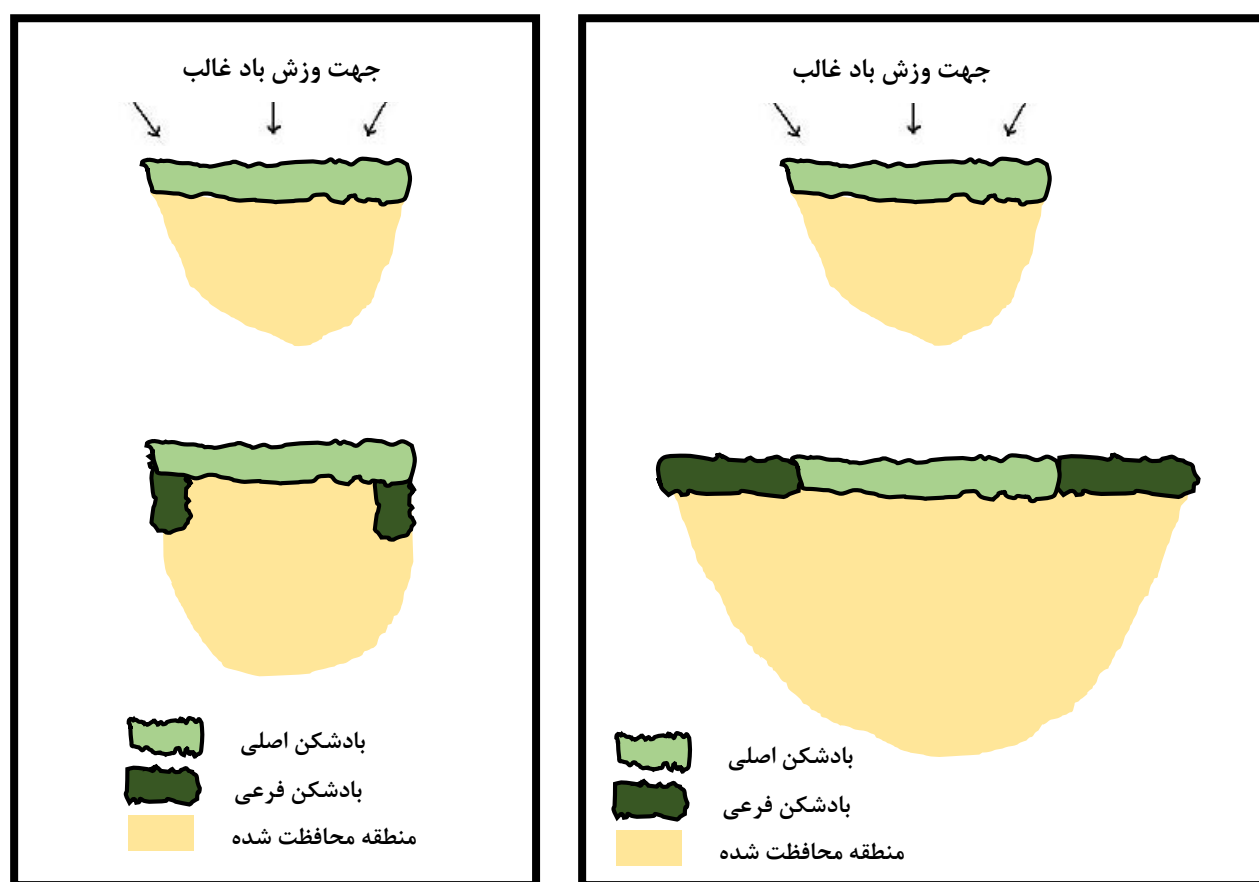
علاوه بر موارد ذکر شد، جدول (۱-۳) نسبت سطح حفاظت شده را به طول بادشکن به ارتفاع ۱۵ متر نشان می‌دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که حداکثر طول مطرح شده معادل ۴۰ برابر ارتفاع بادشکن می‌باشد. لازم به یادآوری است که این عدد از طرف سازمان کشاورزی کانادا مطرح شده است و بیشتر در مناطق سرد سیر و برای حفاظت از بادهای سرد زمستانی کاربرد دارد. همچنین نتایج تحقیقات Keith و Erasmus (۱۹۶۰) در جدول (۱-۴) آورده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد با دو برابر شدن طول بادشکن، وسعت منطقه حفاظت شده چهار برابر می‌گردد، این بدین معنی است که افزایش وسعت منطقه حفاظت شده با توان دوم افزایش طول بادشکن رابطه مستقیم دارد.

جدول ۱-۳- نسبت سطح حفاظت شده به طول بادشکن به ارتفاع ۱۵ متر

طول بادشکن (متر)	سطح حفاظت شده (مترمربع)
۳۰	۲۲۵
۶۰	۹۰۰
۳۶۰	۳۲۴۰
۸۰۰	۱۱۱۶۰۰

جدول ۴-۱- رابطه طول بادشکن و وسعت منطقه حفاظت شده (Keith and Erasmus, ۱۹۶۰)

ارتفاع (متر)	طول بادشکن (متر)	افزایش طول بادشکن	مساحت منطقه حفاظت شده (مترمربع)	افزایش مساحت منطقه حفاظت شده
۱۵	۳۰	-	۱۴	-
۱۵	۶۰	۲ برابر	۵۶	۲ برابر
۱۵	۳۶۰	۶ برابر	۲۰۱۶	۳۶ برابر
۱۵	۷۹۲	۲/۲ برابر	۹۷۵۷	۴/۸۴ برابر



در مورد مسافتی که در جلو و پشت بادشکن سرعت باد در آن کاهش می‌یابد، اختلاف نظر زیادی وجود دارد، به‌طوری‌که «گرکو» اظهار می‌دارد که کاهش سرعت باد در جلو بادشکن در فاصله‌ای ۹ تا ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن و در پشت بادشکن تا ۳۰ برابر ارتفاع آن است. طبق نظریه «تاهاال» سرعت باد در فاصله ۱۰ تا ۲۰ برابر ارتفاع بادشکن کاهش می‌یابد و در فاصله ۳۰ تا ۴۰ برابر ارتفاع بادشکن کاهشی وجود ندارد. همچنین، در فاصله ۵ تا ۱۰ برابر ارتفاع در پشت بادشکن کاهش

سرعت باد اتفاق می‌افتد. سازمان کشاورزی استرالیا نیز با تأکید بر فاصله‌ای معادل ۲۰ برابر ارتفاع جهت کاهش سرعت باد، این نکته را یادآوری می‌نماید که اگر چه در بعضی موارد بادشکن‌ها ۲۵ تا ۳۰ برابر ارتفاع را نیز پوشش می‌دهند، ولی در تپه‌ها و مناطقی که الگوی باد پیچیده است، فاصله تا ۲۰ برابر ارتفاع یا کم‌تر توصیه می‌شود.

مطالعات انجام شده در رابطه با اثر بادشکن و منطقه حفاظت شده پشت آن در جدول (۱-۵) ارائه شده است.

جدول ۱-۵- نسبت فاصله از بادشکن و درصد کاهش سرعت باد

فاصله از بادشکن	۵H	۱۰H	۱۵H	۲۰H	۲۵H	۳۰H
درصد کاهش سرعت باد	۷۸ درصد	۶۶ درصد	۳۵ درصد	۱۴ درصد	۱۰ درصد	۴ درصد

لازم به یادآوری است که در مجموع هر چند که اختلافاتی جزئی در نظریات مختلف وجود دارد، ولی می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری نمود که به‌طور معمول در فاصله بیش از ۳۰ برابر ارتفاع بادشکن هیچ‌گونه کاهشی در سرعت باد وجود ندارد و عمده‌تأ فاصله مؤثر تا ۲۰ برابر ارتفاع پس از بادشکن می‌باشد. همچنین در جلوی بادشکن نیز فقط تا فاصله‌ی حدود ۵ برابر ارتفاع بادشکن کاهش سرعت باد ایجاد می‌شود.

۱-۱۲-۱-۱-۶ عرض یا ضخامت بادشکن

در بادشکن‌های زنده عرض یا ضخامت آن عموماً بستگی به وضعیت مورفولوژیکی اندام‌های هوایی گیاهان، به‌ویژه قطر تاج آن‌ها دارد. عرض بادشکن به معنای تعداد لایه‌های درختان، درختچه‌ها و بوته‌های به کار رفته در بادشکن می‌باشد. عرض بادشکن صرف نظر از تأثیری که ممکن است در میزان تراکم بادشکن داشته باشد، عامل تعیین‌کننده‌ای در کاهش سرعت باد نمی‌باشد.

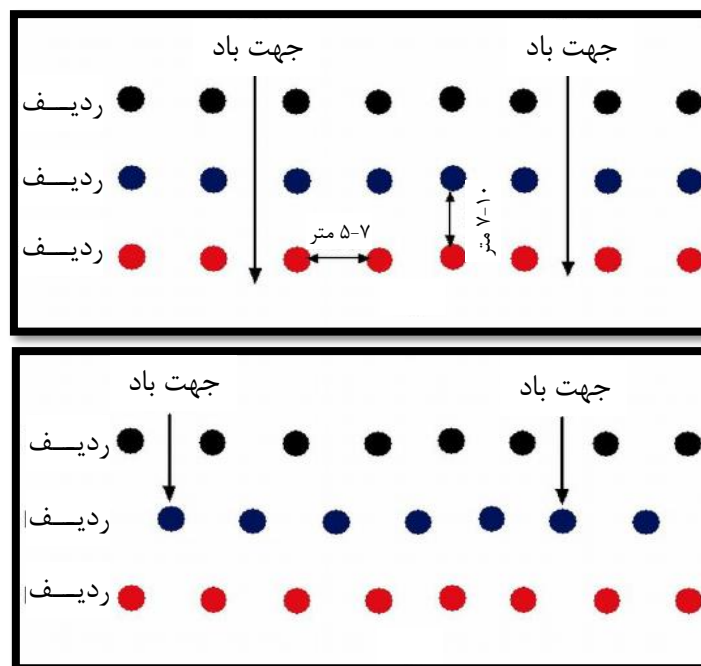
در ضخامت بادشکن، چگونگی همپوشانی لایه‌های گیاهان جهت کنترل بادهای فرساینده مدنظر می‌باشد. به دلیل اینکه بادشکن‌های یک لایه‌ای بیش‌تر در معرض خطر تخریب قرار داشته و با جزئی‌ترین تخریب در قسمتی از آن‌ها ممکن است خسارت سنگینی به بار آورد، به این دلیل سعی می‌شود که این بادشکن‌ها ضخیم طراحی شوند. در بادشکن‌های زنده با ضخامت یک لایه درخت بایستی از گونه‌هایی استفاده نمود که دارای تاج چتری و به صورت درختچه‌ای باشند. به‌علاوه، فواصل گیاهان باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که تراکم لازم در ردیف بادشکن‌ها به وجود آید. مزیت انتخاب گونه‌های درختچه‌ای و یا بوته‌ای در این گونه موارد بدین سبب است که از نظر مورفولوژیکی ساقه اصلی آن‌ها کوتاه و یا چند

شاخه‌ای می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده است که این گیاهان نقش مؤثرتری در کاهش سرعت بادهای فرساینده دارند. اشکال این بادشکن‌ها در این است که فاصله ردیف بادشکن‌ها به دلیل ارتفاع کم آن‌ها کاهش می‌یابد. در صورتی که در بادشکن‌های زنده‌ای که ضخامت آن‌ها با استفاده از دو و یا سه لایه و یا بیش‌تر و با هدف‌های حفاظتی و تولیدی احداث می‌شوند، علاوه بر استفاده از گونه‌های درختچه‌ای و یا بوته‌ای، می‌توان از درختان ساقه بلند و یا متوسط استفاده نمود، مشروط بر این که آرایش کاشت آن‌ها در لایه‌ها به صورتی باشد که درختان ساقه بلند در لایه وسط و درختچه‌ها و بوته‌ها در طرفین آن قرار گیرند.

همچنین پیشنهاد می‌گردد آرایش کشت گیاهان به صورتی باشد که بهترین تراکم را ایجاد نماید. آرایش لوزی یا زیگزاگی می‌تواند در این زمینه مفید باشد (شکل ۱-۱۹).

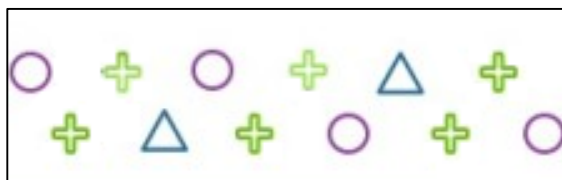
بر اساس نظر «ناهل» بهترین ضخامت برای یک بادشکن، ۴ تا ۱۰ لایه گیاه بوده و این در حالی است که «گروه» و همکارانش بادشکن‌های ۷ لایه را به عنوان بهترین بادشکن‌ها پیشنهاد می‌کنند. حداقل تعداد لایه‌های بادشکن که توسط سازمان کشاورزی استرالیا پیشنهاد شده است، برابر سه لایه می‌باشد. این مورد در راهنمای کشت بادشکن در کشور آمریکا نیز سه لایه در نظر گرفته شده است. همچنین «ودراف» و «زینک» بادشکن‌های ۳، ۵ و ۷ لایه را پیشنهاد نموده‌اند، به شرطی که بلندترین درختان آن‌ها به ترتیب در لایه‌های دوم، چهارم و پنجم کاشته نشوند. به طور کلی به جز در نواحی دارای زمستان‌های بسیار سرد و طولانی و یا مناطق دارای برف‌های توده‌ای فراوان در سایر نواحی کشت دو لایه از هر گونه گیاهی، به شرطی که تراکم کافی ایجاد نماید، کافی می‌باشد؛ اما به دلیل کندی رشد درختان، باید از درختچه‌های سریع‌الرشد و متراکم نیز استفاده نمود. در صورتی که شرایط سخت بوده و باد شدید در منطقه حاکم باشد، استفاده از بادشکن‌های با حداقل سه لایه توصیه می‌گردد. به دلیل رشد کند و جلوگیری از بروز مشکلاتی که ممکن است به وجود آید، جهت اطمینان تعداد ردیف‌ها را می‌توان ۳، ۵ و حتی تا ۷ ردیف نیز افزایش داد.

در شکل (۱-۲۰) بادشکن ۲، ۳ و ۵ لایه و نحوه آرایش گیاهان در لایه‌ها نشان داده شده است. توجه به تعداد پایه گیاهی در هکتار (تراکم گیاهان) بسیار مهم می‌باشد. در شکل (۱-۲۰) تراکم گونه‌های گیاهی بالا در نظر گرفته شده است که این امر در مناطق بیابانی کشور ممکن است به دلیل کمبود بارش و رقابت، امکان‌پذیر نباشد؛ بنابراین با توجه به تراکم مورد نظر می‌توان فاصله بین گیاهان را تغییر داد.



شکل ۱-۱۹- آرایش لایه‌های بادشکن - تصویر بالا: نواری معمولی و تصویر پایین: لوزی یا زیگزاگی

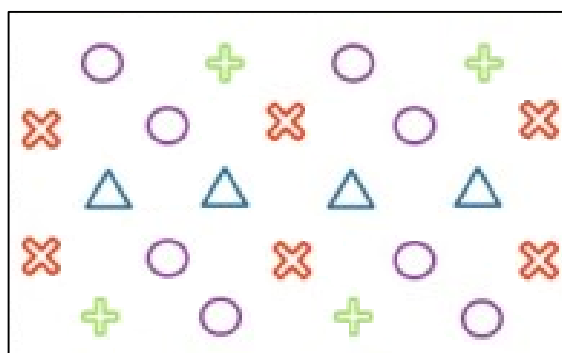
بادشکن دو لایه



بادشکن سه لایه



بادشکن پنج لایه



درختان کوتاه تا



درختان



بوته



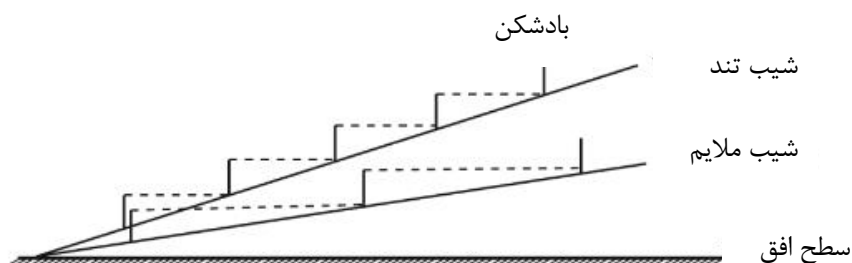
درختان بلند

شکل ۱-۲۰- مثالی از بادشکن ۲، ۳ و ۵ لایه و نحوه آرایش گیاهان در لایه‌ها (تراکم گیاهان در مناطق بیابانی تقریباً ۲۵۰ پایه در هکتار خواهد بود)

۱-۱۲-۱-۱-۷ فاصله بین ردیف‌های بادشکن

فاصله بین ردیف‌های بادشکن علاوه بر ارتفاع بادشکن به عوامل دیگری نظیر سرعت آستانه فرسایش بادی، حداکثر سرعت باد در دوره برگشت مورد نظر، شیب دامنه‌ها، تراکم بادشکن و... نیز بستگی دارد، به طوری که هر اندازه ارتفاع بادشکن زیاد باشد، فاصله بین ردیف‌ها نیز بیش‌تر خواهد بود. فاصله بین ردیف‌های بادشکن تقریباً ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن خواهد بود، بنابراین پرواضح است که هرچه ارتفاع بادشکن بیشتر باشد، فاصله بین ردیف‌های بادشکن نیز بیشتر خواهد بود.

همچنین هر چه شیب دامنه‌های تپه‌های ماسه‌ای بیش‌تر باشد، فاصله بین ردیف‌های بادشکن کم‌تر بوده و بالعکس هر چه شیب کم‌تر باشد، فاصله بین ردیف‌های بادشکن بیش‌تر خواهد بود (شکل ۱-۲۱). در جدول (۱-۶) نیز مثالی از تاثیر شیب بر فاصله بین بادشکن‌ها آورده شده است. هر چند که موارد یاد شده در طراحی بادشکن‌ها مهم می‌باشند، ولی مهم‌ترین اصل در رابطه با فاصله بین ردیف‌های بادشکن سرعت آستانه فرسایش بادی می‌باشد.



شکل ۱-۲۱- تاثیر شیب تپه‌ها در فاصله بین ردیف‌های بادشکن

جدول ۱-۶- تاثیر شیب تپه‌ها در فاصله بین ردیف‌های بادشکن

فاصله بین بادشکن‌ها برای شیب‌های مختلف (متر)			ارتفاع (سانتی‌متر)	نوع بادشکن
۱۰-۱۵ درجه	۵-۱۰ درجه	۵ درجه		
۱-۲	۲-۳	۳-۵	۲۰-۴۰	بادشکن کوتاه
۳-۴	۵-۷	۷-۱۰	۶۰-۸۰	بادشکن بلند

برای تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن به دو شیوه می‌توان عمل نمود:

۱. استفاده از روابط تجربی

۲. استفاده از جدول نگلی

استفاده از روابط تجربی

روابط تجربی متعددی برای تعیین فاصله بادشکن‌ها ارائه شده است. مهمترین رابطه در این زمینه توسط ودراف و زینگ به صورت زیر ارائه شده است:

$$d = ۱۷ \left(\frac{V_m}{V} \right) \cos \theta \quad \text{رابطه (۱-۱)}$$

که در آن:

d = طول حفاظتی بادشکن (فاصله بین ردیف‌های بادشکن) به متر

h = ارتفاع بادشکن به متر

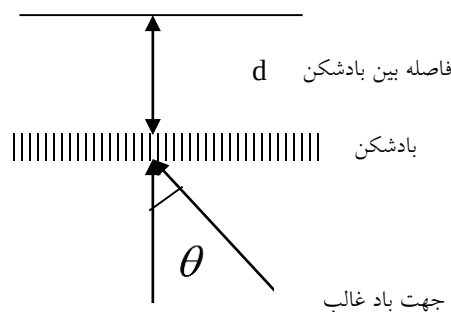
V_m = سرعت آستانه فرسایش بادی در ارتفاع ۱۵ متری (حداقل سرعت باد در ارتفاع ۱۵ متری که برای انتقال ذرات لازم است) برحسب کیلومتر در ساعت

V = حداکثر سرعت باد موجود در ارتفاع ۱۵ متری برحسب کیلومتر در ساعت

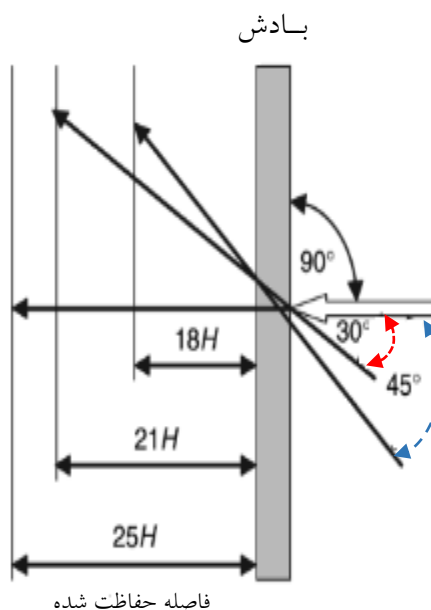
θ = زاویه انحراف جهت باد غالب از خط قائم به بادشکن

گاهی اوقات برای احداث بادشکن وجود عوارضی مانند جاده‌ها، کانال‌ها و... بر روی زمین، احداث بادشکن در جهت عمود بر جهت باد غالب را با مشکل روبرو می‌نماید و این امر باعث به وجود آمدن و تشکیل زاویه‌ای بین جهت بادشکن با جهت باد غالب می‌گردد. بدیهی است که در این صورت تأثیر بادشکن کمتر خواهد بود و باید فاصله دو بادشکن را کمتر در نظر گرفت. از این رو لازم است که عدد به دست آمده در $\cos$ آن زاویه ضرب گردد.

برای تعیین فاصله بادشکن‌ها در این شرایط از رابطه $W = d \cos \theta$ استفاده می‌شود که در آن W فاصله بین دو بادشکن و d فاصله‌ای است که بر مبنای بادشکن عمود بر جهت باد غالب (اصلی) به دست آمده و θ زاویه‌ای است که بین جهت باد و خط قائم بر بادشکن تشکیل می‌شود (شکل ۱-۲۲). هر چه زاویه θ بزرگ‌تر باشد (زاویه انحراف جهت باد از خط قائم بادشکن بیشتر باشد) فاصله بین بادشکن‌ها کمتر خواهد شد (شکل ۱-۲۳).



شکل ۱-۲۲- زاویه بین باد غالب و خط عمود بر بادشکن و تاثیر آن بر فاصله بین دو بادشکن



شکل ۱-۲۳- اثر تغییر زاویه بادشکن نسبت به باد غالب بر فاصله بین دو بادشکن

استفاده از جداول نگلی

با تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه و نسبت آن به حداکثر سرعت وزش باد در منطقه در دوره برگشت مورد نظر، میزان در صد کاهش سرعت باد در پشت و جلو بادشکن مشخص می شود (در صد تقلیل سرعت باد). این روش در واقع روش اصلاح شده نگلی (Naegli) توسط آقایان دکتر حسن احمدی و دکتر فیروز نخجوانی می باشد، که نتایج آن در جداول (۷-۱) و (۸-۱) ارائه شده است.

جدول ۷-۱- کاهش سرعت باد نسبت به ارتفاع (h) در بادشکن غیرمتراکم مطالعه موردی (الباجی اهواز)

پشت بادشکن بادشکن جلو بادشکن																ضریب فاصله بادشکن برحسب ارتفاع (B)	درصد کاهش سرعت باد (A)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

جدول ۸-۱- کاهش سرعت باد نسبت به ارتفاع (h) در بادشکن متراکم مطالعه موردی (الباجی اهواز)

پشت بادشکن بادشکن جلو بادشکن																ضریب فاصله بادشکن برحسب ارتفاع (B)	درصد کاهش سرعت باد (A)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

با تعیین درصد تقلیل سرعت باد و در نظر گرفتن تراکم باد شکن، به جداول بالا رجوع شده و ضریب فاصله باد شکن بر حسب ارتفاع در پشت و جلو بادشکن مشخص می گردد. در روابط زیر این موضوع تبیین شده است:

$$A = \frac{V}{V_{\max}} \quad \text{رابطه (۱-۲)}$$

$$L = Bh \quad \text{رابطه (۱-۳)}$$

A = ضریب کاهش سرعت باد ماکزیمم تا حد سرعت آستانه فرسایش بادی

V = سرعت آستانه فرسایش خاک در ارتفاع ۱۰ متری برحسب m/s

V_{max} = حداکثر سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری در دوره برگشت مورد نظر برحسب m/s

B = ضریب فاصله بادشکن برحسب ارتفاع

h = ارتفاع موثر بادشکن برحسب متر

L = فاصله ردیف‌های بادشکن برحسب متر

در مراحل اولیه کشت نهال‌ها، به دلیل کوتاه بودن اندام هوایی آن‌ها تعیین فاصله بین ردیف‌ها به سادگی امکان‌پذیر نبوده و نیاز به زمان کافی تا رسیدن نهال‌ها به حداکثر رشد اندام هوایی خود را دارد. بنابراین، ابتدا باید ارتفاع متوسط نهال‌های کاشته شده در دوره رشد و نمو و با توجه به ویژگی‌های مورفولوژیکی و اکولوژیکی آن مشخص شود، سپس فاصله ردیف‌های بادشکن بعدی بر اساس ارتفاع متوسط گونه‌های کاشته شده پس از پایان دوره رشد پیش‌بینی گردد. مشکل اساسی در این رابطه عدم کارایی مناسب این بادشکن‌ها تا قبل از رسیدن اندام‌های هوایی به رشد متوسط به‌ویژه در کانون‌های بحرانی فرسایش بادی با اولویت یا درجه یک در مناطق بیابانی است. نکته مهم دیگری که در رابطه با فاصله بین ردیف‌های بادشکن زنده در عملیات تثبیت ماسه‌های روان باید مد نظر قرار گیرد، ویژگی‌های مورفولوژیکی گونه‌های کاشته شده به‌ویژه از نظر ارتفاع و شکل اندام‌های هوایی و همچنین ایجاد تاج پوشش مؤثر بوده که در تعیین فاصله ردیف‌های بادشکن زنده نقش بسیار مؤثری دارد.

در تحقیقی که در نواحی مرکزی ایران تحت عنوان تعیین حداقل انبوهی نهال‌های تاغ جهت طراحی بادشکن‌های زنده و کنترل فرسایش بادی در شرایط ایران مرکزی برای برخی گونه‌های بیابانی نظیر سیاه تاغ و سفید تاغ با توجه به وضعیت مورفولوژیکی این گونه‌ها به انجام رسیده است، تعداد نهال‌ها در واحد سطح و فواصل بین ردیف‌ها برای دو رخساره ژئومورفولوژی شامل تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای و مناطق برداشت مشخص شده است که در جدول‌های (۱-۹) و (۱-۱۰) نتایج این بررسی جهت طراحی و احداث بادشکن در این رخساره‌ها در مناطق مرکزی ایران ارائه گردیده است. شایان ذکر است که برای سایر مناطق بیابانی کشور که از گونه‌های دیگری با وضعیت مورفولوژیکی متفاوت نسبت به تاغ نظیر اکالیپتوس، کهور، گز، آکاسیا، کنار، استبرق و ... جهت احداث بادشکن زنده به‌ویژه برای تثبیت ماسه‌های روان استفاده می‌شود، بهتر است جهت تعیین فاصله ردیف‌ها و به منظور افزایش کارایی بادشکن‌ها، متوسط ارتفاع درخت در دوره رشد مورد نیاز که عمده‌تاً بالای دو سال است، مدنظر قرار گیرد. یادآوری می‌نماید که در این خصوص باید از منظور نمودن حداکثر ارتفاع رشد درخت در تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن‌ها خودداری شود.

جدول ۹-۱- فاصله ردیف‌ها و تعداد نهال سیاه تاغ مورد نیاز در واحد سطح جهت احداث بادشکن زنده (درختی)

عوامل مورد بررسی	سرعت باد ماکزیمم km/h	سرعت آستانه فرسایش بادی km/h	ارتفاع مؤثر (m)	قطر مؤثر (m)	فاصله ردیف‌های بادشکن (m)	تعداد نهال برآورد شده در هکتار	درصد تاج پوشش مؤثر
تپه‌های ماسه‌ای	۸۰	۲۱/۶	۲	۳/۵	۲۰	۱۴۳	۱۴
اراضی برداشت	۸۰	۲۸/۸	۲	۳/۵	۲۴	۱۱۸	۱۱/۳

جدول ۱۰-۱- فاصله ردیف‌ها و تعداد نهال سفید تاغ مورد نیاز در واحد سطح جهت احداث بادشکن زنده (درختی)

عوامل مورد بررسی	سرعت باد ماکزیمم km/h	سرعت آستانه فرسایش بادی km/h	ارتفاع مؤثر (m)	قطر مؤثر (m)	فاصله ردیف‌های بادشکن (m)	تعداد نهال برآورد شده در هکتار	درصد تاج پوشش مؤثر
تپه‌های ماسه‌ای	۸۰	۲۱/۶	۳/۵	۲	۳۵	۱۴۳	۴/۵
اراضی برداشت	۸۰	۲۸/۸	۳/۵	۲	۴۲	۱۲۰	۳/۸

تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی

همان‌گونه مشاهده می‌شود در رابطه بالا جهت محاسبه فاصله بین بادشکن‌ها نیاز به داشتن سرعت آستانه فرسایش بادی می‌باشد. بدین منظور نیز به چندین شیوه می‌توان سرعت آستانه را مشخص نمود.

۱. استفاده از روابط تجربی

۲. استفاده از دستگاه تونل باد

۳. استفاده از رابطه بین قطر ذرات خاک و سرعت آستانه

(۱) قابل اعتمادترین رابطه تجربی جهت برآورد سرعت آستانه حرکت ذرات توسط بگنولد به صورت زیر ارائه شده است:

$$V_m = A \sqrt{\frac{(\delta - p) g d}{p}} \quad \text{رابطه (۴-۱)}$$

که در آن:

V_m = سرعت آستانه فرسایش (متر بر ثانیه)

σ = وزن مخصوص ذرات خاک (کیلوگرم بر مترمکعب)

ρ = وزن مخصوص هوا (کیلوگرم بر مترمکعب)

g = نیروی ثقل (متر بر مجذور ثانیه)

D = قطرات ذرات (متر)

A = ضریبی است که برای ذرات بزرگ تر از ۰/۱ میلی‌متر برابر ۰/۱ می‌باشد.

سرعت (V) در رابطه تعیین فاصله بادشکن‌ها، از طریق اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به محل احداث بادشکن به دست می‌آید.

(۲) همچنین با استفاده از تونل باد می‌توان سرعت آستانه فرسایش بادی را تعیین نمود. در شکل (۱-۲۴) نمایی از یک دستگاه تونل باد نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۴- نمای از دستگاه تونل باد

۳) به منظور تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی می‌توان از ارتباط بین قطر ذرات خاک و سرعت آستانه فرسایش بادی استفاده به عمل آورد. برای این منظور می‌توان از جدول (۱-۱۱) استفاده کرد.

جدول ۱-۱۱- رابطه بین قطر ذرات خاک و سرعت آستانه فرسایش بادی

ردیف	قطر غالب ذرات خاک سطحی (میلی‌متر)	سرعت آستانه فرسایش بادی در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری (متر بر ثانیه)
۱	۰/۱ - ۰/۱۵	۳-۴
۲	۰/۱۵ - ۰/۵ و ۰/۰۵ - ۰/۱	۴-۴/۵
۳	۰/۵ - ۱ و ۰/۰۵ - ۰/۱	۵/۵ - ۷
۴	۱ - ۲ و ۰/۰۵ - ۰/۱	۷ - ۱۰
۵	بالای ۲ و زیر ۰/۰۵	بالای ۱۰

۸-۱-۱۲-۱ پیوستگی بادشکن

ناپیوستگی یا رخنه در بادشکن‌ها در حد معمول آن برای ورود و خروج و جاده‌سازی در بادشکن ضروری است؛ اما در صورتی که در یک ردیف بادشکن ناپیوستگی غیرمعمولی به وجود آید، سرعت جریان باد در فاصله ایجاد شده بسیار بیش‌تر از سرعت باد در منطقه بدون بادشکن خواهد بود (شکل ۱-۲۵)، هر چند این وضعیت تا فاصله زیادی دوام نخواهد

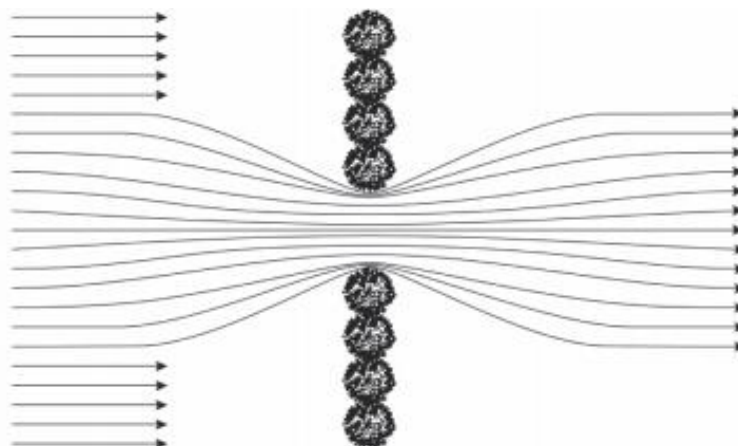
داشت. به هر صورت، چنین وضعیتی سبب خواهد شد تا از اثرات مفید بادشکن‌ها به میزان قابل توجهی کاسته شود (شکل ۱-۲۶). به منظور حل این مشکل در بادشکن‌های چندلایه می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

الف - استفاده از زاویه‌بندی رخنه‌ها با زاویه‌ی ۴۵ درجه نسبت به جهت بادهای غالب.

ب - استفاده از کاشت تعداد کمی درخت یا درختچه در دو طرف مدخل ورودی یا رخنه.

ج - استفاده از کاشت ۵ یا ۶ گیاه در یک زاویه نسبت به کمر بند اصلی و به صورت بال و یا کاشت یک ردیف گیاه کوتاه قد ثانویه برای پوشش دادن رخنه‌ها.

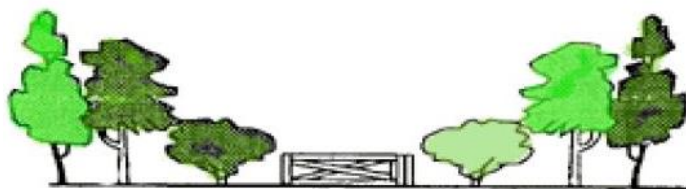
در شکل‌های (۱-۲۷) نحوه استفاده از موارد فوق به تصویر کشیده شده است.



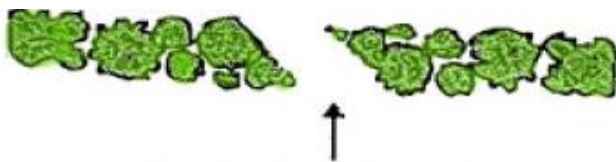
شکل ۱-۲۵ - افزایش سرعت باد در ناپیوستگی موجود در بادشکن (نزدیک شدن خطوط جریان نشان‌دهنده افزایش سرعت باد می‌باشد)



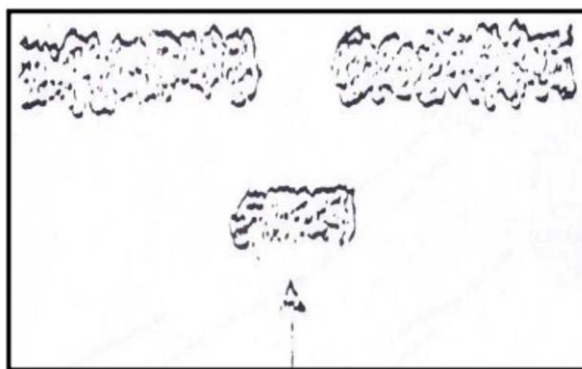
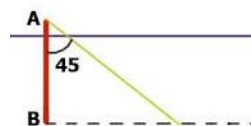
شکل ۱-۲۶ - خسارات ناشی از وجود ناپیوستگی در بادشکن



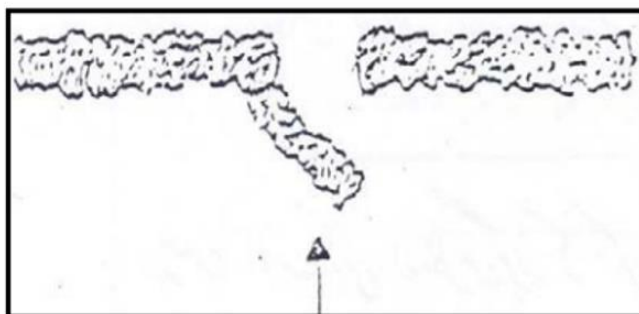
الف- کاشت درختچه‌های کوتاه در دو طرف مدخل



ب- زاویه‌بندی رخنه‌ها



ج- کاشت یک ردیف کوتاه ثانوی



د- کاشت درخت در زاویه‌ای نسبت به کمربند اصلی

شکل ۱-۲۷- انواع روش‌های مورد استفاده برای کاهش اثر رخنه در بادشکن

۲-۱۲-۱ بادشکن غیرزنده

با توجه به وقوع خشکسالی متعدد در مناطق خشک و نیمه‌خشک و لزوم استفاده بهینه از آب موجود، حاصلخیزی اندک خاک در مناطق بیابانی و وقوع بادهای شدید در این مناطق، امکان استقرار اولیه نهال‌ها را با مشکل جدی مواجه نموده است. با توجه به دلایل ذکر شده، و جهت غلبه بر مشکلات ناشی از فرسایش بادی، استفاده از بادشکن غیرزنده گزینه مناسبی می‌باشد. به منظور آشنایی دقیق با روش‌های طراحی و پیاده‌سازی بادشکن غیرزنده و بررسی تأثیرات متقابل آن‌ها ضرورت دارد برخی از خصوصیات مرتبط با آن‌ها و عناصر مهم تشکیل دهنده آن بررسی گردد.

۱-۱۲-۲-۱ خصوصیات بادشکن‌ها

مهمترین ویژگی‌های بادشکن‌های غیرزنده عبارتند از:

۱-۱۲-۲-۱-۱ مصالح مورد استفاده

این نوع بادشکن‌ها اغلب در مناطقی کارایی دارند که سطح عرصه مورد نظر خیلی گسترده نبوده و کمبود شدید رطوبت در تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای یا عرصه‌های غبارخیز وجود داشته باشد. همچنین این نوع بادشکن‌ها عموماً در مناطقی احداث می‌شوند که شدت فرسایش بادی در حدی است که امکان استقرار پوشش گیاهی بدون احداث این سازه‌ها در کوتاه مدت غیرممکن و یا به دشواری امکان‌پذیر باشد. در این حالت با استفاده از مصالحی نظیر سرشاخه‌های خشک درختان، نی، حصیر، تراورس‌های چوبی و فلزی و... نسبت به احداث بادشکن غیرزنده اقدام می‌گردد. به علاوه، در برخی مناطق خشک و بیابانی که امکان استقرار گیاهان جهت بادشکن اطراف مزارع مقدور نباشد، با استفاده از مصالح ساختمانی نظیر سنگ لاشه، دیوارهای گلی، پرچین‌های حاصل از بوته‌های خشک بیابانی، سرشاخه‌های درختانی نظیر نخل، لاستیک‌های فرسوده ماشین‌آلات و... اقدام به احداث دیواره‌هایی در اطراف مزارع به‌عنوان بادشکن غیرزنده می‌شود.

در خصوص احداث بادشکن غیرزنده توصیه می‌شود که از مصالحی استفاده شود که ضمن ارزان بودن، در محل اجرای طرح نیز امکان تهیه آن وجود داشته باشد، ضمن اینکه در مجموع اجرای پروژه دارای توجیه اقتصادی نیز باشد. لازم به یادآوری است که در مورد احداث بادشکن‌های غیرزنده و در استفاده از مصالح به‌ویژه استفاده از سرشاخه‌های خشک گیاهی، بایستی نظارت کافی به عمل آید تا از قطع درختان و درختچه‌های زنده اکیداً خودداری گردد، چرا که در بسیاری از موارد مشاهده شده است که به‌منظور احداث بادشکن‌های غیرزنده اقدام به قطع درختان و درختچه‌های بیابانی برای تأمین مصالح بادشکن‌های غیرزنده می‌شود. این مهم در مورد درختان و درختچه‌های نواحی کوهستانی و تپه‌ماهوری (به‌ویژه در آبراهه‌ها) مجاور مناطق بیابانی نیز باید رعایت شود.

به طور کلی بادشکن‌های غیرزنده علیرغم نقش مؤثری که در تثبیت ماسه‌های روان در کوتاه مدت دارند، متأسفانه در درازمدت به دلیل انباشت رسوبات ماسه‌ای در پای آن‌ها، به تدریج توسط این رسوبات مدفون شده و کارایی خود را از دست

می‌دهند؛ بنابراین، توصیه می‌گردد که پس از احداث این بادشکن‌ها و یا هم‌زمان با احداث آن‌ها، در پشت دیواره در سمت مخالف جهت باد غالب عملیات کشت نهال و یا بذور با هدف احیا پوشش گیاهی و جایگزین شدن آن‌ها به‌جای بادشکن غیرزنده در درازمدت مدنظر قرار گیرد. در این حالت بهتر این است که عملیات بیولوژیکی مورد نظر در فصل رویش نباتات انجام شود.

جدیدترین یافته‌ها در رابطه با بادشکن‌های غیرزنده حاکی از آن است که بادشکن‌ها و گیاهان مصنوعی از ترکیب بقایای گیاهی و انواع پلیمرها (پلی لاکتیک اسید) در حال ساخت بوده و مراحل آزمایشی خود را سپری می‌نمایند (شکل ۱-۲۸). در صورتی که این نوع از بادشکن‌ها که از نظر هزینه و قابلیت استفاده دارای صرفه اقتصادی بالایی نیز می‌باشند، تحول بسیار ژرفی در به‌کارگیری و استفاده از بادشکن‌های غیرزنده به وجود خواهد آمد. مزیت ویژه این نوع از بادشکن‌ها سازگاری آن‌ها با محیط‌زیست است که در قرن حاضر، با توجه به آلودگی‌های زیست‌محیطی یک امتیاز مهم محسوب می‌گردد.



شکل ۱-۲۸- نمایی از بادشکن‌های مصنوعی حاصل از ترکیب بقایای گیاهی و انواع پلیمرها

تاکنون مواد مختلفی مانند رس، الوار، کاه و کلش، مواد پلاستیکی، نایلونی و.. جهت ایجاد بادشکن مکانیکی در نقاط مختلف دنیا مورد استفاده قرار گرفته است. برخی از مهمترین موارد اشاره شده در شکل (۱-۲۹) نشان داده شده است.

همچنین در شکل (۱-۳۰) نسل اول تا چهارم بادشکن‌های پلاستیکی (Net Barrier) نشان داده شده است. در نسل اول از توری‌های پلاستیکی با یک تراکم (خلل و فرج) ثابت استفاده شده بود. در نسل دوم تراکم در قسمت پایین توری بیشتر و در قسمت بالایی کمتر در نظر گرفته شد. در نسل سوم از الیاف و فیبر گیاهی در ساخت توری‌ها بهره برده شده است و در نسل چهارم شبکه‌هایی طراحی شده است که از نوعی پلاستیک محکم بوده و به شکل نیمه آماده می‌باشند و به راحتی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. اخیراً نیز از مواد زیست‌سازگاری از جنس پلی‌لاکتیک اسید (PLA) در طراحی انواع بادشکن‌ها استفاده به عمل می‌آید.



شکل ۱-۲۹- مواد مختلفی جهت ایجاد بادشکن مکانیکی (الف) شیمیایی، (ب) پلاستیکی، (ج) پشته رسی، (د) بقایای گیاهی، (ه) فنس فلزی و (ز) پیکه چوبی و (ر) گیاه مصنوعی (زارع، ۱۳۹۹)



ه



و



ز

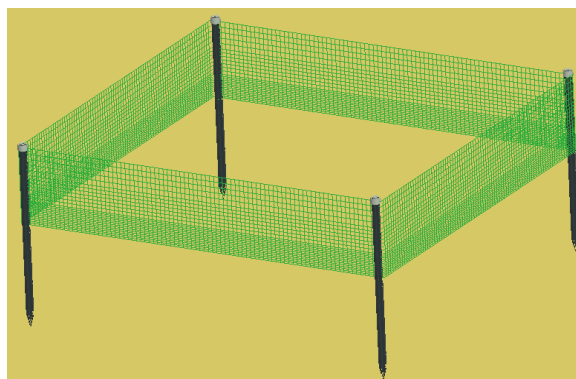


ر

نسل اول



نسل دوم



نسل سوم



نسل چهارم



شکل ۳-۱- نسل اول تا چهارم بادشکن‌های پلاستیکی (Net Barrier)

مصالح در دسترس در کشور

مهم‌ترین و در دسترس‌ترین نهاده‌های موجود در کشور جهت احداث بادشکن غیرزننده یا مکانیکی شامل موارد زیر می‌باشد:

ساقه گیاهانی مانند برنج، گندم، جو، پنبه، نی، برگ درخت خرما، سرشاخه خشک درختان و درختچه‌هایی مانند گز، تاغ، بید و...، سرشاخه مو (درخت انگور)، ضایعات کارخانجات سنگ‌بری و معادن سنگ و... (شکل ۱-۳۱).



شکل ۱-۳۱- مهم‌ترین و در دسترس‌ترین نهاده‌های موجود در کشور جهت احداث بادشکن غیرزننده

نظر به متغیر بودن انواع بادشکن غیرزننده بر اساس شرایط منطقه اجرایی، پس از تعیین محل و با توجه به شرایط و روش کار مشخص، بر اساس آن مصالح موردنیاز تعیین، برآورد و تهیه می‌گردد. در حالتی که بادشکن غیرزننده مد نظر باشد، بایستی شرایط و ضوابط زیر رعایت گردد:

الف- نوع مصالح با توجه به قیمت و فراوانی آن در منطقه در ابتدای امر انتخاب شود.

- ب- مصالح استحکام لازم را در مقابل باد و پوسیدگی داشته باشند.
- ج- محل تأمین مصالح، حتی‌الامکان در نزدیکی منطقه احداث بادشکن باشد.
- د- محل تأمین مصالح، خود حساس به فرسایش بادی و آبی نباشد.
- ه- زمان تأمین مصالح (قطع سر شاخه درختان و درختچه‌ها) بایستی بعد از اتمام فصل رویش و قبل از شروع احداث بادشکن باشد و یا از بقایای قابل استفاده نخل باشد.
- و- انتقال مصالح به محل احداث حتی‌المقدور قبل از شروع فصل بارش باشد، به نحوی که در انجام کار احداث بادشکن خللی ایجاد نشود (تخریب جاده‌ها و کمبود مصالح).
- ز- در مورد سرشاخه‌ها، قطع سرشاخه با نظر کارشناس ناظر به نحوی باشد که رشد رویشی گیاه صدمه نبیند.

۲-۱-۲-۱-۲ ارتفاع بادشکن (بادشکن‌های کوتاه و بلند)

از آنجا که در بادشکن‌های غیرزنده ارتفاع همیشه ثابت باقی خواهد ماند، بنابراین تعیین ارتفاع به‌ویژه از نظر تعیین فاصله بین ردیف‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. اگر ارتفاع بادشکن کم در نظر گرفته شود، سطح کمتری را در مقابل سرعت باد پوشش داده و تعداد ردیف‌های بعدی افزایش خواهد یافت این امر باعث افزایش هزینه‌های اجرایی خواهد شد، بالعکس اگر ارتفاع بادشکن غیرزنده زیاد در نظر گرفته شود، گرچه فاصله ردیف‌ها بیش‌تر و تعداد ردیف‌ها کاهش می‌یابد، اما در برخی از نواحی موردحمایت در شبکه بادشکن، سرعت باد بیش‌تر از سرعت آستانه فرسایش بادی شده و باعث وقوع فرسایش بادی در عرصه می‌شود. از آن مهم‌تر اینکه مقاومت بادشکن در مقابل بادهای شدید کاهش یافته و خطر شکستگی بادشکن بسیار محتمل خواهد بود. در صورت وقوع چنین حادثه‌ای، علاوه بر هدر رفتن هزینه‌های انجام شده، فرسایش بادی بسیار بیش‌تر از قبل از احداث بادشکن به منطقه خسارت وارد خواهد نمود؛ بنابراین، بهتر است ارتفاع بادشکن‌های غیرزنده حداقل ۲۰ و حداکثر ۱۵۰ سانتی‌متر، بدون احتساب پی (قسمتی که در داخل خاک قرار می‌گیرد) در نظر گرفته شود. البته در مواردی که مقاومت مصالح به کار رفته خوب باشد، حداکثر ارتفاع بادشکن برابر ۲۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود، مشروط بر این که هزینه مصالح به کار رفته دارای توجیه اقتصادی باشد.

به طور کلی بادشکن‌های مکانیکی از نظر ارتفاع به دو دسته کوتاه (Low Stand) و بلند (High Stand) طبقه‌بندی می‌شوند (شکل ۱-۳۲). بادشکن‌های کوتاه که ارتفاع بین ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر دارند، عموماً نقش تثبیت‌کنندگی دارند و این در حالی است که بادشکن‌های بلند با ارتفاع بیش‌تر از ۵۰ سانتی‌متر نقش ترسیب ذرات را به عهده دارند.

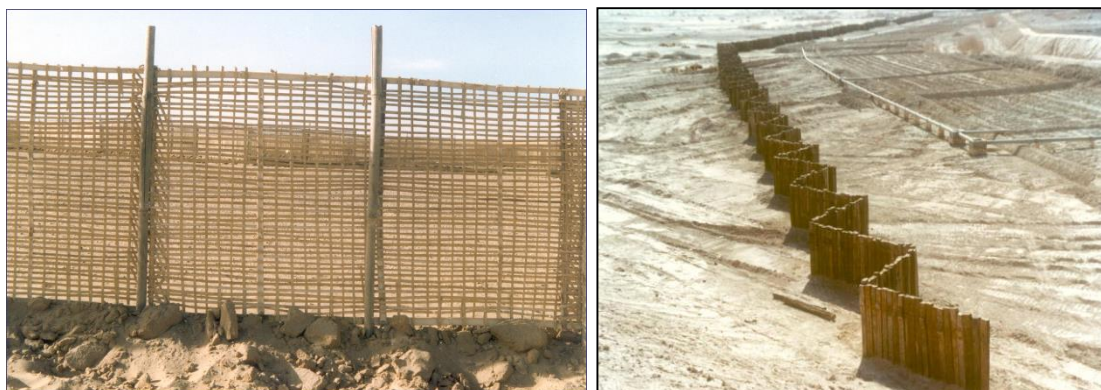
پیشنهاد می‌گردد در پروژه‌های اجرایی، در منطقه ابتدا چند ردیف بادشکن بلند احداث گردد و سپس ردیف‌های بادشکن کوتاه مستقر گردد. این امر سبب می‌گردد ذرات خاک و ماسه موجود در باد در پست بادشکن بلند ترسیب شود. بلندی بادشکن‌ها در این قسمت از مدفون شدن آنها جلوگیری می‌کنند، مگر اینکه آورد ماسه در منطقه زیاد باشد که برای مرتفع نمودن این موضوع می‌توان بادشکن را بلندتر یا تعداد ردیف‌ها را افزایش داد.



شکل ۱-۳۲- نمونه‌هایی از بادشکن مکانیکی بلند (۴ تصویر بالا) و کوتاه (۴ تصویر پایین)

۱-۱۲-۲-۱-۳ تراکم (نفوذپذیری) بادشکن

میزان تراکم در باد شکن‌های غیرزنده بستگی به مصالح قابل دسترس و هدف از احداث باد شکن و نوع طراحی آن دارد. در صورتی که از تراورس‌های چوبی و فلزی و یا بلوک‌های سیمانی و این گونه مصالح استفاده شود، بادشکن حاصله متراکم خواهد بود (هرچند که در این موارد نیز می‌توان با ایجاد فاصله بین مصالح، تراکم بادشکن را تغییر داد)؛ اما در صورتی که از سرشاخه‌های خشک گیاهی استفاده شود، بادشکن حاصله با توجه به میزان خلل و فرج موجود در بادشکن (که توسط طراحان باد شکن در طرح پیش‌بینی می‌شود)، می‌تواند نیمه‌متراکم و غیرمتراکم باشد. بنابراین احداث هر کدام از انواع بادشکن‌ها از نظر تراکم بستگی به هدف و مصالح قابل دسترس جهت احداث بادشکن دارد (شکل ۱-۳۳).



شکل ۱-۳۳- نمایشی از بادشکن مکانیکی متراکم (سمت راست) و نیمه‌متراکم (سمت چپ)

۱-۱۲-۲-۱-۴ طول بادشکن

طول بادشکن غیرزنده نیز مانند بادشکن زنده در بند ۱-۱۲-۱-۵ محاسبه می‌گردد.

۱-۱۲-۲-۱-۵ عرض یا ضخامت بادشکن

چنانچه مصالح مورد استفاده در احداث بادشکن غیرزنده از مقاومت مناسبی برخوردار باشند، ضخامت و یا عرض هر ردیف بادشکن نقش موثری در کاهش سرعت باد ندارد. اما چنانچه مصالح مورد استفاده جهت احداث بادشکن از استحکام کافی برخوردار نباشند، احتمال شکسته شدن و انهدام بادشکن در مقابل بادهای شدید بسیار محتمل است؛ بنابراین در زمان انتخاب مصالح مورد نیاز می‌بایستی به استحکام این مصالح توجه نمود (شکل ۱-۳۴). پیشنهاد می‌گردد ردیف‌های اول بادشکن ضخیم‌تر در نظر گرفته شود تا در مقابل باد مقاومت نموده و تخریب نگردد. برای تعیین ضخامت بادشکن با توجه به مقدار مصالح قابل دسترسی و ارتفاع بادشکن رابطه ذیل ارائه شده است که کاربرد مناسبی دارد.

$$W = \frac{V}{N(H + h) \times 100}$$

رابطه (۵-۱)

که در آن:

W= ضخامت بادشکن به سانتی‌متر

V= حجم مصالح مورد استفاده در یک هکتار به مترمکعب

N= تعداد ردیف بادشکن در هکتار

H= ارتفاع بادشکن از سطح زمین به متر

h= عمق پی بادشکن به متر

شایان ذکر است که کاربری رابطه ارائه شده دوگانه می‌باشد. بدین ترتیب که با داشتن حجم مشخص از مصالح، تعیین ارتفاع و تعداد ردیف‌ها در یک هکتار میتوان ضخامت و یا قطر ردیف‌های بادشکن را محاسبه نمود و یا اینکه چنانچه ارتفاع و تعداد ردیف‌ها در یک هکتار و ضخامت بادشکن از قبل تعیین شده باشد می‌توان حجم مصالح مورد نیاز را محاسبه و برآورد نمود.

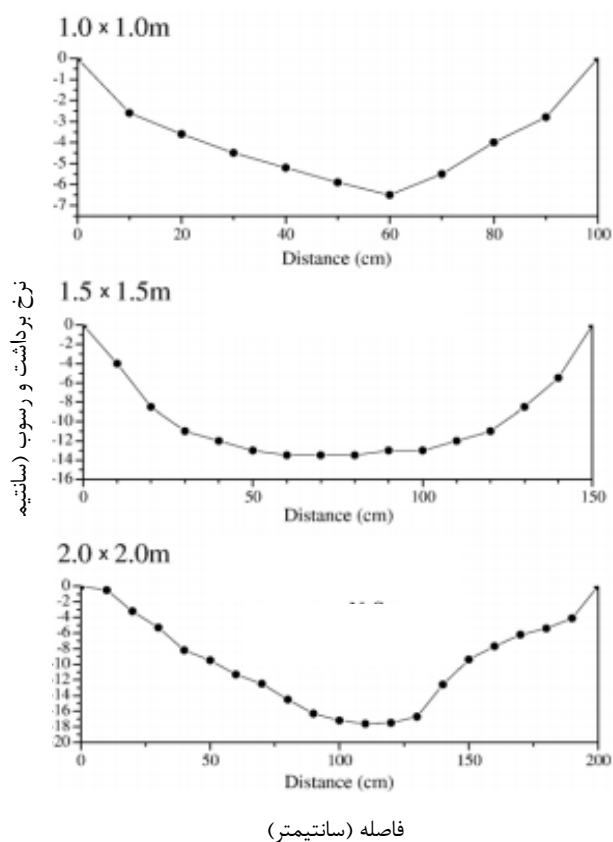


شکل ۱-۳۴- ضخامت بادشکن غیرزنده الف) ضخامت بیشتر و ب) ضخامت کمتر

۱-۲-۱-۶ فاصله بین ردیف‌های بادشکن

برای تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن می‌توان مانند آنچه در مورد بادشکن زنده بیان شد عمل نمود (صفحه ۴۸ همین گزارش).

بر اساس نتایج احمدی و نخجوانی (۱۳۴۸) که در منطقه الباجی اهواز صورت پذیرفته است، در بادشکن‌های غیرزنده غیرمتراکم، در صورتی که شیب عرصه کم و یا ارگ منطقه به صورت پهنه‌های ماسه‌ای کم ارتفاع باشد، هر ردیف بادشکن حدود ۱۰ برابر ارتفاع خود را در پشت بادشکن پوشش می‌دهد و در بادشکن متراکم به حدود ۸ برابر می‌رسد و چنانچه شیب افزایش یابد سطح کمتری را پوشش داده و فاصله ردیف‌ها کاهش می‌یابد. همچنین تحقیقات انجام شده در مرکز تحقیقات قره‌قوم کشور ترکمنستان نشان داده است که در شیب‌های ۵-۰، ۵-۱۰ و ۱۵-۱۰ درصد دامنه تپه‌های ماسه‌ای، فاصله ردیف‌ها برای بادشکن کوتاه به ترتیب حدود ۵، ۳ و ۲ متر و برای بادشکن بلند به ترتیب حدود ۱۰، ۷ و ۴ متر می‌باشد که نشان‌دهنده تأثیرات شیب بر فواصل بادشکن‌ها می‌باشد. تجارب به دست آمده در خصوص احداث بادشکن در دامنه‌های شیب‌دار نشان می‌دهد که در این عرصه‌ها اولاً احداث بادشکن قائم مؤثرتر بوده و ثانیاً فاصله ردیف بادشکن‌ها به گونه‌ای است که اگر خطی فرضی از بالاترین نقطه ارتفاع بادشکن ردیف اول به سمت بادشکن ردیف بعدی رسم شود، این خط حدود ۱۵-۱۰ سانتیمتر بالاتر از پی بادشکن ردیف بعدی عبور نماید و برای سایر ردیف‌ها هم به همین شکل خواهد بود. در هر حال فاصله ردیف‌ها می‌بایستی به اندازه‌ای باشد تا سرعت باد از سرعت آستانه فرسایش بادی کمتر شود. در ارتباط با بادشکن‌های شطرنجی کوتاه ابعاد ۱×۱، ۱/۵×۱/۵ و ۲×۲ متر بهترین نتیجه را دربر داشته است. در بادشکن‌های شطرنجی کوچک، رسوبگذاری و در بادشکن‌های شطرنجی بزرگ فرسایش رخ خواهد داد، لذا طراحی ابعاد شبکه‌ها با توجه به تجزیه و تحلیل باد بایستی همراه باشد. براساس یافته‌ها، بادشکن شطرنجی با ابعاد ۱×۱ متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر نتایج مثبتی را به همراه داشته است. شکل (۱-۳۵) نمونه‌ای از منحنی مقعر شکل گرفته در بادشکن‌های شطرنجی با ابعاد مختلف را نشان می‌دهد. نسبت عمق خاک برداشت شده در وسط هر شبکه به طول آن شبکه باید حدود ۱/۱۲ و حداکثر آن ۱/۱۰ باشد.



شکل ۱-۳- منحنی مقعر شکل گرفته در بادشکن‌های شظرنجی با ابعاد مختلف

۱-۱۲-۲-۱-۷ پیوستگی بادشکن

پیوستگی بادشکن غیرزنده نیز مانند مطالب ذکر شده در مورد بادشکن زنده در بند ۱-۱۲-۱-۸ می‌باشد.

۱-۱۳ انواع بادشکن‌های غیرزنده

همان‌طور که گفته شد از مواد و مصالح مختلفی برای ایجاد بادشکن مکانیکی می‌توان استفاده نمود. در جدول (۱-۱۲) انواع بادشکن‌های مکانیکی طبقه‌بندی شده است.

جدول ۱-۱۲- انواع موانع مکانیکی و کارکرد آنها

نوع		عملکرد	
موانع مکانیکی	موانع ایستاده	پوشش کمربندی	پوشش کمربندی تپه‌ها با پوشال
		ساختار متراکم	مانع فیزیکی ایستاده کم ارتفاع
		ساختار ضد باد	مانع پنهان
			مانع رسی
			دیوار زمین
		ساختار نیمه متراکم	مانع کاه و کلش ایستاده مرتفع
			پرچین یا تله ماسه‌ای بزرگ
موانع سطحی	پوشش کامل	پوشاندن تپه‌ها با خاک	تثبیت تپه‌های ماسه‌ای
		پوشاندن تپه‌ها با گل	
		پوشاندن تپه‌ها با سنگفرش	
		پوشاندن تپه‌ها با پوشال	
		پوشاندن تپه‌ها با امولسیون	
		پوشاندن تپه‌ها با پلیمر	

۱-۱۳-۱ موانع فیزیکی ایستاده و استقرار آنها

طبق تحقیقات، در اراضی غبارخیز ۵۰ درصد ذرات خاک در فاصله ۶-۰ سانتی‌متری سطح زمین، ۹۰ درصد در ارتفاع ۳۰-۰ سانتی‌متری و ۹۸ درصد خاک حمل شده در ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متری سطح زمین حرکت می‌کنند؛ همچنین در اراضی ماسه‌ای ۸۰ درصد ذرات ماسه در فاصله ۵-۰ سانتی‌متری سطح زمین، ۹۰ درصد در ارتفاع ۷-۰ سانتی‌متری و ۱۰۰ درصد ماسه حمل شده در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری سطح زمین حرکت می‌کنند؛ بنابراین، اگر موانع فیزیکی ایستاده در مقابل باد در ارتفاع ۳۰-۰ سانتی‌متری و ۱۰۰ سانتی‌متری نصب شوند، قسمت اعظم خاک و ماسه‌های بادآورده کنترل می‌گردد و از طریق موانع فیزیکی ایستاده به ویژه موانع کوتاه می‌توان ماسه‌های حمل شده توسط باد را در مکان‌های معین جمع‌آوری نمود.

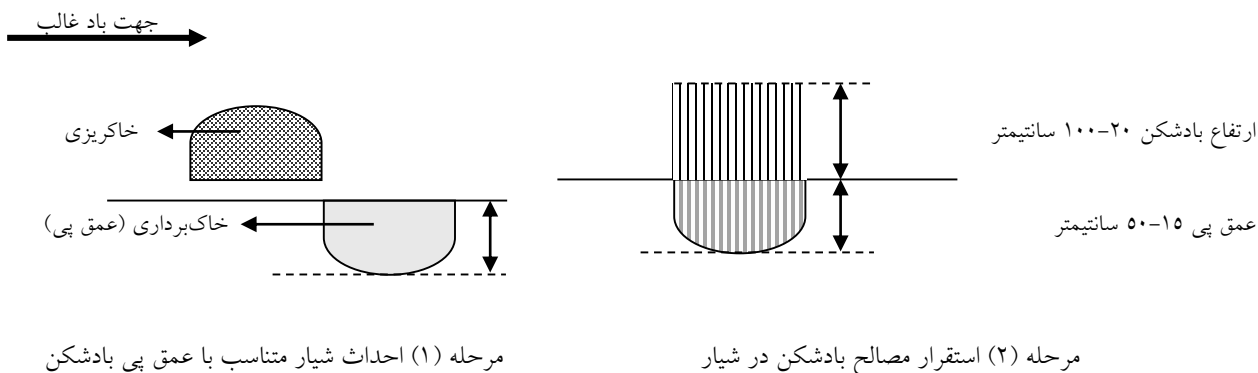
بنابراین می‌توان گفت موانع فیزیکی ایستاده به دو دسته موانع ایستاده بلند با ارتفاعی معادل ۱۰۰-۵۰ سانتی‌متر (۱-۳۶ الف) و موانع ایستاده کوتاه به ارتفاع ۵۰-۲۰ سانتی‌متر (شکل ۱-۳۶ ب) تقسیم می‌شوند. به‌طور کلی مواد مورد استفاده برای موانع فیزیکی ایستاده شامل پوشال (کاه و کلش) یا ساقه‌های محصولات زراعی، سرشاخه‌های درختان و درختچه‌ها،

مواد مصنوعی پلاستیکی، فیبر گیاهی، رس و بسیاری از مواد دیگر است. شکل (۱-۳۶) نمونه‌ای از این موانع را نشان می‌دهد (Heshmati & Squires, 2013).



شکل ۱-۳۶- نمونه‌ای از موانع فیزیکی: الف) بلند و ب) کوتاه (زارع، ۱۳۹۹)

این بادشکن‌ها به دلیل وضعیت قائم آن‌ها، در کاهش سرعت باد و کنترل ماسه‌های روان و ذرات خاک نقش مؤثری دارند. برای پایداری آن‌ها در مقابل سرعت بادهای شدید در منطقه معمولاً مقداری از مصالح مورد استفاده بدون احتساب ارتفاع مفید بادشکن در زیر سطح زمین قرار می‌گیرد که در واقع به عنوان عمق پی دیواره بادشکن تلقی می‌گردد (حدود ۱۵ سانتی‌متر در موانع کوتاه و حدود ۵۰ سانتی‌متر در موانع بلند). برای این منظور بهتر است شیار و یا کانال‌هایی احداث و سپس مصالح بادشکن با رعایت عمق پی و ضخامت مورد نیاز به صورت قائم قرار داده شود و سپس دو طرف آن را خاک ریخته و به وسیله ضربات بیل و یا پا فشرده شود (در بخش‌های بعدی جزییات تشریح می‌گردد). بادشکن‌های ایستاده را در هر فصلی می‌توان احداث نمود، اما بهترین زمان احداث زمانی است که رطوبت ماسه‌ها و خاک پس از بارندگی تا عمق مورد نظر کافی باشد، چرا که در این حالت اولاً تثبیت ماسه‌ها تحت تأثیر رطوبت، مانع از فعالیت کارگران نمی‌گردد و ثانیاً چنانچه عملیات تکمیلی بیولوژیکی مدنظر باشد می‌توان به کاشت نهال و یا بذر در پشت دیواره بادشکن اقدام نمود. به‌طور کلی رعایت این امر نقش مؤثری در پایداری اولیه بادشکن دارد (شکل ۱-۳۷).



شکل ۳۷-۱- مقطع عرضی بادشکن ایستاده

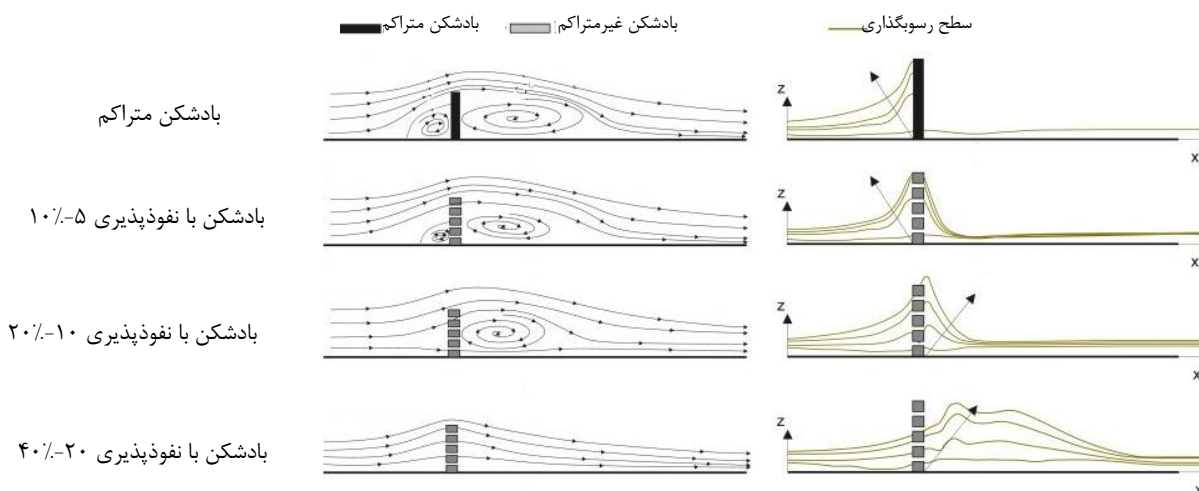
موانع فیزیکی ایستاده را می‌توان بر اساس مواد، ساختار و الگوها به سه دسته تقسیم کرد. این سه نوع عبارت‌اند از: (۱) موانع فیزیکی غیرمتراکم (۲) موانع فیزیکی نیمه‌متراکم (۳) موانع فیزیکی متراکم.

الف) موانع فیزیکی غیرمتراکم: هنگامی که باد از موانع غیرمتراکم عبور می‌کند، مقاومت نسبی افزایش یافته و جریان متلاطم و گردبادی جداگانه در اطراف موانع تشکیل خواهد شد. ظرفیت حمل ماسه توسط باد به دلیل کاهش انرژی جنبشی و سرعت باد از طریق اثر متقابل دو نوع جریان کاهش خواهد یافت بنابراین، در سمت رو به باد و پشت به باد مانع فیزیکی، ماسه جمع خواهد شد. سقوط ماسه در سمت رو به باد مانع فیزیکی بسیار کمتر از سمت پشت به باد است؛ بنابراین، احتمال مدفون شدن موانع توسط ماسه‌های بادآورده کم است. در سمت پشت به باد موانع فیزیکی، ماسه‌ها رسوب کرده به آرامی با باد و در محدوده تپه پخش می‌شود. از آنجایی که ماسه رسوب کرده در سمت پشت به باد مانع بسیار بیشتر از سمت رو به باد است؛ بنابراین، مانع فیزیکی غیرمتراکم می‌تواند به مدت طولانی سبب کنترل حرکت ماسه شود و مقدار زیادی ماسه را در سمت پشت به باد مانع فیزیکی متوقف کند (شکل ۳۸-۱).

ب) موانع با ساختار نیمه‌متراکم: ساختار موانع نیمه‌متراکم نیز مانند موانع غیرمتراکم می‌باشد

ج) موانع با ساختار متراکم: هنگامی که چنین موانعی، مانع حرکت باد می‌شوند در اطراف که به‌طور کامل ضد باد است یا از لحاظ ساختاری متراکم است یک جریان گردبادی قوی شکل می‌گیرد زیرا باد حاوی ذرات ماسه در سمت رو به باد مانع، بالا می‌رود و در سمت پشت به باد مانع به شدت فروز می‌آید. از آنجایی که جریان‌های گردبادی ایجاد شده در اطراف مانع روی یکدیگر تأثیر می‌گذارند، انرژی جنبشی ماسه بسیار پایین باقی می‌ماند و سرعت باد و ظرفیت انتقال ماسه باد کاهش می‌یابد؛ بنابراین ماسه حمل شده توسط باد در اطراف موانع جمع خواهد شد (شکل ۳۸-۱).

اگر ماسه بسیار فراوان باشد ارتفاع ماسه رسوب کرده به سرعت برابر ارتفاع مانع (بادشکن) خواهد شد. در این حالت احتمال دارد که مانع توسط ماسه رسوبی دفن شود بنابراین عمر مفید یک مانع در این شرایط بسیار کوتاه است. با این حال پایه این نوع مانع از بین نمی‌رود و یک سطح پایدار از ماسه بین دو مانع به‌زودی شکل خواهد گرفت. این پدیده می‌تواند از نهال گیاهان کاشته شده در تپه‌های ماسه‌ای که مانع در آن قرار دارد محافظت کند (Heshmati & Squires, 2013).



شکل ۳۸-۱- تأثیر تراکم موانع فیزیکی (بادشکن) بر حرکت جریان باد و رسوب ماسه و خاک

(علامت پیکان محل و جهت رسوب‌گذاری را نشان می‌دهد)

۱-۱۳-۱ اجرای موانع فیزیکی ایستاده

– الگوهای موانع

الگوهای بادشکن به‌طور عمده شامل، شکل خطی، خطوط موازی، اسکلت ماهی و شطرنجی است. در مناطقی که جهت باد، منفرد است معمولاً از موانع خطی شکل یا موازی شکل (شکل ۱-۳۹) و در مناطقی که بادهای جانبی قوی است اغلب از موانع شبکه‌ای یا شطرنجی استفاده می‌شود. به‌منظور ایجاد موانع به شکل شطرنجی از مواد گوناگونی استفاده می‌شود که در بخش‌های قبل، روند پیشرفت در طراحی و اسخت آنها در قالب چهار نسل آن بیان شد. تمام الگوهای موانع فیزیکی ذکر شده فقط برای مناطقی مناسب است که زمین ماسه‌ای ملایم و شکل زمین ساده است و برای مناطقی

که شکل زمین متنوع است، باید با توجه به نوع تپه، شیب تپه‌های ماسه‌ای و نحوه اجرا از الگوهای دیگر موانع فیزیکی استفاده گردد.



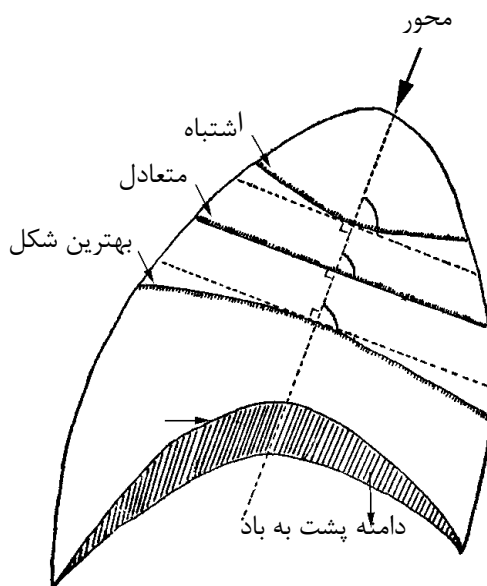
شکل ۱-۳۹- نمونه‌ای از بادشکن خطی اطراف خطوط مواصلاتی

اجرا و همچنین الگوهای بادشکن ایستاده باید با توجه به جهت باد غالب، الگوهای تپه‌های ماسه‌ای و هدف از ایجاد موانع مشخص شود. اجرای یک مانع باید عمود بر جهت باد غالب باشد؛ بنابراین ابتدا باید جهت وزش باد غالب در منطقه‌ای که قرار است از آن محافظت شود مشخص گردد (Heshmati & Squires, 2013).

جهت باد غالب را می‌توان با تجزیه و تحلیل بادهای منطقه و با ترسیم گل‌باد، گل‌طوفان و گل‌ماسه تشخیص داد. همچنین با توجه به تجربه عملی، سه شاخص برای تشخیص جهت باد غالب و اجرای موانع ایستاده وجود دارد: (۱) طول شیب رو به باد و شیب پشت به باد تپه‌های ماسه‌ای موجود (۲) الگوهای ریپل مارک‌های ماسه (۳) امتداد موج‌های ماسه. شیب رو به باد تپه‌های ماسه‌ای طولانی‌تر و ملایم‌تر است و شیب پشت به باد کوتاه‌تر و تندتر است، از این پدیده می‌توان جهت باد غالب را به راحتی مشاهده نمود. با این حال، برای مناظر کوچک، جهت‌های باد متفاوت است و در این حالت باید از الگوهای ریپل مارک‌های ماسه‌ای کمک گرفت. امتداد ریپل مارک‌های ایجاد شده توسط ماسه‌های درشت بر روی سطح تپه‌های ماسه‌ای عمود بر جهت وزش باد غالب است و این موج‌ها می‌توانند جهت وزش باد غالب را به وضوح نشان دهند؛ بنابراین می‌توان موانع را در طول امتداد ریپل مارک‌های درشت برپا کرد. موج‌های ماسه ریز که بین موج‌های

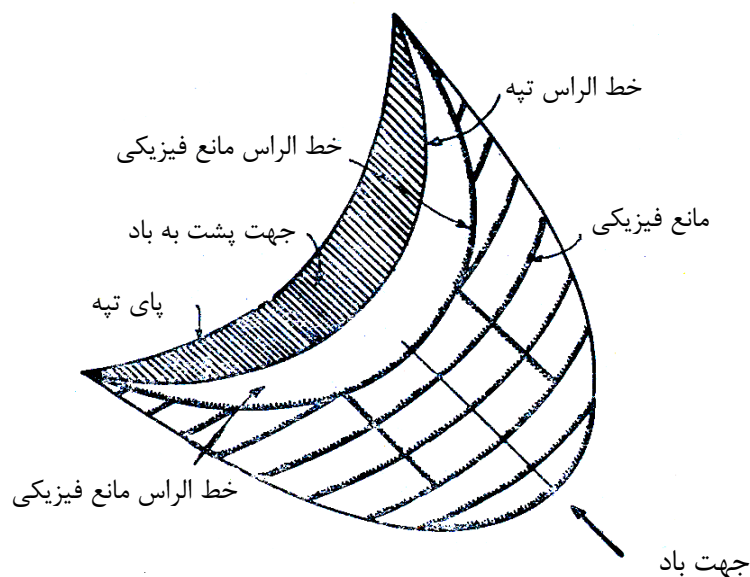
ماسه‌های درشت ایجاد شده‌اند ناشی از تغییرات جزئی جهت باد غالب است که نباید به‌عنوان شاخص جهت باد غالب در نظر گرفته شوند. به‌طور کلی شاخص سوم، یعنی امتداد موج‌های ماسه از دو مورد قبل قابل اطمینان‌تر است و از آنجایی که جهت گسترش موج ماسه‌ای با جهت باد غالب یکسان است، این جهت را می‌توان از طریق مشاهده امتداد موج‌های ماسه‌ای تشخیص داد (Heshmati & Squires, 2013).

هنگام طراحی یک بادشکن برای شیب روبه باد تپه‌های ماسه‌ای در ابتدا باید خطی مطابق با باد غالب که در امتداد محور تپه‌های ماسه‌ای حرکت می‌کند ترسیم شود و برای اهداف عملی، زاویه بین گردش مانع فیزیکی (بادشکن) و این خط به دلیل الگوهای توزیع باد در تپه ماسه‌ای باید بیش از ۹۰ درجه باشد زیرا باد در وسط از دو طرف قوی‌تر است و اگر زاویه بین اجرای بادشکن و جهت باد غالب حاده باشد باد در قسمت میانی تپه متمرکز خواهد شد، بنابراین بادشکن در این منطقه از بین می‌رود ولی اگر زاویه بین ۹۰ تا ۱۰۰ درجه باشد باد در دو طرف مانع پیش خواهد رفت و کنترل ماسه در این نوع بادشکن‌ها بهتر است (شکل ۱-۴۰) (Heshmati & Squires, 2013).



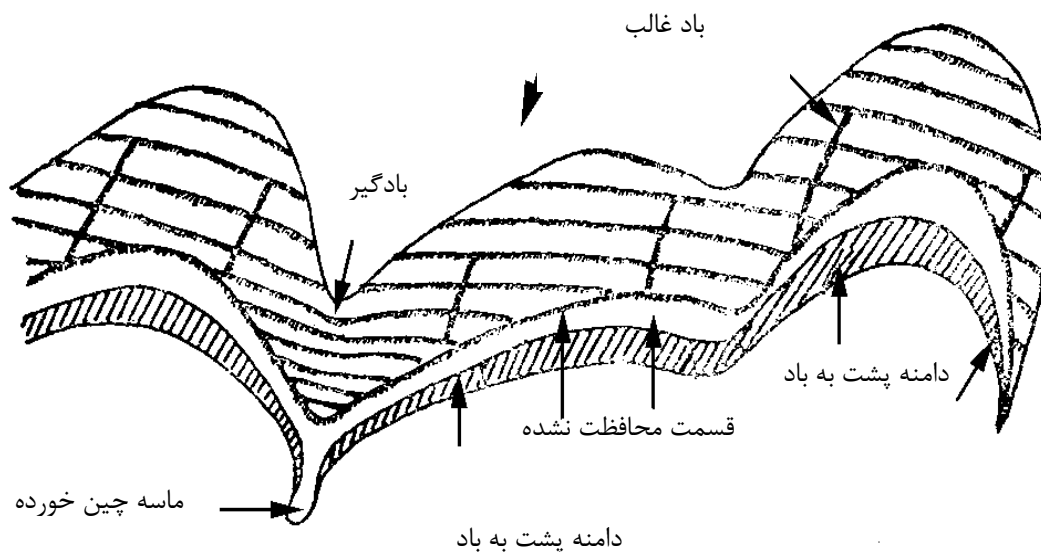
شکل ۱-۴۰- اجرای بادشکن بر روی شیب رو به باد تپه‌ها

هنگام نصب موانع فیزیکی بر روی بارخان‌ها یا تپه‌های هلالی شکل باید قسمت بالای شیب روبه باد تپه باز باشد تا قسمتی که به‌وسیله بادشکن محافظت نمی‌شود، توسط باد منتقل شود و در سمت پشت به باد تپه فرود آید (شکل ۱-۴۱).



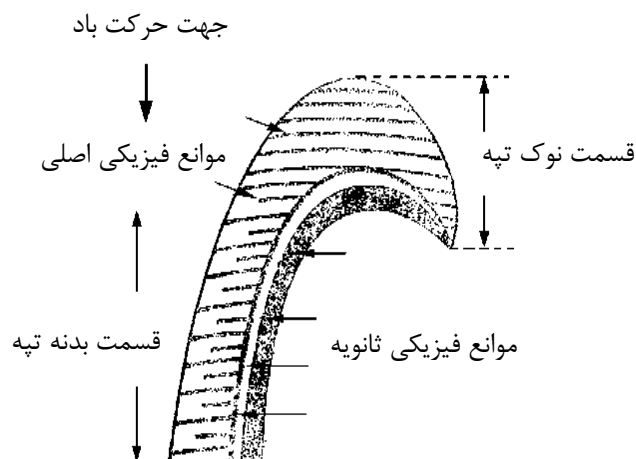
شکل ۱-۴۱- الگوهای دفع ماسه در شیب‌های روبه باد تپه‌های هلالی

الگوهای بادشکن به همان شکلی که بر روی تپه‌های هلالی منفرد قرار دارند، بر روی تپه‌های سیلک نیز تنظیم می‌گردد، اما در جایی که دو تپه به هم وصل می‌شوند، موانع فیزیکی باید به شکل خطوط موازی باشند، زیرا در این منطقه باد متمرکز شده، جهت باد نیز پایدار و نیروی باد حاوی ذرات ماسه، قوی است و اگر ماده مورد استفاده در ایجاد موانع و بادشکن، رس باشد باید فاصله بین دو خط مانع کم باشد. ریپل‌مارک‌های موجود در تپه‌های هلالی نشان دهنده وزش باد متفاوت و ناپایدار است که در چنین شرایطی باید از موانع به شکل شبکه‌ای استفاده شود (شکل ۱-۴۲).



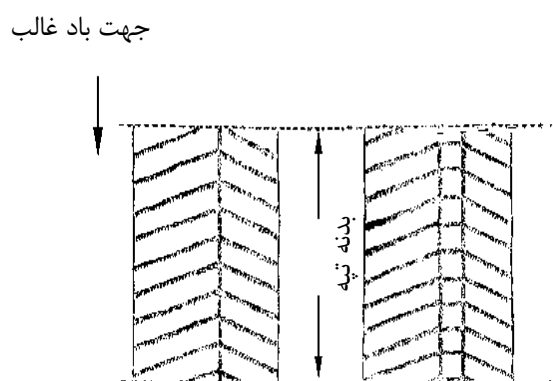
شکل ۱-۴۲- الگوهای دفع موانع فیزیکی بر روی تپه‌های سیلک

الگوهای بادشکن در رأس تپه‌های طولی همانند الگوهای موجود در شیب رو به باد تپه‌های هلالی است، اما الگوهای موجود در بدنه تپه‌های طولی پیچیده است، بدنه یک تپه طولی را می‌توان به یک شیب رو به باد و یک شیب پشت به باد تقسیم کرد که الگوهای موجود در شیب رو به باد تپه‌های طولی شبیه به تپه‌های هلالی است. در ابتدا باید یک مانع فیزیکی اصلی بر روی خط‌الرأس تپه طولی در امتداد مسیر تپه ایجاد گردد و سپس موانع ثانویه که عمود بر مانع فیزیکی اصلی می‌باشند، تنظیم شوند که برای از بین بردن جریان گردباد، اجرای موانع ثانویه باید در جهت وزش باد غالب باشد (شکل ۱-۴۳).

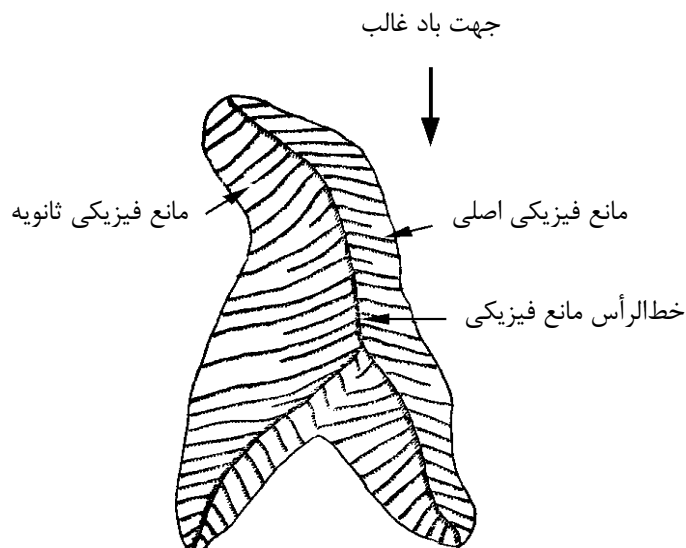


شکل ۱-۴۳- الگوهای دفع ماسه در تپه‌های طولی

برای تپه‌های طولی که سطح آن‌ها ملایم و صاف است، موانع فیزیکی معمولاً به شکل ماهی یا اسکلت ماهی به کار می‌رود (شکل ۱-۴۴). موانع فیزیکی اسکلت ماهی شکل، معمولاً به وسیله ساکنان محلی منطقه ماسه‌ای برای تپه‌های ماسه‌ای نامنظم پیچیده استفاده می‌گردد (شکل ۱-۴۵).



شکل ۱-۴۴- الگوهای مانع فیزیکی دفع ماسه در تپه‌های طولی به شکل اسکلت ماهی



شکل ۱-۴۵- الگوهای مانع فیزیکی دفع ماسه در تپه‌های نامنظم پیچیده

موانع اسکلت ماهی شکل از یک مانع اصلی و تعداد بسیاری موانع ثانویه تشکیل شده است که مورد دوم از دو نوع مانع تشکیل شده است: یک مانع طولانی تر است که از خط الرأس تپه‌های ماسه‌ای تا پای تپه‌ها است و دیگری یک مانع کوتاه‌تر در بین آن‌ها است که برای تنظیم الگو مورد نیاز است.

روش کار استقرار بادشکن غیرزنده با استفاده از بقایا گیاهی:

بهترین فصل برای استقرار این نوع بادشکن پایان فصل پاییز و اوایل زمستان است، زیرا ماسه در این دوره مرطوب است و بسیاری از کارها را می‌توان با سرعت انجام داد و پایه مانع را در داخل خاک مستحکم نمود. اگر بادشکن در فصل تابستان یا بهار مستقر شوند، پایه بادشکن به راحتی توسط باد از بین می‌رود، زیرا ماسه در این فصول خشک است و استقرار بادشکن در زمین‌ها و تپه‌های ماسه‌ای خشک دشوار است.

همان‌گونه که بیان شد این موانع به دو دسته موانع ایستاده بلند و موانع ایستاده کوتاه تقسیم می‌شوند.

موانع ایستاده بلند

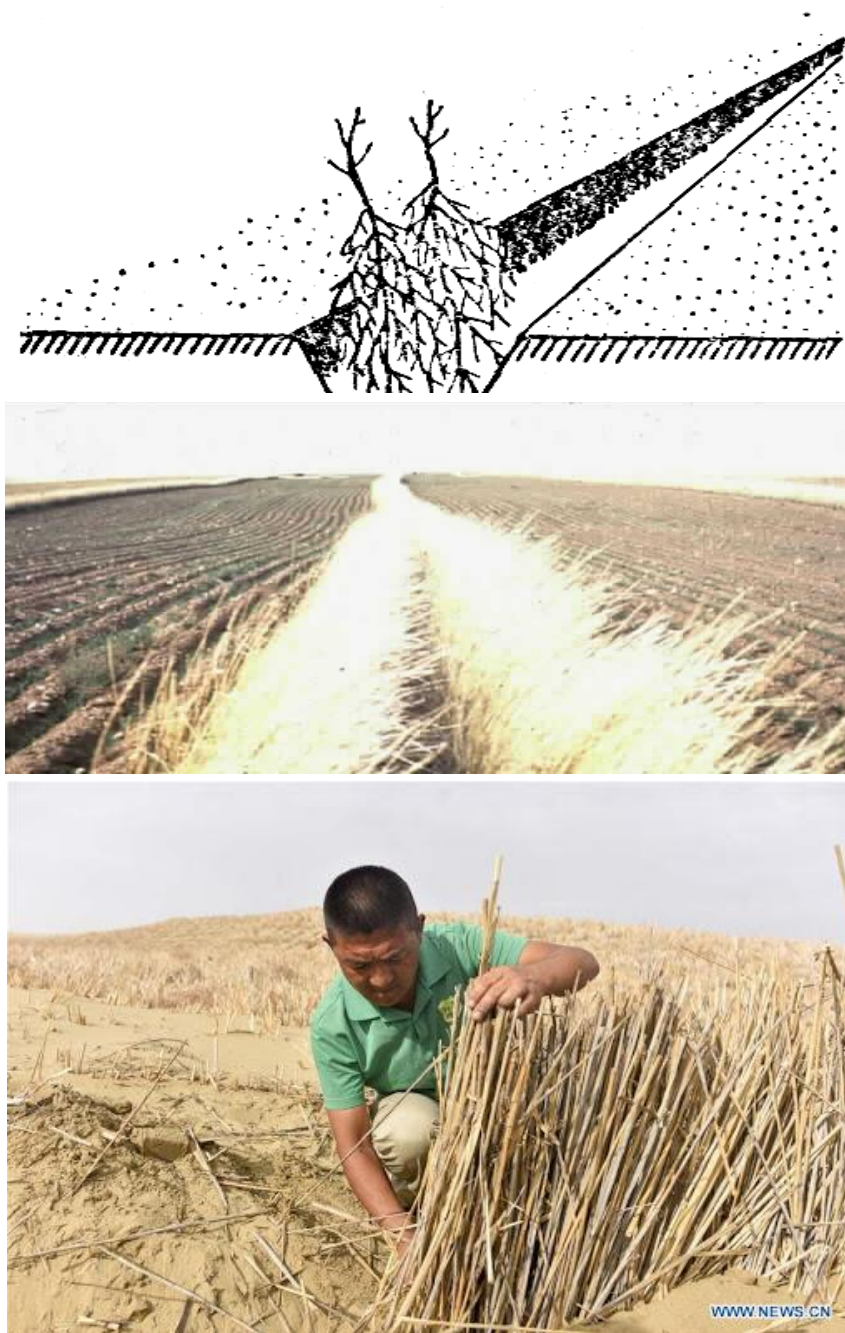
تکنیک‌های نصب موانع بلند ایستاده به شرح زیر است: ۱- ابتدا یک شیار در راستای محدوده‌ای که کار انجام می‌شود ایجاد خواهد شد (به عرض تقریباً ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر). ۲- مواد تهیه شده یا ساقه‌ها و سرشاخه‌ها و... کنار یکدیگر قرار گرفته و به هم متصل شوند (با استفاده از میخ، نوار فولادی یا نخ). ۳- سپس باید به نحوی درون این شیارها قرار گیرد که نوک ساقه‌ها در بالا و قسمت طوقه و ضخیم‌تر ساقه‌ها داخل شیار قرار بگیرد. مواد در داخل شیار باید متراکم‌تر از خارج شیار باشند. مانع می‌بایست بسیار متراکم و بدون فضای خالی باشد، در غیر این صورت خیلی زود توسط باد تخریب می‌شود. ۴- جهت استحکام بادشکن در مقابل باد به فواصل هر ۱۰ متر یک پایه حائل قرار داده شود تا باد قادر به تخریب و انداختن بادشکن‌ها نباشد. ۴- جهت پر کردن شیارها ابتدا ساقه‌ها در داخل شیار قرار می‌گیرد سپس دو طرف شیار با ماسه پر می‌شود. به‌منظور ایجاد مانع بسیار محکم، ماسه پر شده در دو طرف مانع باید ارتفاعی بیش از ۱۰ سانتی‌متر از سطح زمین داشته باشد (شکل ۱-۴۶).



شکل ۱-۴۶- روش نصب موانع ایستاده بلند

موانع ایستاده کوچک

با توجه به مواد مختلف مورد استفاده می‌توان تکنیک‌های نصب این موانع را به دو نوع تقسیم کرد: (۱) نصب در شیار: مواد مورد استفاده در این روش از مواد سخت مانند شاخه‌های *Alhagi* و *Nitraria tangutorum*, *Artemisia ordosica* و *sparsifolia* می‌باشند که در ابتدا باید یک شیار به عرض ۱۵ سانتی‌متر و عمق ۲۰ سانتی‌متر حفر گردد، در مرحله دوم مواد در شیار به صورتی قرار می‌گیرند که نوک آن‌ها به سمت بالا و ریشه‌ها در پایین قرار گیرند و دسته‌های گندم یا شاخه‌ها با هم پوشانده می‌شوند. سرانجام شیار با ماسه پر و سپس محکم می‌شود (شکل ۱-۴۷). گاهی اوقات برای جلوگیری از تخریب قسمت پایینی موانع در اثر باد ابتدا برخی از بقایای گیاهی در شیار در قسمت روبه باد قرار می‌گیرد سپس شیار با ماسه پر می‌گردد.

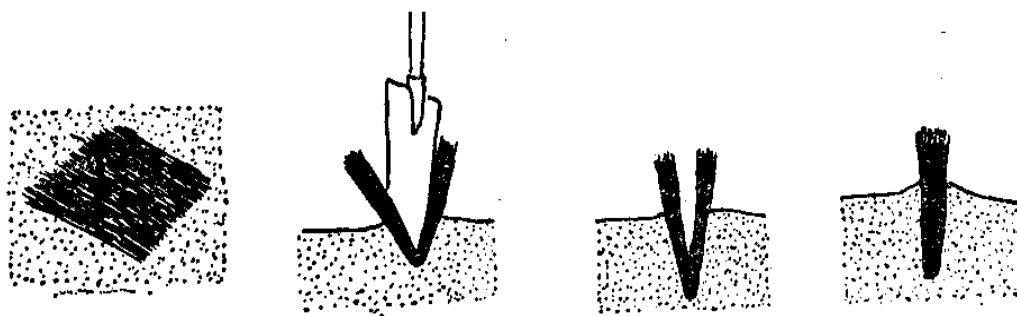


شکل ۱-۴۷- روش نصب و استقرار مانع کوچک ایستاده به شیوه نصب در شیار

(۲) استقرار به وسیله فشار دادن پوشال‌های گیاهی: از این تکنیک برای مواد نرم مانند پوشال گندم استفاده می‌شود. در این روش هنگام نصب موانع نیازی به حفر شیار نیست و مراحل کار به شرح زیر است: (۱) قرار دادن پوشال‌ها در امتداد

خطوط تعیین شده به‌طور مساوی و نصب پوشال‌های به‌صورت عمودی بر روی خطوط (۲) فشار دادن وسط پوشال‌های در ماسه تا عمق حدود ۱۵-۱۰ سانتی‌متر با یک بیل (۳) در این حالت دو طرف ساقه‌ها بالا آمده، سپس با پا کناره‌ها را فشار داده تا لبه ساقه‌ها به هم نزدیک شده و کف نیز محکم شود (شکل ۱-۴۸). اخیراً در کشور چین بدین منظور دستگاهی طراحی و ساخته شده است (شکل ۱-۴۹) که قادر است با سرعت بالا بادشکن پوسال گیاهی را ایجاد نماید.

ارتفاع موانع ایستاده کوچک معمولاً حدود ۲۰ سانتی‌متر است و بهتر است درجه تراکم موانع ماسه ۸۰-۷۰ درصد نگه داشته شود.



شکل ۱-۴۸- روش نصب موانع کوتاه



شکل ۱-۴۹- نمایش از دستگاه استقرار بادشکن مکانیکی (پوشال گیاهی)

۱-۱۳-۱-۲ فاصله ردیف و ابعاد استاندارد موانع فیزیکی ایستاده

فاصله ردیف موانع ایستاده بلند باید مناسب با شرایط باشد، اگر بسیار زیاد باشد، در فاصله بین دو بادشکن سرعت باد به سرعت بیش از سرعت آستانه فرسایش رسیده و برداشت خاک رخ خواهد داد و بالعکس اگر فاصله ردیف خیلی نزدیک باشد، وقت انسان و مواد هدر می‌رود. با توجه به تجربیات مردم محلی در بالای تپه‌ها و مناطقی که باد قوی است فاصله ردیف موانع باید کمتر باشد و در مناطق دیگر می‌توان فاصله را افزایش داد. به‌طور کلی فاصله ردیف موانع بر اساس فاکتورهای زیر قابل تعیین است:

(۱) ارتفاع بادشکن: هرچه بادشکن بلندتر باشد، فاصله ردیف‌ها بیشتر است.

(۲) شیب سطح ماسه: هرچه شیب تندتر باشد، فاصله ردیف کمتر است (شکل ۱-۵۰)

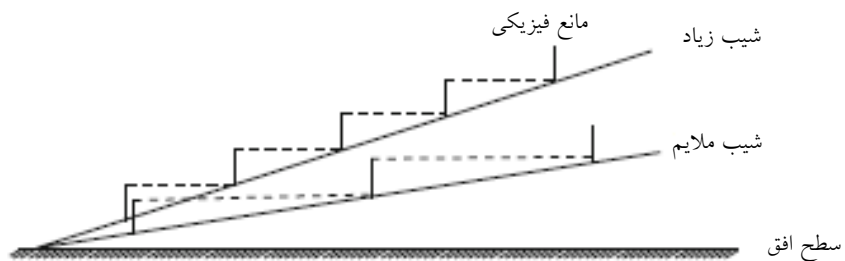
(۳) نیروی باد: هرچه نیروی باد قوی‌تر باشد، فاصله ردیف کمتر است.

(۴) بخش‌های تپه‌های ماسه‌ای: فاصله ردیف در بالای تپه‌های ماسه‌ای کمتر از پایین تپه‌های ماسه‌ای است.

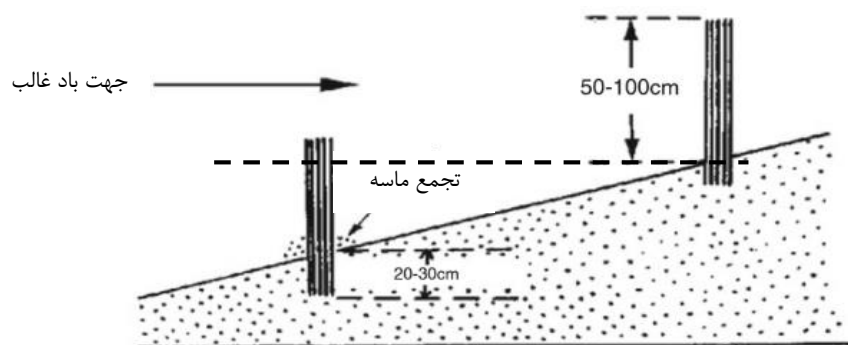
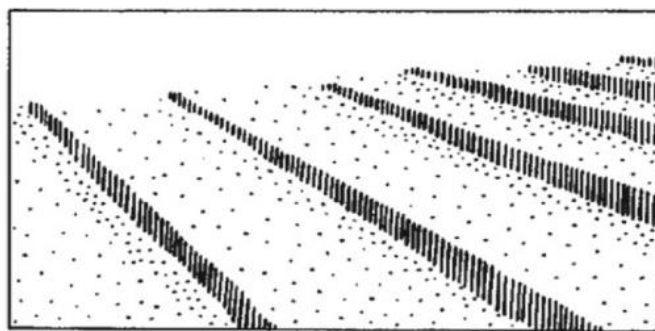
(۵) ساختار بادشکن: در ساختار بادشکن متراکم‌تر فاصله ردیف کمتر است.

در شرایط عادی در یک شیب ملایم که کمتر از ۴ درجه باشد، فاصله ردیف بادشکن باید ۱۰-۱۵ برابر ارتفاع مانع فیزیکی باشد البته نیروی باد در این حالت باید در نظر گرفته شود. هنگامی که بادشکن در شیب رو به باد تنظیم می‌شوند، پایه

مانعی که در قسمت فوقانی تپه‌ها قرار دارد، باید پایین‌تر از نوک مانع بعدی که در قسمت پایین‌تر تپه‌های ماسه‌ای قرار دارد باشد (شکل ۵۰-۱ و ۵۱-۱).



شکل ۵۰-۱- رابطه بین شیب و فاصله ردیف‌های بادشکن



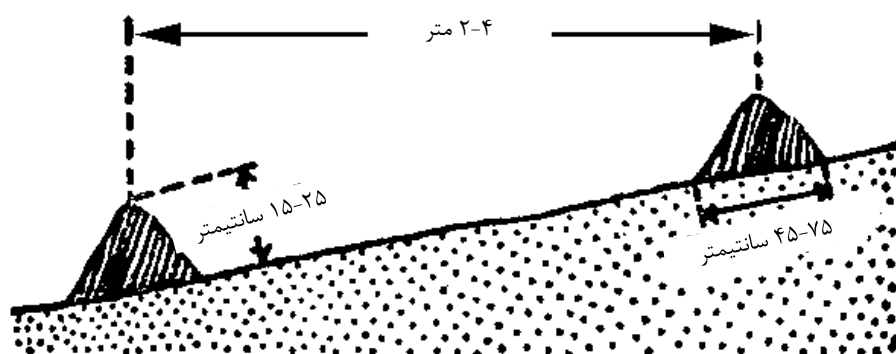
شکل ۵۱-۱- فاصله بین دو بادشکن مکانیکی در تپه‌های ماسه‌ای شیب‌دار

موانع فیزیکی رسی

موانع یا پشته‌های رسی جزو موانع ایستاده کوتاه به حساب می‌آیند که در مقابل باد متراکم هستند. در بسیاری از مناطق ماسه‌ای قبل از کاشت گیاهان ماسه دوست مثل زردتاغ، مانع رسی ایجاد می‌شود. موانع فیزیکی رسی از نقطه نظر کنترل ماسه پیشنهاد می‌شود که فاصله بین ردیف‌های پشته‌های رسی زیاد نباشد. اگر فاصله ردیف میان موانع فیزیکی خیلی زیاد باشد، ماسه به راحتی توسط باد منتقل می‌شود و یک فرورفتگی عمیق میان موانع ایجاد می‌شود (شکل ۱-۵۲). با توجه به تجربه عملی عمق فرورفتگی نباید بیش از ۴۰ سانتی‌متر باشد و فاصله ردیف موانع فیزیکی باید کمتر از ۴ متر نگه داشته شود. چنین موانعی می‌توانند ماسه را به‌طور پیوسته و مؤثر کنترل کنند. فقط در مناطقی که جهت باد ثابت و سطح ماسه ملایم باشد می‌توان از فاصله ردیف ۵-۶ متر یا بیشتر استفاده کرد؛ اما به‌طور کلی فاصله ردیف باید ۲-۴ متر اتخاذ شود. اندازه مناسب موانع فیزیکی رسی باریک برای نهالکاری روی تپه‌های ماسه‌ای بسیار مهم است (شکل ۱-۵۲)، زیرا نه تنها می‌تواند مانع از حمل ماسه‌های محافظت شده، توسط باد شود، بلکه از جمع شدن ماسه حمل شده توسط باد در منطقه حفاظت شده نیز جلوگیری می‌کند. برای اطمینان از زنده ماندن و رشد نهال‌های کاشته شده در شبکه‌های بادشکن‌ها باید عمق حفره ایجاد شده حداقل ۵ سانتی‌متر باشد و بزرگ‌ترین عمق آن نباید از ۱۵ سانتی‌متر تجاوز کند، زیرا عمق لایه ماسه خشک روی تپه‌های ماسه‌ای معمولاً ۱۵-۵ سانتی‌متر است. با کمتر شدن فاصله ردیف‌های بین موانع، ارتفاع موانع رسی نیز باید کاهش یابد. با این حال اگر ارتفاع مانع رسی خیلی کوتاه شود احتمال دارد که مانع در اثر باد، دام یا انسان تخریب گردد. در شرایط عادی فاصله ردیف و ارتفاع مانع رسی به ترتیب ۲-۴ متر و ۱۵-۲۵ سانتی‌متر است (شکل ۱-۵۳).



شکل ۱-۵۲- کشت نهال در فواصل بین پشته‌های رسی



شکل ۱-۵۳- ابعاد موانع رسی

پشته‌های رسی را می‌توان با استفاده از نیروی کارگری و ادوات ساده و یا با استفاده از ماشین‌آلات (شکل ۱-۵۴) و به شکل‌های مختلف احداث نمود (شکل ۱-۵۵).



شکل ۱-۵۴- استفاده از ادوات مختلف جهت احداث پشته‌های رسی (الف) ماشین‌آلات و (ب) نیروی کارگری



شکل ۱-۵۵- حالت‌های مختلف احداث پشته‌های رسی (الف) نواری و (ب) شطرنجی

موانع پنهان

مواد ایجاد موانع پنهان معمولاً پو شال گندم، نی‌ها یا علف‌های دیگر است و روش نصب آن به شرح زیر است: (۱) برش دادن نی‌ها یا علف‌ها به طول ۲۵-۲۰ سانتی‌متر و سپس بسته‌بندی کردن نی‌ها یا علف‌های بریده شده به قطر ۵ سانتی‌متر، (۲) حفر شیارهایی روی زمین ماسه‌ای به عمق برابر با طول بسته، (۳) قرار دادن بسته‌ها درون شیارها، سپس پر کردن شیار با ماسه و راه رفتن بر روی آن جهت محکم کردن آن‌ها. الگوهای این نوع موانع معمولاً به صورت خطوط موازی با فاصله ردیف حدود ۲ متر یا به شکل شطرنجی به ابعاد ۳×۲ متر است. برای این نوع موانع روش نصب دیگری نیز وجود دارد که بدین صورت است که یک شیار به عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر حفر می‌گردد و نی یا علف درون آن قرار می‌گیرد، سپس با ماسه پر می‌گردد (شکل ۱-۵۶).

چنین موانعی نمی‌توانند باد محرک ماسه بر روی زمین را از بین ببرند اما آن‌ها می‌توانند حرکت موج‌های ماسه را بر روی سطح تپه‌های ماسه‌ای کنترل کنند. هنگامی که موانع پنهان تنظیم شده است، اگرچه ماسه هنوز در حال حرکت است، می‌توان شکل‌های موجود در زمین را حفظ کرد. این پدیده برای جنگلداری روی تپه‌های متحرک سودمند است. این روش می‌تواند ساعت‌ها انسان را نجات دهد اما اثر آن در کنترل ماسه چندان رضایت‌بخش نیست. این روش معمولاً زمانی اتخاذ می‌شود که نی‌ها یا علف‌ها شکسته شوند.



شکل ۱-۵۶- نمایشی از موانع پنهان

۲-۱۳-۱ موانع فیزیکی سطحی

مواد مورد استفاده در موانع سطحی شامل نی و ساقه برخی محصولات زراعی، شاخه‌های درختان، سنگریزه، رس، خاک، آسفالت امولسیون، کمربند آسفالت و انواع بسیاری از پلیمرها است؛ که در ادامه به شرح و نحوه نصب آن‌ها پرداخته می‌شود.

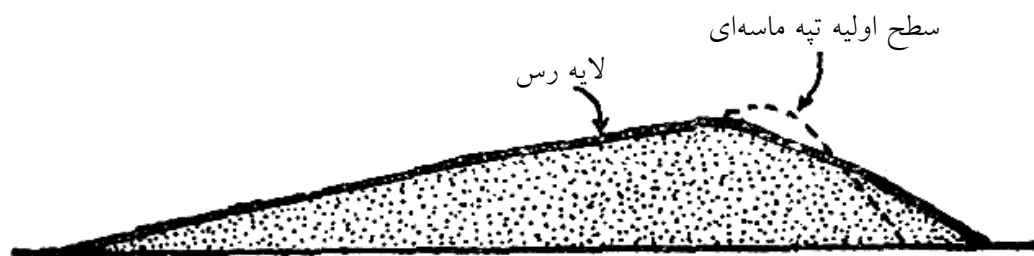
حرکت تپه‌ها نیاز به منبع انرژی (باد) و منبع ماده (ماسه) دارد. هنگامی که باد (با سرعت بیش از ۴/۵ متر بر ثانیه) در بالای سطح سست زمین ماسه‌ای یا تپه‌های ماسه‌ای می‌وزد به یک باد محرک ماسه تبدیل می‌شود، زیرا مقداری ماسه توسط این باد حمل می‌شود. این باد محرک ماسه مضر است زیرا باعث دفن یا آسیب دیدن محصولات یا اشیاء دیگر می‌شود. روش جلوگیری از چنین صدماتی می‌تواند با پوشاندن سطح تپه‌های ماسه‌ای (قرار دادن موانع بر روی تپه‌های ماسه‌ای) انجام شود. اصل مانع سطح از بین بردن یکی از دو پیش شرط فوق، یعنی ماده (ماسه)، است. عملکرد موانع سطحی به این صورت است که ماسه را در جای خود شان تثبیت می‌کنند زیرا وقتی باد به ماسه تثبیت شده برخورد می‌کند، جدا شده و عبور می‌کند. در بسیاری از مناطق ماسه‌ای چین‌خه‌هایی از تپه‌های ماسه‌ای و واحه‌ها در یک الگوی شطرنجی، کاه و کلش توزیع شده است. این تپه‌های ماسه‌ای پراکنده، زمین‌های زراعی واحه‌ها را به‌طور جدی تهدید می‌کنند. در این شرایط معمولاً موانع فیزیکی که از مواد محلی، نی‌ها، ساقه‌ها، خاک، رس، سنگریزه و... ساخته می‌شوند، استفاده می‌شود. هزینه اجرای چنین موانعی کم است و مواد آن فراوان است، زیرا تمام مواد استفاده شده در این موانع در محل یافت می‌شوند. این به این معنا است که موانع فیزیکی سطحی در چنین مناطقی به راحتی می‌توانند استفاده شوند.

۱-۲-۱۳ پوشاندن تپه‌های ماسه‌ای با خاک یا گل

الف) پوشش تپه‌های ماسه‌ای با خاک:

روش پوشش تپه‌های ماسه‌ای با خاک به شرح زیر است: (۱) فشار دادن ماسه از بالا به پایین در شیب پشت به باد تپه و ساخت تپه ماسه‌ای ملایم، تا خاک بتواند روی تپه‌های ماسه‌ای باقی بماند. (۲) پوشاندن سطح تپه‌های ماسه‌ای با رس یا نخاله از بالا تا پای تپه‌های ماسه‌ای. عمق رس یا خاک مرطوب در تپه‌های ماسه‌ای حدود ۱۵-۶ سانتی‌متر است. در شرایط عادی در شیب روبه باد و قسمت فوقانی تپه‌های ماسه‌ای این عمیق‌تر است. تپه‌های ماسه‌ای باید کاملاً پوشیده شود و رس یا خاک مرطوب سست بماند. برخی از گیاهان ماسه دوست مانند *Artemisia arenaria* و *Agriophyllum spuarrosum* را می‌توان پس از پوشاندن تپه‌های ماسه‌ای کاشت و در عین حال باید چندین خط از درختان یا بوته‌ها در

امتداد پای تپه‌های ماسه‌ای کاشته شود تا ثبات ماسه‌ها برای همیشه ایجاد شود (شکل ۵۷-۱) (Heshmati & Squires, ۲۰۱۳).



شکل ۵۷-۱- بخشی از تپه پوشیده شده با گل

مردم محلی که در مناطق ماسه‌ای زندگی می‌کنند اغلب از خاک یا گل برای پوشش تپه‌های ماسه‌ای استفاده می‌کنند. کارکرد اصلی این موانع محافظت از تولید محصولات کشاورزی با تثبیت یک تپه ماسه‌ای منفرد است که به‌طور جدی زمین‌های کشاورزی مجاور را تهدید می‌کند. پوشاندن تپه‌های ماسه‌ای با گل اغلب در مناطقی پذیرفته می‌شود که زنده‌مانی گیاه به دلیل کمبود بارش مشکل ساز است. عملکرد گل تقویت سطح ماسه و محافظت از تپه‌های ماسه‌ای در برابر فرسایش است.

ب) پوشش تپه‌های ماسه‌ای با گل:

روش پوشش تپه‌های ماسه‌ای با گل در واقع همان روش پوشش تپه‌های ماسه‌ای با خاک رس است. مراحل اجرایی این مانع به شرح زیر است:

۱) پوشش تپه‌های ماسه‌ای با خاک یا خاک مرطوب

۲) پوشش زمین یا خاک مرطوب با گل به‌تنهایی یا مخلوط گل با کاه و کلش خرد شده (Heshmati & Squires, 2013).

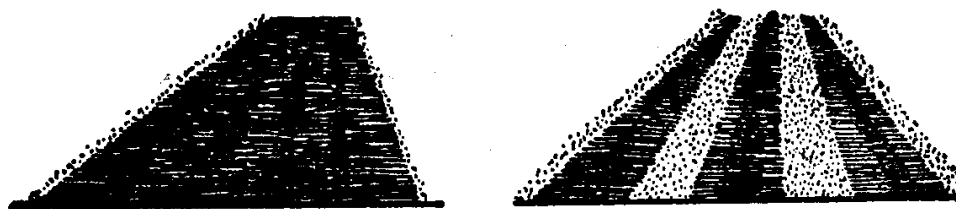
پ) پلاستر کردن:

کشیدن گچ روی تپه‌های ماسه‌ای از بالا تا پایین (Heshmati & Squires, 2013). اگرچه این روش می‌تواند وقت زیادی از انسان را صرف کند، اما می‌تواند بسیاری از مواد مفید را ذخیره کند و تپه‌های متحرک را فوراً کنترل کند. استفاده از

گنج جهت اصلاح خاک‌های سدیمی نیز توصیه شده است، زیرا حاوی کلسیم بوده که در افزایش قوام و دوام خاک و ساختمان‌سازی خاک نقش مثبتی دارد.

۲-۲-۱۳ پوشاندن تپه‌های ماسه‌ای با کاه و کلش یا شاخه‌ها

این روش شامل پوشاندن تپه‌های ماسه‌ای به صورت متراکم با کاه و کلش یا شاخه‌ها است. برای این روش دو نوع پوشش کامل و پوشش کمربندی وجود دارد. در پوشش کامل تپه‌های ماسه‌ای با نی‌ها یا شاخه‌ها کاملاً پوشیده شده و سپس ماسه روی نی‌ها و شاخه‌ها قرار می‌گیرد یا چند شاخه بزرگ روی نی‌ها و شاخه‌ها قرار می‌گیرد و باعث نگهداری سایر شاخه‌ها می‌شوند؛ و در پوشش کمربندی، تپه‌های ماسه‌ای با ردیف‌ها یا نوارهایی از نی یا مواد گیاهی دیگر پوشانده می‌شود (شکل ۱-۵۸) (Heshmati & Squires, 2013).



شکل ۱-۵۸- پوشش کمربندی و کامل تپه‌های ماسه‌ای با کاه و کلش یا شاخه‌ها

این روش معمولاً در مناطقی که کاه و کلش یا شاخه‌ها به وفور وجود دارند استفاده می‌شود. مزیت چنین مانعی این است که می‌تواند تپه‌های ماسه‌ای را به طور کامل تثبیت کند. کاستی‌های آن این است که مواد زیادی مصرف می‌کند (تقریباً ۳۷۵۰ کیلوگرم کاه در هکتار) و برای رشد گیاهان ماسه دو ست مناسب نیست چون شرایط رطوبتی تپه‌های حفاظت شده به وسیله این نوع مانع مطلوب نیست.

در این روش عرض نوارها متنوع است و به طور کلی عرض نوار همان طول نی‌ها یا شاخه‌های مورد استفاده در موانع است که حدود ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متر است و فاصله ردیف‌ها در حدود ۳ متر است. نوارها باید به صورت عمود بر جهت باد غالب احداث شوند و به منظور جلوگیری از تخریب مانع کمربندی توسط باد، مانع باید در امتداد خط مرکزی کمربند با ماسه پوشانده شود.

۳-۲-۱۳ پوشش اراضی با مواد دیگر

در مناطقی که رس کم است اما قلوه سنگ، خاک (clay pan or plano soil) baijiang و گچ به اندازه کافی در دسترس است اغلب از این نوع موانع استفاده می‌شود. اصل روش‌های پوشش عرصه با سنگفرش یا سنگریزه (شکل ۱-۵۹) همانند پوشش عرصه با خاک و لای است، اما عمق پوشش با استفاده از این مواد در حدود ۳ سانتی‌متر است نه ۱۵-۶ سانتی‌متر. پوشاندن تپه‌های ماسه‌ای با گچ نیز معمولاً در مناطقی که گچ فراوان است استفاده می‌شود. روش ایجاد آن بدین شرح است: (۱) ساخت گچ از سنگ گچ (۲) خرد کردن گچ به پودر (۳) مخلوط کردن گچ و ماسه (نسبت گچ به ماسه ۳:۷ است) (۴) پخش یکنواخت مخلوط روی سطح تپه‌های ماسه‌ای (۵) پاشیدن آب بر روی مخلوط (Heshmati & Squires, 2013). نمونه‌ای از ایجاد پوشش اراضی با سنگریزه در منطقه گرمسار استان سمنان در شکل (۱-۶۰) نشان داده شده است.



شکل ۱-۵۹- پوشش تپه‌های ماسه‌ای با سنگفرش یا سنگریزه



شکل ۶۰-۱- نمونه‌ای از ایجاد پوشش اراضی با سنگریزه در منطقه گرمسار استان سمنان (زارع، ۱۳۹۹)

از میان سه نوع مانع ذکر شده، سنگفرش یا سطح سنگریزه‌ای مقاومت بیشتری در برابر فرسایش داشته و طول عمر آن نیز طولانی‌تر است. دو نوع دیگر موانع فیزیکی احتمالاً توسط مردم، دام یا آب باران از بین می‌روند.

پوشش سنگریزه سطح خاک، علاوه بر افزایش زبری سطح و ممانعت از انتقال ذرات و کاهش میزان هدررفت خاک، باعث کاهش اثر فرساینده‌ی باران و فرسایش خاک نیز می‌شود. سنگریزه‌های لایه خاک سطحی باعث افزایش ضریب زبری و ممانعت از انتقال ذرات ریز خاک می‌شود.

زارع و همکاران (۱۳۹۹) معتقدند خاک‌پوش سنگریزه‌ای برای اجرا نیاز به شرایط مکانی خاصی دارد و برای همه نقاط کشور مناسب و اقتصادی نمی‌باشد. در ذیل به اختصار به شرایط لازم و مناطق مستعد استفاده این روش جهت تثبیت خاک اشاره می‌شود:

- اراضی رسی-دقی با مقاومت سطحی بیش از ۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و میزان پف‌کردگی اندک به نحوی که سنگریزه داخل خاک فرو نرفته و امکان حرکت ماشین آلات برای اجرای عملیات مالچ‌پاشی سنگریزه‌ای وجود داشته باشد.
- منابع قرصه سنگریزه در فاصله مناسبی (کمتر از ۵۰ کیلومتر) در دسترس باشد تا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.
- اراضی مورد نظر از نظر درجه شوری و سختی خاک برای اجرای روش‌های بیولوژیکی از جمله نهالکاری و بذرکاری و بذرپاشی مناسب نباشد.

○ اراضی از سطح نسبتاً صاف و هموار با پستی و بلندی اندک برخوردار باشند تا امکان اجرای عملیات توسط ماشین آلات وجود داشته باشد.

مساحت زیادی از کشور ایران به شدت تحت تأثیر مشکلات فرسایش بادی و هجوم ماسه‌های روان است، همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد روش‌های مختلفی جهت کنترل این فرسایش وجود دارد که یکی از بهترین روش‌ها احداث بادشکن است و با توجه به اینکه بالغ بر ۷۰ درصد از کشور ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است و در کشور ما مشکل کم‌آبی و شوری به‌شدت خودنمایی می‌کند، در نتیجه استفاده از روش‌های مکانیکی یا تلفیقی از روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی بهترین انتخاب است. همان‌طور که در بخش قبل نیز شرح داده شد روش‌های مکانیکی مختلفی جهت کنترل فرسایش بادی وجود دارد که هرکدام از این روش‌ها ویژگی‌های مثبت و منفی خود را دارند و در هنگام اجرا باید با توجه به شرایط منطقه و مواد در دسترس که در آن منطقه وجود دارد، بهترین روش از نظر تراکم، به‌صرفه بودن، مواد در دسترس و... انتخاب شود. به‌عنوان مثال هنگامی که درجه تراکم یک مانع در حدود ۲۵٪ باشد، می‌تواند ماسه را در سمت پشت به باد مانع در محدوده ۸-۷ برابر ارتفاع مانع جمع‌آوری کند و هنگامی که درجه تراکم به ۵۰٪ می‌رسد، محدوده ماسه ترسیب یافته در سمت پشت به باد مانع در حدود ۱۳-۱۲ برابر ارتفاع ماسه می‌شود. با افزایش درجه تراکم بادشکن، دامنه ماسه ترسیب یافته، مقدار تپه ماسه‌ای ترسیب یافته و ظرفیت کنترل بادشکن افزایش می‌یابد؛ اما هنگامی که درجه تراکم یک مانع بیش از ۵۰٪ شود ممکن است در سمت رو به باد بادشکن فرسایش بادی رخ دهد و در این شرایط بادشکن از پایه تخریب می‌شود. برای استفاده بهینه از بادشکن باید ارتفاع، فاصله ردیف و میزان تراکم موانع با توجه به شرایط خاصی مشخص شود. میزان تراکم یک بادشکن مناسب برای یک منطقه موردنظر می‌تواند مطابق با نیروی باد و فراوانی ماسه در منطقه مشخص شود. معمولاً در شرایط عادی بادشکن نیمه‌متراکم که درجه تراکم آن‌ها بین ۴۰-۵۰٪ است جهت کنترل فرسایش بادی اتخاذ می‌شوند. در منطقه‌ای که نیروی باد قوی و ماسه فراوان باشد، درجه تراکم بادشکن باید بیشتر از حد معمول باشد، برعکس در منطقه‌ای که نیروی باد ضعیف است و ماسه آن‌چنان فراوان نباشد، درجه تراکم باید کمتر از حد معمول باشد. عملکرد کنترل ماسه توسط موانع فیزیکی ایستاده رضایت‌بخش است زیرا نه‌تنها می‌تواند حمل ماسه توسط باد را متوقف کند، بلکه می‌تواند ماسه‌ای را که در اصل در حوالی موانع واقع شده است تثبیت کند. همچنین کم‌هزینه‌ترین روش که بسیار سریع نیز می‌باشد نصب موانع ایستاده کوچک است، نصب موانع پنهان می‌تواند ساعت‌ها از سان را نجات دهد، اما اثر آن در کنترل ماسه چندان رضایت‌بخش نیست، این روش معمولاً زمانی اتخاذ می‌شود که نی‌ها یا علف‌ها شکسته شوند؛ و یا پلاستر کردن وقت زیادی از انسان را صرف می‌کند، اما می‌تواند بسیاری از مواد مفید را ذخیره کند. اثر مانع رسی برای کنترل ماسه در نزدیکی مزارع، کانال‌های آبیاری نیز بسیار رضایت‌بخش است. موانع رسی به‌طور گسترده‌ای توسط مردم محلی که در مناطق ماسه‌ای ساکن هستند، پذیرفته شده است. برای موانعی که در قسمت بالایی شیب و در شیب‌های تند تپه‌های ماسه‌ای ایجاد شده است باید فاصله ردیف کوتاه

و ارتفاع مانع بلند باشد. برای مناطقی که زمین صاف و تپه‌های ماسه‌ای ثابت است می‌توان از یک مانع با ابعاد کوچک‌تر استفاده کرد. عرض تپه باید به‌طور یکسان محافظت شود در غیر این صورت چون باد از قسمت‌های باریک بین موانع وارد می‌شود لذا باعث صدمه و فرسایش خواهد شد. به‌منظور حفظ یک سطح ناهموار، در یکپارچگی آن‌ها باید از توده‌های رس استفاده شود؛ اما از توده‌های بسیار بزرگ رس نباید استفاده شود زیرا احتمالاً باعث افزایش فرسایش باد در اطراف آن‌ها می‌شود. موانع رس پس از قرار گرفتن در معرض چندین باد شدید باید از جنبه‌های زیر مورد بررسی قرار گیرند: (۱) آیا اجرای مانع در ست ۱ ست یا خیر، (۲) آیا فرورفتگی‌های بین موانع از بین رفته است یا نه، (۳) زاویه بین امتداد موانع و امتداد ریپل مارک‌ها، (۴) زاویه بین موج‌های ماسه و امتداد موانع رسی، (۵) آیا بخشی از مانع تخریب شده است.

اگر اجرای موانع اشتباه باشد، باید موانع ثانویه تنظیم شود تا فرسایش بتواند کنترل شود، اگر قسمت‌هایی از موانع از بین رفته است باید فوراً تعمیر شود. در ابتدا موانع رسی می‌توانند شرایط رطوبت زمین ماسه‌ای را بهبود ببخشند زیرا فرورفتگی‌ها در میان موانع می‌توانند باران را جمع کنند. بر اساس مشاهدات: با بارش ۲۵ سانتی‌متر در چهار روز، در تپه‌های ماسه‌ای محافظت شده توسط موانع رسی آب در عمق بین ۲۸/۵ سانتی‌متر و ۳۵/۶ سانتی‌متر نفوذ می‌کند و در تپه‌های ماسه‌ای برهنه تنها ۱۸/۵ تا ۲۳ سانتی‌متر نفوذ می‌کند. مقدار رطوبت در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری به دست می‌آید که ۱۳/۳۵ میلی‌متر برای تپه‌های محافظت شده به‌وسیله موانع بلند، زیر ۱۰ میلی‌متر برای موانع کوچک و ۱۶/۶۵-۱۶ میلی‌متر برای موانع رسی است. حالت‌های رطوبت ماسه محافظت شده به‌وسیله موانع رسی به میزان قابل توجهی بهبود می‌یابد. عمق لایه‌های ماسه خشک از تپه‌های ماسه‌ای محافظت شده مانع رسی و مانع کاه و کلش به ترتیب ۸-۱۰ سانتی‌متر و ۱۸-۲۰ سانتی‌متر است به همین دلیل برای حفظ جنگل مانع رسی بهتر از موارد دیگر است. بعد از گذشت مدت کوتاهی از ایجاد پشته‌های رسی، یک پوسته نازک روی آن‌ها تشکیل می‌شود که دلیل آن شسته شدن توسط آب باران می‌باشد. این می‌تواند مانع از نفوذ باران در تپه‌های ماسه‌ای شود، در این حالت شرایط رطوبت تپه‌های ماسه‌ای اثرات مضر بر روی جنگل خواهد گذاشت بنابراین جنگل باید بلافاصله در بهار به دنبال تنظیم مانع صورت گیرد. در ۲۰ سانتی‌متری بالای سطح زمین، مانع رسی می‌تواند سرعت باد را به میزان ۲۷-۳۳ درصد، مانع بلند کاه و کلش ۴۲ درصد و مانع کوتاه کاه و کلش به میزان ۷-۸ درصد سرعت باد را کاهش دهد. در ۲ متری بالای سطح زمین مانع رسی می‌تواند سرعت باد را به میزان ۴۰ درصد یا بیشتر کاهش دهد و مانع کاه و کلش می‌تواند سرعت باد را به میزان ۴۰-۱۰ درصد کاهش دهد. بنابراین از نظر عملکرد محافظت از نهال‌ها، مانع رسی بهتر از موانع دیگر است. هزینه مانع رسی در بین موانع مختلف پایین‌تر است زیرا تنها نیروی انسانی مصرف می‌کند. مواد رسی در اراضی پست وجود دارند و در زیر تپه‌های ماسه‌ای و اراضی کفه‌ای هم پیدا می‌شوند و بنابراین ارزان هستند؛ بنابراین مانع رسی نه تنها هزینه را کاهش می‌دهد بلکه بسیاری از مواد دیگر مانند نی، ساقه، شاخه و... را نیز ذخیره می‌کند، بنابراین در بسیاری از مناطق که منبع رس در دسترس است و کاه و کلش و شاخه‌ها کم هستند مانع رسی بهترین انتخاب است. هزینه نیروی

انسانی برای مانع فیزیکی رسی حدود ۱۵۰ انسان در روز/ هکتار است، اما برای پوشاندن یک تپه ماسه‌ای در زمین این هزینه در حدود ۱۵۰۰ انسان در روز/ هکتار است. هزینه کار برای مانع رسی، مانع کاه و کلش، مانع شاخه به ترتیب در حدود ۰/۶، ۱/۰۵ و ۱/۰۵ یوان (RMB) در هر مترمربع است؛ بنابراین هزینه مانع رسی کمترین قیمت را دارد. به‌طور کلی عمر خدمت مانع رسی اگر به‌درستی تنظیم شود در حدود ۵-۴ سال است. گیاهانی مانند *Haloxylon persicum* که در موانع کاشته می‌شوند می‌توانند در مدت ۲-۳ سال بعد از کاشت عملکردی از کنترل ماسه را به‌صورت بسیار مؤثر انجام دهند. در این مرحله گیاهان می‌توانند جایگزین مانع رسی برای کنترل ماسه متحرک شوند. در کنترل ماسه برای برخی از پروژه‌های اولویت‌دار مثل کنترل ماسه برای خطوط ریلی، از آسفالت امولسیون شده استفاده شده است اما این ماده از نظر محلی در دسترس نیست و هزینه آن زیاد است، بنابراین ماده اول انتخابی برای استفاده عمومی نیست. همچنین در اجرای الگوهای بادشکن‌های مکانیکی باید به جهت باد غالب و یک جهت یا چند جهت بودن آن توجه شود مثلاً در مناطقی که بادهای چندجهته و ناپایدار داریم باید از بادشکن شطرنجی استفاده شود و در مناطقی که نیروی باد قوی و ناپایدار باشد باید از بادشکن‌های موازی استفاده شود (Heshmati & Squires, 2013).

به‌طور کلی عمر مفید یک روش مکانیکی حدود ۵-۳ سال است و اغلب پس از تنظیم، نیاز به نگهداری دارند. در بسیاری از موارد، اثربخشی کنترل بیابان به روش گیاهی یا با روش مکانیکی به‌تنهایی رضایت‌بخش نیست بنابراین گونه‌های مختلف نگه‌دارنده ماسه باید پس از تنظیم روش مکانیکی به‌خصوص کاه و کلش شطرنجی کاشته شوند. در سال‌های بعد به‌ویژه ۵ سال اول این دو روش به‌خوبی می‌توانند در مقابله با باد و کنترل ماسه مکمل باشند (Heshmati & Squires, 2013).

با توجه به اینکه در کشور ایران در هر منطقه نهاده‌های مختلفی وجود دارد، پیشنهاد می‌شود از آن‌ها برای احداث بادشکن مکانیکی استفاده شود. برخی از این نهاده‌ها شامل برگ درخت خرما، سر شاخه درختانی مانند (گز، تاغ، بید و ...)، ساقه گندم، ساقه پنبه، ضایعات کارخانجات سنگ‌بری و معادن سنگ و... است که در هر منطقه با توجه به وجود هر کدام از این نهاده‌ها یا نهاده‌های دیگر در دسترس و با توجه به اینکه کدام نهاده پاسخگوی شرایط آن منطقه باشد می‌توان از این نهاده‌ها استفاده کرد (شکل ۱-۶۱).



شکل ۱-۶۱- برخی از مصالح موجود در کشور جهت احداث بادشکن مکانیکی

۳-۱۳-۱ تلفیق بادشکن‌های بلند و کوتاه

همان‌گونه که قبلاً نیز بیان شد بادشکن‌های بلند نقش ترسیب‌کننده ذرات را دارد (شکل ۱-۶۲)؛ بنابراین در ابتدای پروژه در جهت وزش باد، بهتر است چندین ردیف بادشکن بلند با ارتفاع مفید حداقل یک متر احداث شود تا ذرات خاک و ماسه موجود در باد، در پناه این بادشکن‌ها ترسیب شود، سپس در ادامه اقدام به احداث بادشکن‌های کوتاه شود (شکل ۱-۶۳). بادشکن‌های کوتاه نقش تثبیت‌کننده را دارند. به دلیل رسوب ذرات در پناه بادشکن‌های بلند، باد عبور کرده از آنها فاقد ذرات خاک و ماسه بوده، اما در صورتی که سرعت آن به بیش از سرعت آستانه فرسایش بادی برسد، قادر به کندن و جابجا کردن ذرات خواهد بود. اما باد بعد از عبور از بادشکن بلند با موانع و بادشکن‌های کوتاه برخورد نموده و سرعت آن به کمتر از سرعت آستانه تقلیل خواهد یافت. بدین ترتیب بادشکن‌های کوتاه قادر به تثبیت ذرات خاک خواهند بود.



شکل ۱-۶۲- رسوب ذرات ماسه در پناه بادشکن بلند



شکل ۱-۶۳- احداث بادشکن کوتاه و بلند در کنار هم به منظور به دام انداختن و تثبیت ذرات خاک

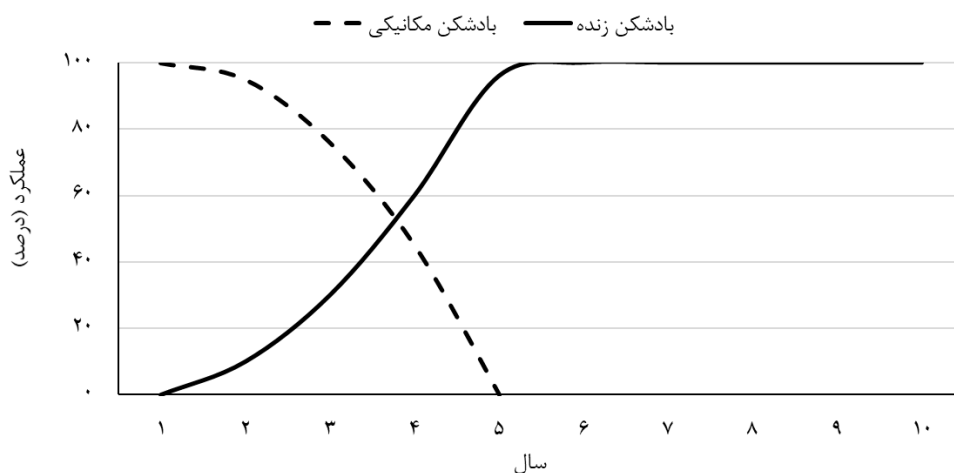
۱۴-۱ عملیات بیولوژیکی توأم با احداث بادشکن

در برخی از مناطق بیابانی که شرایط سخت اکولوژیکی این مناطق توأم با اراضی ماسه‌ای محدودیت‌های شدیدی را جهت استقرار اولیه نهال‌ها و یا بذور و قلمه‌های تازه کشت شده ایجاد می‌نماید، باد شکن تلفیقی با ترکیبی از باد شکن زنده و غیرزنده احداث می‌شود. روش کار بدین صورت است که در ابتدا باد شکن غیرزنده با استفاده از مصالح قابل دسترس که ترجیحاً سر شاخه‌های خشک گیاهی می‌باشد احداث، سپس نهال‌ها، قلمه‌ها و یا بذور مورد نظر در پشت باد شکن که مخالف جهت وزش باد غالب منطقه است کشت می‌شوند (شکل ۱-۶۴). مزیت این روش آن است که ضریب موفقیت استقرار گونه‌های کاشته شده به شدت افزایش می‌یابد. در این خصوص باید از گونه‌هایی استفاده شود که سریع‌الرشد بوده و حتی‌المقدور از سال سوم به بعد ارتفاع اندام هوایی آن‌ها بیش از ارتفاع باد شکن غیرزنده پناه دهنده آن‌ها شود. چرا که تجربیات در این زمینه نشان داده است که تجمع سریع رسوبات بادی در جلو باد شکن غیرزنده به‌ویژه در کانون‌های بحرانی با شدت زیاد، به گونه‌ای است که معمولاً از سال سوم به بعد رسوبات از لبه باد شکن غیرزنده به پشت آن ریزش نموده و خطر مدفون شدن گونه‌های کاشته شده‌ای را که ارتفاع آن‌ها کم‌تر از ارتفاع باد شکن غیرزنده است، به دنبال دارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد جهت احداث باد شکن‌های مختلط (تلفیقی) ایجاد یک رابطه بین رشد اندام هوایی گیاه مورد نظر در حالت معمول در دوره دو تا سه ساله و ارتفاع باد شکن غیرزنده مد نظر قرار گیرد. بدین ترتیب، در ابتدا مشخص شود که رشد اندام هوایی گونه استفاده شده در دوره مورد نظر به چه ارتفاعی خواهد رسید، سپس ارتفاع باد شکن غیرزنده را تعیین نموده که قاعدتاً می‌بایستی ارتفاع آن از ارتفاع اندام هوایی گونه مورد نظر کم‌تر باشد.

روش‌های مکانیکی کنترل چنین مناطقی با معایبی از لحاظ کوتاه بودن دوام و هزینه بالای آن برای توسعه در مقیاس وسیع همراه است. به‌طور معمول عمر مفید روش‌های مکانیکی برای جلوگیری از حرکت ماسه‌های روان ۳ تا ۵ سال پیش‌بینی می‌شود و به تدریج پس از آن کارایی خود را از دست می‌دهند. از یک طرف، در بسیاری از موارد کارایی روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی به تنهایی رضایت‌بخش نمی‌باشد. تحقیقات نشان داده است که روش‌های مکانیکی در سال‌های اول احداث کارایی قابل توجهی را در تثبیت ماسه‌های روان از خود نشان داده ولی به مرور زمان تا ۵ سال بعد از احداث، کارایی خود را به تدریج از دست می‌دهند، از طرف دیگر، روش‌های بیولوژیکی در سال‌های ابتدایی، کارایی چندانی ندارند ولی به مرور زمان تا ۵ سال پس از کاشت گیاه کارایی آن‌ها به سطح مطلوب می‌رسد؛ بنابراین برای کاشت و نگهداری گونه‌های مختلف گیاهی بر روی تپه‌های ماسه‌ای، بهتر است از روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی به‌صورت توأم استفاده گردد. مخصوصاً در ۵ سال اول، این دو روش توأم به صورت مکمل یکدیگر برای کنترل فرسایش بادی عمل می‌نمایند. در شکل (۱-۶۵) مقایسه عملکرد روش‌های مکانیکی (باد شکن غیرزنده) و بیولوژیکی (باد شکن زنده) جهت تثبیت خاک و ماسه‌های روان نشان داده شده است.



شکل ۱-۶۴- کشت بیولوژیک در بین ردیف‌های بادشکن مکانیکی



شکل ۱-۶۵- مقایسه عملکرد روش‌های مکانیکی و زنده جهت تثبیت خاک و ماسه‌های روان

۱-۱۴-۱ بادشکن اطراف مزارع

بدون تردید اراضی کشاورزی منشأ قسمتی از فرسایش بادی و گردوغبار به‌ویژه غبارهای محلی می‌باشد. ماهیت این خاک‌ها، طول دوره خشکی، اجرای برنامه‌های نامناسب شخم، تهی ماندن بستر اراضی کشاورزی با اراضی آیش از هر نوع پوشش گیاهی یا عدم کفایت پوشش برای حفاظت آن در مقابل فرسایش بادی سبب گردیده تا این مناطق به سهم خود به منبعی جهت تولید فرسایش بادی و گردوغبار تبدیل گردد. مطابق با بررسی‌های انجام شده یکی از خسارات عمده به بخش کشاورزی از منظر کاهش حاصلخیزی و میزان تولید در هکتار ناشی از فرسایش بادی در این اراضی می‌باشد. بر اساس این بررسی خسارت وارد شده به اراضی کشاورزی از ناحیه فرسایش بادی و تنها ناشی از کاهش محصول در یک سال زراعی و در صورتی که در سال یک کشت صورت گیرد برابر ۲۹/۷ میلیارد ریال برآورد گردیده است (طهماسبی بیرگانی، ۱۳۸۹).

بخش عمده این اراضی به علت کم آبی و شرایط اقلیمی در فصل تابستان بدون کشت رها شده و معمولاً پس از برداشت محصول به منظور مبارزه با علف‌های هرز اراضی شخم زده می‌شود و یا بقایای گیاهی آتش زده می‌شود، این امر باعث می‌گردد که در بدترین دوره زمانی از نظر حاکمیت فرسایش بادی در اراضی بدون پوشش و از آن بدتر شخم خورده و بدون کشت باقی مانده و زمینه فرسایش بادی در آن‌ها فراهم می‌گردد. به‌علاوه بر برخی از اراضی نیز به دلیل کمبود آب و شوری به صورت آیش و رها شده باقی می‌ماند که حاکمیت فرسایش بادی در آن‌ها تا حد زیاد افزایش می‌یابد. همچنین

در مورد دیگر به علت تعداد دام زیاد منطقه باقی مانده پوشش گیاهی تا حد امکان از بین می‌رود و زمینه و شرایط لازم جهت فرسایش خاک و جابجایی ذرات خاک به وجود می‌آید.

در بسیاری از دشت‌های زراعی کشور از جمله دشت‌های استان‌های کرمان، سیستان و بلوچستان، خوزستان، خراسان رضوی و جنوبی، بوشهر، هرمزگان، سمنان و ... اراضی زراعی وجود دارد که حتی یک تک درخت به عنوان سایه‌انداز در آن‌ها مشاهده نمی‌شود، این مسئله موجب می‌شود تا به دنبال هر وزش باد، بخشی از خاک حاصلخیز (عناصر فعال خاک) از زمین برداشت گردد، بدون اینکه به اثرات و عواقب آن توجه عمیق و جدی صورت گیرد. برآوردهای انجام شده در ایران مرکزی و جنوب شرق کشور بیانگر باد بردگی حدود ۲۵-۵۰ تن خاک زراعی در هر هکتار در سال است (اختصاصی، ۱۳۸۱).

بادهای خشک و فرساینده تأثیرات منفی بسیاری را بر محصولات کشاورزی وارد می‌سازند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- شکستن شاخ و برگ درختان،
- ریختن شکوفه و میوه‌ی درختان قبل از رسیدن،
- دور کردن گرده‌های درختان که منجر به عدم گرده‌افشانی می‌شود،
- باد خشک باعث افزایش تبخیر آب و رطوبت زمین شده و باعث خشکی غیرعادی می‌شود، زمین‌های رسی و ماسه‌ای که در معرض باد خشک قرار می‌گیرند معمولاً بسیار سخت هستند،
- پراکنده نمودن مواد آلی و یا خشک نمودن آن‌ها به حدی که نتوانند تجزیه شوند،
- افزایش تبخیر خاک و تعرق در گیاهان،
- خشک نمودن پوشش زنده‌ی مزارع و در نتیجه تسهیل در آتش‌سوزی،
- کج شدن تاج درختان و ایجاد تنه‌ی نامنظم،
- سرمازدگی درختان با بادهای سرد،
- شکستن و ریشه‌کن شدن درختان یا سست کردن ریشه آن‌ها.

بدیهی است راه‌های متعدد و متنوعی بر حسب ویژگی‌های محلی برای مقابله با فرسایش بادی و گردوغبار با منشأ اراضی کشاورزی وجود دارد که یکی از مؤثرترین آن‌ها احداث بادشکن در اراضی زراعی یا در مناطق مستعد استفاده از روش‌های «اگروفارستری» و یا «اگروسیلووپاسترال» (Agro - Silvo - Pastoral) است (شکل ۱-۶۶).



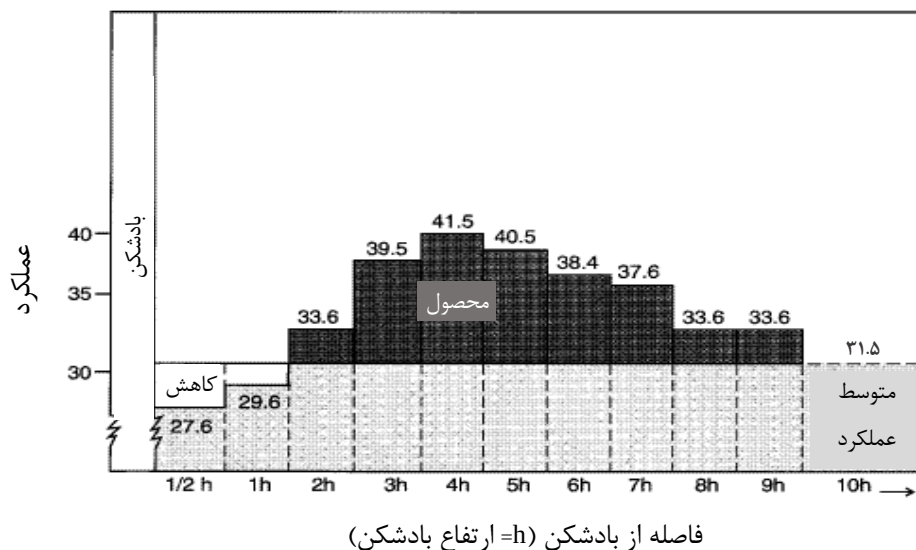
شکل ۱-۶۶- نمونه‌های از بادشکن زنده اطراف مزارع در اراضی زراعی تحت تاثیر فرسایش بادی

در بسیاری از کشورها (از جمله آمریکا و کانادا) بعد از خشکسالی‌های دهه ۱۹۲۰ و وقوع طوفان‌های شدید نهضت ایجاد بادشکن اطراف مزارع آغاز شد و طی ۱۰ سال بعد بالغ بر ۳۲۱۸۰ کیلومتر بادشکن در ۱۰ ایالت احداث گردید، به‌طوری‌که امروزه بیش از ۵ درصد مساحت اراضی زراعی به بادشکن اختصاص دارد (رفاهی ۱۳۷۸). در حالی که این رقم در ایران بسیار کم می‌باشد؛ لذا یکی از شیوه‌های مناسب کنترل فرسایش بادی در اراضی زراعی، استفاده از بادشکن اطراف مزارع است.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در طی بیست سال گذشته به سبب بعضی از اقدامات نظیر پروژه‌های یکپارچه‌سازی اراضی، پوشش انهار، پروژه‌های آبیاری تحت فشار و خشکسالی‌ها، بیش از ۳۵ درصد از بادشکن‌های درختی سنتی اطراف مزارع از بین رفته است. این مهم توانسته است بین ۲۰ تا ۳۰ درصد بر میزان فرسایش بادی در این عرصه‌ها بیافزاید (اختصاصی، ۱۳۷۹).

تحقیقات انجام شده در کشور نشان می‌دهد که بادشکن‌ها اعم از زنده و غیرزنده تا فاصله حدود ۱۰ تا ۱۲ برابر ارتفاع خود میزان تبخیر از سطح خاک را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهند و به‌طور متوسط ۱/۵ برابر افزایش محصول را به دنبال دارد (رفاهی، ۱۳۷۸). در صورتی‌که بسیاری از زارعین ما به دلیل عدم آموزش و یا کافی نبودن اقدامات ترویجی به این مهم واقف نبوده و عموماً به احداث بادشکن در اطراف مزارع خود تمایلی نشان نمی‌دهند. در این رهگذر شرایط اقتصادی نیز مزید بر علت است. احداث بادشکن هرچند که ممکن است در زیر درختان (بادشکن) کاهش اندکی را در محصول سبب گردد، ولی افزایش قابل توجه محصول در فاصله تا بیش از ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن این نقیصه را به‌خوبی جبران می‌کند (اختصاصی و طهماسبی بیرگانی، ۱۳۷۸) (شکل ۱-۶۷).

نکته حائز اهمیت دیگر در این زمینه آن است که اصولاً بادشکن‌ها می‌توانند به منزله یک منبع تولید مواد چوب و سلولزی محسوب شده و در شرایطی که صنایع چوب کشور به‌ویژه با توجه به ممنوعیت برداشت چوب از جنگل‌های شمال با محدودیت روبرو هستند، تولیدات چوبی حاصل از احداث بادشکن‌های درختی تا حدود زیادی این نقصان را جبران نماید.



شکل ۱-۶۷- تاثیر بادشکن اطراف مزارع در افزایش محصول

۱-۱۴-۱ مزایای احداث بادشکن اطراف مزارع در اراضی زراعی

احداث و ایجاد بادشکن زنده در پیرامون اراضی زراعی مزایای متعدد و تأثیرات مثبت بسیاری دارد که برخی از این مزایا شامل تأثیر بادشکن بر درجه حرارت محیط و خاک، جلوگیری از کاهش حاصلخیزی خاک، حفظ رطوبت هوا، کاهش میزان تبخیر، کاهش میزان تابش اشعه خورشید و از همه مهم‌تر تأثیر بادشکن در بازده محصول می‌باشد. در جدول (۱-۱۳) مزایای بادشکن همراه با نرخ تاثیرگذاری آن و در جدول (۱-۱۴) میزان افزایش برخی از محصولات زراعی در پناه ایجاد بادشکن اطراف مزارع آورده شده است.

جدول ۱-۱۳- مزایای بادشکن همراه با نرخ تاثیرگذاری آن

تاثیر بادشکن بر	درصد تغییرات
تولید و عملکرد محصولات گیاهی	+۰.۶٪ تا +۰.۴۴٪
میران فرسایش بادی (تن در هکتار در سال)	-۰.۵۰٪ تا -۰.۱۰۰٪
توزیع و پراکنش برف	>+۰.۵۰٪
آبیاری (میلی متر در روز)	-۰.۳٪ تا -۰.۲۲٪

جدول ۱-۱۴- میزان افزایش برخی از محصولات زراعی در پناه ایجاد بادشکن اطراف مزارع

نوع محصول	درصد افزایش عملکرد
Spring Wheat (گندم بهاره)	۰.۶٪ تا ۰.۱۰٪
Winter Wheat (گندم زمستانه)	۰.۲۰٪ تا ۰.۲۵٪
Barley (جو)	۰.۲۳٪ تا ۰.۲۵٪
Oats (یولاف)	۰.۵٪ تا ۰.۷٪
Rye (گندم سیاه یا چاودار)	۰.۱۸٪ تا ۰.۲۰٪
Millet (ارزن)	۰.۴۰٪ تا ۰.۴۵٪
Corn (ذرت)	۰.۱۰٪ تا ۰.۱۵٪
Soybeans (سویا)	۰.۱۲٪ تا ۰.۱۷٪

حداقل تاثیر بادشکن در بازده محصول در شرایط هوای سرد و مرطوب و فصل وزش بادهای ملایم بوده و حداکثر سودمندی آن در شرایط آب و هوای گرم و خشک و وزش بادهای شدید است.

در اطراف اراضی زراعی باید از آن گروه گونه‌های سریع‌الرشد سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه استفاده شود که اولاً پس از رشد متوسط اندام‌های هوایی در کوتاه مدت، ارتفاعی را ایجاد نماید که سطح قابل توجهی از اراضی زراعی را در مقابل سرعت بادهای فرساینده به منظور کاهش تعداد ردیف‌های بعدی و افزایش سطح قابل کشت پوشش دهد و ثانیاً فرآورده‌های تولیدی اصلی و فرعی بادشکن‌های زنده منبع مناسبی جهت تأمین درآمد و یا برخی مایحتاج مالکان اراضی

باشد. ضمناً از آنجائی که در اغلب موارد عرض و یا ضخامت شبکه بادشکن زنده اطراف مزارع شامل بیش از ۲ ردیف از گیاهان می‌باشد، بنابراین چنانچه تنوع گونه در کاشت درختان مد نظر می‌باشد، بهتر است درختان ساقه بلند در ردیف وسط و از گونه‌هایی باشد که ارتفاع متوسط اندام هوایی آن‌ها بیش از ردیف‌های طرفین باشد و در صورتی که ۲ ردیف درخت مدنظر باشد درختان ساقه بلند در ردیف دوم و ساقه کوتاه در ردیف اول باشد. این امر نقش مؤثری در حفاظت ردیف‌های بعدی درختان و مقاومت بادشکن و کنترل مناسب‌تر بادهای فرساینده خواهد داشت و با اینکه چنانچه استفاده از یک گونه مدنظر باشد بهتر است زمان کاشت متغیر باشد (سال اول ردیف وسط و سال‌های بعد ردیف‌های کناری) تا تغییرات ارتفاع بادشکن در عرض به‌صورت مطابق درآید.

اگر احداث بادشکن با کاشت یک ردیف درخت سریع‌الرشد و با هدف دو منظوره حفاظتی و تولید چوب و یا سایر فرآورده‌های درختی باشد، بهتر است از گونه‌هایی استفاده شود که علاوه بر رشد سریع اندام هوایی، دارای قطر تاج کم باشند تا بتوان آن‌ها را با تراکم زیاد در یک ردیف کشت نمود. البته بهره‌برداری از این گونه‌ها جهت تأمین چوب می‌بایستی به صورت تک‌گزینی و یک در میان باشد و برش از ارتفاعی صورت پذیرد که جست‌زنی سریع امکان‌پذیر باشد.

۲-۱-۱۴ نکات کلیدی قبل از احداث بادشکن اطراف مزارع

قبل از احداث بادشکن در پیرامون اراضی زراعی لازم است به نکات زیر توجه جدی مبذول گردد:

الف) ویژگی‌های اکولوژیکی به‌ویژه شرایط آب و هوایی و اقلیمی و شاخص‌هایی نظیر جهت باد غالب و فرعی، حداکثر سرعت باد و سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه طرح، مطالعه و تعیین شود.

ب) منابع تأمین مصالح مورد نیاز (در بادشکن زنده نهال و در بادشکن غیرزنده سایر مصالح) جهت احداث بادشکن پیش‌بینی شود.

پ) گونه‌های گیاهی متناسب با شرایط اکولوژیکی منطقه طرح به‌ویژه گونه‌های بومی جهت احداث بادشکن شناسایی شده و ترجیحاً ترکیب گونه‌ای در نظر گرفته شود.

ت) میزان مشارکت ساکنین بومی و بهره‌برداران عرفی در منطقه و همچنین سایر دستگاه‌های متأثر از فرسایش بادی جهت احداث بادشکن و حفاظت از عرصه‌ها بررسی و مشخص شود.

ث) دانش بومی ساکنین منطقه طرح در زمینه احداث بادشکن مدنظر قرار گیرد.

ج) برنامه‌های نظارتی و حفاظتی در مراحل احداث و پس از احداث بادشکن پیش‌بینی شود.

۳-۱۴-۱ امکان‌پذیری انجام طرح احداث بادشکن اطراف مزارع

- امکان‌پذیری فنی

تجربه‌های متعددی وجود دارد که به لحاظ فنی امکان‌پذیری احداث بادشکن را در اطراف اراضی زراعی تأیید می‌نماید، لیستی از گونه‌های گیاهی در دسترس است که چه به صورت تحقیقاتی و یا تجربی کارایی و سازگاری خود را برای استفاده در مناطق بیابانی نشان داده است (مهم‌ترین آنها در جدول ۱-۱ صفحه ۲۱ آورده شده است).

- امکان‌پذیری مالی

هزینه‌های اجرایی برای احداث بادشکن در مراحل اولیه و سال‌های نخستین در صورتی که از سازوکارهای تسهیلات بانکی و بخصوص بخشی از هزینه‌ها از محل اعتبارات دولتی و تأمین قسمتی از هزینه‌ها از طریق آورده‌های مردمی صورت گیرد، قابل توجیه است. بدیهی است در سال‌های بعد و در بلند مدت می‌توان انتظار داشت با آشنایی مردم با ارزش احداث بادشکن این اقدامات توسط خود آنان و با تأمین درصد بیشتری از هزینه‌ها از سوی مشارکت‌کنندگان مواجه گردد.

- امکان‌پذیری اقتصادی

بهره‌برداری از چوب‌های حاصله از درختان کاشته شده به صورت بادشکن و نیز افزایش تولید محصولات در مزارع می‌تواند توجیه اقتصادی پروژه را به همراه داشته باشد. علاوه بر این تأثیرات زیست‌محیطی، کاهش تبخیر، کاهش خسارات ناشی از فرسایش بادی و ... از مزایای اقتصادی مطرح است.

- امکان‌پذیری اجتماعی

در حال حاضر اگر مقاومت‌هایی از سوی زارعین برای مشارکت در اجرای طرح باشد عمدتاً ناشی از ابهام در نتایج کار و وضعیت منابع مالی برای تأمین هزینه اجرای طرح، تعیین تکلیف مالکیت درختان و نحوه مدیریت آنها، ترس از میزبانی این درختان برای آفات و امراض، تحت پوشش بردن بخشی از اراضی کشاورزی و ... است. بدیهی است با اتخاذ سازوکارهای مناسب و اجرای روش‌های ترویجی ساختارمند می‌توان این مشکلات را تعدیل و بسترهای اجرایی لازم را فراهم نمود.

- امکان‌پذیری زیست‌محیطی

تجارب موجود و یافته‌های علمی چه در سطح ملی یا بین‌المللی، همسازی اجرای این پروژه را با معیارهای اکولوژیکی و زیست‌محیطی از جمله افزایش تولیدات گیاهی، حفظ تنوع زیستی، ترسیب کربن، حفاظت خاک، کاهش گردوغبار، تولید اکسیژن و... توجیه می‌نماید.

گام‌های اجرای بادشکن اطراف مزارع

گام اول:

- بررسی وضعیت فیزیکی و اقلیمی منطقه
- بررسی وضعیت زیستی منطقه
- بررسی وضعیت اجتماعی - اقتصادی منطقه
- بررسی نحوه استفاده فعلی از منابع اراضی و برنامه‌های تسطیح و بهسازی اراضی و ارزیابی اثرات آن‌ها در پایداری خاک‌ها در منطقه

گام دوم:

- تلفیق یافته‌ها و ارائه طرح اجرای احداث بادشکن در اطراف مزارع
- نحوه کاشت و طراحی سیستم‌های بادشکن در پیرامون مزارع
- تعیین نوع گونه با گونه‌های مناسب برای به کارگیری در اطراف مزارع با در نظر گرفتن مسائل فنی، اقتصادی و اجتماعی
- نحوه تأمین آب و روش آبیاری بادشکن‌های زنده اطراف مزارع
- بررسی مسائل فنی پیرامونی در خصوص احداث بادشکن‌ها
- نحوه مدیریت بعد از کاشت و نقش مردم محلی در حفاظت بادشکن‌ها

گام سوم:

- بررسی وضعیت مشارکت مردم در اجرا و نگهداری و حفاظت از بادشکن‌ها

- بررسی امکانات و الزامات اجرایی طرح با رویکرد بهره‌گیری از مشارکت مردم

گام چهارم:

- ارائه جدول برنامه زمانی - مکانی در دوره‌های کوتاه (دوره ۵ ساله)، میان (دوره ۱۰ ساله) و بلند مدت (۲۰ ساله)

گام پنجم:

- محاسبه هزینه‌ها، محل‌های تولید، وضعیت فعالیت و ریز برنامه‌های اجرایی جهت احداث بادشکن اطراف مزارع

۱-۱۵ مدیریت و نگهداری بادشکن

بعد از اجرای بادشکن باید مدیریتی مناسبی بر آنها انجام شود. همان‌گونه که قبلاً نیز بیان شد مواردی که نیاز به مدیریت دارند شامل موارد زیر می‌شوند:

- کنترل علف‌های هرز
- آبیاری
- کنترل آفات و حشرات
- واکاری و جایگزین کردن گیاهان خشک شده
- احداث فنس و حفاظ در صورت نیاز

ویژگی‌های یاد شده در طراحی و احداث بادشکن‌ها و اثرگذاری آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند.

فصل ۲

مالچ پاشی

۲ فصل دوم: مالچ پاشی

۲-۱ مقدمه و ضرورت استفاده از مالچ

یکی از مهم‌ترین فرآیندهای رایج باد در مناطق خشک و نیمه‌خشک حمل ماسه توسط بادهای فرساینده می‌باشد. در حال حاضر حمل ماسه یک مشکل گسترده جهانی بوده که برخی کشورهای جهان را تحت تأثیر قرار داده است. برآوردهای جهانی نشان می‌دهد که ۵/۴۹ میلیون کیلومترمربع از سطح جهان که عمدتاً در مناطق خشک قرار گرفته‌اند توسط تپه‌های ماسه‌ای پوشیده شده‌اند (Shrestha, ۲۰۰۸).

حدود شش درصد از سطح خشکی‌های کره زمین از نهشته‌های بادی پوشیده شده است و حدود ۹۷ درصد این نهشته‌ها در پهنه‌های ماسه‌ای مناطق خشک کره زمین دیده می‌شوند (Pye و Tsoar, ۲۰۰۹). به‌طور متوسط، حدود ۲۰ درصد از مناطق خشک کره زمین از ماسه‌های بادی پوشیده شده است. البته، پراکندگی این سطوح در قاره‌های مختلف، متفاوت است. کمتر از ۲ درصد از مساحت آمریکای شمالی از ماسه تشکیل شده است، درحالی‌که بیش از ۳۰ درصد کشور استرالیا و بیشتر از ۴۵ درصد آسیای مرکزی حائز این شرایط می‌باشند (Hallward و Landcaster, ۱۹۸۴ و Mabbutt, ۱۹۹۷).

در ایران رخساره‌های تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای غیرفعال، مناطق مرطوب حاشیه پلایا و دریا، دشت رسی کربناته، تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال، جنگل‌های بیابانی، دشت رسی (دق رسی)، دشت رسوبی شور، کلویت و کلویتک و مخروط افکنه پلایایی جمعاً دارای وسعتی برابر ۱۳۷۵۱۸۲۷ هکتار بوده که ۲۴ درصد سطح کل مناطق بیابانی کشور را شامل می‌شوند. این رخساره‌های ژئومورفولوژی بین ۱ تا ۴/۵ درصد سطح کل رخساره‌های ژئومورفولوژی را به خود اختصاص داده‌اند.

به دلیل مشکلات اساسی ایجاد شده در اثر حرکت تپه‌های ماسه‌ای و تأثیرات بد آن‌ها بر شهرها، روستاها، مناطق مسکونی، کارخانه‌های صنعتی، خطوط ارتباطاتی، اراضی زراعی، شبکه‌های آبیاری و زهکشی و آلودگی هوا، مقابله با حرکت تپه‌های ماسه‌ای و تثبیت آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

به‌طور کلی هدف از کاربرد مالچ در فعالیتهای تثبیت ماسه‌های روان، افزایش پایداری سطح خاک در مقابل فرسایش بادی به‌منظور ایجاد مهلتی است که در طی آن مدت، فرصت مناسب جهت انجام و استقرار سایر فعالیت‌های بیولوژیکی تثبیت ماسه‌ها نظیر نهال‌کاری، بذرپاشی، قلمه‌کاری و ... فراهم گردیده و این مواد بیولوژیک بتوانند در عرصه کاشت مستقر شوند.

لازم به یادآوری است که عملاً کاربرد مالچ‌های نفتی علاوه بر اثر مستقیم افزایش پایداری خاک در مقابل فرسایش بادی می‌تواند آثار جانبی دیگری را در کوتاه‌مدت یا میان‌مدت به همراه داشته باشد که بعضی از این موارد عبارتند از:

- کاهش نفوذپذیری به‌ویژه در خاک‌های نسبتاً سنگین یا در مناطق با پوشش ضخیم مالچ
- کاهش میزان تبخیر رطوبت موجود در خاک ناشی از وجود لایه غیر چسبنده به رطوبت
- افزایش درجه حرارت خاک ناشی از رنگ تیره مالچ
- زودرس نمودن محصولات بیولوژیک به علت گرمای بیشتر خاک، ناشی از جذب بیشتر نور و افزایش حرارت محیط
- حفاظت از خاک در مقابل فرسایش آبی به سبب ایجاد چسبندگی بیشتر در ذرات خاک
- تأثیر در میکروبیولوژی خاک به سبب حفاظت خاک، حفظ رطوبت و تعدیل اثر فرسایش
- کاهش گردوغبار به سبب تثبیت خاک‌ها
- ارتقاء سطح بهداشت به‌ویژه در زمینه امراض ریوی و چشمی ناشی از گردوغبار
- کاهش آثار بادزدگی توأم با حرکت ماسه‌ها (سند بلاست)
- بهبود شرایط برای تقویت پوشش گیاهی
- محافظت از ریشه گیاهان در مقابل بیرون آمدن آن‌ها در عرصه‌های ماسه‌ای به سبب جابجایی خاک موجود در پای ریشه‌ها

۲-۲ کنترل و تثبیت تپه‌های ماسه‌ای^۹

کوشش‌های انجام گرفته برای محدود کردن صدمات ناشی از ماسه‌های بادی، تاریخچه‌ای طولانی دارد از این رو برای ممانعت از بروز مشکلات ناشی از ماسه‌های بادی و یا کاهش اثرات مخرب آن، پنج راهکار اصلی مورد استفاده قرار گرفته شده‌اند:

الف- کاهش تأمین ماسه و حذف منابع ماسه

ب- تشدید انتقال ماسه

ج- منحرف کردن مسیر ماسه‌های روان

۹- برگرفته از Pye و Tsor (۲۰۰۹)، به نقل از زارع (۱۳۹۴)

د- تشدید ترسیب ماسه

- موانع فیزیکی در برابر جریان هوا

- بادشکن‌های ماسه

- خندق‌های ماسه

- کاشت پوشش گیاهی

ه- تثبیت، از هم پاشیدن و یا حذف تپه‌های ماسه‌ای متحرک

- تثبیت سطح به وسیله مالچ‌ها

- روش‌های تثبیت مرکب

انتخاب بهترین و مناسب‌ترین روش بستگی به نوع تأسیسات یا مراکز در خطر، فاصله بین تپه‌ها تا تأسیسات و اندازه تپه‌ها دارد. یکی از روش‌های مورد استفاده، تخریب تپه و حمل ماسه‌ها به نقاط دیگر است. کاملاً آشکار است که این روش هزینه‌بر بوده و معمولاً زمانی قابل انجام است که یا تپه‌ها کوچک باشند و یا ماسه منتقل شده مورد استفاده قرار گیرد. روش جایگزین، تخریب و پراکنده کردن تپه به صورت درجاست. از این پس دانه‌ها به صورت منفرد منتقل شده و خطر حرکت تپه به صورت یکجا منتفی می‌شود. برای این کار از بلدوزر استفاده می‌کنند و یا در بخش‌هایی از سطح تپه از پوشش‌های غیرقابل فرسایش استفاده کرده و در نتیجه شکل و پروفیل تپه تغییر خواهد کرد. یک‌بار دیگر یادآوری می‌شود که روش‌های فوق زمانی قابل اجراست که تپه‌ها کوچک باشند.

در مناطقی که تپه‌ها بزرگ هستند و یا عکس‌العمل فوری مورد نیاز باشد، روش‌های تثبیت بهترین نتایج را ارائه خواهند کرد این روش‌ها شامل کم کردن یا تغییر شکل تاج تپه، پوشاندن سطح تپه به وسیله دانه‌های درشت (شن یا سنگ‌ریزه) نصب بادشکن و کاشت گیاه در قسمت بالادست جهت قطع تأمین ماسه و در نهایت پاشیدن مواد نفتی یا قیر بر روی تپه‌ها می‌باشد.

در گذشته مواد گوناگونی مانند سنگ، ساقه‌های خشکیده ذرت، تورب، زغال سنگ نارس، سرشاخه درختان، کاه و کلش و باقی‌مانده‌های خوراک دام‌ها برای حفاظت از سطح ماسه‌ها و جلوگیری از فرسایش آن مورد استفاده قرار می‌گرفتند. در سال‌های اخیر مواد نفتی، رزین‌ها، لاتکس‌ها، آهک، قیر و مواد شیمیایی صنعتی دیگر جای مواد قدیمی را گرفته‌اند (Armbrust و Dickerson، ۱۹۷۱ و McKenzie و Barr، ۱۹۷۶ به نقل از زارع، ۱۳۹۴).

۱-۲-۲ خاک پوش (مالچ)

استفاده از پوشش‌های حفاظتی در سطح خاک از زمان‌های خیلی قدیم در کشاورزی معمول بوده و انگیزه اصلی پوشاندن خاک، افزایش باروری آن بوده و عمدتاً ضایعات محصولات کشاورزی، فضولات حیوانی، شاخ و برگ گیاهان و یا حتی مواد ساخته شده صنعتی همچون کاغذ، پشم‌شیشه، ورقه‌های نازک فلزی و امثال آن‌ها، موادی بودند که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گرفته است. این مواد نه تنها سطح روی خاک را در مقابل عوامل مختلف همچون باد و باران محافظت می‌نماید، بلکه با ایجاد سله و یا مانعی در مقابل حرکت هوا بر روی زمین باعث کاهش تبخیر و در نتیجه حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از تغییرات ناگهانی درجه حرارت می‌شوند که عمدتاً در پیش‌رسی گیاه، کاهش مصرف آب گیاهان، در جوانه زدن گیاه، رشد محصولات و در موارد دیگر کشاورزی مصرف دارد.

سابقه استفاده از مالچ به قدمت کشاورزی می‌رسد (Jacks et al., 1995). در زمان‌های قدیم، یونان باستان و چین‌ها سنگ‌ریزه و خرده‌سنگ‌ها را برای حفظ آب روی سطح خاک پخش می‌کردند (Armbrust, 1999).

مالچ‌ها دارای مصارف مختلف و گوناگون است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

الف) مالچ کشاورزی: برای خواص نگهداری رطوبت در خاک، افزایش حرارت خاک، همچنین تغییر بافت خاک، تسریع در جوانه‌زنی و رشد گیاهان و ... استفاده می‌شود.

ب) حفاظت جاده‌ها و راه‌های مواصلاتی: با استفاده از مالچ‌پاشی به همراه پوشش گیاهی می‌توان از هجوم ماسه‌های روان بر روی جاده‌ها و راه‌آهن جلوگیری به عمل آورد و از خطرات حتمی جلوگیری نمود.

ج) مالچ عایق رطوبتی: استفاده از مالچ برای عایق‌بندی عمق زمین‌های کشاورزی برای جلوگیری از تبخیر و نگهداری رطوبت و کم کردن دفعات آبیاری از سال ۱۹۶۶ در دانشگاه میشیگان و آریزونا آزمایش‌هایی انجام گرفت و نتایج ثمربخشی داد. این رشته، خود رشته‌های فرعی زیادی را مانند حفاظت آبخیز سدها، تقلیل دفعات آبیاری کشتزارها و مزارع و کمک به محصولات دیم را شامل می‌باشد.

۱- البته مالچ کلمه‌ای انگلیسی و به معنای پوشش است. مالچ شبیه قیرهای امولسیونه است که با مواد دیگر مخلوط و به صورت قابل استفاده در می‌آید. کمپانی‌ها سازنده مانند کمپانی شل و اسو ترکیبات متفاوتی پیشنهاد و برای هر یک اسم و مشخصاتی تعیین نموده‌اند و از آنجایی که عمدتاً برای پوشش خاک به کار می‌رود، لذا معنی تخصصی آن که به وسیله برخی از کارشناسان امر «خاک‌پوش» در نظر گرفته شده است جایگزین مناسبی به نظر می‌رسد.

د) مالچ‌های تثبیت ماسه‌های روان: با مصرف این نوع از مالچ‌ها که تاکنون عمدتاً بر پایه مواد نفتی بوده‌اند، به کمک تجهیزات مناسب مکانیکی، تپه‌ها و سطوح ماسه‌ای را برای مدت حداقل ۲۴-۱۸ ماه تثبیت مکانیکی می‌نماید. در این مدت بایستی گیاهان مناسب با شرایط اکولوژیکی منطقه را بر روی تپه‌های ماسه‌ای کاشته و مستقر نمود.

امروزه کلمه مالچ با حفظ معنی، کاربرد گسترده‌تری نیز یافته است و آن این که خرده‌سنگ‌ها (Crushed Stones)، سنگ‌ریزه‌ها (Gravel) و سنگ‌های آتش‌فشانی (Vulcanic Rock) نیز از جمله مالچ‌هایی می‌باشند که هم در مبحث بیابان‌زدایی و هم در زیباسازی اماکن به کار می‌روند (زیرا این گونه مالچ‌ها با طیف گسترده از ساختار، رنگ‌ها و مواد، در زیبایی باغچه، راهرو پیاده‌روها مصرف می‌شوند).

مالچ در اصلاح خاک‌های فقیر و زمین‌های در حال فرسایش و همچنین حفاظت آبخیزها و ممانعت از ورود ماسه به آبگیر سدها و حفاظت از جاده‌ها، راه‌آهن، فرودگاه‌ها، مراکز، قنات، تأسیسات نظامی، روستاها و شهرهایی که مورد هجوم ماسه‌های روان هستند، نقش ارزنده و مفیدی دارد و با کاربرد آن می‌توان از بروز خسارات جبران‌ناپذیر، جلوگیری نماید. به‌طور کلی همیشه انواع مالچ‌ها باید در خدمت کشاورزی و منابع طبیعی جهت بالا بردن افزایش راندمان آن باشند و با تثبیت ماسه و گردوخاک از یک طرف و ایجاد جنگل‌ها و فضای سبز از طرف دیگر، مانع آلوده شدن محیط‌زیست شوند.

۲-۲-۲ خواص مالچ

همان‌گونه که ذکر شد، مالچ کاربردهای متنوعی دارد و بنابراین برخی از خواص مالچ ممکن است در بعضی از کاربردها از حساسیت و انتظارات بیشتری برخوردار باشد. مالچ نفتی از فرآورده‌های سنگین نفت تولید می‌شود و می‌توان با پخش آن بر روی تپه‌های ماسه‌ای، لایه نازک و قابل‌انعطافی به وجود آورد (نیکخو، ۱۳۵۰). این نوع مالچ‌ها که به‌منظور تثبیت تپه‌های ماسه‌ای و کنترل ریزگردها استفاده می‌شوند باید دارای ویژگی‌های زیر باشند (زارع، ۱۳۹۴):

۱) دارای قدرت چسبندگی لازم و کافی به سطح؛

۲) سمی نبودن برای گیاهان و درخت‌ها و نداشتن خاصیت گیاه‌سوزی؛

۳) فاقد مواد معطر شیمیایی باشند و یا این‌که میزان آن در حداقل ممکن بوده و همچنین فاقد بو باشد؛

۴) افزایش جذب آب (آب باران باید بتواند از لایه عبور کرده به زمین برسد)؛

۵) تثبیت خاک در مقابل فرسایش بادی و آبی (توسط آب و باران شستشو نشود)؛

- ۶) حفظ رطوبت (لایه‌ای که روی ماسه‌ها ریخته می‌شود بایستی قادر باشد حتی‌الامکان رطوبت را در زمین نگهداری کند و از خروج آن ممانعت به عمل آورد)؛
- ۷) عایق نمودن سطح خاک (حفظ رطوبت، تعدیل نهایی دمایی فصلی و کنترل جوانه‌ها)؛
- ۸) لایه مالچ پاشی‌شده باید حالت ارتجاعی داشته باشد تا باد و حرکت ماسه‌های زیرین نتواند آن‌ها را به‌صورت پوسته‌پوسته یا ورقه درآورد و نقطه اتکا و مرکز شروع خراب‌کاری مجدد قرار نگیرد؛
- ۹) عدم تأثیر بر درجه حرارت خاک؛
- ۱۰) افزایش میزان و سرعت رویش بذر و نهال و زودرس کردن آن‌ها؛
- ۱۱) مالچ‌ها نبایستی خاصیت اسیدی و یا قلیایی از خود نشان دهند مگر در حد مجاز، آن هم مربوط به مواد افزودنی؛
- ۱۲) مالچ‌ها پس از انجام وظایف محوله باید قابلیت اختلاط با خاک را داشته باشند و خواص شیمیایی خاک را در جهت منفی تغییر ندهند؛
- ۱۳) سطح تثبیت‌شده به‌وسیله مالچ‌ها نباید باعث کند شدن، عقب افتادن و یا توقف رشد گیاهان شود؛
- ۱۴) مالچ نباید توسط آب و باران شسته شود؛
- ۱۵) بر روی مجریان و کارکنان اثر سوء یا سمی نداشته و حساسیت ایجاد ننماید و ضمناً بو هم نداشته باشد؛
- ۱۶) با مواد علف‌کش و سم کشاورزی نباید ترکیب شود؛
- ۱۷) خاصیت تثبیت‌کنندگی مالچ باید به‌نحوی باشد که دارای عمر بهینه ۲۴-۱۸ ماه باشد و لزوماً پس از تثبیت بیولوژیکی توانایی تجزیه، تخریب و نابودی آن به‌وسیله پیر شدن، اثرات آب‌وهوا و نهایتاً میکروارگانیسم‌های خاک را داشته باشد؛
- ۱۸) امکان و انتظار افزایش درصد مواد آلی خاک و جذب آن به‌وسیله گیاه پس از تجزیه و تخریب مالچ وجود داشته باشد؛
- ۱۹) سهولت در اجرای عملیات میدانی؛
- ۲۰) از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر باشد.

۲-۲-۳ انواع مالچ‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها

تقسیم‌بندی‌های متفاوتی برای مالچ‌ها انجام شده است. عمدتاً مالچ‌ها را به دو گروه عمومی مواد معدنی و آلی (بدون در نظر گرفتن زیرگروه‌ها) به شرح زیر می‌توان تقسیم‌بندی نمود.

مواد معدنی که شامل انواع خاک رس می‌باشد و مواد آلی که شامل خاک ارّه، کاه (با و یا بدون برش‌های سنگین نفتی)، برگ گیاهان، لیگنین (محصول جانبی پخت چوب در کارخانه کاغذسازی)، کودهای حیوانی (گیاهی)، ملاس چغندر، مالچ‌های نفتی، مالچ‌های پلیمری (امولسیون)، پلیمر اکریلیک امولسیون و اسید پلی اکریلیک، مالچ فیلم پلی اتیلنی (لایه‌های پلاستیکی یا مشمع) و... می‌باشد.

در یک طبقه‌بندی دیگر مالچ‌ها به سه گروه مالچ‌های بیولوژیک، معدنی و شیمیایی تقسیم شده‌اند (شکل ا).

۲-۲-۳-۱ مالچ‌های بیولوژیک

این نوع مالچ اصولاً از مواد گیاهی نظیر برگ، کاه، کلش، سر شاخه‌های ریز درختان، مواد خرد شده گیاهی حاصل از هرس درختان و درختچه‌ها، ضایعات تولیدات کشاورزی و باقی‌مانده محصولات زراعی پس از برداشت، پسماندهای مراحل مختلف فرآوری محصولات کشاورزی و صنایع غذایی و یا بخشی از زباله‌های خانگی که دارای منشأ گیاهی هستند و در مراحل مختلفی از تجزیه و فساد قرار دارند (مثلاً کمپوست‌ها) تشکیل می‌شوند.

۲-۲-۳-۲ مالچ‌های معدنی

این مالچ‌ها خود به دو گروه تقسیم می‌شوند:

الف - مالچ‌های معدنی: این مالچ‌ها شامل انواعی از مواد معدنی نظیر سنگریزه، خاک رس و مواد مشابه می‌باشد که بنا بر منظوره‌ای خاصی به عنوان خاک پوش یا مالچ از آن‌ها استفاده می‌شود. اصولاً نقش این مواد ایجاد تغییرات فیزیکی در لایه روئین خاک و تأثیر در بافت آن می‌باشد. معمولاً هدف مستقیم از کاربرد این نوع مالچ ایجاد تغییرات شیمیایی بر روی خاک نیست هرچند ممکن است استفاده از آن‌ها تغییر و تحولات شیمیایی خاصی را نیز در روی خاک در پی داشته باشد.

ب - مالچ‌های معدنی شیمیایی اثر: این مالچ‌ها شامل انواعی از مواد معدنی مانند آهک، گچ یا انواعی از املاح معدنی است که حاوی یون‌های فعال زیاد می‌باشند و از آن‌ها با هدف اصلی ایجاد تغییرات شیمیایی بر روی خاک استفاده می‌شود، به همین

جهت این گروه از مواد معدنی را می‌توان در زمره مالچ‌های شیمیایی طبقه‌بندی نمود. کاربرد مالچ‌های مذکور دارای تأثیرات فیزیکی نیز بر روی خاک می‌باشد. بعضی از نتایج جانبی یا مستقیم استفاده از این مالچ‌ها عبارتند از:

- کاهش حساسیت خاک به فرسایش

- اصلاح ساختمان خاک

- اصلاح بافت خاک

- افزایش نفوذپذیری خاک

- افزایش تبادل یونی خاک

- افزایش حاصلخیزی خاک

- اصلاح pH خاک

- تقویت و توسعه میکروبیولوژی خاک

۳-۲-۲ مالچ‌های شیمیایی

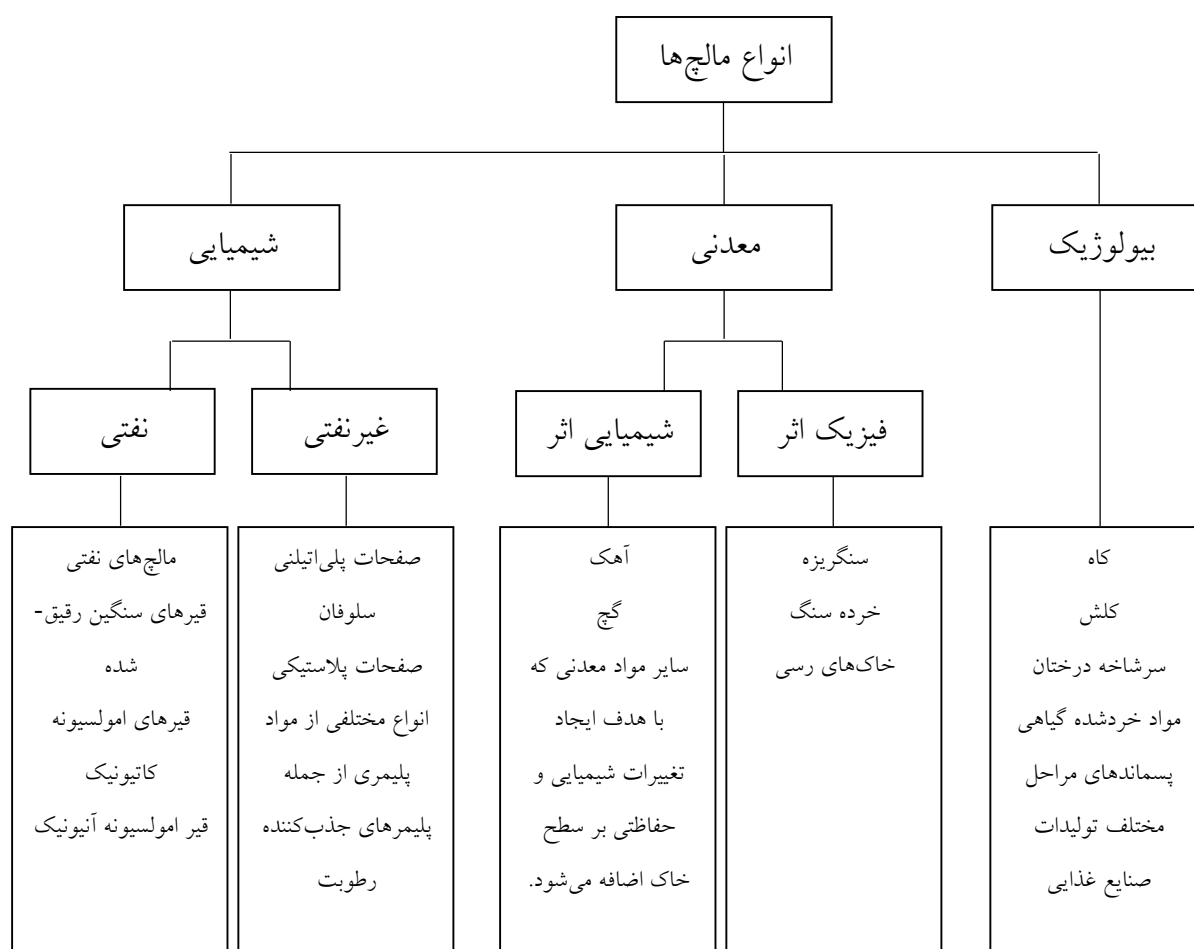
از دیدگاه بررسی حاضر مالچ‌های شیمیایی مورد استفاده جهت حفاظت خاک را می‌توان به دو گروه مالچ‌های شیمیایی غیرنفتی و مالچ‌های نفتی طبقه‌بندی نمود (شکل ۲-۱). هریک از این مواد ممکن است فیزیک اثر یا شیمیایی اثر بوده و یا هر دو ویژگی را به‌طور توأم داشته باشند. در حال حاضر کاربرد مالچ‌های نفتی بیشتر با هدف استفاده از اثرات فیزیکی آن مورد توجه قرار دارد.

الف - مالچ‌های شیمیایی غیرنفتی: شامل مواد مصنوعی مانند پشم شیشه، کاغذ، انواع ورقه‌های فلزی، لایه‌های نازک پلاستیکی، سلفون، مواد پلی اتیلن و ... است. با آنکه پایه اصلی ساختمان بخشی از این مالچ‌ها را مواد نفتی تشکیل می‌دهد اما در وضع موجود در زمره مالچ‌های غیرنفتی طبقه‌بندی می‌شوند.

ب - مالچ‌های نفتی: مالچ‌های نفتی عموماً به موادی یا فرآورده‌های سنگین نفتی اطلاق می‌شود که از نظر ترکیب شیمیایی مجموعه از برش‌های هیدروکربنی بوده و بیشتر به‌منظور جلوگیری از فرسایش خاک به‌ویژه فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های

روان مورد استفاده قرار می‌گیرد. اصولاً هدف از کاربرد این مواد ایجاد چسبندگی بیشتر بین ذرات سطحی خاک به‌ویژه ماسه‌ها و افزایش پایداری آن‌ها در مقابل جابجایی توسط باد است.

مالچ‌های نفتی که خود دارای انواع مختلفی هستند پس از پاشیدن به صورت یک لایه نازک و مشبک در روی سطح خاک عمل نموده و با افزایش چسبندگی بین ذرات خاک برای مدت زمان مشخص باعث افزایش پایداری آن‌ها در مقابل فرسایش بادی می‌گردد، هرچند که در این مدت ممکن است اثرات جانبی دیگری نظیر تأثیر در درجه حرارت، کاهش تبخیر، کاهش نفوذپذیری، تغییر در میزان رواناب را نیز به همراه داشته باشند.



شکل ۲-۱- طبقه‌بندی مالچ‌ها

۴-۲-۲ مالچ نفتی

مالچ نفتی فرآورده‌ای است که می‌توان با پخش آن فیلم نازک و قابل انعطافی بر روی خاک به وجود آورد، معمولاً به منظور ایجاد چنین فیلمی از فرآورده‌های سنگین نفت استفاده می‌شود. اگر برش‌های سنگین نفت خام در شرایط معمولی تا حدودی سیال با شند با کمی گرم کردن (حرارت دادن) پخش آن‌ها به آسانی میسر می‌گردد. در صورتی که رزین‌های نفتی و یا مواد آسفالتی مورد نظر باشد پخش این مواد به صورت امولسیون در آب ساده‌ترین راه پخش و ایجاد فیلم مذکور بر روی سطح خاک است به طوری که امولسیون آسفالتی پس از تماس با سطح خاک آب خود را از دست داده و فیلمی از ماده اصلی بر جای می‌گذارد.

هدف از کاربرد قیر و دیگر مواد نفتی جهت پوشش خاک در امر کشاورزی صرف نظر از مواردی که به منظور عایق کردن خاک و استحصال آب می‌باشد عبارت‌اند از:

۱- افزایش حرارت خاک

۲- حفظ رطوبت در خاک

۳- افزایش میزان و سرعت رویش بذر و نهال (افزایش محصول و زودرس کردن آن)

۴- کاهش اثرات سوء تشکیل سله در خاک

۵- حفاظت خاک از فرسایش بادی و آبی

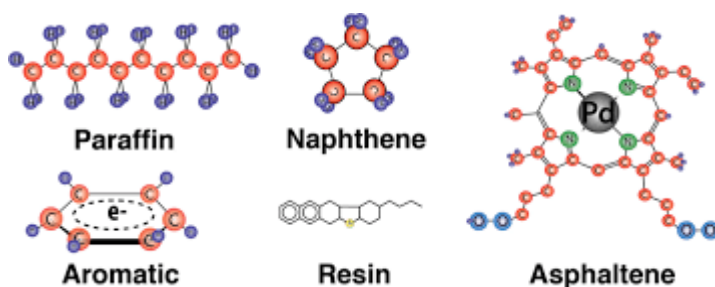
این نکته قابل ذکر است که اجرای عملیات مالچ پاشی، به عنوان آخرین راهکار و اقدام در مناطقی که سایر پروژه‌های تثبیت ماسه‌های روان قابلیت اجرا و توفیق ندارند، می‌باشد.

۱-۴-۲-۲ منشأ و ترکیبات مالچ‌های نفتی

منشأ تولید مالچ‌های نفتی از نفت خام می‌باشد. قسمت اعظم مواد موجود در نفت خام از ترکیبات حاصل از هیدروژن و کربن تشکیل یافته که به اسم هیدروکربن شناخته می‌شوند. نفت خام در کل مخلوطی از انواع هیدروکربن‌هاست و مواد دیگر نقش مواد اضافی یا آلاینده را دارند و بیش از ۹۰٪ نفت خام در واقع از هیدروکربن است. طبقه‌بندی ترکیبات نفتی شامل آلکان‌ها و آروماتیک‌ها (هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای) (PAHs) می‌باشد. ترکیبات غیر هیدروکربنی نفت شامل سولفور،

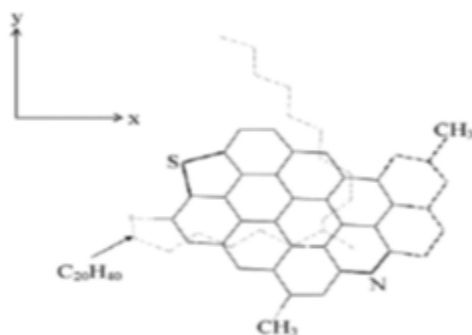
نیتروژن، اکسیژن به همراه مقدار کمی از فلزات شامل کادمیم، وانادیم، جیوه، نیکل، سدیم و پتاسیم می‌باشد (Hanson et al., 1999).

درواقع پایه اساسی مالچ نفتی، طیف وسیعی از هیدروکربن‌های سنگین نفتی است (شکل ۲-۲) که به اجزا (برش‌های) مختلفی که دارای ترکیبات شیمیایی گوناگون و طبعاً نقاط جوش مختلفی می‌باشند، تقسیم می‌شوند و شامل چهار جزء اصلی: اشباع‌شده‌ها^۱، نفتین آروماتیک‌ها^۲، آروماتیک‌های قطبی^۳ و آسفالتین‌ها^۴ می‌باشند (خلدبرین، ۱۳۸۸).



شکل ۲-۲- ساختار مولکولی اجزاء هیدروکربن‌های سنگین

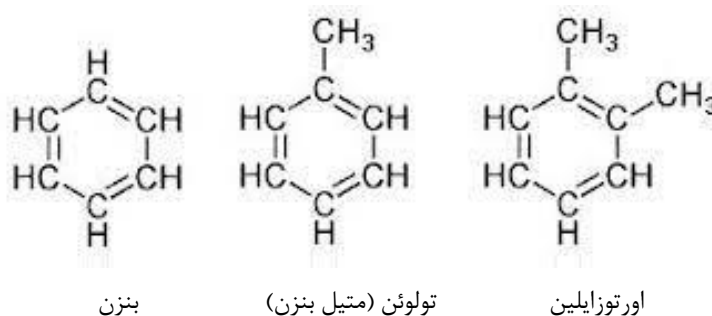
در واقع ساختار مولکولی آسفالتین‌ها را حلقه‌های آروماتیکی با زنجیرهای کربنی و هترو اتم‌هایی از قبیل نیتروژن، اکسیژن و سولفور، تشکیل می‌دهند که نوع و مقدار آن‌ها، رفتار تجمعی مولکول‌های آسفالتین به وجود می‌آورد (رحمتی، ۱۳۹۸) (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- ساختار مولکولی اجزاء هیدروکربن‌های آسفالتین

- ۱\ Saturates
- ۲\ Naphthene Aromatics
- ۳\ Polar Aromatics
- ۴\ Asphaltenes

هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs)^۵ که آن‌ها را هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای^۶ نیز می‌نامند (Berko, 2002؛ Conell, 1997) ترکیباتی متشکل از یک حلقه بنزن که شامل شش مولکول کربن پیوند یافته با یکدیگر در یک حلقه با سه پیوند دوگانه و یک اتم هیدروژن برای هر اتم کربن می‌باشند که ترکیب دو یا تعداد بیشتری از حلقه‌های بنزن باعث تشکیل هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای می‌شود (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴- ساختار مولکولی اجزاء هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای

هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای به فرم گاز مانند گاز طبیعی، به فرم مایع مانند نفت خام و به فرم جامد مانند قیر و آسفالت یافت می‌شوند. هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در محیط‌زیست پراکنده بوده و بین آب‌وهوا، آب و رسوبات و آب و موجودات زنده توزیع و منتقل می‌شوند. تعدادی از هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای می‌توانند به‌طور مستقیم از آب‌های سطحی یا خاک وارد هوا شوند. از آنجاکه این ترکیبات آب‌گریز هستند و حلالیت کمی در آب دارند تمایلی به فاز آبی نداشته و از این‌رو در رسوبات، خاک و بدن جانداران بیش از آب‌وهوا یافت می‌شوند از طرفی غلظت این ترکیبات در هوا با اتصال به ذرات معلق موجود در آن نسبت به آب بیشتر است (سازمان بهداشت جهانی، ۱۹۹۸).

خاک آلوده به هیدروکربن‌های نفتی یک مسئله زیست‌محیطی است که سلامت انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (علوی بختیاروند، ۱۳۹۱). این آلاینده‌ها می‌توانند به‌طور سطحی جذب ذرات خاک شده، به تدریج به غلظت آن‌ها افزوده و همراه با جریان‌های سطحی و عمقی، به آب‌های سطحی و زیرزمینی وارد شوند و در نهایت به زنجیره غذایی گیاه، حیوان و انسان وارد

^۵ Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

^۶ Poly Nuclear Aromatic Hydrocarbons

شده، موجودات زنده را مسموم کنند (Rababah و Matsuzawa، ۱۳۸۱). این مواد اثرات مخرب و زیان باری را در محیط زیست بر جای می‌گذارند. استفاده نامناسب از پسماند نفتی باعث آلودگی محیط‌زیست به‌ویژه آلودگی خاک می‌شود و برای آب‌ها نیز تهدیدی جدی به حساب می‌آید. همچنین پسماند نفتی محتوی چندین ترکیب سمی هیدروکربنی است که خاصیت سرطان‌زایی و خاصیت سمیت قوی برای سیستم ایمنی بدن را دارند (شینی و همکاران، ۱۳۹۳).

تاکنون تعدادی از PAHs به‌عنوان ترکیبات جهش‌زا و سرطان‌زا شناخته شده‌اند. بر حسب مراجع مختلف، از نظر سرطان‌زایی و جهش‌زایی، این ترکیبات در گروه‌های متفاوت قرار گرفته‌اند. PAHs از راه‌های مختلف می‌توانند جذب بدن انسان شوند. عمده‌ترین راه‌های دریافت PAHs در انسان عبارتند از: ۱- غذا، ۲- محیط (هوا، آب و خاک)، ۳- سیگار. در افرادی که در محیط‌های با آلودگی بالا نمی‌باشند (غیر شاغل در تولید PAHs و یا مواد مرتبط با آن‌ها) و غیر سیگاری‌ها، غذا راه اصلی دریافت PAHs است بنابراین اثرات مضر تعدادی از PAHs بر سلامتی انسان مشخص شده است به این جهت باید دریافت این ترکیبات به بدن انسان محدود شود. از آنجا که کنترل شرایط زیست‌محیطی نیازمند تمهیدات زیادی است، استفاده از مواد اولیه با مقادیر کم PAHs می‌تواند گزینه مناسبی در کاهش PAHs باشد لذا به کار بردن فرمولاسیون مناسب می‌تواند راهکاری برای کاهش تولید این ترکیبات باشد (ایوانی و همکاران، ۱۳۹۱).

۵-۲-۲ کاربرد مالچ‌های نفتی

در مناطقی که میزان بارندگی کم بوده استفاده از مالچ‌های نفتی نه‌تنها از میزان تبخیر آب باران از سطح زمین کاسته می‌شود بلکه با حفظ آن در خاک آب کافی جهت جوانه زدن و رشد گیاه در خاک محفوظ مانده و برداشت محصول دلخواه که اصولاً بدون آبیاری اضافی عملی نیست با استفاده از مالچ میسر خواهد شد.

جهت کاهش تبخیر آب از سطح زمین و جلوگیری از نفوذ و هرز روی آب در خاک استفاده از مالچ موجب صرفه‌جویی و تقلیل در دفعات آبیاری می‌گردد. استفاده از این روش در مقیاس بزرگ اهمیت کاربرد مالچ را در کشاورزی نشان می‌دهد.

آزمایش‌هایی که در سال‌های اخیر به‌عمل آمده است مؤید آن است که با کاربرد مالچ بر روی بستر دانه‌ها (در مناطقی که مقدار بارندگی حدود ۱۵۰ میلی‌متر در سال باشد) رطوبت کافی در خاک حفظ می‌شود، در نتیجه جوانه‌زنی و رشد گیاه در خاک میسر می‌گردد.

امولسیون‌های آسفالتی به‌عنوان مالچ علاوه بر ایجاد شرایط مساعد (جهت رشد گیاه) موجب جلوگیری از فرسایش خاک گردیده و با ایجاد پوششی از آن بر روی زمین لایه رویی خاک که حاصلخیزترین بخش خاک است سالم باقی خواهد ماند.

برخی از مناطق که دارای پراکنش بارندگی نامتناسب می‌باشند، در فصول گرم، رطوبت خاک حتی قبل از جوانه زدن گیاه بسیار ناچیز بوده، زیرا آب باران در مدت کوتاهی از سطح زمین تبخیر شده و یا در نقطه‌ای پایین‌تر از ریشه گیاه نفوذ می‌کند به‌طوری که جوانه گیاه قادر به جذب آن نخواهد بود. با استفاده از امولسیون‌های آسفالتی بلافاصله پس از کشت گیاه (معمولاً پس از باران) مقدار بیشتری از رطوبت حاصل از آب باران در سطح خاک محفوظ می‌ماند. به این جهت که مقداری از آب باران در اثر نیروی ثقل در زمین نفوذ کرده و مقدار دیگر جهت اشباع خاک به کار می‌رود و چون امکان تبخیر آب از سطح خاک (به علت وجود فیلم آسفالتی) به آسانی میسر نیست کم شدن رطوبت خاک در مدت زمان بیشتری صورت گرفته و رطوبت کافی جهت رشد گیاه تأمین می‌گردد. از طرف دیگر در هنگام اشباع سطح خاک از آب باران، آب از سطوح مالچ پاشی نشده نیز به زیر بستر مالچ پاشی شده حرکت نموده و آن را اشباع می‌کند. پس از توقف باران رطوبت جذب شده در زیر بستر مالچ پاشی شده حفظ می‌شود. از این جهت در مناطقی که مقدار بارندگی کم و پراکندگی آن نامتناسب باشد، با کاربرد مالچ رطوبت به صورت یکنواخت در خاک تأمین می‌شود.

۶-۲-۲ تثبیت خاک و ماسه‌های روان

تثبیت خاک در زمین‌های مسطح و شیب‌دار یکی از مسائل عمده ایست که توجه متصدیان این بخش را به خود جلب نموده است؛ زیرا این سطوح که اغلب از خاک نرم تشکیل شده است ثبات خود را از دست داده و مشکلات متعددی را در امر سکونت، حمل و نقل، کشاورزی و... ایجاد می‌کنند. این تغییرات که اغلب به‌وسیله باد و باران به وجود می‌آیند به‌طور مؤثر و مستقیم مانع سکونت، عبور و مرور شده و از طرفی گاهی زمین‌های زراعتی و زیر کشت را نیز می‌پوشاند. با استفاده از مالچ‌های نفتی می‌توان تثبیت خاک را تا مدت محدودی تأمین نمود و همان‌طور که ذکر شد در صورت مناسب بودن نوع خاک و وجود باران کافی زمین‌های سرسبزی را به وجود آورد. از طرف دیگر قسمت وسیعی از سطح زمین از ماسه و شن‌های نرم پوشیده شده است این مواد اغلب سبک بوده و در اثر قدرت باد گاهی توده عظیمی از آن به صورت تپه‌های ماسه‌ای حرکت نموده و از جایی به جای دیگر مهاجرت می‌کنند. این تغییر و تحول در طبیعت باعث از بین بردن بخشی از زمین‌های زراعتی - مسدود شدن راه‌ها و در بعضی موارد باعث نابودی دهکده‌ها می‌گردد و وزش باد توأم با حرکت ماسه‌های ریز، مزارع آباد را تهدید نموده و باعث نابودی گیاهان می‌گردد. در این مورد متأسفانه ما در کشور با این پدیده مواجه می‌باشیم به‌طوری که در جنوب غربی کشور زمین‌های زراعتی که چندین سال حاصلخیز بوده است، راه‌ها و دهکده‌های اطراف آن و همچنین در شمال شرقی (سبزوار) که تپه‌های عظیم ماسه‌ای قرار گرفته است و در حاشیه کویر تا کرمان و سیستان و بلوچستان را تپه‌های ماسه‌ای پوشانده است. این نوع تپه‌های ماسه‌ای همیشه در حال پیشرفت است. متوقف نمودن پیشروی این نوع ماسه‌های روان، اهمیت کاربرد فرآورده مالچ را نشان می‌دهد. استفاده از مالچ نفتی به‌عنوان آخرین راهکار جهت تثبیت ماسه‌های روان شناخته می‌شود.

۱-۶-۲-۲ کاهش هرز آب‌ها

به‌طور کلی انتقال آب از طریق کانال‌های خاکی رو باز باعث هدر رفت ۲۰ تا ۶۰ درصد آب در هر کیلومتر می‌گردد و با توجه به کمبود آب جهت مصارف کشاورزی اهمیت جلوگیری از هرز روی آب آن‌هم در وسعت زیاد که از سدها منشعب می‌گردد روشن می‌شود. در این مورد نه‌تنها مقداری از آب آبیاری صرفه‌جویی می‌شود بلکه می‌توان زمین‌های بیشتری را که مستعد کشاورزی می‌باشند به زیر کشت برد.

در نقاطی که طبقات زیرین خاک کاملاً قابل نفوذ می‌باشند فقط می‌توان بر روی مقدار آب و تغییر وضع کانال در مقابل جریان آب و تغییرات احتمالی تکیه نمود ولی در نقاطی که لایه‌های زیرین خاک دارای قابلیت نفوذپذیری کمتری است آب در زیرزمین فروکش نکرده، در این صورت نه‌تنها باعث باتلاقی شدن زمین‌های اطراف کانال شده و محیط مناسبی جهت رشد پشه و حشرات دیگر می‌گردد بلکه باعث بالا آمدن سطح سفره آب زیرزمینی شده و در نتیجه موجب شوری اراضی در مجاورت کانال می‌گردد.

با استفاده از سه نوع امولسیون‌های آسفالتی و کاربرد روش‌های مختلف از جمله پخش امولسیون‌های مختلف آسفالتی و ایجاد سطح مناسبی از آن‌ها بر روی کف و دیواره‌های کانال چه در هنگامی که خشک بوده و یا در مواردی که مرطوب می‌باشند (در کانال‌های جدید و کانال‌های قدیمی) می‌توان با روش‌های مختلف از هرز روی آب به مقدار قابل توجهی جلوگیری نمود، سهل‌ترین راه جلوگیری از نفوذ آب، اضافه نمودن امولسیون‌های کاتیونیک به درون آب کانال است که از نظر قیمت نیز کاملاً مقرون به صرفه می‌باشد.

کاهش یا جلوگیری از هرز روی آب در مخازن خاکی آب نیز از طریق روش ذکر شده در بالا با پخش امولسیون‌های آسفالتی میسر است و در این مورد لازم است که سطح مخازن موردنظر کاملاً صاف و به اندازه کافی فشرده باشد. این روش جهت جمع‌آوری آب باران در مناطقی که با کمبود آب مواجه است نیز می‌تواند مورد استفاده واقع شود و از هرز روی آب باران در اثر نفوذ به اعماق زمین جلوگیری به عمل آید.

علاوه بر مصارف فوق امولسیون‌های آسفالتی در ساختمان نیز به مقدار عمده‌ای مصرف دارد. امولسیون‌هایی که زود شکسته می‌شوند در پوشش سطحی و امولسیون‌هایی که دیرتر شکسته می‌شوند در تهیه مخلوط‌هایی از قیر و مواد معدنی و بالاخره امولسیون‌هایی که به آسانی شکسته می‌شوند در عایق‌کاری بام - پوشش کف ساختمان‌ها - کاغذهای آسفالتی - پوشش زیر اتومبیل‌ها - پر کردن ترک‌های آسفالتی مصرف می‌شوند. با استفاده از برخی از مالچ‌های نفتی که منعکس‌کننده نور خورشید می‌باشد از تبخیر آب جلوگیری شده و ازدیاد درصد نمک و افزایش درجه حرارت خاک متوقف می‌گردد.

از مالچ‌های نفتی که در کشاورزی مفید واقع شده‌اند می‌توان چند نوع امولسیون آسفالتی را نام برد. این فرآورده‌های آسفالتی ممکن است اسیدی (کاتیونیک) و یا قلیائی (آنیونیک) باشند با این حال هر دو نوع فرآورده مذکور امولسیونی از قیر در آب می‌باشند. علاوه بر دو نوع امولسیون ذکر شده، امولسیون قیر که با استفاده از پودر برخی از مواد معدنی ساخته می‌شوند، در کشاورزی مورد استفاده واقع می‌گردد.

۲-۳ تاریخچه استفاده از مالچ نفتی جهت تثبیت ماسه‌های روان

از جمله اقدامات مهمی که از چندین دهه قبل در زمینه کنترل فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های روان در کشور صورت گرفته است، می‌توان به مالچ‌پاشی اشاره کرد (زارع، ۱۳۹۸).

در اواخر جنگ جهانی دوم برای اولین بار شخصی به نام دکتر Hishman به وسیله قیراندود کردن کانال‌ها و مجاری طبیعی، آب‌های جاری را با حداقل افت به طرف مخازنی هدایت نمود و سپس آب‌های ذخیره را مورد استفاده قرار داد. سپس دکتر Robert عملیات را به طور دامنه‌داری ادامه داد و متوجه شد که در اثر قیراندود کردن زمین‌های عاری از پوشش گیاهی، خاک تثبیت و از گیاهان مختلف پوشیده می‌گردد.

در نتیجه آزمایش‌های بعدی که نتایج امیدبخش در برداشتند، شرکت‌های نفتی آزمایش‌های خود را در سطح وسیع‌تری توسعه و در کشورهای مختلف با روش‌های گوناگون استفاده از مازاد مواد نفتی را مورد آزمایش قرار دادند.

در اتحاد جماهیر شوروی نخستین اقدام برای تثبیت ماسه به وسیله مواد نفتی در سال ۱۸۹۰ در مسیر راه آهن آسیائی روسیه انجام شد (تلوری، ۱۳۶۳). در همین سال مؤسسه اگروفیزیک پیتربورگ (لنینگراد)، آزمایشی برای تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از امولسیون قیر در رپتک (Repetek) واقع در بیابان قره‌قوم انجام داد. با این حال اولین گزارش‌های پژوهشی راجع به نتایج کاربردی پوشش‌های نفتی در سطح خاک از سال ۱۹۳۵ در مجلات علمی و از سال ۱۹۴۱ در منابع آمریکایی گزارش شد (درویش، ۱۳۷۹).

کار تثبیت ماسه‌های روان از طریق پوشاندن آن‌ها به وسیله امولسیونی از قیرهای طبیعی در شوروی سابق ادامه پیدا کرد. در این روش قیر رقیق شده با آب روی ماسه‌ها پاشیده شده و تا عمق ۵-۷ سانتیمتر نفوذ می‌کنند، پس از تبخیر آب قیر طبیعی موجب ایجاد نیروی چسبندگی بین ذرات ماسه گردیده و آن‌ها را تثبیت می‌نماید. میزان مصرف امولسیون ۲۰ تن در هکتار بوده است.

همچنین در سال ۱۹۶۱ یکی از دانشمندان شیمی به نام Todles در قسمت شمال کشور لیبی با روش پاشیدن مازاد مواد نفتی توانست تپه‌های ماسه‌ای را تثبیت نماید و سپس قراردادی که با کشور لیبی انعقاد کرد در بین سال‌های ۱۹۶۳ و ۱۹۶۶ تا ۷۵۰ هکتار زمین بایر و ماسه‌زار را به صورت دایر در آورد و تا سال ۱۹۶۸ وسعت تثبیت را به ۳۰۰۰ هکتار رساند و ضمناً متعهد شد که تا سال ۱۹۷۳ وسعت تثبیت تپه‌های ماسه‌ای را به ده هزار هکتار برساند و گیاهان مختلف از قبیل آکا سیبا، آفاقا و اکالیپتوس کشت نماید.

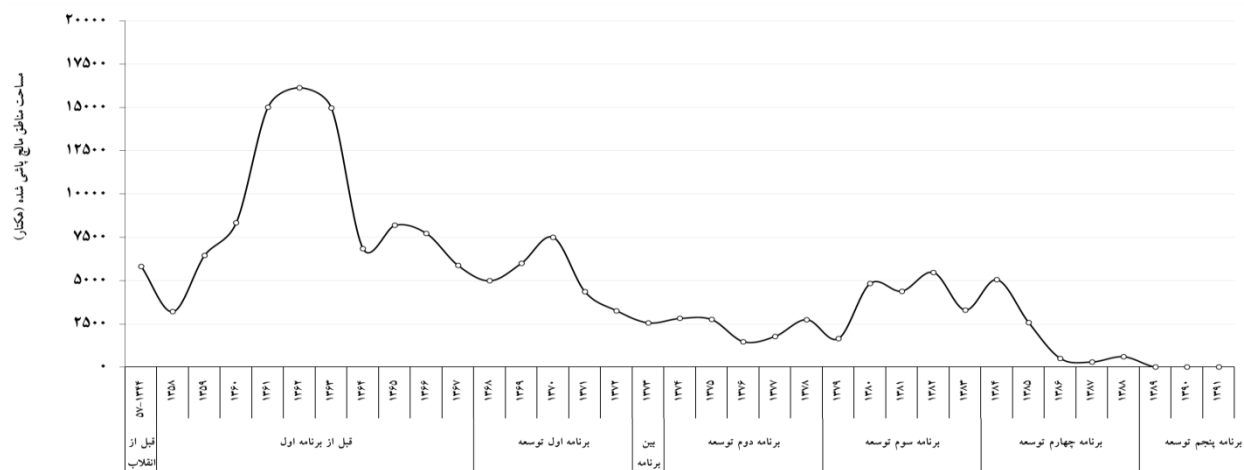
در سال ۱۹۶۵ در کشور الجزایر نیز آزمایش‌هایی جهت حفاظت جاده‌ها عمل گردید که نتایج آن بسیار مفید بود. بدین جهت سطح عمل در اکثر دنیا که مواجه با مشکل فرسایش بادی بودند روزبه‌روز توسعه یافت.

با توجه به اهمیت نتایج حاصله از مازاد مواد نفتی، کشور ایران نیز که خود کشور نفت‌خیزی است از سال ۱۳۴۶ (۱۹۶۷ میلادی) استفاده از مازاد مواد نفتی را که بنام مالچ معرفی شده بود، به صورت آزمایشی آغاز نمود و طرح‌های مفیدی در این مورد پیشنهاد و عملی گردید. درواقع عده‌ای از متخصصین شرکت ملی نفت ایران پایه‌گذار برنامه‌های مالچ‌پاشی به‌طور آزمایشی بر روی تپه‌های ماسه‌ای فتح‌آباد بوئین‌زهره از طریق پاشش با مالچ آب‌پاش بودند.

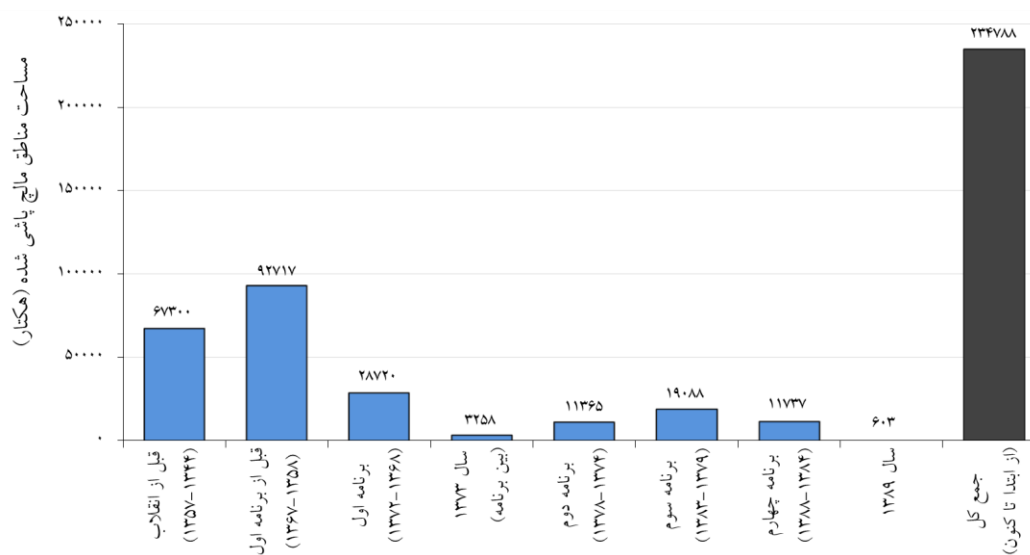
از سال ۱۳۴۹ پس از موفقیت طرح آزمایشی در ایستگاه حمیدیه (بین جاده اهواز- خرمشهر) برای پاشش در سطح وسیع‌تری از اسکی چرخ‌دار و تراکتور با گنجایش حدود سه تا چهار تن استفاده گردید که این اسکی با دو چرخ و در طی سال‌های بعد به‌صورت چهار چرخ و با گنجایش پنج تا شش تن تکمیل گردید.

از سال ۱۳۵۰ به لحاظ این که اسکی چرخ‌دار قادر به حرکت در تپه‌های ماسه‌ای تقریباً مرتفع نبود، لذا متخصصین قرارگاه مالچ، اقدام به طراحی و ساخت «اسکی بدون چرخ» با ظرفیت ۱۰ تا ۱۲ تن نمودند که دارای سطح اتکالی بسیار زیاد با اصطکاک بسیار کم بود و با نیروی کشنده بلدوزر D7 و D8 با قدرت ۳۰۰ تا ۴۰۰ اسب‌بخار جایگزین گردید. به لحاظ این که شیب در برخی تپه‌های ماسه‌ای حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد می‌رسید، به‌منظور سهولت در امر پاشش و حرکت بلدوزر هنگام پاشش و قدرت سریع مانور از وینچ (Winch) که در پشت بلدوزر نصب شده بود، استفاده گردید. مکانیسم پاشش به دو روش تفنگ (Gun) و لنسر (Lancer) بوده که با نصب موتورپمپ در ابتدای اسکی (پمپ‌هایی از نوع اسکرو Scroo) و سیستم لوله‌کشی به انتهای اسکی و گان متصل و در انتهای گان از نازل‌ها که با قطر ۱۲-۱۴ میلی‌متر و به‌صورت اسپری پاشش انجام می‌گردید، مکانیسم کار با لنسر هم از طریق اتصالات شیلنگ‌ها (فشار قوی) و لوله‌های آهنی به سر نازل بود.

وسعت مناطق مالچ‌پاشی شده به تفکیک در سال‌ها و دوره‌های مختلف در شکل‌های (۲-۵) و (۲-۶) آورده شده است. شایان ذکر است که اخیراً برنامه مالچ‌پاشی با استفاده از مالچ نفتی در ۱۵ هزار هکتار از کانون‌های بحرانی کشور در دستور کار قرار گرفته است که این آمار جدید در نمودارهای زیر لحاظ نشده است.



شکل ۲-۵- وسعت مناطق مالچ‌پاشی شده در کشور در سال‌های مختلف



شکل ۲-۶- وسعت مناطق مالچ‌پاشی شده در دوره‌های مختلف

با وجود اینکه بیش از پنجاه سال (از سال ۱۳۴۶) است از مالچ نفتی استفاده می‌شود (زارع و همکاران، ۱۳۹۷) از ابتدا همواره موافقان و مخالفانی را به همراه داشته است. در زیر به برخی از نتایج تحقیقات صورت گرفته اشاره می‌شود:

تحقیقات کاربرد مالچ‌های سنگینی V.B و امولسیون

مجری: پژوهشکده صنعت نفت

حدود نیم قرن پیش مسئله استفاده از مالچ‌های نفتی سنگین در امر تثبیت ماسه‌های روان در کشور ما مطرح شد و با تشکیل گروهی ویژه در پخش شرکت ملی نفت ایران با همکاری پژوهش و کارشناسان وزارت کشاورزی عملاً کار آغاز گردید. به دلیل عدم دسترسی به مشخصات استاندارد از یک سو و از سوی دیگر محدودیت تولید انواع محصولات مناسب نوعی از مالچ جهت مصرف انتخاب گردید که هم از نظر تولید و هم از نظر مصرف کمترین مشکل را در برداشته باشد. در طی چند دهه اخیر به کرات از کیفیت مالچ مصرفی از طریق واحدهای اجرایی تحت پوشش کاربرد مالچ نفتی اظهار نارضایتی صورت گرفته است اما به منظور بالا بردن کیفیت مالچ، کاهش میزان مصرف، کاهش هزینه‌های تمام‌شده، بهبود کیفیت تثبیت و جلوگیری از لطمه زدن به گیاهان و موارد دیگر طرح استفاده از مالچ‌های نفتی سنگین پیشنهاد گردید که از طریق پژوهشکده صنعت نفت و مدیریت تثبیت شن و بیابان‌زدایی موافقت‌نامه‌های لازم انجام و در قالب یک طرح تحقیقاتی اجرا گردید.

عملیات آزمایشگاهی از تهیه نمونه مالچ مصرفی فعلی و انواع باقیمانده‌ها، نفت کوره، قیرهای مختلف و تهیه و آزمایش انواع امولسیون‌های قیر شروع گردید.

نتایج حاصل از آزمایشات نشان داد که مالچ‌های سنگین تنها لایه نازک و مستحکمی در سطح ماسه‌ها ایجاد کرده و به دلیل عدم وجود مواد سبک و روغنی توسط ماسه‌ها به صورت لایه‌لایه در نیامده و به اعماق ماسه‌ها نفوذ نمی‌کنند و نتیجتاً هیچ‌گونه لطمه‌ای به عوامل تثبیت‌کننده بیولوژیکی وارد نمی‌نمایند. انواع باقیمانده‌های تقطیر که عاری از مواد سبک هستند، قیر ۳۰۰ / ۲۰۰ و امولسیون‌های قیر از جمله مالچ‌های سنگین پیشنهادی و مورد بررسی و تحقیق می‌باشند.

این مالچ‌ها، قدرت چسبندگی بیشتر، دوام و مقاومت مناسب‌تری دارند در نتیجه مقدار مصرفی آن‌ها در واحد سطح کاهش می‌یابد، عاری از هرگونه مواد مضر برای گیاهان می‌باشند و هزینه حمل و نقل آن‌ها کمتر است، بنابراین هزینه طرح‌های تثبیت را کاهش می‌دهند.

انواع امولسیون‌های قیر، قیرهای با نقطه نرمی پایین و درجه نفوذ بالا و باقیمانده‌های برج‌های تقطیر در خلأ از جمله محصولات هستند که به عنوان مالچ سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مورد مالچ‌های غیر امولسیون به دلیل لزوم اعمال درجه حرارت بالاتر به منظور امکان پاشیدن راحت‌تر (Spray) لازم است در امکانات عملیاتی جهت اجرای کار تغییرات و

ا صلاحاتی به عمل آید و افراد دست‌اندرکار عملیات آموزش لازم را فراگیرند و موارد ایمنی را رعایت کنند. پالایشگاه‌ها برای تولید و تحویل مالچ‌های سنگین لازم است مهیا گشته و دستگاه‌ها و سیستم‌های مورد نیاز را ایجاد نمایند.

در طی سال‌های گذشته تحقیقاتی در ارتباط با مصرف فراآورده‌های نفتی (مالچ) و اثرات آن بر روی ماسه‌های روان توسط محققان موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور صورت گرفته است که نتایج به‌دست آمده بدون هیچ‌گونه اظهارنظری منعکس می‌گردد.

خلاصه نتایج تحقیقات انجام شده توسط موسسه تحقیقات در زمینه مالچ‌های نفتی و غیرنفتی (بهی و همکاران، ۱۳۵۲)

الف- تحقیق در تثبیت تپه‌های ریگ روان به روش مکانیکی (باد شکن) و شیمیایی (مالچ نفتی) در خوزستان و توجیه اقتصادی هر یک از آن‌ها.

در منطقه الباجی اهواز، طی سه دوره آزمایش یک‌ساله در سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۵۰، کارایی دو تیمار اصلی بادشکن (در الگوهای مختلف) و مالچ پاشی، برای تثبیت ماسه و استقرار گیاه بررسی شد. از ساقه‌های نی که در آبگیرهای خوزستان می‌روید، به‌صورت پرچین به‌عنوان بادشکن استفاده شد.

الگوهای بادشکن به شرح زیر بوده است:

الف- بادشکن موازی به فاصله ۷ متر، در دو اندازه ارتفاعی یک و نیم متر،

ب- بادشکن موازی به فاصله ۵ متر، در دو اندازه ارتفاعی یک و نیم متر،

ج- بادشکن شطرنجی ۱۰×۷ متر، در دو اندازه ارتفاعی یک و نیم متر،

د- بادشکن شطرنجی ۵×۵، در دو اندازه ارتفاعی یک و نیم متر،

در واحدهای آزمایشی این طرح قلمه‌های گز شاهی و بذرهای آکاسیا و اسکنبیل نیز کشت شد.

نتایج سه سال تکرار این آزمایش، با توجه به نرخ‌های زمان انجام آزمایش، به شرح زیر است:

- ۱- مؤثرترین و گران‌ترین بادشکن الگوی ۵×۵ متر به ارتفاع یک متر و با هزینه ۲۴۹۱۸ ریال در هکتار و ارزان‌ترین الگوی مؤثر، بادشکن موازی به فاصله ۷ متر و به ارتفاع یک متر است که هزینه آن ۸۹۰۰ ریال در هر هکتار می‌باشد.
- ۲- هزینه مالچ پاشی (با توجه به این که مالچ مصرفی در پالایشگاه تهران تولید و به محل حمل می‌شود) در هر هکتار ۱۱۳۴۵ ریال است.
- ۳- هزینه مالچ پاشی ۲۷/۵ درصد بیشتر از هزینه ارزان‌ترین الگوی مؤثر بادشکن است.
- ۴- کشت بذره‌های اسکنبیل و آکاسیا در هر دو تیمار اصلی قیرپاشی و بادشکن نتیجه مطلوبی نداشته ولی قلمه‌های گز شاهی در هر دو تیمار اصلی مذکور از موفقیت کافی برخوردار بوده است.

ب- مقایسه روش‌های تثبیت بیولوژیک ماسه، با استفاده از مالچ و بدون استفاده از مالچ (نفتی) (لقمان، ۱۳۸۰)

به‌منظور مقایسه موفقیت و هزینه عملیات تثبیت بیولوژیک ماسه در شرایط استفاده از مالچ نفتی و بدون مالچ و دو روش نهال‌کاری و بذرکاری برای شش گونه گیاهی، ۴۰ هکتار از اراضی تپه‌های ماسه‌ای مرتفع موسوم به ریگ بلند در منطقه کاشان، از زمستان ۱۳۶۷ زیر پوشش این طرح قرار گرفت. بررسی موفقیت گونه‌های کاشته شده در طول فصل رویش سال ۶۸ نشان داد که به علت کمبود بارندگی در سال ۶۷، اگر چه میزان موفقیت اولیه در تیمار مالچ پاشی بیشتر از تیمار شاهد (بدون مالچ) بوده است، اما از نیمه دوم فروردین ۶۸ موفقیت گونه‌ها در تیمار مالچ پاشی به‌شدت کاهش یافته و از این پس همواره میزان موفقیت در تیمار مالچ پاشی کمتر از شاهد بوده و سرانجام در پایان فصل رویش سال ۶۸ موفقیت هر دو تیمار، با اندکی برتری شاهد نسبت به مالچ پاشی، به حد صفر رسید.

در زمستان سال ۶۸، بر روی همان عرصه قبلی، کار باز کاشت بذر و نهال انجام شد و در محل‌های باز کاشت مربوط به تیمار مالچ پاشی، لایه مالچ به شکل دایره‌ای برداشته و به‌صورت حوضچه‌های آبگیر جهت جمع‌آوری و نفوذ آب‌های جاری از سطوح مالچ پاشی شده بالادست در آمد. این مرحله از طرح از زمستان ۶۸ تا پایان فصل رویش سال ۷۳ به مدت پنج سال پیگیری شد و نتایج نهایی نشان داد که موفقیت گونه‌های کاشت شده در تیمار مالچ پاشی شده با ایجاد حوضچه آبگیر دو برابر شاهد (بدون مالچ پاشی) است. از نظر روش کاشت، موفقیت نهال‌کاری بیش از سه برابر موفقیت در روش بذرکاری بوده است.

ج- برر سی مناسبت‌ترین و اقتصادی‌ترین روش تثبیت تپه‌های ماسه‌ای مرتفع جهت استقرار پوشش گیاهی (روحی پور، ۱۳۶۷)

این آزمایش در تپه‌های ماسه‌ای منطقه مارون ۶ واقع در شرق اهواز اجرا شده است. در این طرح شش تیمار روی سه تپه مورد آزمایش قرار گرفت.

تیمار اول، مالچ‌پاشی کامل در تمام سطح تپه

تیمار دوم، مالچ‌پاشی بر روی شیب ملایم تپه تا دوسوم ارتفاع آن

تیمار سوم، مالچ‌پاشی نواری به عرض ۴ متر و فاصله بین دو نوار ۲ متر در تمام سطح تپه،

تیمار چهارم، مالچ‌پاشی نواری مانند تیمار سوم ولی در شیب ملایم تا دوسوم ارتفاع تپه،

تیمار پنجم، احداث بادشکن نی به فواصل ۵ متر موازی با ارتفاع یک متر در تمام سطح تپه،

تیمار ششم، تیمار شاهد (بدون مالچ‌پاشی و بدون احداث بادشکن)

در تمام تیمارهای آزمایشی، قلمه‌های گز شاهی و نهال کهور به‌طور یک‌درمیان کشت گردید.

سپس از در صد رطوبت ماسه تا عمق یک متری و همچنین از میزان حرکت ذرات شن و در صد موفقیت نهال‌های زنده در تیمارها در پایان هر ماه و به مدت یک سال آماربرداری به عمل آمد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد:

۱- تیمارهای احداث بادشکن و مالچ‌پاشی نواری از نظر خواص تثبیت‌کنندگی بر سایر تیمارها ارجحیت دارد.

۲- چون احداث بادشکن در حال حاضر از نظر اقتصادی دارای هزینه بسیار زیادی است و در مقابل آن مالچ‌پاشی کامل و مالچ‌پاشی نواری دارای هزینه کمتری می‌باشد، بنابراین جهت تثبیت تپه‌های ماسه‌ای مرتفع در حال حاضر مالچ‌پاشی نواری و مالچ‌پاشی کامل در سرتاسر تپه به علت کاربرد سریع و ارزان در سطح گسترده و اجرایی توصیه می‌شود.

۳- از نظر میزان ذخیره رطوبت در ماسه، بین تیمارهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تیمارهای مالچ‌پاشی نواری در سرتاسر تپه دارای ذخیره رطوبتی بیشتری بوده و از این جهت بر سایر تیمارها برتری دارد. چنانچه به‌جای اسکی مالچ‌پاش که در حال حاضر مالچ‌پاشی کامل را در سطوح گسترده تپه‌های ماسه‌ای انجام می‌دهد، ابزاری طراحی شود که بتواند در سطح وسیع مالچ‌پاشی را به‌صورت نواری انجام دهد، این روش برای تثبیت تپه‌های ماسه‌ای توصیه می‌شود.

۴- چون در حال حاضر و سیله‌ای جهت مالچ‌پاشی نواری در سطح اجرائی وجود ندارد، مالچ‌پاشی کامل در تپه‌های ماسه‌ای مرتفع مناسب بوده ولی توصیه می‌شود که نفوذ آب باران و بالا بردن ذخیره رطوبتی ماسه، مالچ‌پاشی به صورتی انجام گیرد که حتی‌الامکان روی تپه‌های مرتفع قطعاتی بین قسمت‌های مالچ‌پاشی شده بدون لایه مالچ باقی بماند.

۵- شروع مالچ‌پاشی کامل هنگامی صورت گیرد که ذخیره رطوبتی مناسبی (۳ تا ۴ درصد) درون توده‌های ماسه به وجود آمده باشد، یا حداقل رطوبت به عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متری ماسه رسیده باشد.

۶- شکستگی مالچ هنگام کشت قلمه و یا نهال که بر اثر رفت‌وآمد کارگران ایجاد می‌گردد، برخلاف گذشته که تصور می‌شد باعث از بین رفتن مالچ می‌شود، بسیار مفید خواهد بود و باعث می‌شود که هنگام بارندگی رطوبت بیشتری درون توده‌های شن ذخیره شود و از خشک شدن قلمه‌ها در فصول خشک جلوگیری کند.

۷- چون در این طرح میانگین درصد موفقیت کهور در اکثر تیمارها به هم نزدیک بوده و حتی در تیمارهایی که برای نهال‌گز مؤثر نبوده کهور درصد موفقیت بیشتری داشته است، توصیه می‌شود که در سطوح اجرائی درصد زیادی از تپه‌ها بجای‌گز به کشت کهور اختصاص داده شود.

فرح‌پور و همکاران (۱۳۸۴)، به مقایسه اثر استفاده از مواد جذب‌کننده رطوبت و مالچ‌های غیر نفتی با مالچ‌های نفتی بر جوانه‌زنی گیاهان و تثبیت ماسه‌های روان پرداختند که نتایج نشان داد، استفاده از مالچ‌های نفتی در سطوح ۱ و ۵ درصد دارای اثر معنی‌داری بوده و بر سایر روش‌ها ارجح است.

رضایی (۱۳۸۸)، به مقایسه تاثیر پلیمر پلی‌لاتیس و مالچ نفتی در جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاه به‌منظور تثبیت بیولوژیک تپه‌های شنی در دو فاز گلخانه‌ای و صحرایی پرداخت و نتایج به‌دست آمده نشان داد که در آزمایش‌های گلخانه‌ای سه هفته بعد از کاشت کمترین میزان سبز شدن مربوط به تیمار مخلوط پلی‌لاتیس - شن و بیشینه تعداد سبز شدن مربوط به تیمار مالچ نفتی بود. و بعد از ۵۰ روز از تاریخ کاشت کمینه و بیشینه تعداد بذرهای سبز شده به ترتیب مربوط به تیمار مخلوط پلی‌لاتیس - شن و تیمار شاهد بود. اما در بخش عملیات صحرایی هیچ یک از تیمارها تفاوت معناداری با شاهد در استقرار گیاه نشان ندادند.

اکبرنیا (۱۳۸۸)، ارزیابی آلودگی خاک توسط مالچ نفتی در مبارزه با بیابان‌زایی را مورد مطالعه قرار داد و به این نتیجه رسید که محتوای PAH و Bap در مالچ نفتی و نمونه‌های خاک زیر لایه مالچ کمتر از حد مجاز استاندارد ملی است.

واعظی (۱۳۸۹)، پیرامون بررسی کاربرد مالچ نفتی در مهار فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های روان، به این نتیجه رسید که مالچ نفتی به دلیل رنگ تیره، ضریب جذب حرارتی بالایی دارد که این باعث گرم‌تر شدن منطقه نسبت به محیط مجاور

می‌شود که این موضوع باعث برهم زدن توازن انرژی محیط و ایجاد باد در منطقه می‌گردد. از سوی دیگر مالچ‌های سائیده شده و تخریب شده در محیط پراکنده می‌شوند و گرد و غبار آن منجر به آلودگی محیط زیست و بروز مشکلاتی در رشد و نمو گیاهان، سلامتی انسان و جانوران می‌گردد، همچنین امکان ورود مالچ به آب‌های زیرزمینی تهدید بسیار مهمی برای آلودگی آب‌های زیرزمینی به‌شمار می‌رود.

غنی‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه ارزیابی کارایی مالچ نفتی در کنترل فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های روان به این نتیجه رسیدند که مالچ نفتی مزایای زیادی داشته و روشی مؤثر در جلوگیری از حرکت ماسه‌های روان می‌باشد، اما این ماده اثرات سوء محیط زیستی نیز دارد که استفاده از آن را محدود به شرایط خاصی می‌کند.

هاشمی منش و متین فر (۱۳۹۱)، تحقیقی بر روی ارزیابی مدیریت و توانبخشی بیابان توسط مالچ نفتی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که مالچ نفتی باعث کاهش تپه‌های ماسه‌ای و افزایش مناطق جنگل‌کاری شده و به تبع آن افزایش مواد آلی خاک و بازیابی شرایط ذخیره‌سازی رطوبت خاک و افزایش واکنش‌های شیمیایی مانند انحلال مواد معدنی و ایجاد شرایط مناسب‌تر برای رشد محصول می‌شود.

کردوانی و همکاران (۱۳۹۲)، تاثیر کاربرد مالچ نفتی در تثبیت ماسه‌های روان و توسعه پوشش گیاهی در منطقه آران و بیدگل را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد، استفاده از مالچ نفتی باعث ایجاد یک لایه محافظتی بر روی ماسه‌های روان و تثبیت موقت آنها می‌شود. اما در منطقه‌ای که بارندگی سالانه مناسب‌تری دارد پوشش مالچ باعث می‌شود که آب باران نتواند در زمین نفوذ کند و بیهوده تبخیر شود. علاوه بر این مالچ نفتی باعث بالا رفتن ضریب حرارتی خاک می‌شود و همچنین در قسمت‌هایی که مالچ‌پاشی خوب انجام نشده یا لایه مالچ نازک است فرسایش تپه‌های ماسه‌ای مشاهده شد. در نهایت آنها به این نتیجه رسیدند که بهترین روش تثبیت ماسه‌های روان می‌تواند حفاظت و قروق منطقه و کمک به احیاء پوشش گیاهی آن باشد.

آزوغ و همکاران (۱۳۹۴)، اثرات درازمدت کاربرد مالچ نفتی و کنترل بیولوژیکی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماسه‌های روان اهواز را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که مالچ نفتی همراه با کنترل بیولوژیکی در درازمدت باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند، اما مقدار برخی از عناصر سنگین مثل روی، نیکل و منگنز بیش از حد مجاز است و این باعث نگرانی است.

زارع (۱۳۹۶)، مروری بر اقدامات صورت گرفته در زمینه تثبیت ماسه‌های روان با تاکید بر مالچ‌پاشی انجام داد و بیان کرد که هرچند استفاده از مالچ نفتی زمانی جزو بهترین راه‌حل‌ها بوده است، با این حال اثرات احتمالی مالچ نفتی بر روی جوانه‌زنی

بذر، استقرار گیاه، مشکلات بهداشتی، محیط زیست و هزینه‌های آن همواره از دغدغه‌های مسئولین امر و محدودیت‌های کاربرد آن بوده است. نامبرده یافتن ماده جایگزین را از ضروریات دانسته‌اند.

سعیدی و همکاران (۱۳۹۷)، مطالعه‌ای بر روی مدیریت بحران و امکان سنجی در استفاده از مالچ نفتی در تثبیت ماسه‌های روان و کنترل فرسایش بادی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که آنچه که بیشتر در کشور در مبحث کنترل فرسایش بادی و جلوگیری از گردوغبار مطرح است، استفاده از مالچ نفتی است که مزایای زیادی داشته و روشی موثر در تثبیت تپه‌های ماسه‌ای می‌باشد، اما تخریب محیط زیست به وسیله مالچ نفتی، استفاده از آن را محدود به شرایط خاص می‌کند.

رستمی و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی کارایی استفاده از مالچ نفتی در فرسایش بادی و تثبیت شن‌های روان، منطقه ابوغویر دهلران پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد مالچ‌پاشی موجب افزایش پوشش گیاهی و همچنین افزایش لاشبرگ در منطقه شده است. در واقع ارزیابی وضعیت و گرایش پوشش گیاهی (پس از گذشت یکسال از اجرای طرح) نشان داد، مالچ‌پاشی و در کنار آن بارش‌های مناسب و بی‌سابقه سال اخیر (۱۳۹۷-۱۳۹۸) باعث ایجاد گرایش مثبت در وضعیت پوشش گیاهی منطقه شده است که این گرایش مثبت در پوشش گیاهی می‌تواند در اثر تأثیر مثبت توأم با قرق منطقه و مالچ‌پاشی باشد. در کنار گرایش مثبت، وضعیت پوشش گیاهی در منطقه مالچ‌پاشی از خیلی فقیر در مناطق شاهد به وضعیت فقیر تغییر یافته که نشان دهنده گرایش مثبت است.

خلیلی مقدم و باقری بداق‌آبادی (۱۳۹۹) سه نوع روش تثبیت ماسه‌های روان شامل، PM-BF: مالچ نفتی - تثبیت بیولوژیکی، PM: مالچ نفتی، IP-BF: شیوه‌های آبیاری - تثبیت بیولوژیکی را مورد آزمایش قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که هر سه روش منجر به بهبود خصوصیات تپه‌های ماسه‌ای می‌شوند ولی هیچ تفاوت قابل توجهی بین اثرات اقدامات مختلف به‌منظور تثبیت تپه‌های ماسه‌ای بر روی خصوصیات اکوسیستم تپه‌های ماسه‌ای مشاهده نشد.

با وجود اینکه بیش از ۵۰ سال از زمان استفاده از مالچ نفتی می‌گذرد از ابتدا همواره موافقان و مخالفانی را به دنبال داشته است که استفاده از آن را همواره با چالش‌هایی رو به رو ساخته و تحقیقات انجام شده تاکنون نتوانسته است پاسخی قاطع به استفاده یا عدم استفاده از این مالچ بدهد.

۲-۴ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مالچ‌های نفتی

مالچ‌های نفتی به لحاظ خواص فیزیکی و شیمیایی می‌باید دارای ویژگی‌هایی باشند که ضمن ایجاد شرایط مطلوب جهت پایداری خاک‌ها و ممانعت از فرسایش و یا تقلیل معنی‌دار آن، از نظر شرایط زیست محیطی نیز کاربرد آن‌ها آثار و تبعات منفی را به همراه نداشته باشد.

۱-۴-۲ ویژگی های مالچ نفتی

قسمت اعظم مواد موجود در نفت خام از عناصر هیدروژن و کربن تشکیل شده که به اسم ترکیبات هیدروکربن شناخته می شوند. همچنین، ترکیبات دیگری که دارای مقدار جزئی گوگرد، اکسیژن و نیتروژن است در نفت خام یافت می شود. نفت خام بر اساس اختلاف نقطه جوش هیدروکربن ها به برش های متنوعی به نام های گاز، گاز مایع، نفت، بنزین، نفت سفید، روغن، قیر و... تفکیک و در بازار مصرف عرضه می شود.

هر کدام از محصولات از طیف وسیعی از هیدروکربن های تشکیل شده اند و از آنجا که نقطه جوش آن ها با یکدیگر متفاوت است، لذا یک ماده نفتی و یا محصول به دست آمده از آن دارای یک نقطه جوش خاص نبوده بلکه دارای محدوده ای از نقطه جوش می باشد.

مالچ نفتی (تقریباً) و قیر (قطعاً) جزء سنگین ترین محصولات نفت خام می باشد. عمده ترین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و زیستی آن به قرار زیر است:

۱-۴-۲-۱ شاخص های فیزیکی مالچ نفتی

عمده ترین شاخص های فیزیکی در مالچ های نفتی که برای شناسایی آن مورد استفاده قرار می گیرد شامل موارد زیر می باشد

- نقطه ریزش (Pour Point)

- نقطه کدر شدن (Cloud Point)

- کندروانی یا ویسکوزیته (Viscosity)

- وزن مخصوص (Specific Gravity)

- نقطه اشتعال (Flash Point)

- تقطیر جزء به جزء (Destillation)

-نقطه ریزش (Pour Point)

اگر یکی از فرآورده های نفتی در پایین ترین درجه حرارت تحت شرایط آزمایش، روانی (ویسکوزیته) خود را حفظ کند، به طوری که با پایین رفتن آن درجه حرارت، روانی خود را از دست بدهد نقطه ریزش یا Pour Point فرآورده می نامند. با وجود

اینکه انجام آزمایش نقطه ریزش کار ساده‌ای به نظر می‌رسد ولی به دلایل متعدد یکی از آزمایش‌های بسیار دقیق و سخت است زیرا شرایط موجود، حمل نمونه مربوطه به آزمایشگاه، محیط و خیلی عوامل دیگر در نتیجه آزمایش دخالت دارند.

هرگاه برش نفتی بدون تکان دادن سرد گردد به درجه حرارتی می‌رسد که در آن درجه حرارت میکرو کریستال‌هایی در برش به وجود می‌آید که باعث عدم حرکت برش می‌گردد. این روش آزمایش برای هر محصول نفتی استفاده می‌شود و روش مناسبی برای نمونه مواد روغنی حاوی قیر، روغن‌های سیلندر و سوخت مایع حاوی باقیمانده‌های قیری مصرف می‌شود. دانستن این نقطه به شناخت و ماهیت نمونه و مقدار درصد پارافین‌ها و یا مولکول‌هایی که نقطه انجماد بالا دارند، کمک می‌کند و با اطلاع از این مشخصه حدود کارکرد و کاربرد نمونه مخصوصاً در زمستان و پمپاژ و انتقال آن به دست می‌آید.

-نقطه کدر شدن (Cloud Point)

با توجه به اینکه در قسمت اعظم فرآورده‌های نفتی ترکیبات مومی (واکسی) وجود دارد می‌توانند در فرآورده به‌صورت کریستال‌های مختلف یا بی‌شکل وجود داشته باشند که طبعاً در مقابل نزول درجه حرارت محیط این مواد مومی محلول به‌صورت کریستال‌های مختلف در آمده و شروع به جدا شدن از فرآورده می‌کنند.

-کندروانی (Viscosity)

ویسکوزیته یکی از مهم‌ترین خواص فرآورده‌های مایع و گازی شکل نفتی می‌باشد که در معنای خاص عبارت است از میزان مقاومت یک مایع در مقابل جریان یافتن آن مایع. مالچ‌های معمولی نفتی به علت ویسکوزیته کمتری که نسبت به مالچ‌های سنگین نفتی دارند قادر به نفوذ در لایه‌های سطحی ماسه‌های روان می‌باشند. در صورتی که مالچ‌های سنگین نفتی تنها به صورت یک لایه الاستیک در سطح تپه‌ها قرار گرفته و در داخل بافت ماسه نفوذ نمی‌کند. عامل ویسکوزیته از موارد مهم در میزان مالچ مصرفی در واحد سطح می‌باشد. بدین ترتیب که با کاهش ویسکوزیته مقدار مالچ مصرفی در واحد سطح افزایش می‌یابد.

-ویسکوزیته مطلق (Absolute Viscosity)

مقاومت داخلی یک مایع را که در اثر اصطکاک مولکول‌های مایع در هنگام عبور از کنار یکدیگر به صورت طبقات موازی ایجاد می‌گردد ویسکوزیته مطلق آن مایع می‌نامند.

-ویسکوزیته کینماتیک (Kinematic Viscosity)

ویسکوزیته کنیماتیک عبارت است از نسبت ویسکوزیته دینامیک به دانسیته سیال و معیاری از مقاومت سیال در مقابل جریان یافتن، تحت تأثیر نیروی جاذبه می‌باشد.

محصولات قیری و یا مواد حاوی باقیمانده‌های نفتی، عموماً جزء سیالات غیر یونی می‌باشند و در کاربردهای مختلف، پیوسته در معرض تنش‌های گوناگون می‌باشند و در واقع گرمایش، سرمایش، سیلان و غیره بر آن‌ها، تنش اعمال می‌کند و آگاهی از تغییر، در خواص و شکل آن‌ها لازم می‌باشد.

-وزن مخصوص (Specific Gravity)

وزن مخصوص عبارت است از نسبت وزن حجم معینی از ماده به وزن آب هم حجم آن در یک دمای معین. با توجه به اینکه ترکیبات با نقطه جوش پایین‌تر دارای وزن مخصوص کمتری نسبت به ترکیبات با نقطه جوش بالاتر می‌باشند، شناسایی این عامل در سنجش نسبت ترکیبات مالچ نفتی و کیفیت آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعیین وزن مخصوص یکی از آزمایشات و روش‌های اصلی برای کنترل عملیات تقطیر نفت خام و تعیین ویژگی مالچ بشمار می‌رود.

-نقطه اشتعال و احتراق Flash Point

بنا به تعریف نقطه اشتعال عبارت از پایین‌ترین درجه حرارتی است که بخارهای روی سطح نمونه فرآورده نفتی در مجاورت شعله جرقه زده و مشتعل شود. این مشخصه به‌خصوص در مورد مالچ‌هایی که در روند عملیات مالچ‌پاشی ملزم به گرم کردن آن‌ها می‌باشیم، از نظر رعایت نکات ایمنی دارای اهمیت است. میزان نقطه اشتعال در مشخصات استاندارد مالچ‌های کشور ایران ۱۴۵ درجه فارنهایت، لحاظ شده است.

از آنجا که قیرهای خالص و قیرهای قطرانی و به‌خصوص قیرهای پس آمیز (cutback)، مواد آتش‌گیری می‌باشند، کار کردن با آن‌ها در دمای بالا عاری از خطر نبوده و احتمال آتش‌گیری وجود دارد. این آزمایش تمایل نمونه را به تشکیل دادن یک مخلوط قابل اشتعال با هوا، تحت شرایط کنترل شده آزمایشگاه، اندازه می‌گیرد. برای تعیین نقاط اشتعال و احتراق می‌توان از دستگاه Cleveland Open Cup استفاده نمود.

-آزمایش تقطیر جزء به جزء (Destillation)

هدف از آزمایش تقطیر جداسازی برش‌های مختلف یک ماده نفتی بر اساس محدوده نقاط جوش می‌باشد در این آزمایش ماده موردنظر حرارت داده می‌شود و بخارهای حاصله در محدوده‌های نقاط جوش مختلف متراکم شده (تقطیر شده) و برداشت می‌گردد و دقیق‌تر اینکه در درصد حجمی‌های مختلف درجه حرارت یادداشت می‌گردد. نقطه شروع تقطیر را

IBP (Initial Boiling point) می‌گویند و در پایان بیشترین دمایی را که ترمومتر نشان می‌دهد و پس از آن افت دما خواهد داشت را به‌عنوان F. B. P (Final Boiling point) در نظر گرفته می‌شود و در پایان می‌توان منحنی درصد حجمی بر اساس درجه حرارت را به دست آورده و رسم نمود.

در تقطیر برخی از برش‌های سنگین نفتی در فشار اتمسفریک ممکن است منجر به شکست مولکولی هیدروکربورهای سنگین‌تر گردد به همین دلیل برای کاهش نقطه جوش آن‌ها و عدم شکست مولکولی، سیستم فرآیند تقطیر را کاهش داده و به همان روش قبل برش‌های سبک‌تر موجود در آن را از هم تفکیک می‌نمایند و از روی اطلاعات به دست آمده از آن می‌توان منحنی تقطیر بر اساس مواد تقطیرشده در درجه حرارت جوش معادل اتمسفریک (boiling point atmospheric) equilibrium temperature تهیه نمود.

۲-۴-۲ مشخصات فیزیکی مالچ‌های نفتی

یک محصول نفتی زمانی می‌تواند به‌عنوان مالچ معرفی گردد که بتواند نسبت به خاک چسبنده بوده و قابلیت پیوستگی بین ذرات موجود در سطح و ایجاد پوشش سراسری را دارا باشد و علاوه بر آن فاقد آثار سوء زیست محیطی نیز باشد.

تاکنون برای مالچ‌های نفتی فرمولا سیون‌های متنوعی در ایران و جهان پیشنهاد گردیده است. برخی از مالچ‌های نفتی دارای مشخصات استاندارد (Standard specification) در سطح ملی یا بین‌المللی و برخی هم فاقد این ویژگی می‌باشند.

الف- مالچ معمولی

ب- مالچ سنگین نفتی

ج- مالچ امولسیون یا قیرآبه‌ها

- امولسیون آسفالتی
- امولسیون آنیونیک قیر
- امولسیون کاتیونیک قیر
- امولسیون رسی قیر

۱-۲-۴-۲ مالچ معمولی

این نوع مالچ در ایران بر اساس تجربه و توافق پذیرفته و تأیید شده است. از آنجا که مصرف این ماده بر اساس تجربه و سوابق در منطقه عملیاتی به منظور تثبیت ماسه‌های روان و نهایتاً تثبیت بیولوژیکی موفقیت‌آمیز بوده است، در نتیجه مشخصاتی (در سطح ملی) برای تولید آن تعیین و مورد موافقت دو وزارتخانه نفت و جهاد کشاورزی قرار گرفته است و بر اساس این مشخصات توافقی (که در جدول ۱-۲ ذکر شده است) در ابتدا پالایشگاه تهران و از سال ۱۳۷۰ پالایشگاه آبادان، مالچ مورد نیاز را تهیه و تحویل می‌نماید. لازم به ذکر است که مشخصات استاندارد این گونه مالچ‌ها (با توجه به محدوده مشخصات آن‌ها) در سطح ملی مطرح بوده و در سایر کشورها (با بررسی‌های مطالعاتی) به صورت موجود در ایران مشاهده نشده است.

جدول ۱-۲- مشخصات فیزیکی مورد توافق در مورد مالچ (معمولی) تولیدی در ایران

Kin. Vis., at 50 C (cSt)	۱۱۰-۲۱۰
Reswood (1) Vis., at 100 F (Sec)	۵۸۰-۱۸۰۰
Specifis Gravity at 25 C	Tobe reported
Flash point, Min. (F)	۱۴۵
Pour point, Max. (F)	۶۰
Distillation Range (average)	
IBP	۲۵۰□
۵٪	۳۰۰□
۱۰٪	۳۱۰□
۲۰٪	۳۷۰□
۳۰٪	۴۱۰□
۵۰٪	۴۸۰□
IBP- 170 C, MAX	۵٪
IBP- 200 C,MAX	۱۰٪

مالچ‌ها از نظر اجزاء اصلی تشکیل‌دهنده آن‌ها شامل چهار جزء اصلی، اشباع‌شده‌ها (Saturates)، نفتن آروماتیک‌ها (NapHthene Aroatics)، پلار آروماتیک‌ها (Polar aromatics) و آسفالتین‌ها (AspHalthenes) می‌باشند. این اجزاء به روش ASTM- D 4124 قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

۲-۴-۲-۲ مالچ‌های سنگین نفتی

مالچ‌های سنگین نفتی در اواخر سال ۱۳۶۹ از طرف پژوهشگاه صنعت نفت پیشنهاد شد و به‌طور آزمایشی در منطقه ابردژ ورامین مورد استفاده قرار گرفت که نتایج قابل قبولی را نیز در پی داشت. کیفیت این نوع مالچ نسبت به مالچ‌های معمولی بیشتر بوده و زیان‌های آن برای گیاه کمتر است. از طرفی می‌توان آن را از پالایشگاه‌ها با مشخصات تعیین شده دریافت نمود. به دلیل عدم افزایش مواد جانبی به مالچ‌های سنگین نفتی، ورود مواد واکسی که باعث عدم چسبندگی مالچ به ماسه گردیده و همچنین شکسته شدن این نوع مولکول‌ها که باعث صدمه به گیاه می‌شود، منتفی می‌گردد. مالچ‌های سنگین نفتی چسبندگی بیشتری نسبت به مالچ‌های معمولی دارند. این مالچ‌ها نه تنها لایه نازک و چسبنده‌ای در سطح ماسه‌های روان ایجاد می‌کنند بلکه به دلیل عدم وجود مواد سبک و روغنی به اعماق ماسه نفوذ نمی‌کنند، در نتیجه عوامل تثبیت‌کننده گیاهی (بیولوژیک) کمتر تهدید می‌شود. لازم به ذکر است تأثیرات مختلف مالچ‌های سنگین نفتی در مقایسه با مالچ معمولی بر روی جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف تاکنون کمتر مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته است.

مواد یا باقیمانده‌های ویژه‌ای از نفت خام را می‌توان به‌عنوان مالچ سنگین نفتی مورد استفاده قرار داد ولی نوع بهینه آن از نظر سهولت در عملیات (اجرا) و کیفیت در تثبیت ماسه‌های روان و سهولت دسترسی و مسائل اقتصادی، ته‌مانده برج تقطیر در خلأ Vacuum Bottom می‌باشد. به نظر کارشناسان صنعت نفت، مالچ‌های سنگین نفتی می‌تواند جایگزین مناسبی برای مالچ‌های معمولی باشد. لازم به ذکر است که تاکنون درباره این نوع مالچ هیچ‌گونه استاندارد ملی و یا بین‌المللی تعریف و تدوین نشده است. در جدول (۲-۲) و (۳-۲) مشخصات مالچ نفتی فعلی و مالچ سنگین نفتی و مشخصات استاندارد مالچ سنگین نفتی ذکر شده است. میزان مصرف مالچ ۱۴ تن در هکتار می‌باشد.

جدول ۲-۲ - مشخصات مالچ نفتی فعلی و مالچ سنگین نفتی

شاخص‌های فیزیکی	مالچ نفتی فعلی	مالچ سنگین نفتی
وزن مخصوص	۲۵	۱۰۵
نقطه ریزش	۶۰	۳۸
نقطه اشتعال	۱۴۵	۲۹۷
گرانروی دینامیک	۸۵۰-۱۸۰۰	۴۸۷
گرانروی کینماتیک	۲۱۰-۱۱۰	۸۲

جدول ۳-۲- مشخصات استاندارد مالچ سنگین نفتی

No.	SPECIFICATION	TEST METHOD	LIMIT
1	Density @ 25 °C, kg/L	ASTM – D3289	0.97 min.
2	Viscosity @ 100 °C, mPa.s	ASTM – D4402	200–300
3	Flash Point , °C	ASTM – D92	170 min.
4	Ash Content, wt%	ASTM – D482	0.5 max.
5	Pour Point , °C	ASTM – D97	21 min
6	Conradson Carbon Residue , wt%	ASTM – D189	14 min.
7	Total Acid Number, mg KOH/g	UOP 565	0.5 max.
8	Water Content , vol%	ASTM – D95	0.1 max.
9	Water and Sediment, vol%	ASTM – D4007	0.1 max.
10	Vacuum Distillation: IBP, °C 5% vol Recovery, °C 10% vol Recovery, °C 20% vol Recovery, °C 30% vol Recovery, °C FBP, °C Recovery, vol% Residue, vol%	ASTM – D1160	200 min. 350 max. 420 max. 480 max. 500 max. 540 min. 40 max. 60 min..
11	Saturate Content, mass% Resin Content, mass% Asphaltene Content, mass%	ASTM – D4124	30 max. 60 min. 3.5 min.

۳-۲-۴-۲ مالچ‌های امولسیون‌ی یا قیرآبه‌ها

قیرآبه‌ها یکی از بهترین مالچ‌ها بر پایه قیر می‌باشند که از نقطه نظر چسبندگی و سهولت در اجرای عملیات دارای مزایای زیر هستند:

- مصرف مالچ به صورت سرد امکان پذیر است.
- روان بودن مالچ در شرایط معمولی و در نتیجه عدم نیاز به گرم کردن در زمان مصرف.

- حداقل بودن آثار سوء زیست محیطی.
 - عدم نیاز به استفاده از حلال های نفتی برای رقیق کردن پایه مالچ.
 - داشتن کمترین زیان برای عوامل بیولوژیک موجود در عرصه مالچ پاشی.
 - اثر مثبت رطوبت موجود در مالچ پاشیده شده در روی خاک و گیاه.
 - امکان تغییر غلظت مالچ (رقیق کردن آن) با توجه به سیستم های پاشنده و یا نحوه مصرف در محل مورد نظر.
 - امکان کاربرد آن در روی ماسه های مرطوب و خیس.
 - سرعت بالای ایجاد فیلم بر روی سطح ماسه.
 - چسبندگی بسیار خوب آن به سطح خاک.
 - نداشتن خطر آتش سوزی و ایمنی کامل.
- امولسیون عبارت است از پراکنش ریز و یکنواخت یک ماده در مایع دیگر که در آن نامحلول و به صورت معلق باقی بماند. البته این امکان، یعنی پایداری توزیع ذرات یک ماده در مایع دیگر، به کمک امولسیفایر (مواد ممزوج کننده) عملی می گردد. بنابراین امولسیون یک مخلوط دوفازی است، ماده ای که در مایع توزیع می شود، به نام فاز داخلی و یا فاز ناپیوسته و دیگری فاز خارجی یا فاز پیوسته نامیده می شد و بر این اساس دو نوع امولسیون روغن در آب و یا آب در روغن وجود دارد. در رابطه با مالچ های امولسیونی، نوع امولسیون، روغن در آب می باشد.
- چون آب فاز پیوسته و یا خارجی می باشد. می توان امولسیون را به راحتی با آب رقیق نمود (چون فاز خارجی است) اما نمی توان با افزایش قیر به هیچ وجه آن را تغلیظ کرد. همچنین، امولسیون های قیر از نقطه نظر بار الکتریکی ذرات قیر پخش شده، عمدتاً به دو نوع آنیونیک و کاتیونیک تقسیم بندی می شوند هر دو نوع ذکر شده به عنوان مالچ قابلیت استفاده در تثبیت ماسه های روان را دارند. از مزایای مصرف امولسیون های قیری به عنوان مالچ این است که این نوع مالچ ها را بر روی ماسه های مرطوب و حتی هوای بارانی نیز می توان مصرف نمود در صورتی که مصرف مالچ های غیر امولسیونه بر روی مصالح و ماسه مرطوب دارای محدودیت می باشند.
- پس از مصرف مالچ های امولسیونی و تماس آن ها با ماسه، آب موجود در مخلوط (امولسیون) جدا و تبخیر و یا جذب خاک می گردد و قیر به تدریج سطح ماسه را می پوشاند که به این فرآیند، شکست امولسیون می گویند.

امولسیون‌های قیر را بر اساس پایداری آن‌ها در مقابل فرآیند شکست امولسیون، به سه گروه اصلی تندشکن یا ناپایدار (Rapid setting = RS)، کند شکن یا نیمه پایدار (Medium setting = MS) و دیر شکن یا پایدار (Slow setting = SS) طبقه‌بندی کرده‌اند. از میان این سه امولسیون، عمدتاً نوع SS، CSS و گاهی نوع MS به‌عنوان مالچ کاربرد دارد.

۱-۳-۲-۴-۲ انواع مالچ‌های امولسیون‌های قیر و کاربرد آن

امولسیون قیر فرآورده‌ای است متشکل از آب و قیر، به‌طوری‌که با استفاده از وسایل مکانیکی و یا مواد شیمیایی می‌توان یکی را در دیگری به‌صورت ذرات خیلی کوچک (به قطر متوسط ۵ میکرون) به حالت تعلیق درآورد. به‌منظور حفظ چنین حالتی عامل دیگر، به اسم ماده ممزوج کننده دخالت می‌کند و ثبات امولسیون بستگی به نوع ماده اخیر خواهد داشت.

اگر چنین مخلوطی را رقیق نموده و مقداری از آن در زیر میکرو سکوپ قرار گیرد، ذرات قیر به صورت دانه‌های کروی شکلی دیده می‌شوند. در چنین حالتی، ذرات قیر با یکدیگر در تماس بوده و در صورتی‌که از به هم زدن آن‌ها (هنگامی‌که مواد ممزوج کننده دخالتی ندارند) خودداری شود، بلافاصله به یکدیگر چسبیده و امولسیون به دو فاز آب و قیر تبدیل می‌شود. با استفاده از مواد ممزوج کننده و بدون ادامه عمل به هم زدن و یا مخلوط کردن، می‌توان از چسبیدن ذرات قیر به یکدیگر در سیستم مذکور جلوگیری نمود. به‌منظور تهیه امولسیون قیر مواد ممزوج کننده مختلفی را می‌توان به کاربرد و از این جهت می‌توان چند نوع از این فرآورده را ساخت.

رایج‌ترین مالچ‌های امولسیونی قیر که در تثبیت ماسه‌های روان قابل استفاده می‌باشند عبارتند از:

-تهیه امولسیون آسفالتی

تهیه امولسیون قیر با استفاده از دستگاه‌های مخلوط کننده بسیار قوی و با دور زیاد میسر است ولی به‌منظور به دست آوردن امولسیون پایداری که ذرات قیر در آن بسیار کوچک باشد از دستگاه دیگری که بدین منظور ساخته شده و شامل قسمت‌های زیر است، استفاده می‌شود.

دستگاه تهیه امولسیون قیر به مقیاس پایلوت، شامل دو مخزن یک مخزن جهت قیر و دیگری جهت مواد ممزوج کننده و آب می‌باشند. ظرفیت هر یک از مخازن در حدود ۲۰ لیتر است، هر مخزن به یک تلمبه وصل شده و قیر و مواد ممزوج کننده به‌تنهایی به‌وسیله تلمبه‌هایی گرفته شده و پس از اختلاط در یک محفظه کوچک وارد آسیاب می‌شوند.

-امولسیون آنیونیک قیر

واژه آنیونیک، معرف امولسیون است که ذرات قیر در آن دارای بار منفی الکتریکی بوده، بنابراین در یک پیل جذب قطب مثبت می‌گردد. ذرات قیر در این نوع امولسیون، بسیار کوچک‌اند، به‌طوری‌که میلیون‌ها ذره میکروسکوپی قیر در یک سانتیمتر مکعب از امولسیون به حالت تعلیق درمی‌آید. تهیه این نوع امولسیون قیر با استفاده از صابون اسیدهای چرب و یا صابون رزین میسر بوده و انتخاب نوع ماده ممزوج کننده، بستگی به نوع قیر و مقدار مواد نفتی آن دارد.

قیرهایی که در تهیه امولسیون آنیونیک قیر به کار برده می‌شوند، اکثراً از تقطیر مستقیم نفت خام به دست آمده و هرچه درجه نفوذ آن بیشتر باشد. امولسیون یکنواخت‌تری با ذرات بسیار ریز به دست می‌آید. قیر ۶۰/۷۰ و قیر ۸۵/۱۰۰ از جمله قیرهایی است که در مرکز پژوهش شرکت نفت ایران جهت تهیه امولسیون فوق به کار برده شده است و فرمول کلی این نوع امولسیون‌ها عبارت است از:

- قیر، ۵۰ درصد

- آب، ۴۸ درصد

- مواد ممزوج کننده (جامد)، ۲ درصد

مواد ممزوج کننده که شامل صابونی از نمک سدیم یا پتاسیم و اسیدهای چرب است در آب یونیزه شده، یون عناصری مانند پتاسیم و سدیم که دارای بار مثبت است در آب آزاد می‌شود و بالنتیجه سیستم فوق حالت قلیایی پیدا می‌کند. pH محلول در این مورد از ۸ تا ۱۱ تغییر می‌کند.

برخی از قیرها با پایه مشخص نفتی، دارای نوعی اسید به نام (اسید اسفالتوژنیک) می‌باشند و تهیه امولسیون آنیونیک قیر از این فرآورده‌ها حتی با استفاده از هیدروکسیدها به آسانی میسر است، ولی برخی از انواع دیگر قیر از جمله قیرهای حاصله از تصفیه نفت‌های منابع داخلی کشور به سختی به امولسیون تبدیل شده و در تهیه امولسیون از این نوع قیرها لازم است که عامل ممزوج کننده قوی‌تری مانند صابون‌های رزینی و گاهی از یک عامل ممزوج کننده کمکی استفاده نمود. امولسیون آنیونیک قیر، به علت پایداری زیاد، به‌کندی شکسته شده و از این جهت دارای قابلیت نفوذ کامل در خلل و فرج مواد معدنی است. امولسیون در دمایی پایین‌تر از قیر روان بوده و هنگام مصرف احتیاج به گرم کردن نخواهد داشت. امولسیون آنیونیک قیر در محیط مرطوب و در جوار آب، شکسته نمی‌شود، مگر اینکه آب خود را از دست بدهد.

-امولسیون کاتیونیک قیر

امولسیون کاتیونیک قیر شامل فرآورده‌ای است که ذرات قیر در آن دارای بار مثبت الکتریکی بوده و در نتیجه جذب قطب منفی یک پیل می‌گردد. در ساخت این نوع امولسیون قیر از ترکیبات آمینه (ازت‌دار) (که شامل نمک‌های کلر و برم است) به‌عنوان ماده ممزوج کننده استفاده می‌شود و به علت آزاد شدن یون عنا صری مانند کلر و برم با بار منفی از نمک این مواد محیط اسیدی به وجود آمده و pH سیستم از ۲ تا ۵ تغییر می‌کند. نوع قیرهایی که در تهیه امولسیون کاتیونیک قیر به کار می‌رود از قیرهای حاصله از تقطیر مستقیم نفت خام بوده و درجه نفوذ آن‌ها هرچه بیشتر باشد (قیر نرم‌تر) امولسیون یکنواخت‌تری به دست خواهد آمد. قیرهای ۶۰/۷۰ و ۱۳۰/۱۵۰ جهت تهیه امولسیون قیر با فرمول کلی زیر در مرکز پژوهش شرکت ملی نفت ایران در مقیاس پیلوت به کار برده شده است:

- قیر، ۵۹/۵ درصد
- آب، ۴۰ درصد
- مواد ممزوج کننده (جامد)، ۰/۵ درصد

امولسیون کاتیونیک قیر در اثر تماس با مواد معدنی خیلی سریع‌تر از امولسیون آنیونیک قیر شکسته می‌شود و این امر حتی در محیط مرطوب و در مجاور آب نیز به سرعت به وقوع می‌پیوندد. علت این امر آن است که مواد متشکله و موجود در خاک به صورت اکسید فلزات بوده و در مجاور آب یونیزه شده و اکثراً دارای بار منفی می‌شوند و چون ذرات قیر در امولسیون کاتیونیک قیر دارای بار مثبت است، از این جهت در اثر تماس با مواد معدنی مذکور به سرعت به یکدیگر جذب می‌شوند. با جذب ذرات قیر بر روی سطح مواد، لایه نازک مناسبی از قیر بر روی سطح مذکور تشکیل و امولسیون شکسته شده و آب خود را از دست می‌دهد. ایجاد بار مثبت بر روی ذرات قیر با حل شدن یون‌های آلی ترکیبات آمینه در قیر انجام گردیده و از این جهت ذرات مذکور تا هنگامی که امولسیون مصرف نشده، یکدیگر را دفع می‌نمایند. امولسیون کاتیونیک قیر نیز، در دمای پایین‌تر از نقطه نرمی قیر مصرفی، در امولسیون کاملاً روان بوده و هنگام مصرف احتیاج به گرم کردن نخواهد داشت. این نوع امولسیون قدرت چسبندگی زیادی به سطح مواد مختلف داشته ولی قابلیت نفوذ آن کم می‌باشد. وجود آب در چسبیدن ذرات قیر به سطح مواد معدنی، بی‌اثر بوده و امولسیون کاتیونیک قیر، قادر است که آب را از روی سطح مواد معدنی جابجا نموده و به جای آن قرار گیرد.

-امولسیون رسی قیر

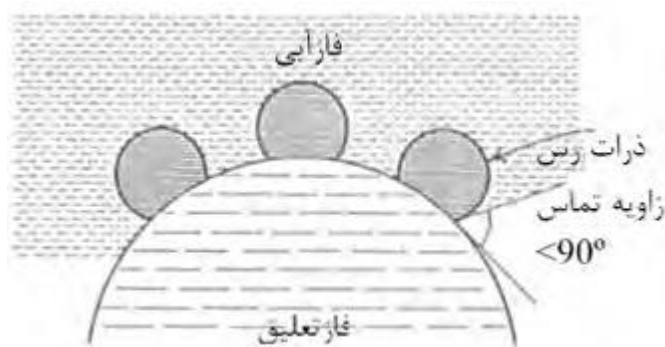
برخی از ترکیبات معدنی که از هیدرات‌های عناصر مختلفی مانند سدیم، کلسیم، آلومینیم و سیلیس ساخته شده و دارای ترکیبات تقریباً پیچیده‌ای هستند، در آب متورم گردیده و یک سیستم کلوئیدی به وجود می‌آورند. این مواد در مجاورت آب،

چربی‌ها را به‌صورت امولسیون درمی‌آورند (شکل ۲-۷). برخی از این مواد که حالت صابونی دارند از قدیم به‌عنوان ماده شوینده استفاده می‌شدند و امروزه در صنعت نیز، به‌عنوان ماده ممزوج کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. پایداری سیستم کلوئیدی انواع این مواد با آب متفاوت است و برخی از این مواد جهت تهیه امولسیون قیر مناسب می‌باشند. با وارد نمودن قیر در سیستم کلوئیدی که با شدت در حال به هم زدن باشد امولسیون قیر به دست می‌آید و در واقع در محلول غلیظی از آب و پودر مواد معدنی مورد نظر pH که آن کنترل می‌شود ریخته شده و در اثر اختلاط مکانیکی در درجه حرارت معین امولسیون قیر تشکیل می‌گردد. امولسیون مذکور هنگامی پایدار است که ذرات قیر کاملاً در سیستم کلوئیدی فوق به حالت تعلیق قرار گیرد. مواد معدنی در این سیستم نه‌تنها به‌عنوان ماده ممزوج کننده بلکه به‌عنوان عامل تثبیت‌کننده عمل می‌کند. قیرهایی که در تهیه این نوع امولسیون در پژوهشگاه صنعت نفت مورد استفاده قرار گرفته است، شامل قیرهای معمولی (حاصل از تقطیر نفت خام) از جمله ۶۰/۷۰ و ۱۳۰/۱۵۰ و همچنین مخلوطی از قیرهای معمولی و قیر اکسید شده است و بدین ترتیب ملاحظه می‌گردد که با این روش می‌توان قیرهای سخت‌تری را به صورت امولسیون درآورد. فرمول کلی که در مورد تهیه این امولسیون آسفالتی در مرکز پژوهشگاه صنعت نفت به کار برده است به قرار زیر است:

- قیر، ۵۰ درصد
- آب، ۴۷/۵ درصد
- خاک رس، ۲ درصد
- مواد افزودنی، ۰/۵ درصد

یکی از مزایای عمده این نوع امولسیون آن است که فیلم ایجاد شده از قیر، پس از خشک شدن (از دست دادن آب خود) به‌خوبی به سطح مواد معدنی و یا فلزات می‌چسبد. درحالی‌که سطح رویی آن اگر با قیرهای سخت‌تری تهیه شده باشد، چسبنده نخواهد بود. امولسیون رسی قیر، یکنواخت بوده و حداقل تا سه ماه، تغییر شکل فیزیکی در آن دیده نشده است، با آب به‌خوبی مخلوط و رقیق می‌شود و پخش آن با دستگاه‌های مکانیکی به‌آسانی میسر است. این نوع امولسیون‌های آسفالتی به علت وجود مواد معدنی، لایه‌ای از خود برجای می‌گذارد که از نظر برخی از خواص، نسبت به قیر اصلی و مصرفی در امولسیون، مزیت دارد.

شایان ذکر است علیرغم وجود گزارشات متعددی مبنی بر مزیت مالچ‌های امولسیونی قیر در تثبیت ماسه‌های روان، استفاده از این نوع مالچ‌ها هنوز در برنامه‌های تثبیت ماسه‌های روان مناطق بیابانی کشور رایج نشده است.



شکل ۲-۷- تشکیل قیر امولسیون رسی

۲-۵ اثر فیلم ایجاد شده از مالچ بر روی زمین

استفاده از مالچ‌های نفتی در مورد ترمیم شرایط رشد گیاه، از سال ۱۹۶۳ در کشورهای مختلفی از جمله آمریکا تحت بررسی قرار گرفت و امولسیون رزین‌های نفتی و همچنین امولسیون‌های آسفالتی بر روی خاک آزمایش گردید.

استفاده از امولسیون‌های آسفالتی باعث ایجاد لایه نازکی به ضخامت ۲-۷ میلی متر بر روی خاک می شود که نه تنها موجب حفاظت خاک می گردد بلکه از تبخیر رطوبت موجود در زمین جلوگیری نموده و این عمل را به تأخیر می اندازد (شکل ۲-۸). پوشش آسفالتی به علت رنگ سیاه، در روزهای آفتابی باعث جذب بهتر انرژی حرارتی خورشید گردیده و موجب افزایش درجه حرارت خاک می شود و از این جهت علاوه بر ایجاد شرایط مناسب حرارتی جهت جوانه زدن و زودرسی گیاه از مصرف آب آبیاری می کاهد و بدین ترتیب افزایش درجه حرارت خاک یکی به دلیل جذب انرژی حرارتی و دیگری به علت عدم تبخیر سریع آب (که قسمت اخیر موجب تقلیل درجه حرارت خاک می گردد) در مناطق معتدل و سرد عامل مهمی در تسریع رشد گیاه خواهد شد. تغییر شرایط موجود در محیط رشد گیاه با استفاده از مالچ، موفقیت آمیز بوده است (لقمان، ۱۳۴۵؛ جعفریان، ۱۳۸۴؛ غلامی طبسی و همکاران، ۱۳۹۳؛ رستمی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۲-۸- ضخامت لایه مالچ ایجاد شده بر روی خاک

پخش امولسیون‌های آسفالتی بر روی سطح خاک معمولاً پس از بذریابی و بذرکاری و نزول باران دارای نتایج مثبتی بوده است. فیلم ایجاد شده از پخش امولسیون قیر، بذر گیاه را در جای خود نگهداری نموده و اثرات عوامل مختلف مانند باد و باران را در جابجا نمودن آن خنثی می‌کند. مقاومت لایه‌های آسفالتی در مقابل جوانه زدن بذر باید به اندازه‌ای باشد که جوانه بذر بتواند به آسانی از آن خارج شود، به این معنی که پوشش مذکور به وسیله جوانه بذر ترک خورده و اجازه دهد که گیاه آزادانه رشد نماید ولی این ماده آسفالتی در صورتی که خیلی نازک باشد، نه تنها دارای نتیجه مطلوبی نیست، بلکه به ضرر گیاه خواهد بود، زیرا فیلم مذکور انرژی حرارتی خورشید را جذب نموده و باعث ازدیاد درجه حرارت خاک می‌گردد، ولی نمی‌تواند از تبخیر آب موجود در زمین جلوگیری کند، از این رو به جای حفظ رطوبت خاک باعث افزایش تبخیر آن می‌گردد. از طرف دیگر در صورتی که لایه آسفالتی دارای ضخامت نسبتاً زیادی باشد، جوانه بذر قدرت خروج از آن را نداشته و رشد آن متوقف می‌گردد. از این جهت مقدار مورد نیاز مالچ در واحد سطح در کشاورزی احتیاج به تحقیق و تجربه کافی داشته و هر چه سطح

موردنظر یکنواخت تر باشد پخش مالچ آسان تر و نتایج مطلوب تری به دست خواهد آمد و تحت این شرایط مالچ باعث می شود که اثر تغییرات ناگهانی جوی مانند درجه حرارت - رطوبت و غیره بر روی گیاه کمتر شده و شرایط یکنواخت تری از آنچه وجود دارد به دست آید.

با توجه به نکات فوق ملاحظه می گردد که تحقیقات مربوطه در مورد استفاده از مالچ های نفتی در ایجاد تغییرات مناسب در محیط رشد گیاه و همچنین ایجاد شرایط یکنواختی جهت تسریع در زودرسی آن کاربرد جدیدی از فرآورده های نفتی در کشاورزی است و استفاده از این مواد، حل برخی از مسائل را در تغییرات شرایط محیط کشت بذر آسان نموده است. در این روش علاوه بر امکان زودرسی گیاه و برداشت محصول قبل از موعد مقرر، افزایش در صد مقدار محصول نیز موردبررسی قرار گرفته است و کاربرد مالچ کاملاً باصرفه تشخیص داده شده است.

۲-۶ مشخصات شیمیایی مالچ های نفتی

اجزاء شیمیایی تشکیل دهنده برش های سنگین نفتی (ازجمله مالچ های نفتی) را به چهار جزء، (romaticsNapHthene A) نفتن آروماتیک ها، (Saturates) اصلی اشباع شده ها تقسیم نموده اند. هر جزء که (AspHalthenes) و آسفالتین ها (Polar Aromatics) پلار آروماتیک ها طیف وسیعی از هیدروکربن های سنگین نفتی است، در ساختار شیمیایی، خواص فیزیکی مخلوط کلوئیدی آن تأثیرات قابل ملاحظه ای دارد. همچنین میزان و تناسب هر کدام (محدوده) از اجزاء تشکیل دهنده آن به منظور دارا بودن خواص فیزیکی و شیمیایی مشخص آن حائز اهمیت است.

نتایج اندازه گیری این اجزاء بر روی دو نمونه مالچ معمولی پالایشگاه آبادان و پالایشگاه تهران که در سال ۱۳۸۳ توسط پژوهشگاه صنعت نفت انجام شده به شرح جدول (۲-۴) می باشد.

جدول ۲-۴- مشخصات شیمیایی مالچ (مقادیر به درصد)

اجزای تشکیل دهنده نمونه	اشباع شده ها	نفتن آروماتیک ها	پلار آروماتیک ها	آسفالتین ها
مالچ آبادان	۳۲/۸۸	۴۱/۹۴	۲۲/۵۹	۲/۵۹
مالچ تهران	۳۵/۸۰	۴۰/۹۰	۲۱/۸۲	۱/۴۸

۷-۲ ضوابط، استانداردها و معیارهای فنی استفاده از مالچ نفتی

شیوه اجرای مالچ نفتی

کارهای صورت گرفته را می‌توان به دو دسته کار گرم و کار سرد تقسیم نمود. کار گرم عبارت است از انجام کارهایی که حرارت مورد استفاده و یا حرارت ایجادشده در آن کار به شدتی باشد که باعث اشتعال مایعات، بخارات و گازهای قابل احتراق و یا هر مواد سوختی دیگر شود. بریدن و جوشکاری فلزات با گاز استیلن و یا برق ذوب سرب، گرم کردن و کوبیدن پرچ، لحیم‌کاری، به کار بردن شعله باز و بخاری برقی، گرم کردن دیگ‌های اختلاط مالچ و قیرپز، استفاده از دیگ بخار، استفاده از مشعل برای گرم کردن مالچ و غیره، استفاده از دستگاه‌های برق و کمپرسور، تراشکاری، استفاده از چراغ‌های برقی انشعابی در محوطه اطراف مخازن عکس‌برداری با فلش، به کار بردن موتورهای بنزینی و دیزلی و این قبیل کارها جزئی از انجام کار گرم بشمار می‌آید.

کارهای سرد عبارت است از کلیه ظروف و مخازن فرآورده‌های نفتی، دستگاه‌ها و لوله‌هایی که موجب تولید گاز و بخار و یا پودر شدن مواد نفتی که باعث تولید گاز خفقاان‌آور سمی و یا قابل اشتعال است، می‌گردند. کارهای سرد شامل باز کردن در مخازن و ظروف نفتی و تمیز نمودن آن‌ها، تعمیرات دستگاه‌ها و غیره می‌باشد. این مخازن و دستگاه‌ها شامل مخازن ذخیره مواد نفتی، مخازن تانکرهای مالچ‌بر و نفت‌کش، لوله‌های تخلیه و بارگیری، کوره‌های مخازن و ظروف حامل مواد شیمیایی خطرناک و غیره می‌باشند.

با توجه به مواردی که ذکر شد لازم است مسئولین و کارکنان همیشه و با کمال دقت مسائل ایمنی و دستورالعمل‌های موجود را رعایت نمایند تا دچار خسارات مالی و جانی ناشی از آتش‌سوزی و سایر حوادث احتمالی نگردند. به منظور جلوگیری از حوادث احتمالی به کلیه نکات ایمنی که بایستی رعایت شود اشاره می‌شود.

ضوابط، استانداردها و معیارهای فنی استفاده از مالچ نفتی به شرح زیر است که در ادامه به تشریح هر یک پرداخته می‌شود:

۳-۱- ضوابط و معیارهای فنی انتخاب عرصه مالچ‌پاشی

۳-۲- ضوابط و معیارهای انتخاب کمپ حرارتی

۳-۳- ضوابط و معیارهای انتخاب کمپ تخلیه

۳-۴- ضوابط و معیارهای فنی انتخاب فصل مالچ‌پاشی

۳-۵- ضوابط و معیارهای ادوات و دستگاه‌های مالچ‌پاشی

۳-۶- ضوابط و معیارهای شاخص‌های مؤثر در تعیین تناژ مالچ مصرفی

۳-۷- ضوابط و معیارهای تعیین جاده نفوذی

۳-۸- ضوابط و معیارهای تعیین کیفیت مالچ

۳-۹- ضوابط و معیارهای تعیین نیروی متخصص

۳-۱۰- ضوابط و معیارهای آماده نمودن محل کار از نظر ایمنی

۳-۱۱- ضوابط و معیارهای فنی از نظر عملیات بیولوژیک

۳-۱۲- ضوابط و معیارهای عملیات بیولوژیک توأم با مالچ پاشی

۳-۱۳- ضوابط و معیارهای نظارت بر مالچ پاشی

۲-۷-۱ ضوابط و معیارهای فنی انتخاب عرصه مالچ پاشی

۲-۷-۱-۱ ویژگی‌های فرسایشی عرصه (مبانی نظری)

هدف از کاربرد مالچ در تثبیت ماسه‌های روان مبارزه با فرسایش بادی و ممانعت از جابجایی ذرات خاک نظیر سیلت، رس و به‌ویژه ماسه‌ها به‌وسیله باد است. عمده‌ترین عامل مؤثر در فرسایش بادی، باد یا حرکت و جابجایی هواست. باد سبب می‌گردد تا سطح روئین خاک کنده شده و ذرات آن جابجا گردند. هر اندازه باد قوی‌تر باشد اثر آن بر روی خاک نیز شدیدتر است.

۲-۷-۱-۲ عوامل فرساینده خاک و شرایط بروز پدیده فرسایش

خاک در مقابل وزش باد از خود پایداری نشان می‌دهد. سرعت آن را در سطح تماس کاسه و میزان انرژی جنبشی آن را نقصان می‌دهد. اثر باد بر خاک با خصوصیات پایداری خاک به‌ویژه میزان چسبندگی بین خاکدانه‌ها و نیز کمیت و کیفیت ذرات تشکیل‌دهنده بافت خاک شکل می‌گیرد. ناپایداری خاک به میزان مواد چسبنده (کلوئیدی‌ها رس، هوموس، املاح موجود در خاک و مواد شیمیایی مانند مالچ) اندازه ذرات تشکیل‌دهنده آن (بافت خاک) و مقدار رطوبت موجود در خاک بستگی دارد. بادهای سبب بروز پدیده «فرسایش» در خاک‌ها می‌شوند این حالت در مقابل وضعیت «پایداری خاک» قرار دارد. میزان فرسایش بادی پتانسیل یا بالقوه در خاک‌ها از رابطه زیر تبعیت می‌کند.

$$E_p = VP \quad \text{رابطه (۲-۱)}$$

که در آن:

E_p فرسایش بادی پتانسیل یا بالقوه

V فاکتور مربوط به فرساینده باد

P فاکتور مربوط به فرسایش‌پذیری خاک

را نشان می‌دهد. نقش مالچ عملاً کاهش میزان فرسایش‌پذیری خاک و تأثیر مؤثر بر فاکتور از آن طریق در فرسایش بادی پتانسیل تأثیر می‌گذارد.

۲-۷-۱-۳ نیروی فرساینده باد

نیروی فرساینده یک باد به میزان سرعت و فشار آن بستگی دارد. در جدول (۲-۵) سرعت باد و فشار آن برای بادهای مختلف بر اساس طبقه‌بندی بوفورد در فشار اتمسفریک $101/3 \text{ kpa}$ آمده است.

بنابراین حتی جریان هوا در حد نسیم آرام (ردیف سوم جدول بوفورد) قادر است ذرات خاک را حمل نماید. جریان هوا در حد نسیم ملایم (ردیف ۴ جدول بوفورد) قادر است ذراتی به قطر ۰/۰۵ سانتی متر (ماسه) را جابجا نماید. در حد نسیم نسبتاً تند (ردیف ۵ جدول) ماسه‌ها در هوا بلند می‌شود (حرکت جهشی) و یک نسیم تند (ردیف ۶ جدول) می‌تواند عامل به وجود آورنده یک فرسایش شدید باشد. هر باد ملایم (ردیف ۸ جدول ۲-۵) طوفان‌های غبار را به همراه دارد و در یک باد تند (ردیف ۹ جدول ۲-۵) وضعیت این طوفان‌های غبار به حداکثر خواهد رسید.

جدول ۲-۵- درجه‌بندی بوفورد برای طبقه‌بندی باده‌ها

درجه‌بندی باد	وضعیت باده‌ها	سرعت باد			
		دامنه تغییرات		میانگین	
		متر در ثانیه	کیلومتر در ساعت	متر در ثانیه	کیلومتر در ساعت
۰	هوای بسیار آرام	۰-۰/۲	۱	۰	۰
۱	هوای آرام	۰/۱-۳/۵	۵-۱۱	۰/۹	۳
۲	نسیم خیلی آرام	۱/۳-۶/۳	۶-۱۱	۲/۴	۹
۳	نسیم آرام	۳/۵-۴/۴	۱۲-۱۹	۴/۴	۱۶
۴	نسیم ملایم	۵/۷-۵/۹	۲۰-۲۸	۶/۷	۳۴
۵	نسیم نسبتاً تند	۱۰-۸/۷	۲۹-۳۸	۹/۳	۳۴
۶	نسیم تند	۱۰/۱۳-۸/۸	۳۹-۴۹	۱۲/۳	۴۴
۷	باد آرام	۱۳/۱۷-۹/۱	۵۰-۶۱	۱۵/۵	۵۵
۸	باد ملایم	۱۷/۲۰-۲/۷	۶۲-۷۴	۱۸/۹	۶۸
۹	باد تند	۲۰/۲۴-۸/۴	۷۵-۸۸	۲۲/۶	۸۲
۱۰	باد خیلی تند	۲۴/۲۸-۵/۴	۸۹-۱۰۲	۲۶/۴	۹۶
۱۱	طوفان	۲۸/۳۲-۵/۳	۱۰۳-۱۱۷	۳۰/۵	۱۱۰
۱۲	طوفان شدید	>۳۲/۷	۱۱۸	۳۴/۸	۱۲۵

۴-۱-۷-۲ اثر مالچ در کاهش سرعت باد

چنانکه دیده شد به‌طور کلی کاربرد مالچ‌ها اثر مشهود و چشمگیری در کاهش سرعت باد ندارد بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که عمده‌ترین معیار در انتخاب مالچ تأثیر آن در افزایش پایداری خاک است و از این طریق فرسایش بادی را تقلیل می‌دهد در حالی که با کاربرد بادشکن و یا توسعه پوشش گیاهی در سطح خاک می‌توان سرعت باد را در سطح زمین تقلیل داد و از این طریق در کاهش فرسایش بادی مؤثر واقع شد.

۵-۱-۷-۲ نتیجه

عوامل مؤثر در میزان فرسایش بادی عبارتند از:

- میزان فرسایش پذیری خاک
- توان فرساینده باد
- میزان فرسایش پذیری خاکها متأثر از بافت خاک، ساختمان خاک، میزان مواد آلی، کلوئیدهای معدنی و رطوبت خاک متفاوت است.
- توان فرساینده باد با سرعت آن ارتباط دارد.
- برای به حرکت در آوردن ذرات خاک و متأثر از میزان فرسایش پذیری آن یک حداقل سرعت لازم است که سرعت آستانه فرسایش نامیده می شود.
- خاکهایی که قطر ذرات آنها ۰/۱ تا ۰/۱۵ میلی متر هستند به فرسایش بادی حساس ترند.
- هرچه سرعت باد بیشتر باشد توان فرساینده آن بیشتر است.
- هر اندازه رطوبت خاک افزایش یابد از حساسیت آن به فرسایش کاسته می شود.
- نقش اصلی مالچ افزایش پایداری خاک و کاهش حساسیت آن نسبت به فرسایش است.

۶-۱-۷-۲ ضوابط و معیارهای انتخاب عرصه مالچ پاشی

ضوابط و معیارها برای انتخاب عرصه مالچ پاشی را می باید از جنبه های زیر مورد بررسی قرار داد:

- ۱- موارد فنی
- ۲- موارد مالی
- ۳- موارد اقتصادی
- ۴- موارد اجتماعی، سیاسی و فرهنگی
- ۵- موارد زیست محیطی

۷-۱-۲ موارد فنی از نظر مکانیسم جابجایی ذرات خاک و اشکال فرسایشی

موارد و ضوابط فنی در انتخاب عرصه مالچ پاشی از دو نظر یکی ضرورت کار و دیگری تأثیر آن مورد بررسی قرار می گیرد.

اصولاً هدف از مالچ پاشی ممانعت از فرسایش بادی و به طور مشخص تر تثبیت ماسه های روان است. پدیده فرسایش را می توان به دو شکل عمده یکی حرکت ماسه ها و تغییر شکل تپه های ماسه ای و جابجایی آن ها و دیگری انتقال موارد ریز دانه به صورت گردوغبار و یا حرکت تعلیقی مشاهده نمود.

از آنجا که فرسایش بادی خود دارای سه مرحله برداشت، انتقال و رسوب است، بنابراین استفاده از مالچ برای هر یک از این مراحل دارای ضوابط و معیارهای خاص خواهد بود. در کشور ایران تا کنون از مالچ تنها در مناطق رسوبگذاری (ماسه های روان) استفاده شده است.

۸-۱-۲ حرکت ذرات به وسیله باد

انتقال ذرات خاک و شن به وسیله باد معمولاً برحسب ابعاد آن ها به سه طریق کاملاً متمایز، به صورت معلق شدن ذرات در هوا، حرکت جهشی و غلتیدن یا خزیدن در روی سطح زمین انجام می گیرد. این سه نوع حرکت می تواند به طور هم زمان نیز صورت گیرد.

۹-۱-۲ اثر مالچ بر ذراتی که دارای حرکت تعلیقی هستند

اثر مالچ بر پدیده حرکت تعلیقی را بایستی در سه مرحله مورد بررسی قرار داد:

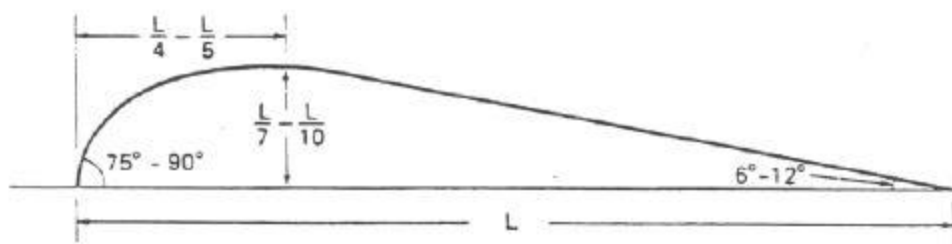
۱- مرحله کنده شدن ذرات ریز در سطح خاک: مالچ پاشی می تواند روند جدا شدن و برخاستن ذرات را از سطح خاک کاهش داده یا آن را متوقف سازد، بنابراین کاربرد مالچ های نفتی به عنوان عاملی جهت ممانعت از شروع حرکت تعلیقی ذرات خاک یا به تأخیر انداختن حرکت آن ها کاملاً مؤثر است.

۲- مرحله انتقال - جابجایی ذرات معلق در مسیر جریان باد و در حجم گسترده ای از توده هوا صورت می گیرد. ذرات معلق اعم از انواع رس ها و حتی ذرات سیلت ریز که اشکال متفاوتی از غبار آلودگی را به وجود می آورند تنها زمانی رسوب می کنند که برای مدتی در جریان هوای آرام و ساکن قرار گیرند. هرچه ذرات ریزتر باشد مدت زمان لازم برای سکون هوا بیشتر است. مالچ پاشی در این مرحله از فرسایش اثر مثبتی بر غبار آلودگی هوا ندارد.

۳- در مرحله ته نشینی بخشی از غبارهای رسوب یافته بر روی عرصه های مالچ پاشی برای طولانی مدت تثبیت می گردند. این اثر تا زمانی که خواص تثبیتی مالچ و اثر آن بر روی ذرات مذکور از بین نرفته است ادامه خواهد یافت.

۱۰-۱-۷-۲ انتقال ذرات به صورت جهشی

انتقال مواد به حالت جهشی به صورت یک سری جهش‌های کم ارتفاع در روی سطح خاک انجام می‌گیرد (شکل ۲-۹). میزان جهش ذرات تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله اندازه و شکل ذره، سرعت باد و طبیعت سطحی که عمل جهش در روی آن انجام می‌گیرد قرار دارد.



شکل ۲-۹- مسیر حرکت جهشی در یک ذره

در حرکت جهشی ابتدا ذره خاک به هوا جهش کرده و تقریباً به صورت عمودی به بالا پرتاب می‌شود و پس از رسیدن به بالاترین نقطه صعود که چندین سانتیمتر است (حدود ۱۵ سانتی‌متر) شروع به سقوط می‌نماید. ولی در اثر نیروی باد مسافتی را نیز به سمت جلو و در جهت باد طی می‌کند و بالاخره با انرژی زیاد و با زاویه ۶-۱۲ درجه به زمین برخورد می‌نماید.

مسافت طی شده ذره (L) بستگی به ارتفاع جهش (H) دارد. اگر ارتفاع جهش حدود ۵ سانتیمتر باشد، طول جهش حدود ۷ برابر آن خواهد بود. این فاصله با افزایش ارتفاع جهش به طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد. به عنوان مثال با افزایش ارتفاع جهش به ۱۵ سانتیمتر، طول جهش به ۱۰ برابر ارتفاع افزایش خواهد یافت.

۱۱-۱-۷-۲ اثر مالچ بر حرکت جهشی ذرات ماسه‌ای

اثر مالچ بر روی حرکت ماسه، در مراحل مختلف حرکتی آن‌ها متفاوت است.

۱- در مرحله کنده شدن: کاربرد مالچ در این مرحله می‌تواند به سبب ایجاد چسبندگی، افزایش ضریب پایداری خاک و کاهش حساسیت ماسه‌ها به فرسایش‌پذیری کاملاً مؤثر باشد. در حقیقت مالچ‌پاشی بر روی ذرات ماسه و ایجاد چسبندگی در آن‌ها سبب قطع روند فرسایشی می‌گردد. این امر از آن جهت اهمیت دارد که حرکت ذرات ماسه در

فرسایش بادی دارای یک روند خود تشدید می‌باشد. در این صورت با تثبیت اولیه ماسه‌ها عملاً روند تشدید آنها نیز متوقف می‌گردد.

۲- در مرحله انتقال: چنانکه کار مالچ پاشی در عرصه انتقال و ترانزیت صورت پذیرد برای بخشی از مواد که مالچ بر روی آنها پاشیده می‌شود این اثر کاملاً مثبت است و این روند تا زمانی که مالچ ماهیت فیزیکی و شیمیایی خود را حفظ نموده ادامه خواهد داشت. برای ذراتی که عرصه‌های مالچ پاشی شده برای آنها به عنوان منطقه ترانزیت محسوب می‌گردند. در ابتدا بخشی از ماسه با برخورد با سطوح مالچ پاشی تثبیت می‌گردد. این میزان تثبیت شونده به لزجت مالچ، ضخامت مالچی که سطح را پوشانده است و نوع آن بستگی دارد علاوه بر این از آنجا که ذراتی که دارای حرکت جهشی هستند در طی مسیر و با ضربه زدن به سایر ذرات به تشدید فرسایش خاک کمک می‌کنند، در این صورت این روند در عرصه‌های مالچ پاشی شده تا مدت عمر مؤثر مالچ متوقف می‌گردد. بنابراین عملاً روند فرسایش بادی و جابجایی ذرات در آن کاهش می‌یابد. نکته مهم در این مرحله تثبیت بخشی از ماسه‌های ترانزیتی است که در منطقه جایگزین می‌شوند و در صورت وزش بادهای شدید بعدی می‌توانند جابجا گردند. حرکت ماسه‌ها در این مرحله می‌تواند به طور مستمر لایه مالچ پاشی شده را تخریب نماید میزان این تخریب در مراحل اولیه مالچ پاشی کمتر و با کاهش عمر مؤثر مالچ این وضعیت تشدید می‌گردد.

۳- در مرحله رسوب: اگر ماسه‌ها در مرحله نهایی ترسیب قرار داشته باشند و به علت شرایط مرفولوژیکی یا وجود پوشش گیاهی و یا رطوبت و سایر عوامل به صورت تپه‌های منفرد یا مجموعه‌ای از تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده شکل گرفته باشند در این صورت انجام مالچ پاشی بر روی آنها ضرورتی نخواهد داشت.

۱۲-۱-۷-۲ انتقال ذرات به صورت خزشی

باد نمی‌تواند همه ذرات فرسایشی را به صورت معلق یا جهشی حمل کند بلکه قسمتی از ذرات دارای حرکت خزشی هستند. این حرکت معمولاً در اثر فشار باد یا در اثر برخورد ذرات جهنده به وسیله باد به وجود می‌آید. از نظر تئوری حد بالایی برای اندازه ذرات غلطنده وجود ندارد ولی در عمل قطر اغلب آنها بین ۵/۰ تا ۱ میلی‌متر است و گاهی تا ۲ میلی‌متر نیز می‌رسد. بیشترین ذراتی که به صورت خزشی حرکت می‌کنند دارای قطری تا حدود ۸۴/۰ میلی‌متر می‌باشند. جابجایی این ذرات کم است. این ذرات یا در گودهای زمین انباشته شده و یا در اثر برخورد با موانعی نظیر پوشش گیاهی تثبیت می‌گردند.

اثر مالچ در مرحله حرکت خزشی ذرات کاملاً مؤثر است و بر روی این پدیده اثر کاملاً محسوس دارد. در این مورد حالت‌های زیر قابل تفکیک هستند:

۱- حرکت خزشی در ذراتی که مالچ پاشی روی آن‌ها انجام شده است: در این مرحله حرکت ذرات کاملاً متوقف می‌گردد و این روند بستگی به مدت زمان عمر مفید مالچ‌ها دارد. پس از این زمان که عرصه‌های مالچ پاشی شکسته شده و از کارایی تثبیت‌کنندگی مالچ کاسته می‌شود، باز هم به سبب وجود قطعات کلوخه‌ای ناشی از مخلوط ماسه و مالچ و ایجاد زبری زیاد در سطح خاک، حرکت خزشی بسیار کم صورت می‌گیرد.

۲- از حرکت خزشی در مورد موادی که بر روی عرصه مالچ پاشی ترسیب شده‌اند نیز به سبب چسبندگی ذرات مذکور با مالچ‌های زیرین، به‌ویژه در سال‌های اولیه که مالچ‌ها هنوز از خاصیت چسبندگی بیشتری برخوردارند کاسته می‌شود.

۱۳-۷-۲ مکان‌یابی و اولویت‌بندی مناطق موردنظر جهت اجرای عملیات مالچ پاشی در محدوده کانون‌های بحرانی فرسایش بادی

انتخاب کانون‌های بحرانی و اولویت‌بندی آن‌ها برای اجرای مالچ پاشی ضرورت دارد. در همین راستا تحقیقی باهدف پهنه‌بندی مناطق مختلف استان‌های بیابانی برای مالچ پاشی و اولویت‌بندی آن‌ها توسط دفتر امور بیابان به شرح زیر در سال ۱۳۹۷ انجام شده است.

پژوهش مذکور در شش مرحله انجام گردیده است:

- بررسی اسنادی مطالعات مرتبط
- تعیین معیارها و شاخص‌ها جهت اولویت‌بندی عرصه‌های مالچ پاشی
- تدوین پرسش‌نامه باهدف وزن دهی معیارها و شاخص‌ها
- ارائه نقشه مکان‌های دارای اولویت جهت اجرای مالچ پاشی
- بازدیدهای میدانی از استان‌ها
- تدقیق نقشه‌ها و ارائه نقشه نهایی

در مرحله اول با بررسی منابع، برخی معیارها و شاخص‌ها شناسایی شده است. در این مرحله شاخص‌های جدیدی نیز طراحی و سپس شاخص‌های استخراج شده، به چند بخش تفکیک گردیده، بدین معنی که شاخص‌ها در چهار معیار فنی، اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی-توسعه‌ای دسته‌بندی شده و برای هر کدام شاخص‌هایی انتخاب و کلاس‌بندی شده است. در مجموع برای انتخاب این مناطق و اولویت‌بندی آن‌ها از چهار معیار و ۱۹ شاخص استفاده شده است. شاخص‌های تعیین مناطق مستعد مالچ پاشی و اولویت‌بندی آن‌ها عبارتند از:

۱. وجود کانون بحران فرسایش بادی
۲. درصد پوشش گیاهی
۳. بردار برآیند حمل ماسه
۴. جهت حرکت باد غالب فرساینده
۵. فاصله کانون بحرانی نسبت به شهر و روستا و اماکن مسکونی
۶. فاصله کانون بحرانی نسبت به اراضی کشاورزی
۷. فاصله کانون بحرانی نسبت به خطوط مواصلاتی
۸. وسعت اراضی کشاورزی مورد تهدید فرسایش بادی
۹. تعداد لغو پرواز به علت گردوغبار در سال
۱۰. محدودیت های فنی اجرایی
۱۱. تعداد اماکن مسکونی مورد تهدید فرسایش بادی
۱۲. تعداد افراد ساکن در اماکن مورد تهدید فرسایش بادی
۱۳. وجود مناقشات اجتماعی
۱۴. درخواست و پذیرش مردمی یا مسئولین جهت مالچ پاشی
۱۵. نرخ مهاجرت از روستا به شهر به علت گردوغبار
۱۶. وجود تأسیسات مهم اقتصادی و زیربنایی
۱۷. وجود برنامه های توسعه ای در منطقه
۱۸. وجود خطوط مواصلاتی بین المللی
۱۹. وجود فرودگاه

برمبنای این شاخص‌ها نقشه اولیه تهیه و پس از بازدید میدانی، تدقیق و نهایی شده است. شایان ذکر است که در محدوده‌های انتخاب شده به دلیل فعال بودن ماسه‌ها، امکان تثبیت تپه‌های ماسه‌ای به شیوه دیگری میسر نبوده یا بسیار سخت بوده است. در انتخاب این مناطق و اولویت‌بندی آنها علاوه بر معیارها و شاخص‌های ذکر شده، ملاحظات متعددی نیز در نظر گرفته شده است که مهمترین آنها از قرار زیر می‌باشد:

۱. مناطق انتخاب شده در محدوده مناطق چهارگانه محیط‌زیست نباشد؛
 ۲. مناطق انتخاب شده دارای درصد تاج پوشش گیاهی بیشتر از ۵ درصد نباشند؛
 ۳. مناطق انتخاب شده جزو مستثنیات نباشند؛
 ۴. مناطق انتخاب شده جزو ماسه‌زارهای تثبیت شده نباشند؛
 ۵. اراضی به صورت دقی و کفه‌ای نباشند؛
 ۶. منطقه انتخاب شده دارای طرح اجرایی دیگری برای کنترل فرسایش بادی بجز مالچ‌پاشی نباشد؛
 ۷. جهت باد غالب و فرساینده به سمت منابع زیستی، مسکونی و... باشد به طوری که هجوم ماسه‌های، تهدید و خطر برای منطقه محسوب گردد؛
 ۸. اراضی قبلاً مالچ پاشی نشده باشند یا در صورتی که قبلاً مالچ پاشی شده‌اند، آثار مالچ از بین رفته باشد، به گونه‌ای که مالچ قدیمی توانایی تثبیت ماسه‌های روان را نداشته باشد؛
 ۹. و مهمتر از همه اینکه امکان تثبیت، احیا و اصلاح اراضی ماسه‌زار به شیوه دیگر میسر نباشد.
- برمبنای یافته‌های تحقیق مذکور، مجموعاً مساحتی برابر ۶۵۴۲۹ هکتار در نه استان بیابانی نیازمند مالچ‌پاشی تشخیص داده شده است (شکل ۲-۱۰). برپایه به‌روزترین آمار، ملاحظه می‌گردد که در صورت اجرای کامل عملیات مالچ‌پاشی در مناطق اولویت‌دار، و با احتساب مساحت کل عرصه‌های مالچ‌پاشی شده از ابتدا تا کنون (مجموعاً حدود ۳۰۰ هزار هکتار)، مالچ‌پاشی تنها ۱/۱ درصد از مناطق تحت تاثیر، ۲/۲ درصد از کانون‌های بحرانی و تنها ۵ درصد از مساحت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای را به خود اختصاص می‌دهد و بالغ بر ۹۵ درصد از تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای کشور یا از طریق سایر روش‌ها تثبیت شده یا بدون هیچ اقدامی باقی خواهد ماند (جدول ۲-۶).

چنانچه منطقه دارای تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای پیوسته باشد، عملیات مالچ‌پاشی بر روی کل عرصه صورت می‌گیرد، اما در مواقعی که تپه‌های منفرد وجود داشته باشد، بایستی مالچ‌پاشی صرفاً بر روی تپه‌های ماسه‌ای صورت گیرد و از پاشش مالچ بر

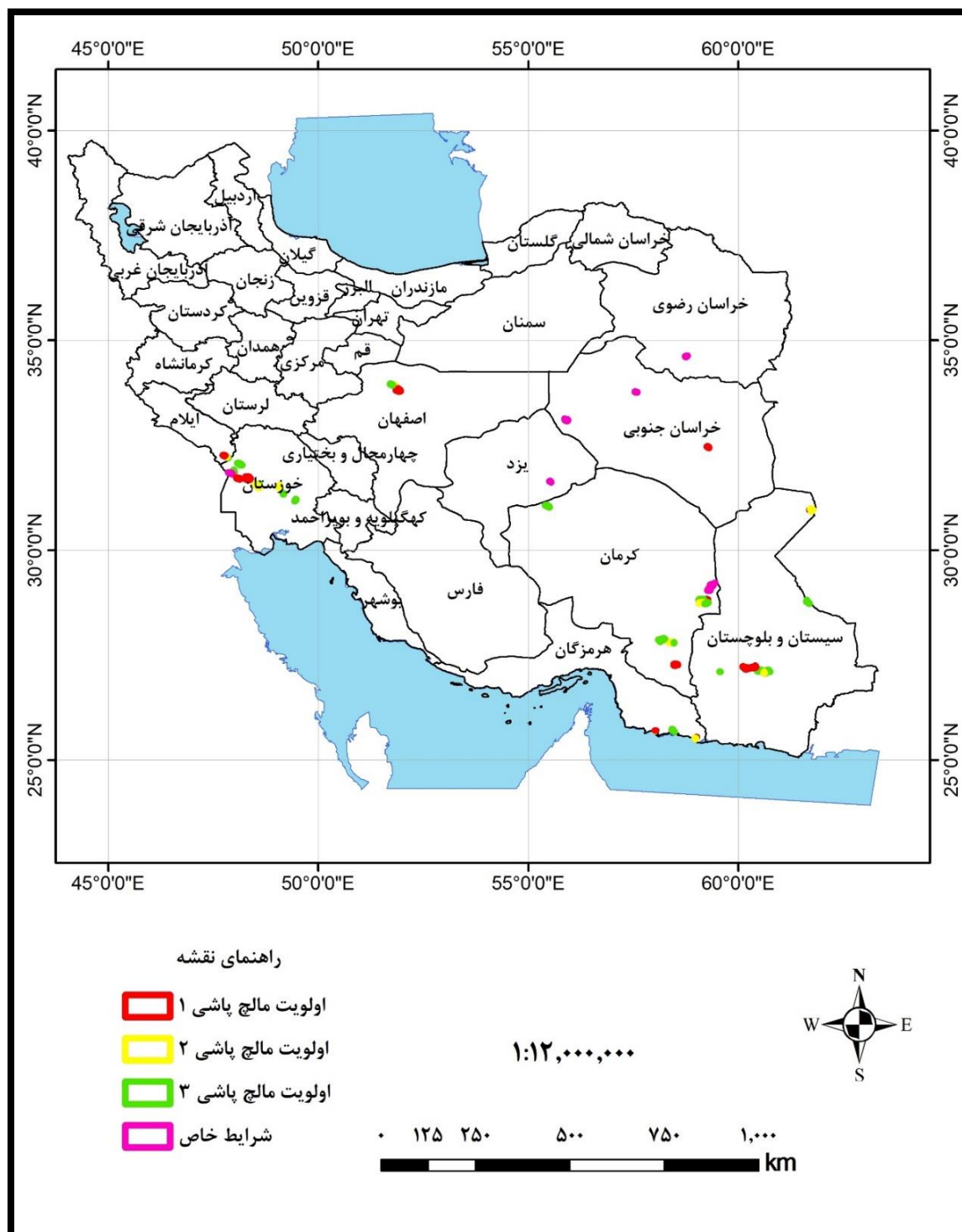
روی اراضی کفی بین تپه‌ها خودداری شود. در چنین مواردی که تپه‌های منفرد وجود دارند، عملیات احداث جاده نفوذی نیز لازم نبوده و می‌توان به راحتی ادوات و دستگاه‌ها را از اراضی دشتی و کفی بین تپه‌ها عبور داد.

جدول ۶-۲- اطلاعات مناطق مستعد پروژه مالچ پاشی در استان‌های بیابانی کشور

نام استان	نام شهرستان	نام منطقه	اولویت	مساحت (هکتار)	مجموع مساحت (هکتار)
اصفهان	آران و بیدگل	روستای حسین آباد	۱	۲۶۹۷	۴۷۶۹
	آران و بیدگل	روستای قاسم آباد	۲	۱۰۵۷	
	آران و بیدگل	روستای فخره	۳	۱۰۱۵	
ایلام	دهلران	روستای ابوغویر	۱	۵۸۹	۱۱۱۳
	دهلران	روستای حسن قندی	۲	۱۹۴	
	دهلران	روستای حسن قندی	۳	۳۵۴	
کرمان (شمال)	فهرج	علی آباد چاه دگان	۱	۲۲۲۷	۱۵۵۳۳
	فهرج	علی آباد پشت ریگ	۲	۲۰۶۲	
	فهرج، ریگان، رفسنجان	حسین آباد سر جنگل، جعفرآباد، جوادیه فلاح	۳	۴۴۶۸	
	فهرج	راه آهن شوره گز	ویژه	۶۷۷۶	
کرمان (جنوب)	قلعه گنج	چاه زردان	۱	۲۷۳۰	۳۸۳۸
	رودبار	محمدآباد کتکی	۲	۴۴۳	
	رودبار	کمال آباد، هیرشاه آباد، عزیزآباد	۳	۶۶۵	
خراسان رضوی	-	-	۱	-	۱۰۱۱
	-	-	۲	-	
	-	-	۳	-	
	گناباد	جاده گناباد - مشهد	ویژه	۱۰۱۱	
خراسان جنوبی	سربیشه	مختاران	۱	۷۷۴	۲۸۵۴
	-	-	۲	-	
	-	-	۳	-	
	طَبَس	مسجد شکر	ویژه	۱۵۴۵	
	بشروئیه	جاده بشروئیه - فردوس	ویژه	۵۳۵	

جدول ۲-۶- اطلاعات مناطق مستعد پروژه مالچ پاشی در استان‌های بیابانی کشور

نام استان	نام شهرستان	نام منطقه	اولویت	مساحت (هکتار)	مجموع مساحت (هکتار)
خوزستان	اهواز، شوش و دشت آزادگان	ام الدبس، حمیدی	۱	۷۴۹۸	۱۶۷۴۵
	اهواز، باوی	الباجی، حنیری	۲	۳۷۸۱	
	اهواز، رامهرمز	صحینات، خویسه، بروایه	۳	۵۰۸۳	
	دشت آزادگان	چذابه	ویژه	۳۸۳	
سیستان و بلوچستان	زهدک، ایرانشهر	بمپور	۱	۴۸۹۵	۱۶۵۷۰
	زهدک، ایرانشهر	بمپور	۲	۱۹۲۵	
	ایرانشهر، میرجاوه	بمپور، دلگان، میرجاوه	۳	۹۷۵۰	
هرمزگان	جاسک	مشکوبیه، شهرنی	۱	۶۸۸	۲۵۵۴
	جاسک	مشکوبیه، شهرنی	۲	۹۴۱	
	جاسک	کنتاکی	۳	۹۲۵	
یزد	-	-	۱	-	۴۱۸
	-	-	۲	-	
	-	-	۳	-	
	بافق	در نزدیکی معدن سنگ آهن بافق	ویژه	۴۱۸	
مجموع				۶۵۴۲۹	
اولویت ویژه مواردی است که تنها یک عارضه خاص و ارزشمند مثل خطوط مواصلاتی در معرض خطر هجوم ماسه‌های روان بوده است.					



شکل ۲-۱۰- نقشه مناطق مستعد پروژه مالچ پاشی در استان‌های بیابانی کشور

۲-۷-۲ ضوابط و معیارهای انتخاب کمپ حرارتی

کمپ حرارتی مکانی است که در آن مالچ‌های رسیده به منطقه اجرای عملیات مالچ‌پاشی را برای پاشیدن آماده می‌کنند. در حال حاضر مالچ‌های مورد استفاده برای تثبیت ماسه‌های روان در ایران عموماً نوعی از مالچ‌های نفتی است که گرانروی آن بالا بوده و آماده‌سازی آن جهت پاشش مستلزم گرم کردن آن تا دمای مشخصی است (شکل ۲-۱۱)

لذا در صورت استفاده از انواع دیگری از مالچ‌های نفتی از جمله مالچ‌های سنگین یا قیرآبه‌ها (مالچ‌های امولسیون) نیازی به گرم کردن نباشد و یا ممکن است ضرورت انجام اقدامات تکمیلی دیگری از جمله افزودن مواد شیمیایی یا معدنی جهت ارتقاء میزان چسبندگی مالچ و یا اضافه نمودن آب جهت رقیق کردن آن (مالچ‌های امولسیونه) ضروری می‌باشد. به هر حال کمپ حرارتی محل آماده‌سازی مالچ‌های مورد مصرف برای پاشیدن است حتی اگر در این پروسه ضرورتی به گرم کردن مالچ نیز نباشد.



شکل ۲-۱۱- نمایش از کمپ حرارتی (سمت راست تانکر مجهز به کوره و سمت چپ تانکر مستقر شده در نزدیکی استخر ذخیره مالچ)

۲-۷-۲-۱ شاخص‌های انتخاب محل کمپ حرارتی

عمده‌ترین نکاتی که در انتخاب محل کمپ حرارتی می‌باید مورد توجه قرار گیرد عبارتند از:

-مناسب بودن جاده

کمپ حرارتی می‌باید به وسیله جاده‌ای مطمئن به راه اصلی یا کمپ مادر ارتباط داشته باشد. ضوابط این جاده حداقل با مشخصات راه‌های روستایی درجه ۳ یا راه‌های شنی منطبق است. به طور معمول محل کمپ حرارتی در منطقه‌ای انتخاب

می‌گردد که با راهی مناسب یا شبکه‌ای از راه‌ها، به کمپ تخلیه دسترسی داشته باشد. با توجه به شرایط مرفولوژیکی منطقه و وضعیت کشیدگی حوزه مورد عملیات مالچ پاشی، محل کمپ حرارتی باید به گونه‌ای انتخاب شود که فاصله آن نا منتهی الیه منطقه از ۴ کیلومتر تجاوز ننماید.

-حفاظت در مقابل آب گرفتگی

محل کمپ حرارتی نباید به گونه‌ای انتخاب گردد که عرصه آن آب گیر بوده و عملاً به واسطه تجمع هرز آب ها مورد تهدید قرار گیرد. معمولاً عرصه‌های انتخابی جهت احداث کمپ حرارتی به دلیل مسطح بودن و پایدار بودن خاک در نقاط مسطح و دشتی و در بین تپه‌های ماسه‌ای قرار دارد. این مناطق از یکسو دارای شیب بسیار کمی بوده و از سوی دیگر دارای خاکی با بافت ریز و اغلب رسی هستند. در چنین شرایطی بهنگام بارندگی، به‌ویژه در زمان رگبارها، احتمال انباشتگی آب در منطقه به علت عدم جریان مناسب سطحی و نفوذ کم آن در خاک زیاد بوده و حداقل به علت حالت رسی بودن و چسبندگی شدید خاک (گل چسبنده)، تردد ماشین‌آلات و ادوات و حتی نیروهای انسانی در آن با مشکل مواجه می‌گردد. بنابراین به هنگام انتخاب عرصه برای تأسیس کمپ‌های حرارتی می‌باید وضعیت شبکه هیدرولوژی منطقه، میزان نفوذپذیری، سیستم جریانات سطحی و محل تجمع آب‌های سطحی موردتوجه قرار گیرد.

-حفاظت در مقابل سیل

مناطق بیابانی اگرچه دارای باران کمی هستند اما اغلب به سبب ریزش‌های رگباری و شدت زیاد بارندگی‌های این مناطق، نبود پوشش گیاهی مناسب جهت ایجاد تأخیر جریان، همچنین نفوذپذیری نامناسب خاک، به‌ویژه دشت‌های رسی و «دق‌ها» احتمال وقوع سیلاب در این مناطق افزایش می‌یابد.

به هنگام انتخاب عرصه برای احداث کمپ حرارتی، احتمال سیل گیر بودن آن می‌باید به‌دقت موردتوجه قرار گیرد و عنداللزوم تمهیدات لازم برای رفع خطر اتخاذ و در صورت نیاز تأسیسات ضروری برای کنترل و انحراف سیلاب ایجاد شود.

-قرار نداشتن در کانال باد

از اختصاصات مناطق بیابانی وزش بادهای شدید است که ممکن است وزش آن کوتاه‌مدت و یا با زمان طولانی صورت گیرد. بسته به شرایط فیزیوگرافی و موقعیت جغرافیایی، پاره‌ای از نقاط مناطق بیابانی به میزان بیشتری در مسیر وزش بادهای یاد شده قرار داشته یا اصطلاحاً در کانال باد قرار دارند. از اختصاصات این مناطق وزش باد با شدت و مدت بیشتری در مقایسه با مناطق هم‌جوار است. با بررسی آثار فرسایشی موجود در منطقه می‌توان به موقعیت فرسایشی عرصه‌های مذکور دست یافت و از احداث کمپ در آن مکان خودداری نمود.

-قرار نداشتن در مسیر انتقال ماسه‌ها

به هنگام انتخاب عرصه برای احداث کمپ حرارتی توجه به وضعیت فرسایشی منطقه از الزامات است اگر نقشه دقیقی از پهنه‌بندی فرسایش بادی منطقه در دست نباشد از روی میزان خراشیدگی سطح خاک (کفه‌ها، دق‌ها و اراضی رسی) و یا تجمع ماسه‌های در پای بوته‌ها می‌توان به وضعیت فرسایش بادی منطقه پی برد.

-توجه به جهت وزش باد

در احداث تأسیسات و جانمایی آن‌ها نیز می‌باید جهت باد غالب و فصل وزش آن و همزمانی آن با اجرای عملیات موردتوجه قرار گیرد، محل اختصاص یافته به پارک تانکرهای مالچ و ایستگاه انتظار آن‌ها برای قرار گرفتن در محل حرارت دهی و استقرار مشعل‌ها نباید به گونه‌ای باشد که آلودگی هوای ناشی از خروجی آگزوز و کامیون‌ها و سوخت مشعل‌های حرارتی به سمت محل کار و استقرار کارگران هدایت شود.

همچنین جهت وزش باد نباید سبب انحراف شعله و مشعل‌های گرم‌کن و مانع از راندمان مطلوب کار آن‌ها شود. سکوهایی محل قرار دادن و سایل ایمنی یا نصب و سایل اطفاء حریق می‌باید به گونه‌ای انتخاب شود که در صورت وقوع آتش سوزی، به علت جهت باد، در سمت گسترش آتش قرار نداشته باشند. در ایجاد تأسیسات مربوط به سیستم‌های بهداشتی و هواکش‌های فاضلاب نیز جهت وزش باد می‌باید موردتوجه قرار گیرد.

-محفوظ بودن در مقابل تجمع ماسه‌ها

در انتخاب عرصه جهت استقرار کمپ حرارتی احتمال رسوب ماسه‌های بادی پس از ایجاد تأسیسات می‌باید موردتوجه قرار گیرد.

در صورتی که شرایط منطقه به گونه‌ای باشد که انتخاب عرصه‌ای با احتمال ماسه گرفتگی را الزامی سازد. در این صورت می‌باید موارد زیر رعایت شود:

۱- تمهیدات لازم برای حفاظت تأسیسات به عمل آید.

۲- از طریق احداث بادشکن‌های فیزیکی مانع از انباشته شدن ماسه‌ها در پشت تأسیسات شد.

۳- مناطق مجاور کمپ در اولویت مالچ‌پاشی قرار گیرد.

۴- در انتخاب اولویت برای مالچ‌پاشی مناطق خطرناک در اولویت قرار گیرد.

—بالا نبودن آب زیرزمینی

از ویژگی‌های عرصه‌های بیابانی سطح آب زیرزمینی پایین است با این همه در قسمت‌های از مناطق بیابانی که عموماً در حاشیه کویرها و مناطق باتلاقی حاشیه دریاچه‌های شور و نمکزارها قرار دارند سطح آب زیرزمینی بالا و گاهی کمتر از نیم متر است. در این مناطق خاک‌ها عموماً سنگین، میزان زهکشی کم، میزان شوری و قلیائیت خاک و آب زیاد و در فصولی از سال یا در دوران‌های ترسالی این مناطق به حالت بسیار ناپایدار و باتلاقی ظاهر می‌شوند (سمنان و منطقه جرقو به اصفهان را نام برد) به هنگام انتخاب عرصه برای احداث کمپ مادر و حرارتی می‌باید وضعیت آب زیرزمینی، زهکشی منطقه و میزان ناپایداری خاک به دقت مورد توجه قرار گیرد.

۲-۷-۲-۲ وسعت کمپ حرارتی

وسعت کمی حرارتی، بستگی به میزان عملیات و برنامه زمانی مالچ پاشی دارد.

چنان‌که کمپ حرارتی در واحد زمان تنها یک کمپ تخلیه را سرویس دهد. در این صورت عرصه کمپ مذکور تنها برای همان کمپ طراحی و تجهیز خواهد شد. بدیهی است در این حالت و سعت کمپ مذکور از نحوه عملیات کمپ تخلیه متأثر خواهد بود. به هر حال وسعت کمپ تخلیه باید برای موارد زیر فضای مناسب و کافی را در اختیار داشته باشد.

۱- محل یارک تانک‌های حامل مالچ که به کمپ وارد می‌شود.

۲- محل استقرار تانک‌های مالچ که در حال گرم کردن هستند.

۳- محل تاسیسات رفاهی

۴- محل تأسیسات دفتری

۵- محل تأسیسات بهداشتی

۶- محل تأسیسات کارگاهی و تعمیرگاهی

۷- محل مخازن سوخت

۸- محل مخازن آب

۹- محل استقرار تجهیزات ایمنی و آتش نشانی

۱۰- جایگاه کمک‌های اولیه

۱۱- انبار

۳-۲-۷-۲ تأسیسات و تجهیزات

- نگهبانی

هر کمپ حرارتی دارای واحد نگهبانی درب ورودی است که وظیفه وی ثبت ورود و خروج تانکرهای حامل مالچ، وسایل نقلیه و کنترل ورود و خروج افراد است.

- دفتر کمپ

ساختمان دفتر در نزدیکی درب ورودی قرار دارد و شامل محل کار سرپرست کمپ، کارشناس و مدیر اداری است.

استراحتگاه: هر کمپ حرارتی یا کمپ مادر دارای استراحتگاهی است که از دو قسمت تشکیل می‌گردد،

الف- استراحتگاه کارگران

ب- استراحتگاه پرسنل اداری

هر خوابگاه دارای تأسیسات بهداشتی مشتمل بر توالت و دوش آب گرم بوده و آب گرم موردنیاز از طریق آبگرمکن های نصب شده در هر خوابگاه تأمین می‌گردد.

- آشپزخانه

هر کمپ حرارتی دارای آشپزخانه‌ای است که غذای موردنیاز پرسنل شاغل در محل طرح را تأمین می‌کند، علاوه بر این غذایی ظهر شاغلان در کمپ تخلیه نیز در همین محل آماده می‌گردد و به وسیله پیک به کمپ یا کمپ‌های تخلیه ارسال می‌شود.

- مخزن آب

چنان‌که امکان دسترسی به آب سالم و کیفیت مناسب جهت شرب در منطقه وجود نداشته باشد. در این صورت نصب یک مخزن حداقل ۵ تا ده هزار لیتری برای کمپ حرارتی لازم است.

- موتورخانه

عمده ترین عملکرد موتورخانه تولید برق موردنیاز کمپ است، توصیه می شود به هنگام انتخاب محل احداث کمپ حرارتی موضوع نحوه تأمین انرژی برق از شبکه سراسری برق موردتوجه قرار گیرد و در صورت نیاز با هماهنگی سازمان های ذی ربط اقدام لازم جهت تأمین برق صورت گیرد. اگر بنا به دلایلی امکان استفاده از برق شبکه سراسری میسر نباشد در این صورت حسب نیاز می باید مبادرت به نصب ژنراتور برق نمود.

- مخزن سوخت

هر کمپ حرارتی که عملاً پشتیبانی کمپ یا کمپ های تخلیه را نیز عهده دار است می باید قادر به ذخیره سازی و تأمین سوخت موردنیاز ماشین آلات مستقر در عرصه کمپ های تخلیه نیز باشد. با توجه به میزان مصرف سوخت در هر کمپ حرارتی، حداقل یک دستگاه تانکر جهت مخزن سوخت (گازوئیل) به ظرفیت ۶ هزار لیتر ضروری است.

- کارگاه فنی، تعمیرگاه

فعالیت های مالچ پاشی اصولاً نیاز به وسایل تجهیزات و ماشین آلات مختلف و متعددی دارد که هر یک از آنها به طور مستمر نیازمند سرویس، تعمیر و نگهداری می باشند. بنابراین یک کمپ حرارتی، در صورت نبود کمپ مادر در همجواری آن، می باید دارای تعمیرگاهی مجهز به ابزار و ادوات و وسایل و تجهیزات موردنیاز برای انجام فعالیت های تعمیر و نگهداری در محل باشد.

- انبار

بعضی از اقلام مصرفی وجود دارند که به طور مستمر یا اتفاقی در کمپ های حرارتی موردنیاز است. وسایل مربوط به ماشین آلات، قطعاتی که می باید در فواصل زمانی معین تعویض گردند، یا سایر قطعاتی که اضطراراً به آنها نیاز است از جمله اقلامی هستند که باید به صورت یدکی در انبار قطعات نگهداری شوند.

- پارکینگ

در هر کمپ حرارتی جهت استقرار ماشین آلات اختصاصی کمپ و یا تانکرهای مالچ وارد شده به آن می باید فضاهای مناسبی به پارکینگ اختصاص داده شود. در پارکینگ اختصاصی، فضای اختصاص یافته به هر وسیله ضمن تفکیک به کامیون، تراکتور، وانت و ... با شماره گذاری مشخص می گردد. توصیه می گردد که پارکینگ ها سرپوشیده بوده و از در سایه بان مطلوب و مناسبی برخوردار باشند.

۴-۲-۷-۲ حفاظت فیزیکی از کمپ

کمپ‌های حرارتی محوطه‌های مسدودی هستند که راه ورود و خروج آن‌ها از طریق درب ورودی مشخص و مجهز به کیوسک نگهبانی خواهد بود. اطراف کمپ را می‌باید به وسیله دیوار یا حداقل پایه‌های فلزی چند ردیف و سیم‌خاردار کاملاً محدود مسدود نمود.

۴-۲-۷-۳ وسایل ایمنی

از نظر ایمنی حساس‌ترین و خطرناک‌ترین مرحله از فعالیت‌های مالچ‌پاشی حرارت دادن به تانکر مالچ و رساندن دمای داخلی آن به حدی است که پس از انتقال به منطقه مالچ‌پاشی و تخلیه در درون اسکی‌ها، دارای گرمای مطلوب و مناسب برای پاشش باشد.

در کار مالچ‌پاشی رعایت موارد ایمنی عمومی کار با فراورده‌های نفتی و مواد قیری بر اساس دستورالعمل‌های ایمنی کار و استانداردهای ملی از الزامات است علاوه بر این به هنگام انجام عملیات گرم کردن مالچ یا پس از پایان کار روزانه می‌باید به نکات زیر اهمیت بیشتری داده شود.

۱- تخلیه و تمیز نمودن ظروف، مخازن و وسایل از فراورده‌های نفتی و گاز.

۲- تمیز نمودن محوطه کار از مواد قابل‌احتراق.

۳- محصور نمودن مخازن فراورده‌های نفتی و ایجاد فاصله بین محل کار و آن‌ها.

۴- تهیه و نصب وسایل ایمنی لازم برای خاموش کردن سریع آتش‌سوزی‌های احتمالی (شکل ۲-۱۲) و همچنین ارائه آموزش‌های لازم به کارگران و گماشتن فرد یا افراد آشنا به نحوه صحیح استفاده از خاموش‌کننده‌ها.

۵- خودداری از برپا نمودن آتش برای هرگونه کاری از قبیل پختن غذا، چای و غیره در نزدیکی مخازن و تانکرهای سوخت.

۶- در هنگام گرم کردن تانکر مالچ باید ترمز دستی کامیون‌های کشنده تانکرها در حالت کشیده بوده و کلیه چراغ‌ها و ادوات برقی آن خاموش و راننده کامیون خودرو خود را ترک ننماید.

۷- خودداری از انجام هرگونه تعمیرات مکانیکی و یا کاربرد سیستم‌های برقی در زمان گرم کردن مالچ.

۸- مخازن تأمین‌کننده سوخت دستگاه‌های حرارتی مالچ‌ها بایستی حداقل ۱۵ متر از محل گرم کردن مالچ‌ها فاصله داشته باشند.

- ۹- از روشن کردن شعله آتش در زیر تانکرها جهت گرم کردن موتور و مخزن گازوئیل آن‌ها جداً خودداری شود.
- ۱۰- کنترل و بازبینی دستگاه‌های اطفاء حریق مستقر در محوطه کمپ حرارتی به لحاظ اطمینان در عملکرد آن به‌طور مستمر الزامی است.
- درباره نحوه و چگونگی استفاده و نگهداری از دستگاه‌های اطفاء حریق رعایت نکات زیر الزامی است:
- ۱- سرویس و بازبینی کلیه وسایل و کپسول‌های آتش‌نشانی به‌منظور اطمینان از عمل نمودن آن‌ها.
 - ۲- سطل‌های شن هر دو ماه یک بار تخلیه و مجدداً پر شود و از نرم بودن و قابلیت پاشش آن اطمینان حاصل شود.
 - ۳- در نزدیکی محل استقرار وسایل آتش‌نشانی مخزنی زمینی از ماسه‌ها شن با حدود یک مترمکعب گنجایش ایجاد و از ماسه انباشته شود.
 - ۴- کپسول‌های آتش‌نشانی بایستی در نقاط مناسبی از کمپ حرارتی که در معرض شعله مستقیم دستگاه‌های حرارتی نیستند و یا از حرارت کمتری متأثر می‌شوند استقرار یابند.
 - ۵- به‌منظور ایمنی بیشتر توصیه می‌گردد از کپسول‌هایی که بالن گاز آن خارج از کپسول است استفاده شود.
 - ۶- تأکید می‌شود تا از کپسول‌های پودر و گاز و پودر و هوا استفاده شود و به لحاظ پیشرفت تکنیک وسایل آتش‌نشانی کاربرد کپسول‌های کف‌ساز توصیه نمی‌شود.



شکل ۲-۱۲- وسایل ایمنی

۵-۲-۷-۲- کارهایی که در کمپ حرارتی باید انجام شود

۱- بازدید از تانکرهای مالچ به منظور تعیین میزان پایه مالچ موجود در تانکر «گیج زنی» و انطباق میزان مالچ موجود با میزان قید شده در برنامه.

۲- توجه به میزان نشتی و مقدار آلودگی‌های ناشی از مالچ بر روی بدنه تانکر به‌ویژه در اطراف کوره تانکرهای نفت کش، است.

۳- تحت هیچ شرایطی نباید کامیون‌های حامل مالچ که در اطراف با درون لوله کوره گرم‌کن نشتی دارند، گرم شوند.

۴- تانکرهای مالچ بلافاصله بعد از ورود به کمپ حرارتی در پارکینگ مستقر می‌شود و ساعت و شماره نوبت آن‌ها از طریق پلاکی که بر روی کامیون نصب می‌گردد، مشخص خواهد شد.

۶-۲-۷-۲- کنترل کیفیت پایه مالچ از نظر ویسکوزیته و آلاینده‌ها

مالچ‌ها به هنگام ورود به کمپ حرارتی می‌باید از نظر گرانشی (ویسکوزیته) و میزان ناخالصی‌های احتمالی موردبررسی قرار گیرند.

آزمایش گرانشی (ویسکوزیته) برای مقایسه مشخصات مالچ موجود با مشخصات ارائه‌شده از سوی شرکت نفت صورت می‌گیرد.

۷-۲-۷-۲- برنامه‌ریزی جهت حرارت دادن و انتقال تانکر به کمپ تخلیه

کمپ‌های تخلیه دارای توان مشخصی برای تخلیه و پاشیدن مالچ هستند، به‌طور متوسط اگر از هر تانکر ۲۰ تنی در هر نوبت تخلیه ۱۰ مترمکعب تخلیه شود و انتقال و پاشش آن ۹۰ دقیقه زمان نیاز داشته باشد در این صورت برای تخلیه هر تانکر مالچ، در صورتی که در کمپ تخلیه تنها یک دستگاه اسکی و کشنده وجود داشته باشد حداقل سه ساعت وقت لازم است بنابراین به‌طور متوسط در شش ساعت کار مفید در یک کمپ حرارتی امکان تخلیه دو تانکر یا ۴۰ تن مالچ میسر است. بنابراین برنامه‌ریزی جهت حرارت و اعزام کامیون‌های مالچ پاش بایستی به‌گونه‌ای صورت گیرد که اولاً سبب هدر رفت زمان و معطل ماندن سایر تأسیسات و تجهیزات در کمپ تخلیه نشده و ثانیاً مالچ حرارت داده شده در شب یا به مدت طولانی به‌ویژه در فصل سرما در تانکر باقی نماند برای این منظور ضروری است شروع کار حرارت دادن به مالچ با توجه به میزان حرارت موردنیاز، توان حرارتی دستگاه گرم‌کننده، در ساعت مشخصی قبل از آغاز عملیات بارگیری در کمپ تخلیه آغاز گردد. به‌عنوان مثال اگر برای به درجه مطلوب رساندن حرارت مالچ در تانکر ۲ ساعت زمان لازم است و برای انتقال کمپ تخلیه و استقرار نیم ساعت

صرف می‌گردد. اگر انتقال مالچ به اسکی از ساعت ۸ صبح آغاز گردد بنابراین شروع فعالیت گرم کردن تانکر مالچ می‌باید از ساعت ۵:۳۰ صبح آغاز گردد.

۳-۷-۲ ضوابط و معیارهای انتخاب کمپ تخلیه

۳-۷-۳-۱ کمپ تخلیه

مالچی که به وسیله کامیون‌های تانکر دار حمل مالچ به محل اجرای پروژه مالچ‌پاشی وارد می‌شود، پس از ورود به کمپ حرارتی و انجام کارهای مقدماتی از جمله کنترل کمی و کیفی محتویات آن، گرم کردن و آماده نمودن مالچ برای پاشیدن، (ضوابط کمپ حرارتی) جهت تخلیه به کمپ تخلیه انتقال می‌یابد. شکل (۲-۱۳) نمایی از یک کمپ را نشان می‌دهد. امکانات کمپ تخلیه می‌باید بر اساس سیستم پاشش و تعداد پاشنده‌ها طراحی و محاسبه گردد.

۳-۷-۳-۲ ویژگی‌های کمپ تخلیه مالچ

کارکرد کمپ تخلیه: کمپ تخلیه محلی است که در آن مالچ آماده شده برای پاشش از تانکر به مخازن دستگاه‌های مالچ پاش (اسکی، کامیون مالچ پاش و اسکی‌های خود کشنده یا خودرو مالچ پاش) انتقال می‌یابد تا مخازن مذکور به محل اجرای عملیات منتقل شده و کار پاشیدن مالچ در عرصه موردنظر صورت گیرد.

۳-۷-۳-۳ محل کمپ تخلیه

کمپ تخلیه محلی است که به‌طور موقت تأسیس و تجهیز می‌گردد و بسته به وضعیت منطقه اجرای پروژه در فاصله مناسبی در مسیر جاده اصلی، عرصه و وسیع‌تری تسطیح‌شده می‌گردد به نحوی که کامیون‌های تانکر دار حاوی مالچ در آنجا از قدرت مانور لازم برخوردار باشند.

در انتخاب محل برای کمپ تخلیه توجه به نکات زیر ضروری است:

- انتخاب محل کمپ می‌باید با ماشین‌آلات مورد استفاده جهت مالچ‌پاشی تناسب داشته باشد به عنوان مثال در صورتی که کار مالچ‌پاشی با استفاده از سیستم‌های گان، اسکی و با نیروی کششی بلدوزر صورت می‌گیرد. در این صورت فاصله محل کمپ تخلیه تا منتهی‌الیه منطقه مالچ‌پاشی نباید بیشتر از ۱/۵ کیلومتر باشد.

- در انتخاب محل کمپ تخلیه نحوه دسترسی به محل‌های مالچ‌پاشی و ماشین‌آلاتی که مورد استفاده قرار می‌گیرند مؤثر هستند. اسکی‌های مجهز به سیستم‌های پاشنده با گان که عموماً توسط دستگاه‌های کشنده تراکتور زنجیری یا بلدوزر کشیده می‌شوند، قدرت مانور و توان رسیدن به منتهی‌الیه منطقه را بدون نیاز به احداث جاده‌های نفوذی مخصوص را دارند، در این زمینه کافی است که مسیریابی دقیقی بر مبنای شیب، ارتفاع تپه‌ها و عرصه‌های موردنظر برای مالچ‌پاشی صورت گیرد.

- وسعت منطقه جهت عرصه کمپ می‌باید با حجم کار، میزان مصرف مالچ و برنامه زمانی آن هماهنگ باشد به‌عنوان مثال اگر در منطقه‌ای به وسعت ۶۰۰ هکتار طبق مشخصات پروژه قرار است مالچ پاشی صورت گیرد و مصرف مالچ در هر هکتار معادل ۱۰ تن پیش‌بینی شده است و برای این منطقه از اسکی‌های با ظرفیت ۱۰ تن استفاده می‌شود. بنابراین اسکی مالچ پاشی در هر نوبت بارگیری و تخلیه قادر است عرصه‌ای معادل یک هکتار را پوشش دهد. اگر زمان بارگیری ۲۰ دقیقه، زمان رفت تا استقرار در محل ۲۰ دقیقه، مدت زمان تخلیه مالچ ۲۵ دقیقه و بالاخره زمان بازگشت به کمپ تخلیه ۲۰ دقیقه وقت نیاز داشته باشد در این صورت زمان موردنیاز جهت اجرای هر هکتار مالچ پاشی معادل ۹۰ دقیقه خواهد بود. بنابراین برای یک دوره کار مفید ۷/۵ ساعته در روز، امکان مالچ پاشی در سطح ۵ هکتار میسر است. در این صورت اگر عرصه عملیات تحت پوشش کمپ تخلیه ۴۰۰ هکتار وسعت داشته باشد مدت موردنیاز جهت انجام پروژه معادل ۸۰ روز کاری خواهد بود.

بدیهی است در صورتی که مقرر باشد مالچ مصرفی بیشتر از ۱۰ تن در هکتار باشد این زمان به همان نسبت افزایش و در صورتی که مقدار مصرف در هکتار نقصان یابد حدوداً به همان اندازه زمان کاهش خواهد یافت.

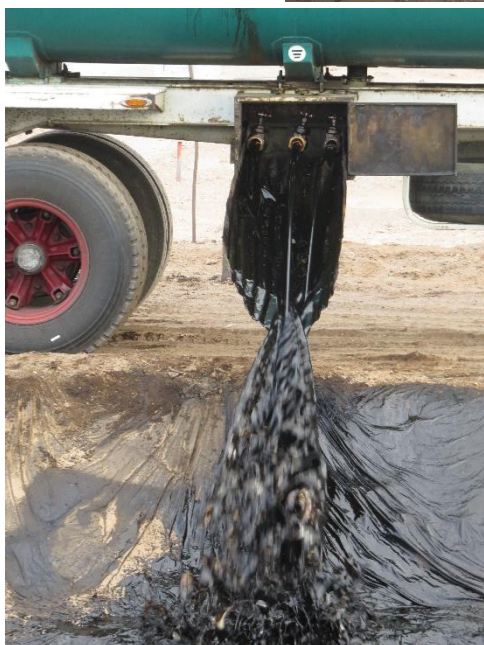


شکل ۲-۱۳- نمایی از کمپ تخلیه مالچ در عرصه (انتقال مالچ گرم شده به داخل کامیون جهت انتقال به داخل عرصه)

۱-۳-۳-۲ استخر ذخیره مالچ

در صورتی که بنا به دلایلی تعداد تانکرهای مالچ ورودی به عرصه بالا بوده و مالچ دریافتی از پالایشگاه از توان اجرایی منطقه بیشتر باشد، می‌توان با احداث استخرهایی نسبت به ذخیره مالچ اقدام نمود (شکل ۲-۱۴). نحوه تخلیه مالچ از درون تانکرها به داخل این استخرها استفاده از نیروی ثقل می‌باشد (شکل ۲-۱۴). در احداث این استخرها موارد زیر بایستی مدنظر قرار گیرد.

- شیب دیواره‌ها با توجه به چسبندگی ذاتی خاک درنظر گرفته شود، به گونه‌ای که ریزش دیواره رخ ندهد.
- حجم استخر متناسب با وسعت عرصه و حداکثر مقدار مالچ دریافتی باشد.
- با هدف جلوگیری از نفوذ مالچ به داخل خاک، ابتدا کف استخر کوبیده شده و سپس کف و دیواره‌های استخر با نایلون پلاستیکی عایق گردد.
- به منظور جلوگیری از سقوط افراد و دام، اطراف استخر فンス کشی شود.
- به دلیل انعکاس نور آفتاب و ایجاد حالت سراب، ممکن است پرندگان مالچ را با آب اشتباه درنظر گرفته و به داخل آن شیرجه بزنند، بدین‌منظور بایستی بالای استخر با استفاده از توری‌های نخی یا پارچه‌ای پوشانده شود.
- تابلوهای اخطار در اطراف استخر نصب گردد.
- استخر در پایان عملیات اجرایی و اتمام پروژه پر شود.



شکل ۲-۱۴- استخر ذخیره مالچ و نحوه تخلیه مالچ از کامیون به داخل آن

کار مالچ‌پاشی ممکن است با عوامل متعدد شناخته یا ناشناخته‌ای که عموماً بروز آن‌ها در عرصه‌های مناطق بیابانی قابل انتظار اما زمان وقوع آن‌ها غیرقابل پیش‌بینی دقیق هستند، دائماً مواجه گردد. در این صورت در محاسبات تعیین زمان جهت اجرایی پروژه مالچ‌پاشی همچنین انتخاب محل کمپ تخلیه می‌باید این نکات مورد توجه و پیش‌بینی قرار گیرد. بعضی از این موارد عبارتند از:

- عموماً در ساعت‌های اوج گرما و با داغ‌تر شدن ماسه‌ها راندمان حرکت ماشین‌آلات در روی ماسه‌های کاهش می‌یابد و در این صورت مدت زمان رفت و برگشت محل مالچ‌پاشی افزوده می‌شود.
- با نزدیک‌تر شدن محل مالچ‌پاشی به سمت کمپ تخلیه از زمان لازم جهت هر نوبت مالچ‌پاشی کاسته می‌شود.
- استفاده از ماشین‌آلات کارکرده یا فرسوده راندمان کار را کاهش داده و در طراحی برنامه کار می‌باید فرصتی را جهت تغییر و نگهداری و رفع نواقص احتمالی آن‌ها منظور داشت.
- در دوران یخبندان (اوقاتی در روز یا روزهایی در یک ماه) کار مالچ‌پاشی می‌باید متوقف گردد و عملاً این امر در راندمان کار تأثیر می‌گذارد.
- در صورت ریزش برف و در زمان پوشیده بودن عرصه توسط برف، مالچ‌پاشی باید متوقف گردد. زیرا عملاً امکان ایجاد شرایط چسبندگی بین مالچ و سطح خاک وجود ندارد.
- میزان پستی و بلندی و شیب زیاد منطقه عامل کند کننده‌ای در کار مالچ‌پاشی است و راندمان کار را تقلیل می‌دهد.
- عدم انتخاب مسیرهای مناسب جهت دسترسی به قطعات مالچ‌پاشی در راندمان کار تأثیرگذار است و سرعت کار را می‌کاهد. بنابراین یکی از عمده‌ترین اقدامات در برنامه‌ریزی برای مالچ‌پاشی تنظیم و قطعات عرصه و تعیین مسیر مشخص برای دسترسی بهتر به آن‌هاست.
- در صورتی که هم‌زمان از دو یا چند دستگاه کشنده و اسکی جهت مالچ‌پاشی استفاده می‌گردد برنامه‌ریزی جهت مالچ‌پاشی مستلزم توجه به نکات زیر است.
- اگر فاصله منطقه پاشش به سبب تخلیه خیلی نزدیک است. در این صورت زمان رفت و برگشت و سیله کشنده به شدت تقلیل می‌یابد و الزاماً اسکی‌های مالچ‌پاشی و کشنده‌ها مدتی از وقت را می‌باید در نوبت انتظار برای استقرار در محل تخلیه و تخلیه مالچ از تانکر به درون اسکی باقی بمانند. در چنین مواردی الزاماً می‌باید یا برای دستگاه‌های

پاشنده مالچ قطعاتی با فواصل متفاوت منظور نموده و یا در صورتی که این امر میسر نباشد، می باید سکوی تخلیه و تجهیزات آن را افزایش داد.

- همیشه مالچ پاشی با نهال کاری توأم نیست علاوه بر این همیشه نهال کاری مستلزم آبیاری نمی باشد، در مناطقی که بر اساس طرح مصوب می باید قبل یا بعد از مالچ پاشی نهال کاری صورت گرفته و ضمناً نهال ها نیز آبیاری گردند، کار انتقال آب الزاماً با نزدیکی نهال های کاشته شده با تانکر و تراکتور تا صورت می گیرد و پس از آن از طریق نهال ها آبیاری می شوند. برای این کار می باید برای منطقه مالچ پاشی با شبکه مناسبی از جاده طراحی گردد و مناسب ترین کار آن است که راه های انتقال آب با راه های انتقال مالچ و مسیر اسکی منطبق گردد.

۴-۳-۷ وضعیت فرسایشی منطقه

در انتخاب محل کمپ تخلیه می باید به وضعیت فرسایشی منطقه توجه نمود. در مناطق بیابانی و پهنه های تپه های ماسه ای، اغلب به علت وضعیت توپوگرافی خاص منطقه، عرصه هایی به صورت کانال باد عمل می کنند که در آن نقاط عموماً سرعت باد مقدار فرسایش بادی بیشتر بوده و یا امکان ترانزیت مواد فرسایش یافته زیاده تر است. این مناطق معمولاً در ابتدای کار و قبل از ایجاد تأسیسات و شروع فعالیت ها رخساره مسطحی را نمایش می دهند، اما پس از شروع عملیات احداث کمپ و ایجاد تأسیسات و نصب و سایل، این عوامل به صورت یک باد شکن عمل نموده و عملاً به هنگام وقوع طوفان یا وزش بادهای تند، مقادیر متناهی از ماسه را در اطراف خود رسوب می دهند، به هنگام انتخاب عرصه جهت کمپ تخلیه می باید وضعیت فرسایشی، افزایشی و رسوب گذاری در اطراف آن مورد توجه قرار گیرد. در صورت لزوم از طریق اولویت بخشی به مالچ پاشی اطراف کمپ تخلیه یا ایجاد موانع هدایت باد توسط باد شکن های زاویه دار تغییر جهت لازم به باد داده شده و مواد محموله آن به خارج از محوطه کمپ هدایت شود.

۵-۳-۷-۲ تجهیزات کمپ تخلیه

علاوه بر موتور پمپ های مورد نیاز جهت تخلیه (در صورت تخلیه مالچ توسط انتقال با پمپ) کمپ های تخلیه می باید دارای حداقل تأسیسات و تجهیزات زیر باشد.

-دفتر کمپ: حداقل سه اتاقک پیش ساخته یا یک دستگاه کانتینر با فضای مناسب و پارتیشن بندی شده برای ایجاد فضاهای اختصاصی:

الف- نگهداری ابزار و قطعات فنی

ب- نگهداری وسایل کمک‌های اولیه و ملزومات ایمنی و پزشکی

ج- استراحتگاه موقتی کارگران

- تعبیه تانکر آب بهداشتی و محافظت آن در برابر آلودگی (حداقل با حجم ۱۰۰۰ لیتر)

- تعبیه سرویس‌های بهداشتی با فاصله مناسب از محل دفتر کمپ

- تعبیه یک دستگاه ژنراتور کوچک برق جهت تأمین روشنایی محل کمپ در شب و با تأمین نیروی برق جهت مصارف پمپ باد و غیره در روز

- تجهیز محل کمپ به دستگاه‌های تلفن، بی‌سیم با برد کوتاه "تاکی واکی" که امکان برقراری تماس بین کمپ حرارتی، کمپ مادر و کمپ تخلیه را فراهم سازد.

- تأمین وسایل و اقلام مربوط به کمک‌های اولیه موردنیاز و آموزش کمک‌های اولیه حداقل به دو نفر از شاغلان در کمپ تخلیه و یاد دادن نحوه استفاده از آن‌ها.

- تأمین وسایل اطفاء حریق و آزمایش آماده به کار بودن آن‌ها.

- تعبیه تانکر سوخت جهت تأمین سوخت موردنیاز بولدوزرها و موتور پمپ‌های تخلیه

- تعبیه یک دستگاه پمپ باد جهت استفاده از آن برای گازوئیل پاشی و شستشوی مالچ‌های باقی‌مانده در روی اسکی‌ها و بولدوزرها و شستشوی قطعات و ابزار آلوده به مالچ.

۶-۳-۲ نحوه تخلیه مالچ از تانکر به اسکی

سیستم انتقال مالچ به درون اسکی ممکن است به کمک پمپ یا تحت تأثیر نیروی ثقل صورت گیرد (شکل ۲-۱۵). پمپ‌های مورد استفاده کوبله شده بوده و بر روی شاسی متحرک قرار دارند و توسط شیلنگ‌های خرطومی فشار قوی به مخزن اسکی و تانکر متصل می‌گردند. مزیت عمل تخلیه با استفاده از پمپ سرعت عمل تخلیه مالچ می‌باشد علاوه بر این نیازی به حفر چاله و قرار دادن اسکی در سطح پایین‌تر از تانکر نیست. در مواردی نیز عمل تخلیه مالچ از تانکر به اسکی تنها با استفاده از نیروی ثقل صورت می‌گیرد، بدین نحو که چاله‌ای به عمق تقریبی یک متر در زمین ایجاد می‌گردد به نحوی که اسکی بتواند در آن قرار

گرفته و با کمک بلدوزر خارج شود در این حالت تانکر حامل مالچ در مجاورت این چاله قرار گرفته و با اتصال شیلنگ‌های خرطومی، عمل تخلیه از مالچ به داخل اسکی انجام می‌گردد.

مزیت این روش سادگی کار و عدم نیاز به موتور پمپ جهت انتقال مالچ بوده ولی افزایش زمان بارگیری اسکی (حدود ۳۰ دقیقه برای انتقال مالچ به اسکی با ظرفیت ۱۰ تن) و نیز نیاز به احداث چاله از مشکلات این روش می‌باشد. لازم به ذکر در حال حاضر به‌طور عمده به‌جای استفاده از موتور پمپ به‌منظور انتقال مالچ از تانکر به داخل اسکی، این کار با استفاده از نیروی ثقل انجام می‌گیرد.



شکل ۲-۱۵- تخلیه مالچ از تانکر به اسکی از طریق نیروی ثقلی

۲-۷-۳-۷ عملیات تخلیه مالچ از تانکر مالچ بر به خودرو مالچ پاش

شکل (۲-۱۶) انتقال مالچ از تانکر به مخزن خودرو مالچ پاش به طور مستقیم توسط پمپ نصب شده در خودرو را نشان می دهد که با حذف کمپ تخلیه امکان عملیات بارگیری خودرو در مجاورت کمپ حرارتی مقدور بوده و نیازی به هدایت تانکرها به نقاط صعب العبور نبوده و همچنین به دلیل تسریع در انتقال مالچ از تانکر به مخزن خودرو تانکرهای مالچ بر معطل نمانده و درنهایت از پرداخت خسارات مربوط به حق توقف تانکرها جلوگیری و از طرفی با کاهش کارکنان کمپ تخلیه در هزینه های پروژه مالچ پاشی صرفه جویی خواهد شد.



شکل ۲-۱۶- انتقال مالچ از تانکر به مخزن خودرو مالچ پاش به طور مستقیم توسط پمپ نصب شده در خودرو

۲-۷-۳-۸ ضوابط تخلیه توسط پمپ

پس از انتقال تانکر به سکوی تخلیه عملیات تخلیه مالچ به وسیله موتور پمپ های کوبله شده ای که بر روی شاسی متحرک قرار دارند و توسط لوله های خرطومی فشار قوی به مخزن اسکی انجام می گیرد (شکل ۲-۱۷).



شکل ۲-۱۷- تخلیه مالچ از تانکر به اسکی از طریق پمپ

در زمان تخلیه، شیلنگ‌های خرطومی یاد شده از یک طرف به شیر تخلیه تانکر و از طرف دیگر به دهانه مکش پمپ و باز از دهانه دهش به وسیله شیلنگ خرطومی به دهانه اسکی متصل می‌گردد.

مشخصات عمومی موتور پمپ‌های تخلیه مخصوص مالچ به شرح زیر می‌باشد:

الف- قدرت موتور ۱۶-۷ قوه اسب بخار

ب- دور موتور ۱۵۰۰ دور در دقیقه

ج- سیستم خنک‌کننده «هوا خنک»

د- دیزلی و جفت سیلندر

ه- بدون کلاچ

و- پمپ از نوع اسکرو و عمودی

ز- قدرت پمپ حدود ۲۰ قوه اسب بخار

ح- دور پمپ حدود ۷۵۰ دور در دقیقه

قدرت تخلیه این نوع موتور پمپ‌ها حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ لیتر در دقیقه می‌باشد در نتیجه بارگیری یک اسکی مالچ پاش ده هزار لیتری حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه زمان نیاز دارد. در سال‌های اخیر تخلیه به صورت ثقلی و از طریق ایجاد اختلاف سطح بین اسکی و تانکر حمل مالچ انجام می‌شود. در این روش مالچ حرارت داده شده توسط شیلنگ‌های خرطومی ۴ اینچ مستقیماً و با استفاده از نیروی ثقل از تانکر به اسکی مالچ پاش تخلیه می‌گردد. این روش در مقایسه با تخلیه به وسیله موتور پمپ دارای معایب و محاسنی موارد عمده آن عبارتند از:

-محاسن

- ۱- زمان تخلیه مالچ از تانکرها به اسکی ۵۰ تا ۷۰ درصد تقلیل می‌یابد.
- ۲- نیاز به خرید موتور پمپ- استخدام موتورچی و تأمین هزینه‌های سوخت و موارد مرتبط را ندارد.
- ۳- روش ساده است و درگیر کارگران فنی و موتوری نیست.
- ۴- استهلاک قطعات و سایر هزینه‌های جانبی را در بر نخواهد داشت (سوخت، روغن و قطعات یدکی)
- ۵- امکان استفاده از شیلنگ‌های پلی اتیلن به جای شیلنگ‌های فشار قوی که تهیه آن هزینه کمتری داشته و به حد وفور یافت می‌شود میسر است.

-معایب

- ۱- در نقاطی که آب زیرزمینی بالا باشد امکان استفاده از روش فوق غیرممکن است.
- ۲- در صورتی که برای ایجاد اختلاف ارتفاع مناسب نیاز به احداث سکو برای کامیون باشد. سکوی مذکور باید دارای شیب ملایم‌تری به نسبت چاله بوده و هزینه احداث آن زیاد است.
- ۳- ایجاد سکو از طریق خاکریزی جهت قرار گرفتن کامیون در روی آن مستلزم کلسیم خاک شیب و بستر است.

۴- چون تخلیه آزاد مالچ درون اسکی بدون فیلتراسیون صورت می‌گیرد، در نتیجه مواد خارجی درون تانکرهای مالچ ممکن است بر روی پمپ مالچ پاش خساراتی وارد سازد.

به علت اینکه محل استقرار اسکی‌های مالچ در سطحی پایین‌تر از تانکرهای مالچ قرار می‌گیرد و به دلیل ماسه‌ای بودن منطقه و ریزش دیواره ماسه‌ای در اثر تردد کارگران سلول تخلیه مالچ ممکن است ماسه‌های مذکور به درون اسکی وارد شده و پمپ اسکی خسارت وارد نماید.

۹-۳-۷- مواد ایمنی اختصاصی

- توجه به کنترل وضعیت پایداری دیواره نگه‌دارنده بین محل استقرار کامیون و اسکی و ناپایداری خاک دیواره چاله اسکی ممکن است تحمل وزن تانکر حامل مالچ را نداشته و ریزش نماید.
- کنترل روزانه سیستم و محل‌های گره سیم بکسل به بدنه اسکی مالچ پاش.
- کنترل نردبان نصب شده بر روی بدنه اسکی مالچ پاش جهت صعود و فرود کارگران و زدودن آلاینده‌های روی آن
- توجه به وضعیت اتصالات لوله‌های گان به بدنه اسکی و کنترل نشتی‌های آن
- پوشاندن سطح اسکی مجاور گان که محل استقرار کارگران گان زن می‌باشد با توری‌های مشبک، از آنجا که پوشش صیقلی بدنه اسکی به هنگام آلوده شدن با مالچ می‌تواند به شدت لغزنده باشد و با افزایش احتمال لیز خوردن خطرانی را برای کارگران فراهم آورد بنابراین ضروری است تا زیر پای کارگران گان زن یا صفحات مشبک و آجدار به صورت کشویی پوشانده تا پس از اتمام کار با برداشتن صفحات مذکور امکان پاک کردن بستر مسطح اسکی از آلودگی‌های مالچی و ماسه‌ها فراهم شود.
- در صورتی که سیستم انتقال نیز در موتور پمپ نصب شده بر روی اسکی به صورت رو باز باشد و می‌باید سیستم‌های حرکتی رو باز از آن (کوپلینگ- تسمه) حتماً توسط حفاظ‌های مناسب پوشانده شود.
- پل دسترسی: رفت و آمد بین اسکی و تانکر اگر روش انتقال توسط پمپ باشد از طریق نردبان نصب شده بر روی بدنه اسکی و اگر سیستم انتقال به صورت ثقلی باشد. با توجه به قرار گرفتن اسکی در گودی می‌تواند از طریق طی نمودن فاصله هوایی بین محل استقرار کامیون و سطح اسکی به کمک یک پل صورت گیرد و برای سهولت دسترسی و تأمین ایمنی ضروری است تا این ارتباط از طریق یک پل ایمن تأمین گردد. در این صورت به هنگام استقرار اسکی در جایگاه خود یک پل فلزی ارتباط بین اسکی و تانکر مالچ را تأمین می‌کند. کف پل از فلز مشبک آجدار پوشانده شده

که احتمال لیز خوردن کارگران را کاهش داده و عملاً انتقال ماسه‌های چسبیده به کفش را بر روی اسکی تقلیل می‌دهد، نصب نرده‌ای به ارتفاع یک متر در کناره‌های پل، استحکام پل مذکور و ایمنی تردد در روی آن را تا حد مطلوب و قابل قبولی افزایش خواهد داد.

- در پایان کار روزانه، تمام سیستم‌های مالچ پاش و ابزار مورد استفاده که با مواد مالچی آغشته شده‌اند می‌باید تمیز شده و در صورت لزوم با مواد مناسب (نفت و گازوئیل) مورد شستشو قرار گیرند.
- به هنگام شستشوی با مواد نفتی می‌باید دقت لازم پیرامون موارد ایمنی مقابله با آتش‌سوزی به کار رود.
- کارگران مالچ پاش حتماً بایستی از عینک، ماسک و دستکش استفاده نمایند، در روی هر اسکی می‌باید جعبه‌ای تعبیه گردد تا از طریق آن دستمال کاغذی یا تنظیف برای پاک کردن عینک یا دست در دسترس گان زن قرار گیرد.
- محل نظافت و شستشوی اسکی‌ها باید کاملاً مشخص و علامت‌گذاری شده باشد و از این عرصه
- نباید برای سایر فعالیت‌های تعمیر و نگهداری استفاده شود در صورتی که سطح آب زیرزمینی منطقه بالا باشد می‌باید تمهیدات لازم جهت ممانعت از ورود فاضلاب آغشته به مواد نفتی حاصل از شستشوی اسکی و بلدوزرها به آب‌های زیرزمینی به عمل آید.
- کامیون‌های حمل مالچ مجاز نیستند قبل از بازگشت پسماندهای درون تانکر را در محل کمپ تخلیه، بر روی زمین بریزند. در صورت نیاز می‌باید مواد مذکور در یک حوضچه آرامش غیرقابل نفوذ تخلیه تا پس از ته‌نشین شدن مواد اضافی از قسمت مالچ مناسب آن استفاده شود.
- اسکی‌های مالچ می‌باید مجهز به توری‌های باشند «فیلتر» که به هنگام تخلیه مواد مالچی از ورود ناخالصی‌های احتمالی که ممکن است سبب انسداد لوله‌های انتقال مالچ به گان شده و یا خساراتی را به پمپ اسکی و گان وارد آورد جلوگیری نماید. از آنجا که مالچ مایعاتی با ویسکوزیته بالا هستند در این صورت نصب صافی مسطح یا با گودی کم بر روی اسکی مانع از تخلیه سریع مالچ گردیده و احتمالاً سبب سرریز آن خواهد شد در این صورت ضروری است تا از فیلترهای مخروطی یا استوانه‌ای ته بسته استفاده شود و هر روز یا در مقاطع زمانی خاص و پس از چند نوبت بارگیری، فیلتر مذکور تمیز شود.

اسکی‌ها نباید از مالچ لب ریز شونده به هنگام ساخت اسکی می‌باید با نصب صفحات مشبکی در درون آن از ایجاد موج شدید در درون اسکی جلوگیری نمود. در غیر این صورت به هنگام جمع شدن کابل وینچ و حرکت اولیه اسکی موجی در آن ایجاد می‌شود که می‌تواند به سیستم رابط و وینچ ضربه وارد کند به هنگام حرکت اسکی بر روی شیب تپه در صورتی که اسکی کاملاً از مالچ پر باشد قسمتی از آن بر روی اسکی سرریز می‌کند بنابراین ضروری است تا:

۱- قسمتی از سر اسکی خالی بماند.

۲- دیوار محافظ محفظه ورودی حداقل ده سانتیمتر از سطح اسکی ارتفاع و ۱۰ سانتی‌متر نیز عمق داشته باشد تا به صورت یک موج‌شکن عمل نماید.

۳- در درون اسکی با نصب شبکه‌های تمهیدات لازم جهت ممانعت از ایجاد موج به عمل آید.

لجن کشی

علیرغم توجهاتی که به موضوع خلوص مالچ بر می‌گردد اما به هر حال پاره‌ای از ناخالصی‌ها چه ناشی از مالچ تحویلی در پالایشگاه و چه مواد قبلی موجود در تانکرهای انتقال و یا مواد اضافه شده در حین تخلیه به درون اسکی‌ها وجود دارد که عملاً یا ترسیب آن‌ها در کف تانکر ممکن است ضمن کاهش حجم مفید تانکر و سنگین شدن بیشتر آن راندمان انتقال و کشش مالچ از طریق لوله‌های گان کاهش دهد. علی‌هذا ضروری است که هر پانزده روز یک‌بار از طریق امتحان کف اسکی میزان مواد احتمالی ته‌نشین شده را کنترل و در صورت لزوم نسبت به لجن کشی آن اقدام کرد. باید توجه داشت که به هنگام ساخت اسکی در پایین‌ترین قسمت آن دریچه‌ای جهت تخلیه اضطراری تعبیه که از طریق دریچه مذکور امکان شستشوی لجن‌ها و تخلیه آن‌ها فراهم گردد.

- توجه، تحت هیچ شرایطی نباید بدنه اسکی اعم از خالی یا پر ولی آغشته به مالچ توسط مشعل‌های حرارتی و به صورت دمیدن مستقیم شعله بر روی آن گرم شود. تجمع گازهای حاصل از گرمای شدید می‌تواند خطرناک باشد.

از جوشکاری بدنه اسکی‌ها در حالتی که دارای مالچ هستند یا مالچ از آن تخلیه شده ولی جداره داخلی آغشته به مالچ است می‌باید خودداری شود. قبل از شروع جوشکاری می‌باید مخزن اسکی از آب پر شود و پس از اتمام عملیات جوشکاری آب آن تخلیه شود.

۴-۷-۲ ضوابط و معیارهای فنی انتخاب فصل مالچ پاشی

معیارهای فنی فصل مالچ پاشی به طور عمده متأثر از نحوه تأثیر عوامل اقلیمی از جمله باد، دما، بارندگی، رطوبت خاک و وضعیت رویش گیاهان است.

۱-۴-۷-۲ باد

زمانی که تعادل حرارتی هوا در یک منطقه به علت تفاوت در میزان جذب و دفع حرارت و مقدار گرم شدن آن به هم می خورد، جریان هوا شروع شده و باد تولید می شود نقش باد در فعالیتهای مالچ پاشی از چند جهت قابل توجه است:

- باد عامل اصلی فرسایش بادی است (تأثیر در اندیس فرسایندهای باد)

- باد سبب افزایش تبخیر و کاهش رطوبت خاک و افزایش فرسایش بادی است (تأثیر در اندیس فرسایش پذیری خاک)

- باد سبب ایجاد اختلال در کیفیت کار مالچ پاشی می گردد (عدم توزیع یکنواخت مالچ در سطح)

- باد سبب کاهش عمر مفید مالچها در مناطق مالچ پاشی شده می شود

۲-۴-۷-۲ انواع باد و اثر آنها در مالچ پاشی

بادها را بر حسب وضع، خواص و جهت وزش می توان به سه دسته تقسیم کرد که عبارتاند از: بادهای منظم، بادهای متناوب و بادهای نامنظم. تأثیر هر کدام از آنها برنامه های مالچ پاشی متفاوت است.

- بادهای منظم

بادهای منظم بادهایی هستند که به طور دائم از یک سمت معین و ثابتی در حرکت باشند. مهم ترین این بادهای عبارتاند از: بادهای آلیزه، بادهای کنترآلیزه، بادهای موسمی و نسیمها.

الف - بادهای آلیزه: این بادهای می توانند در فعالیتهای مالچ پاشی تأثیرگذار باشند و همچنین عرصه های مالچ پاشی را تحت تأثیر قرار دهند.

ب - بادهای کنترآلیزه: این بادهای به علت عدم تماس با سطح خاک نقش و اثر مستقیمی در فرسایش و یا برنامه های مالچ پاشی ندارند.

ج -بادهای موسمی: این بادهای می‌توانند بر روی فعالیت‌های مالچ‌پاشی اثرگذار باشند.

د -نسیم‌ها: نسیم‌ها معمولاً به علت سرعت کمی که دارند ممکن است تأثیر مشخصی را بر فعالیت‌های مالچ‌پاشی نداشته باشند.

-بادهای متناوب

بادهای متناوب در مقاطع معینی از فصول سال به‌طور متناوب از جهات نسبتاً مشخصی شروع به وزیدن می‌کنند. به همین دلیل همه آن‌ها نام‌های محلی دارند. در نواحی مختلف کشور این بادهای نقش مؤثری در فرسایش بادی داشته و همچنین در زمان مالچ‌پاشی می‌توانند در روی فعالیت مالچ‌پاشی و کیفیت آن تأثیر منفی داشته باشند. این بادهای در کاهش عمر مفید مالچ‌ها تأثیرگذار هستند.

-بادهای نامنظم

بادهای نامنظم بادهایی هستند که در مواقع مختلف سال از جهات مختلف و به‌طور نامنظم شروع به وزیدن می‌کنند و غالباً محلی هستند. در صورتی که وزش آن‌ها هم‌زمان با اجرای فعالیت‌های مالچ‌پاشی باشند محدودیت‌هایی را برای فعالیت‌ها به وجود می‌آورند. به‌علاوه با توجه به حداکثر سرعت باد و زمان وزش اثرات متفاوت اما به‌هرحال منفی در عمر مفید مالچ خواهند داشت. در جدول (۷-۲) انواع بادهای و همچنین میزان تأثیر آن‌ها قید شده است.

جدول ۷-۲-انواع بادهای و میزان تأثیر آن‌ها در مالچ‌پاشی

انواع بادهای	میزان تأثیر بالقوه در مالچ‌پاشی
منظم	آلیزه
	تأثیرگذار - کم تا متوسط
	کنترل‌آلیزه
	بدون تأثیر
نامنظم	موسمی
	با میزان تأثیر کم، متوسط در مناطق ساحلی
متناوب	نسیم‌ها
	بدون تأثیر یا تأثیر کم و بیشترین اثر در مناطق ساحلی
نامنظم	با طیف وسیعی از اثرات کم تا خیلی زیاد
	با طیف وسیعی از اثرات کم تا خیلی زیاد

۳-۴-۷-۲ سرعت و جهت باد

مهم‌ترین خصوصیات باد سرعت و جهت آن است. طبقه‌بندی بادهای از نظر سرعت و میزان تأثیر آن در زمان مالچ پاشی به شرح مندرج در جدول (۲-۸) می‌باشد.

جدول ۲-۸- طبقه‌بندی بادهای از نظر سرعت و میزان تأثیر آن در زمان مالچ پاشی

شماره	نام	میزان تأثیر در زمان مالچ	سرعت باد بر حسب نات
۱	آرام	بی تأثیر	کمتر از ۱
۲	نسیم ملایم	بی تأثیر تا کم	۱-۳
۳	باد ملایم	اثر کم تا متوسط	۴-۶
۴	باد آهسته	اثر متوسط	۷-۱۰
۵	باد متوسط	اثر متوسط تا زیاد	۱۱-۱۶
۶	باد تند	اثر منفی زیاد تا خیلی زیاد	۱۷-۲۱
۷	باد شدید	اثر منفی خیلی زیاد	۲۲-۲۷
۸	بسته به سرعت اسامی مختلف از تندباد تا طوفان	عملاً امکان پذیر نیست	بیشتر از ۲۷

۴-۴-۷-۲ شاخص‌های مرتبط با باد

از نظر میزان و مدت وزش بادهای، موارد زیر می‌باید در برنامه مالچ پاشی رعایت شود:

۱- زمان یا فصل مالچ پاشی باید به گونه‌ای انتخاب شود که ۷۰ درصد بادهایی که در آن فصل می‌وزد دارای سرعتی کمتر از سرعت آستانه فرسایش باشد.

۲- چنانکه منطقه دارای بادهای موسمی، متناوب یا فصلی باشد که وزش آن در ساعت خاصی از روز رخ دهد (مثلاً صبح یا عصر) در این صورت زمان مالچ می‌باید طوری تنظیم شود که هم‌زمان با آرامش نسبی هوا صورت گیرد.

۳- در صورت نامشخص بودن زمان وقوع بادهای، می‌باید زمان کار به گونه‌ای طراحی و برنامه‌ریزی گردد که به هنگام وزش بادهای با سرعت متوسط ردیف ۵ جدول (جدول ۲-۷) کار مالچ پاشی تا آرامش نسبی هوا متوقف شود.

۵-۴-۲ مالچ و رطوبت خاک

از نظر وضعیت رطوبت، موارد زیر بایستی در مالچ‌پاشی رعایت شود:

- ۱- در صورتی که هدف از مالچ‌پاشی به عنوان وسیله‌ای جهت افزایش رواناب نباشد در این صورت میزان نفوذپذیری سطح مالچ‌پاشی شده نباید کمتر از ۷۰ درصد میانگین شدیدترین رگبارهای سالانه منطقه باشد.
- ۲- مقدار رطوبت تپه‌های ماسه‌ای در زمان پاشش، عامل محدودکننده‌ای در کاربرد مالچ‌های امولسیونه نمی‌باشند.
- ۳- مقدار بارندگی عامل محدودکننده‌ای در کاربرد مالچ‌های نفتی و امولسیون‌های قیری نمی‌باشد.

۶-۴-۲ نقش مالچ در تبخیر

مالچ‌های نفتی در میزان تبخیر آب در سطح خاک تأثیر دارند. به‌طور کلی مالچ‌ها را می‌توان بر اساس خواص و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به دو گروه تقسیم کرد.

۱- مالچ‌هایی که هدر رفت آب خاک را از طریق کاهش تبخیر سطحی محدود می‌کنند در نتیجه ذخیره آب بارندگی در خاک بیشتر و مدت زمان حفظ آن زیادتر می‌شود.

۲- مالچ‌هایی که با خاک مخلوط می‌شوند و باعث افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و نفوذپذیری بیشتر خاک می‌گردند.

از نظر کاهش تبخیر در سطح، هیچ نوع محدودیتی برای اندازه کاربرد مالچ‌های نفتی امولسیونه در سطح تپه‌های ماسه‌ای وجود ندارد. بدیهی است پوشش تمامی خلل و فرج خاک می‌تواند از میزان تبخیر بکاهد اما در عوض به علت کاهش نفوذپذیری در بیلان آبی تپه‌ها اثر منفی می‌گذارد.

۷-۴-۲ اثر بر حرارت خاک

مالچ‌های نفتی به علت رنگ سیاهی که دارند قطعاً بر روی درجه حرارت خاک تأثیرگذار هستند و سبب افزایش آن می‌شود و این تأثیر عمدتاً در بیشینه درجه حرارت رخ داده و در کمینه دما، تأثیر چندانی ندارد.

مالچ نفتی بیشتر طول موج‌ها شامل مادون بنفش - نور مرئی و مادون قرمز رسیده و از تشعشعات خورشید را جذب می‌کند و انرژی حاصل از آن را به محیط اطراف منتقل می‌سازد و به عبارت دیگر هم باعث گرمای خاک و هم سبب افزایش دمای پیرامونی خاک می‌شوند. علاوه بر این مالچ با کاهش بازتاب نور می‌تواند در بیلان نوری که به گیاهان می‌رسد تأثیرگذار باشد.

۸-۴-۷-۲ شاخص‌های مالچ و حرارت

-در مواردی که درجه حرارت هوا از ۴۲ درجه تجاوز می‌کند فعالیت‌های مالچ‌پاشی باید متوقف گردد.

-در صورت استفاده از مالچ‌های امولسیونه، از مالچ‌پاشی در دمای صفر و کمتر از آن خودداری شود.

-در اوایل صبح در زمستان اگر ماسه‌ها یخ‌زده باشند از مالچ‌پاشی خودداری شود.

-از پاشیدن انواع مالچ‌های نفتی بر روی برف خودداری شود.

-میزان درجه حرارت مالچ با توجه به برودت هوا تنظیم شود مقدار درجه حرارت مالچ در تانکر حمل مالچ و قبل از تخلیه به اسکی باید به‌گونه‌ای باشد که پس از خروج از گان و طی مسیر و زمان رسیدن به زمین میزان آن از ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد کمتر نباشد. برای این منظور می‌توان از متغیرهای زیر بهره گرفت:

- تنظیم شعاع پرتاب مالچ از گان
- تنظیم درجه حرارت مالچ خروجی از گان
- عدم مالچ‌پاشی در زمانی که هوا خیلی سرد است

با توجه به مطالب ارائه شده، بهترین زمان مالچ‌پاشی انتهای فصل پاییز تا اسفندماه می‌باشد، چرا که در این بازه زمانی رطوبت ماسه‌ها مناسب بوده، باد کمتر می‌وزد، هوا خنک‌تر بوده و ماشین‌آلات و تجهیزات کارایی بالاتری دارند و در نهایت میزان مصرف مالچ نیز کمتر خواهد بود. به علاوه با تثبیت ماسه‌های روان، با شروع فصل بهار شاهد جوانه‌زنی و رشد بهتر گیاهان خواهیم بود.

۵-۷-۲ ضوابط و معیارهای فنی ادوات و دستگاه‌های مالچ‌پاشی

ادوات و ماشین‌آلات متعدد و متنوعی با قابلیت‌های متفاوت برای مالچ‌پاشی انتخاب یا ابداع شده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در اولین عملیات مالچ‌پاشی که به صورت آزمایشی در تپه‌های ماسه‌ای بوئین‌زهرها صورت گرفت مالچ به وسیله ادوات ساده‌ای نظیر آب‌پاش بر روی سطح زمین پاشیده شد. از سال ۱۳۴۹ و پس از موفقیت طرح آزمایشی در ایستگاه حمید (بین جاده اهواز و خرمشهر) برای پاشش در سطح وسیع از تانکر چرخ‌دار که با تراکتور حمل می‌شد و ۳ الی ۴ تن ظرفیت داشت استفاده گردید. این تانکر ابتدا دو چرخ داشته و طی سال‌های بعد به صورت ۴ چرخ و با ظرفیت ۵ الی ۶ تن تکمیل گردید. از سال

۱۳۵۰ به دلیل اینکه تانکر چرخ‌دار قادر به حرکت در تپه‌های ماسه‌ای نسبتاً مرتفع نبود لذا توسط کارکنان قرارگاه حمید اقدام به طراحی و ساخت اسکی مالچ‌پاش بدون چرخ با ظرفیت ۱۰ تا ۱۲ تن گردید. اسکی مذکور دارای سطح اتکا زیادی بوده که با نیروی کشنده بلدوزر کاترپیلار D۷ و D۸ با قدرت ۳۰۰ تا ۴۰۰ اسب بخار، در روی تپه‌های ماسه‌ای جابجا می‌شد. به لحاظ اینکه شیب در برخی از مناطق تپه‌های ماسه‌ای به بیش از ۵۰٪ می‌رسید، به‌منظور سهولت در امر پاشش مالچ در این شرایط و امکان مانور سریع‌تر بلدوزر و اسکی از دستگاه وینچ (Winch) استفاده گردید که در پشت بلدوزر نصب گردید. مکانیسم پاشش به دو روش گان (تفنگ) و بازو (نازل) بوده که به‌مرور و در طی اجرای پروژه مالچ‌پاشی اصلاحاتی بر روی آن انجام گرفت. در طی این مدت از ماشین‌آلات دیگری چون Sand Tract جهت حمل و پاشش مالچ در تپه‌های ماسه‌ای استفاده گردید، این وسیله در واقع یک نوع نفربر شنی دار (زنجر دار) وارداتی با کارکرد اصلی نظامی بوده است. از خودرو دیگری به نام Half Tract که یک خودرو نیمه زنجرری (جلو لاستیک و عقب زنجر) بود نیز استفاده شده است که هیچ‌گونه گزارشی از عملکرد و قابلیت‌های دستگاه‌های مذکور در دسترس نمی‌باشد. سال ۱۳۷۵ نیز فعالیت‌هایی در زمینه ساخت و طراحی خودرو مالچ‌پاش با همکاری کارشناسان وزارت صنایع آغاز گردید و در سال ۱۳۷۷ خودرو مالچ‌پاش ساخته شده در منطقه ریگ بلند کاشان مورد آزمایش و تأیید کارشناسان دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی قرار گرفت ولی تاکنون از این خودرو به‌صورت فعال و گسترده در عملیات مالچ‌پاشی استفاده نشده است.

۱-۵-۷-۲ ماشین‌آلات و ابزارهای موردنیاز جهت مالچ‌پاشی

ماشین‌آلات و ابزارهای موردنیاز جهت مالچ‌پاشی را می‌باید به گروه‌های زیر تقسیم نمود.

۱- دستگاه‌های کشنده مخصوص حمل مالچ

۲- دستگاه‌های پاشنده مخصوص مالچ‌پاشی

۳- پمپ‌های جابجایی مالچ

۴- لوازم و ماشین‌های جانبی

-دستگاه‌های کشنده

دستگاه‌های کشنده که ماشین‌آلات مخصوص حمل مالچ نامیده می‌شوند را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم نمود:

الف- ماشین آلات انتقال مالچ از پالایشگاه به عرصه عملیات مالچ پاشی تا محل کمپ تخلیه: این سری از ماشین آلات را کامیون های تانکرداری که عموماً از آن ها برای حمل روغن یا قیر و مواد مشابه استفاده می شود تشکیل می دهند.

ب- دستگاه های کشنده یا حمل مالچ در عرصه: وظیفه این دستگاه ها تأمین نیروی لازم جهت کشش مخازن مالچ بر روی تپه های ماسه ای و یا عرصه عملیات مالچ پاشی است و مهم ترین انواع این کشنده ها که تاکنون در پروژه های مالچ پاشی مورد استفاده قرار گرفته اند و می توان از آن ها استفاده نمود عبارتند از:

۱- کامیون ها

الف) کامیون های تانکدار

ب) کامیون های حامل تانکر (نصب موقت تانکر بر روی کامیون اتاق دار)

ج) خودروهای مالچ پاش

۲- تراکتورها

۳- بولدوزرها

۴- اسکی ها

الف) اسکی های چرخ دار

ب) اسکی های بدون چرخ

۲-۵-۷-۲ تشریح دستگاه ها و ماشین آلات

- کامیون مالچ پاش (تانکرهای خود رونده)

کامیون های مالچ پاش عبارتند از نیروهای کشنده ای (کامیون) که مخزن مالچ و تجهیزات مربوط به پاشش آن در روی شاسی کامیون نصب می گردد (شکل ۲-۱۸). این مخازن حدوداً ۴ تا ۵ تن ظرفیت بارگیری برای مالچ داشته و بسته به نوع فعالیت ممکن است مجهز به سیستم های پاشنده بر روی سطح زمین، بازوهای پاشنده (نازل) و یا آنتن باشند. از این سیستم عموماً برای مالچ پاشی در اراضی کفه ای و مسطح و آن دسته اراضی که تا حدودی دارای بافت متوسط هستند و اغلب به منظور غبار

نشانی و تثبیت گردوغبار استفاده می‌شود. کامیون‌های مالچ پاش قابلیت چندانی برای کار در تپه‌های ماسه‌ای و اراضی ماسه‌زار با عمق زیاد نداشته و بنابراین در عرصه ماسه‌های روان فاقد کاربرد می‌باشند و تنها می‌توان از آن‌ها برای تثبیت اراضی ماسه‌ای حداکثر با عرض ۳۰ متر در دو طرف جاده استفاده نمود. همچنین در اراضی که تپه‌های منفرد وجود دارند، کاربرد خواهد داشت.



شکل ۲-۱۸- کامیون‌های مالچ پاش

-تانکرهای نصب شده بر روی کامیون

این سیستم‌ها مشابه کامیون‌های تانکر دار هستند با این تفاوت که مخازن مالچ به طور موقت در روی آن‌ها نصب می‌گردد و ممکن است که پس از انجام عملیات مالچ‌پاشی یا پایان فصل مالچ‌پاشی از روی کامیون برداشته شده و از کامیون جهت مصارف دیگری استفاده گردد. چنان‌که ابعاد اسکی‌های بدون چرخ ساخته شده برای مالچ‌پاشی، مناسب جهت قرار گرفتن در اتاق بار کامیون باشند (کوچک‌تر از اتاق کامیون) می‌توان از اسکی‌های مذکور برای این منظور استفاده نمود. این سیستم نیز قابلیت تجهیز با پاشنده‌های سطحی، نازل و گان را دارد.

-خودرو مالچ پاش

خودرو مالچ پاش حاصل تلاش کارشناسان ایرانی جهت طراحی و ساخت وسیله‌ای برای کار در عرصه‌های مالچ پاشی است.

-مشخصات خودرو مالچ پاش

- گیربکس اصلاح شده برای سرعت‌های مختلف
- قدرت موتور ۲۲۰ اسب بخار- موتور بنز
- چرخ‌های جلو لاستیکی
- چرخ‌های عقب‌نشینی شنی دار با مشخصات
- جنس از نوع فولاد
- ظرفیت حمل مالچ ۶ مترمکعب
- توانایی حرکت در روی شیب‌های تا ۳۰ درصد
- امکان استفاده از نیروی موتور جهت پاشیدن مالچ

-تراکتور

تراکتورها به اشکال متفاوتی اعم از مستقیم و غیرمستقیم در کار مالچ پاشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بسته به نحوه عمل نوع تراکتور نیز متفاوت می‌باشد (شکل ۲-۱۹).

-تراکتورهای مالچ پاش

این گروه تراکتورهایی را شامل می‌شوند که نیروی کشنده برای حمل مخازن مالچ (اسکی‌ها) را تأمین می‌کنند. این تراکتورها توان کشش اسکی‌های مالچ پاش بدون چرخ را با ظرفیت حدود ۴ تا ۵ تن و اسکی‌های چرخ‌دار با ظرفیت حدود ۸ تا ۱۰ تن را در پهنه‌های بیابانی دارند. بدیهی است استفاده از این تراکتورها در عرصه‌های تپه‌های ماسه‌ای با شیب زیاد به‌ویژه در فصل خشک با محدودیت‌های اساسی توأم است.

-مشخصات عمومی

- نوع موتور دیزلی ۶ سیلندر

- سیستم خنک کننده آب
- قدرت موتور ۱۵۰ اسب بخار در ۲۰۰ دور در دقیقه
- دارای توربو شارژر
- قابلیت تجهیز با بیل هیدرولیکی یا تریلر (دستگاههای کششی یا قدرتی)
- توانایی دور زدن در عرض حدود ۶ متر



شکل ۲-۱۹- تراکتور

- بولدوزر

تاکنون انواع متفاوتی از بولدوزر برای انتقال اسکیهای مالچ پاش بر روی تپه‌های ماسه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. نمونه‌هایی از بولدوزرها که از آنها در کار مالچ‌پاشی نیز استفاده شده است و یک نمونه از آن در شکل (۲-۲۰) نشان داده شده است شامل:

- بولدوزر کاتر پیلا D7، D8، D9
- بولدوزر کوماتسو D155AZ-2 (در ایران با نام هپکو نیز شناخته می‌شود)

می باشد که مشخصات آن ها عبارتند از:

نوع موتور: دیزلی ۴ زمانه - ۶ سیلندر

توان موتور: ۳۰۰ تا ۳۵۰ اسب بخار

سیستم خنک کننده موتور، آب

سرعت حدود ۳ کیلومتر (دنده ۱) تا ۱۵ کیلومتر (دنده ۳) در ساعت

کفشک های زنجیر فولاد با مقاومت بالا

سطح تماس با زمین حدود ۳ مترمربع

میزان فشار بر سطح حدود ۰/۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

سیستم هیدرولیک: پمپ دنده ای



شکل ۲-۲- بولدوزر مجهز به وینچ برای کشیدن اسکی

۳-۵-۷-۲ تانکرهای انتقال مالچ در منطقه مالچ‌پاشی

دستگاه‌هایی که در کمپ تخلیه، مواد مالچی به درون آن‌ها ریخته می‌شود تا مستقیماً جهت پاشیدن به منطقه عملیات انتقال داده شوند برحسب شکل ظاهری آن‌ها به دو گروه «تانکر» و «اسکی» تقسیم می‌شوند. تانکرها مخازنی هستند که دارای چرخ بوده و جابجایی آن‌ها با چرخ صورت می‌گیرد، درحالی‌که اسکی‌ها مخازنی هستند که اصولاً فاقد چرخ بوده و حرکت بر روی زمین کششی و از طریق «کشیدن» انجام می‌شود.

-تانکرهای بدون چرخ (اسکی)

اسکی‌های بدون چرخ مخازنی هستند که از آن‌ها برای انتقال مالچ در اراضی ماسه‌ای عمیق و متحرک و تپه ماهورهای ماسه‌ای استفاده می‌شود (شکل ۲-۲۱). این مخازن تاکنون ابعاد استاندارد شده‌ای نداشته و معمولاً به اشکال مکعبی با ابعادهای متفاوتی بنا بر سفارش واحد اجرایی مالچ ساخته می‌شوند. به‌طور کلی چنان‌که از کشنده‌هایی از نوع تراکتورهای زنجیری یا بلدوزر با قدرت ۲۵۰ تا ۳۰۰ اسب بخار استفاده شود ظرفیت اسکی‌های مذکور در حدود ۱۰ تن در نظر گرفته می‌شود (شکل ۲-۲۲).

به هنگام ساخت اسکی‌های مذکور توجه به این نکته ضروری است که سیستم به‌گونه‌ای طراحی گردد که هنگام کشیدن آن به جلو یا عقب ماسه‌ها را در جلو خود انباشته نکرده و به صورت تیغه بلدوزر عمل ننماید. بنابراین ضروری است تا قسمت‌های جلو و عقب کف اسکی شیب‌دار ساخته شود.

-اجزاء اسکی

۱- مخزن اصلی

مخزن اصلی اسکی را مکعبی تشکیل می‌دهد که اندازه و ابعاد تقریبی آن به قرار زیر است:

طول ۳۰۰ سانتی‌متر

عرض ۲۵۰ سانتی‌متر

ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر

با چنین ابعاد ظرفیت ظاهری مخزن مالچ معادل

$$300 \times 250 \times 15 = 1075$$

مترمکعب خواهد بود عملاً بخشی از حجم ظاهری اسکی را کوئیل مخصوص گرم کردن و یا فضای سرخالی منبع مالچ، اشغال نموده و ظرفیت مفید آن به کمتر از ۱۰ مترمکعب کاهش می‌یابد.

گرم‌کن: برنامه مالچ پاشی باید به گونه‌ای طراحی و تنظیم شود که از باقی ماندن مالچ به مدت طولانی به ویژه در فصل سرد در درون تانکرها اجتناب گردد. با این احوال ممکن است در مواقعی تخلیه کلی اسکی میسر نگردد و مالچ به مدت طولانی در اسکی باقی بماند. بنابراین ضروری است تا اسکی‌ها مجهز به سیستم‌های کوئیل جهت امکان گرم کردن محتویات درون آن‌ها باشند و بتوان به کمک فارتسونکا یا مشعل این کار را انجام داد.

- سایر مشخصات اسکی

- سیستم تأمین فشار دو دستگاه موتور جمعاً به قدرت ۳۵ تا ۴۰ اسب بخار
- دارای دو دستگاه پمپ کوبله شده بر روی موتورهای از نوع اسکرو و با دهانه ۳ اینچ
- دور موتور ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ دور در دقیقه
- سیستم خنک‌کننده موتور-هوا
- وجود سیستم‌های لوله‌کشی از مخزن اسکی به پمپ و از پمپ به گان
- مدت زمان لازم برای تخلیه مالچ ۱۵ تا ۲۰ دقیقه
- مجهز به سیستم کوئیل جهت گرم کردن مالچ برای موارد اضطراری که کار مالچ پاشی ممکن است متوقف گردد.



شکل ۲-۲۱- اسکی



شکل ۲-۲۲- کشیدن اسکی توسط بولدوزر

۴-۵-۷-۲ دستگاه های پاشنده مالچ

همان طور که اشاره شد تکنیک این طرح به وسیله کارشناسان ایرانی ابداع و به منظور شروع عملیات و تحقیقات لازم در این خصوص ابتدا منطقه ای از فتح آباد بوئین زهرا برای این امر تعیین و به وسیله آبپاش سطح کوچکی از تپه های ماسه ای به صورت آزمایشی مالچ پاشی گردید.

پس از مطالعات علمی و عملی بر روی سطح مالچ پاشی شده و اطمینان از اینکه گسترش و ادامه این طرح می تواند باعث پیشبرد اهداف و تسریع تثبیت ماسه های روان گردد، لذا لزوم طراحی و ساخت و تهیه دستگاه هایی با گنجایش بیشتر کاملاً ضروری به نظر می رسید. بدین منظور اقدام به ساخت دستگاهی با ظرفیت ۵۰۰ لیتر بر روی شاسی چرخ دار و تعبیه موتور پمپ و سیستم پاشنده به وسیله شلنگ و لنس گردید که بعداً این دستگاه با ظرفیت بیشتر و با قدرت پمپ و موتور قوی تر ساخته شد که دارای مشخصات زیر است:

الف- اسکی چرخ دار:

دارای دو محور و مال بند به منظور اتصال به نیروی کشنده (تراکتور) می باشد و ظرفیت بارگیری حدود ۴ هزار لیتر را دارد. استفاده از این دستگاه بیشتر در اطراف فرودگاه ها، جاده های نفوذی، ایزولا سیون نهرها و کانال های حفر شده به منظور ایجاد فضای سبز یا ذخیره آب و احداث جاده های نفوذی می باشد.

ب- بنز مالچ پاش:

به منظور سرعت بخشیدن جهت اجرای عملیات مالچ پاشی در مواردی که ذکر گردید مخزن این دستگاه بر روی شاسی کامیون ۵ تن نصب و کلیه ملحقات و ملزومات در آن تعبیه گردید که در بالا بردن راندمان عملیات اجرایی تأثیر بسزایی دارد.

ج- اسکی بدون چرخ:

با توجه به وسعت ماسه زارها و همچنین وجود تپه های ماسه ای مرتفع و به هم پیوسته و همچنین لزوم تسریع در امر مالچ پاشی در سطوح زیاد اقدام به طرح ریزی دستگاهی با ظرفیتی بالاتر و قدرت عملکرد بیشتر گردید. اسکی بدون چرخ وسیله اتصالات (دوپاکمپلس) به کشنده (بلدوز) با قدرتی معادل ۴۰۰ H.P طراحی شد که قادر است در مناطقی که دارای تپه های ماسه ای مرتفع (۸۰ تا ۱۰۰ متر) و با شیب بیش از ۶۰٪ می باشد عملیات مالچ پاشی را انجام دهد. به منظور صعود به تپه ماسه با استفاده از دستگاه وینچ که در قسمت عقب بلدوزر نصب گردیده است عملیات مالچ پاشی را انجام داده بدین صورت که ابتدا

بلدوزز به تنهایی و با آزاد نمودن سیم بکسل وینچ خود در بلندترین نقطه تپه ماسه‌ای مستقر و سپس با جمع نمودن سیم بکسل توسط وینچ اسکی مالچ‌پاش را به طرف خود کشیده و در همان حال عملیات مالچ‌پاشی بر روی تپه ماسه‌ای صورت می‌گیرد و به هنگام برگشت از روی تپه ماسه‌ای به همین نحو عمل خواهد کرد.

دستگاه‌های پاشنده مالچ شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- لنسر

۲- آنتن

۳- گان

- لنسر

لنسر لوله‌ای به طول حدود ۲ تا ۳ متر است که این لوله توسط شیلنگ‌های فشار قوی به پمپ نصب شده روی مخزن مالچ اتصال دارد (شکل ۲-۲۳). انتهای لنسر به یک نازل به قطر حدود ۱۰ میلی‌متر وصل می‌گردد. استفاده از این سیستم عموماً جهت مالچ‌پاشی در تپه‌های کوچک پراکنده تلماسه‌ها ایزولاسیون دیواره انهار، خاکریز اطراف جاده‌ها و یا تثبیت ماسه‌ها در کناره کانال‌های آبرسانی استفاده می‌شود.

کاربری آن در ایزولاسیون «Isolation» نهرها به جهت ممانعت از خروج آب ثقیلی می‌باشد در مواقعی پس از بارش باران یا آبیاری و عمدتاً در خاک‌های با بافت ماسه‌ای مقدار قابل توجهی آب تحت قوه ثقل به اعماق پایین‌تر نفوذ کرده و از منطقه رشد ریشه خارج می‌گردد. از طرفی خروج آب ثقیلی از منطقه نفوذ ریشه معمولاً با شسته شدن مواد غذایی و عدم استفاده آن توسط گیاه همراه بوده که تکرار این عمل موجب نقصان حاصلخیزی خاک نیز خواهد شد.

در عرصه‌های دارای پوشش گیاهی طبیعی به منظور ممانعت از پاشش مالچ به روی گیاهان، بهتر است از این نوع دستگاه پاشنده مالچ استفاده نمود. سرعت عمل مالچ‌پاشی با استفاده از لنسر کندتر خواهد بود، اما دقت آن بیشتر بوده و احتمال گیاه‌سوزی بشدت کاهش خواهد یافت.



شکل ۲-۲۲- پاشش مالچ توسط لنسر

- آنتن

یکی دیگر از روش‌های مالچ پاشی اجرای عملیات به وسیله آنتن می‌باشد که مالچ را از ارتفاع حدود ۲۰۰ سانتی‌متری بر روی سطح زمین اسپری می‌نمایند و کاربرد آن در تپه‌های ماسه‌ای با ارتفاع کم و بارخان‌ها بود است. به منظور اسپری کردن مالچ نفتی بر روی ماسه‌زارها در دو طرف اسکی مالچ پاش به صورت شاخک‌هایی به طول ۴ متر و به فواصل معینی شاخک‌های کوچک‌تری از آن منشعب شده و در انتهای آن مجدداً شاخچه‌ای عمود بر شاخک اصلی و موازی آنتن نصب می‌شود و در نهایت انتهای آن نازل لوزی شکل که قطر بزرگ آن ۱۲ mm تا ۱۴ mm می‌باشد، فشار مورد نیاز جهت پمپاژ مالچ توسط موتور پمپ نصب شده بر روی اسکی تأمین می‌گردد. جهت خروج مالچ تعبیه می‌گردد در طی سال‌های اخیر کاربری آنتن از پروژه‌های مالچ پاشی حذف گردیده و صرفاً پاشش با گان عمومیت دارد (شکل ۲-۲۴).



شکل ۲-۲۴- اسکی مجهز به آنتن مالچ پاش

میزان خروج مالچ از دهانه نازل‌ها به فشار پمپ بستگی داشته و ضخامت پاشش آن در روی سطح زمین به مقدار پاشش در واحد زمان و سرعت دستگاه کشنده وابسته است. از سیستم‌های آنتن معمولاً برای مالچ پاشی در آن دسته از اراضی که نسبتاً مسطح هستند استفاده می‌شود. هنگام استفاده از این سیستم در روی تپه‌های ماسه‌ای عملاً به علت انحرافی که در زوایای پاشش در حین حرکت به وجود می‌آید، امکان مالچ پاشی به صورت یکنواخت میسر نمی‌شود.

- مشخصات آنتن

طول بازو: هر طرف ۳ تا ۴ متر

تعداد بازوی فرعی در هر طرف ۳ تا ۴ بازو

طول هر بازوی فرعی: یک متر

طول هر انشعاب فرعی: ۸۰ سانتی

تعداد نازل: ۱۲ تا ۱۴

نوع نازل: نازل لوزی شکل

قطر نازل: ۱۲ تا ۱۴ میلی‌متر

- گان GUN یا تفنگ مالچ پاشی

مشکلات ناشی از کاربرد لسنرهای و سیستم‌های پاشنده آنتن سبب گردیده تا استفاده از گان جهت مالچ پاشی مرسوم گردد. در منتهی‌الیه روی اسکی و لوله‌های خروجی (دهنده) اسکی متصل می‌گردد. این تفنگ به صورت عمود بر سطح اسکی نصب شده تا به وسیله هرزگرد به طور دورانی و عمودی عمل کرده و قادر خواهد بود در مسیر حرکت اسکی زاویه‌ای با ۱۸۰ درجه را در پشت اسکی پوشش دهد. در این سیستم پاشنده‌های نصب شده بر روی اسکی، به صورت گان، مالچی را که با فشار از دهانه آن خارج می‌شود تا فاصله موردنظر (حدود ۲۰ تا ۳۰ متر) پرتاب نموده و معمولاً متصدی پاشش (گان زن) با حرکت دادن آن به سمت موردنظر، مالچ پاشیده شده را در سطح به طور یکنواخت پراکنده می‌نماید. لوله ۱ تفنگ در انتها و قسمت خروجی خود مجهز به نازل با قطر ۱۴ mm تا ۱۸ mm می‌باشد و در صورتی که موتور و پمپ استاندارد روی اسکی نصب شده باشد شعاع

پرتاب مالچ به صورت اسپری بین ۲۵ تا ۳۰ متر خواهد بود. در حال حاضر برای اجرای عملیات مالچ پاشی عمدتاً از سیستم گان استفاده می شود. استفاده از این سیستم دارای مزایا و معایبی است که عمدتاً عبارتند از:

الف- مزایا

- ۱- شعاع عمل مالچ پاشی (طول وتر قطاعی که مالچ در آن پاشیده می شود) در دو طرف مسیری که بولدوزر حرکت می کند در حدود ۴۰ تا ۶۰ متر است بنابراین سطح وسیعی را تحت پوشش قرار می دهند.
- ۲- در صورت مهارت کارگر مالچ پاش می توان مقدار پاشش را در مناطق مختلف به دلخواه تغییر داد.
- ۳- سرعت عمل کار در این سیستم به مراتب بیشتر از سایر سیستم هاست.
- ۴- استهلاک دستگاه های کشنده کمتر است (شکل ۲-۲۵).

ب- معایب

- ۱- ناهمگنی شدید در پاشش
- ۲- تأثیر باد در انحراف زاویه پاشش
- ۳- پراکنده شدن ذرات مالچ در هوا
- ۴- اشکال در کنترل دقیق ضخامت پاشش و محل های پاشش

- مشخصات گان

- ارتفاع پایه عمودی از سطح اسکی ۱ متر
- زاویه تغییرات عمودی نسبت به سطح افق تا ۴۵ درجه
- زاویه گردش افقی ۱۲۰ درجه (شکل ۲-۲۶)
- طول لوله گان: ۱ متر

نوع نازل: گرد

قطر نازل: ۱۴ تا ۱۸ میلی‌متر

فاصله حداکثر پرتاب ۳۰ متر

فاصله پرتاب در پاشش یکنواخت حدود ۲۰ تا ۲۵ متر

دبی خروجی: ۶ تا ۸ لیتر در ثانیه



شکل ۲-۲۵- استفاده از گان برای مالچ پاشی می تواند مشکلات ناشی از تغییر سرعت دستگاه های کشنده را تعدیل نماید. در این زمینه مهارت فرد مالچ پاش «گان زن» دارای تأثیر زیادی است.



شکل ۲-۲۶- تغییرات زاویه افقی پاشش مالچ می تواند به بیشتر از ۱۲۰ درجه و به صورت عمودی از ۴۵ درجه تا ۷۰ درجه متفاوت باشد.

۵-۵-۷-۲ استفاده از وینچ در اجرای عملیات مالچ پاشی

در مناطقی که تپه‌های ماسه‌ای مرتفع و به هم پیوسته با شیب بیش از ۶۰ وجود دارد به منظور پاشش یکنواخت و همچنین تسریع در اجرای عملیات مالچ پاشی استفاده از بلدوزرهای وینچ دار توصیه می‌گردد (شکل ۲-۲۷). اصولاً در تپه‌های با شیب زیاد و مرتفع امکان کشیدن اسکی توسط بلدوزر بدون وینچ اشکالاتی را در امر پاشش به وجود آورده و مالچ به صورت یکنواخت سطح تپه‌ها را پوشش نمی‌دهد، ضمن اینکه به دلیل تپیدن بلدوزر احیاناً می‌بایست اسکی را از بلدوزر جدا نموده تا پس از جابجایی، خود را در راستای عبور اسکی قرار داده که این امر باعث رکود در اجرای عملیات پاشش خواهد شد. کاربری استفاده از بلدوزرهای وینچ دار بدین صورت خواهد بود که ابتدا بلدوزر با آزاد کردن سیم بکسل وینچ خود در بلندترین نقطه تپه ماسه‌ای مستقر و سپس با جمع نمودن سیم بکسل توسط وینچ، اسکی مالچ پاش را به طرف خود کشیده و در همین حال عملیات مالچ پاشی بر روی تپه‌های ماسه‌ای صورت می‌گیرد. در برگشت از روی تپه به همین نحو عمل خواهد شد.



شکل ۲-۲۷- وینچ

۶-۵-۷-۲ روش جدید مالچ پاشی

- در این روش از روش دیسک دوار جهت پودر نمودن مالچ استفاده می‌شود و احتیاج به پمپاژ یا فشار بالا وجود ندارد.
- تعداد اپراتور جهت پاشش به یک نفر تقلیل می‌یابد و کنترل از راه دور بوده، در نتیجه سختی کار کاهش می‌یابد.
- دمای بالا برای پاشش مورد نیاز نیست و این صرفه جویی در وقت و انرژی را به دنبال دارد.

- کنترل پاشش به دلیل اینکه در عقب خودرو پاشش در فاصله نزدیک انجام می شود بسیار آسان بوده و راندها آن بسیار بالاتر می باشد.

- سیستم هدایت و کنترل پاشش از داخل اتاقک راننده صورت می گیرد.

- پاشش مالچ های امولسیون به راحتی امکان پذیر است، در نتیجه تنوع مالچ در کارکرد آن اثری نمی گذارد.

- در صورت نیاز به دید از عقب یک سیستم آینه ای ویژه نیز پیش بینی گردیده است.

۲-۷-۵-۷ خودرو کششی مالچ پاش اختراعی

آزمایش های کاربردی این خودرو در طی دو مرحله با حضور کارشناسان و معاونین محترم فنی استان های ذی ربط و اعضاء محترم هیئت داوران جشنواره خوارزمی و همچنین کارشناسان مرکز پژوهش های علمی در تپه های منطقه ریگ بلند کاشان انجام شد (شکل ۲-۲۸). کاربری خودرو مالچ پاش از نظر عملکرد مکانیکی عبور از مسیرهای بسته ماسه و شیب های مثبت و منفی و قابلیت مانور و جلو و عقب، شعاع گردش تعادل دینامیکی و استاتیکی و عملکرد سیستم های مکانیکی و هیدرولیکی و کنترل مورد تأیید قرار گرفت. لازم به توضیح است که کلیه فرمان های پاشش و کنترل آن توسط سیستم هیدرولیک از داخل اتاقک ویژه صورت می گیرد.



شکل ۲-۲۸- خودروی کششی مالچ پاشی

۸-۵-۷-۲ مالچ پاشی توسط دیسک دوار خودرو مالچ پاش

کاربری این سیستم پاشش عمدتاً در اراضی ماسه‌ای و تپه‌های ماسه‌ای کم ارتفاع و پراکنده بوده و مالچ از طریق لوله‌هایی از مخزن به سطح دیسک هدایت و توسط اهرم‌های هیدرولیکی داخل اتاقک خودرو کار پاشش انجام می‌شود و مالچ پاش با روش دیسک نیاز به پمپاژ با فشار بالا را نداشته و دمای زیاد در جهت اسپری کردن مالچ به منظور پاشش نیاز ندارد (شکل ۲-۲۹).

این سیستم پاشش صد در صد ابتکاری و دبی خروجی مالچ قابل تنظیم بوده که سبب یکنواختی پاشش در کلیه سطوح می‌گردد.



شکل ۲-۲۹- دیسک دوار خودرو مالچ پاش

۹-۵-۷-۲ طراحی سیستم مالچ پاشی

- بررسی سیستم موجود:

همان‌طور که قبلاً بیان شد سیستم‌های موجود از تفنگ پاشش استفاده می‌کنند که پس از طی مسیر تکاملی زیاد به این نقطه ختم شده‌اند و عملاً دارای هزینه و مشکلات زیادی از جمله دمای بالا جهت پمپاژ تخلیه و بارگیری، سرعت کند وسیله نقلیه و هماهنگ نبودن اسکی و بلدوزر که هدر رفت زیادی در پاشش ایجاد می‌نماید، می‌باشند.

- نکات عمده طراحی:

هدف در طراحی سیستم جدید مالچ پاشی رفع نواقص گذشته و ایجاد ویژگی‌های جدید می‌باشد. این ویژگی‌ها به‌قرار زیر می‌باشند:

۱- حتی‌المقدور گرم کردن نیاز نداشته باشد.

(گرم کردن مالچ علاوه بر اینکه زمان زیادی نیاز دارد، کار با آن را نیز سخت می‌کند و اتلاف انرژی زیادی دارد)

۲- بارگیری سریع

هم‌اکنون از بارگیری توسط پمپ دنده‌ای و یا بارگیری با اختلاف سطح استفاده می‌شود. در حالت استفاده از پمپ دنده‌ای بارگیری کند است و در حالت بارگیری با استفاده از اختلاف سطح که هم‌اکنون بیشتر استفاده می‌شود و سرعت بیشتری دارد نیاز به سکوی بارگیری خاص و کندن گود تخلیه به وسیله بلدوزر می‌باشد.

۳- پاشش یکنواخت

به دلیل استفاده از تفنگ پاشش و حرکت یکنواخت، اتلاف مالچ فوق‌العاده بالا و کچلی نیز زیاد می‌باشد. همچنین به تعداد زیادی اپراتور نیاز است و گرفتن در نازل نیز به کرات اتفاق می‌افتد.

۴- پاشش مالچ‌های امولسیون‌ی امکان‌پذیر نیست و برای آن باید از سیستم دیگری استفاده کنند.

۶-۷-۲ ضوابط و معیارهای شاخص‌های مؤثر در تعیین تناژ مالچ مصرفی

فاکتورهایی که در کاربرد میزان مصرف مقدار مالچ در واحد سطح مؤثر می‌باشند عبارتند از:

۱- ذرات تشکیل‌دهنده ماسه

۲- درصد رطوبت موجود

۳- شدت باد

۴- میزان بارندگی

۵- غلظت مالچ (ویسکوزیته یا گرانروی)

۶- ارتفاع تپه‌های ماسه‌ای

- میزان مالچ مصرفی نسبت مستقیمی با ریز و درشت دانه بودن ذرات تشکیل‌دهنده تپه‌های ماسه‌ای دارد یعنی هرچه بافت ذرات ماسه درشت‌تر باشد نیاز به مصرف مالچ، بیشتر خواهد بود.

- هرچه تپه‌های ماسه‌ای رطوبت بیشتری را حفظ کند و یا اینکه در صد رطوبت موجود در منطقه بیشتر باشد مصرف مالچ کمتر می‌گردد.

- در مناطقی که سرعت باد بیش از ۸۰ km/h باشد میزان مصرف مالچ در هکتار بیشتر خواهد بود.

- هرچه میانگین باران سالیانه بیش از ۱۰۰ mm باشد میزان مالچ در سطح کمتر خواهد بود.

- چنانچه ویسکوزیته مالچ از ۱۴۰۰ سانتی استوک بیشتر باشد مقدار مالچ مصرفی در هکتار کمتر خواهد بود.

نتیجه گرفته می‌شود مقدار مصرف پایه مالچ نفتی در هکتار با توجه به فاکتورهای فوق بین ۶-۷ تن می‌باشد. اضافه می‌نماید به‌منظور تثبیت خاک‌های ناپایدار در مناطقی که تأسیسات اجتماعی، اقتصادی وجود دارد، میزان مصرف مالچ گاه تا ۱۰ تن در هکتار افزایش می‌یابد. به‌طور کلی فرمولاسیون و مشخصات مورد توافق در تهیه مالچ‌های نفتی مصرفی در امر تثبیت ماسه‌های روان اکنون در پالایشگاه‌های تهران، آبادان و شیراز و قبلاً در پالایشگاه اصفهان تهیه و تحویل می‌گردید.

میزان مالچ مصرفی به هدف و شیوه کار بستگی دارد.

هدف اصلی از کاربرد مالچ‌های نفتی افزایش پایداری خاک در مقابل فرسایش بادی است. بنابراین با توجه به هدف اصلی و همچنین اثرات ناشی از شرایط محیطی بر وضعیت پایداری خاک، میزان مصرف مالچ در هکتار دارای تفاوت‌هایی است به عبارت دیگر علاوه بر تأثیر مراحل مختلف فرسایش، عوامل گوناگون دیگری نیز در میزان مصرف مالچ مؤثر است که عمده‌ترین این عوامل فهرست‌وار عبارتند از:

الف- از نظر موقعیت و مراحل فرسایشی

- تثبیت مواد در عرصه برداشت
- تثبیت مواد در عرصه انتقال
- تثبیت مواد در عرصه رسوب

ب- از نظر قطر ذرات مواد فرسایشی

- تثبیت گردوغبار (مواد با حرکت تعلیقی)
- تثبیت ماسه‌ها (مواد با حرکت جهشی و غلتشی)

ج- از نظر تثبیت تپه‌های ماسه‌ای

- تثبیت تمام پیکر
- تثبیت نیم پیکر

د- از نظر ویژگی‌های محل فعالیت

- فرم اراضی و شکل تپه‌ها
- ویژگی‌های باد
- وضعیت بارندگی
- خصوصیات پوشش گیاهی

ه- از نظر نوع مالچ مورد استفاده

- نوع و ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی مالچ

- مواد افزودنی

۱-۶-۷-۲ تناژ مصرف مالچ در عرصه برداشت

فرسایش بادی زمانی اتفاق می‌افتد که شرایط برای جدا کردن و انتقال ذرات خاک به وسیله باد مناسب باشد. عوامل مؤثر در فرسایش بادی عبارتند از: خصوصیات خاک، آب و هوا، پوشش گیاهی، زبری سطح خاک، پستی و بلندی و طول بستری از زمین که در معرض باد قرار می‌گیرد. در این صورت هریک از این عوامل می‌تواند در تناژ مصرف مالچ مؤثر باشد.

۲-۶-۷-۲ نقش ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی در میزان مصرف مالچ

وضعیت فرسایش بادی در خاک‌های مختلف متفاوت است. ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی بر نحوه جابجایی ذرات آن توسط باد تأثیر می‌گذارد. جدول (۲-۹) مهم‌ترین ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی که در فرسایش پذیری آن مؤثرند را نشان می‌دهد.

نتیجه گرفته می‌شود مقدار مصرف پایه مالچ نفتی در هکتار با توجه به فاکتورهای فوق و در صورتی که در زمان مناسب اجرا شود، بین ۶-۷ تن می‌باشد. اضافه می‌نماید به منظور تثبیت خاک‌های ناپایدار در مناطقی که تأسیسات اجتماعی، اقتصادی وجود دارد، و مواقعی که مالچ پاشی در زمان مناسب خود اجرا نشود، میزان مصرف مالچ گاه تا ۱۰ تن در هکتار افزایش می‌یابد. به طور کلی فرمولاسیون و مشخصات مورد توافق در تهیه مالچ‌های نفتی مصرفی در امر تثبیت ماسه‌های روان اکنون در پالایشگاه‌های تهران، آبادان و شیراز و قبلاً در پالایشگاه اصفهان تهیه و تحویل می‌گردید.

جدول ۲-۹- نقش فاکتورهای خاک و پوشش گیاهی در تناژ مصرف مالچ

شاخص	عامل	اثر	تأثیر در مصرف
بافت خاک	بافت رسی	پایدارتر در مقابل فرسایش بادی، سرعت آستانه فرسایش بیشتر از ذرات درشت (ماسه و سیلت درشت) در صورت کاربرد مالچ، کاهش گردوغبار	کاهش مصرف
زبری سطح	ماسه‌ای یا سیلتي متوسط تا درشت	دارای حداقل پایداری در مقابل وزش باد، سرعت آستانه فرسایش در حدود ۱۶ کیلومتر در ساعت در صورت کاربرد مالچ تثبیت ماسه‌ها و ذرات سیلتي	افزایش مصرف
زبری خاک	وجود کلوخه در سطح خاک	افزایش میزان کلوخه‌ای بودن سطح خاک به کاهش فرسایش می‌انجامد.	کاهش مصرف
چسبندگی ذرات خاک	افزایش مواد رسی یا وجود رطوبت بین ذرات	با افزایش مقدار مواد چسبنده در خاک سرعت آستانه فرسایش ارتقاء یافته بنابراین دامنه پایداری خاک در برابر فرسایش افزایش می‌یابد.	کاهش مصرف
ساختمان خاک	ساختمان‌های منشوری	چنان‌که میزان املاح در آن‌ها به سخت شدن ساختمان منجر گردد در برابر فرسایش پایداری نشان می‌دهند.	کاهش مصرف
	ساختمان ورقه‌ای	در ابتدا مقاومت بیشتری در مقابل فرسایش نشان می‌دهند، پس از شروع فرسایش روند آن تشدید می‌است.	افزایش مصرف
	ساختمان دانه‌ای	ساختمان‌های پایدار در مقابل فرسایش	کاهش مصرف
	ساختمان تک‌دانه‌ای بدون ساختمان، ماسه‌ای	حساسیت نوع خاک به فرسایش بیشتر و سرعت آستانه فرسایش در آن‌ها حداقل است.	افزایش مصرف
	ساختمان توده‌ای (کلوخه‌ها) Massive	به دلیل وجود رس و داشتن چسبندگی زیاد به‌ویژه به هنگام خشکی، در مقابل باد از خود پایداری نشان می‌دهد.	کاهش مصرف
ماده آلی خاک	باقی ماند گیاهی گیاه خاک و مواد هوموس مالچ‌های گیاهی	افزایش پایداری خاک از طریق بهبود ساختمان خاک -ایجاد چسبندگی بیشتر بین ذرات -ارتقاء توان ذخیره‌سازی رطوبت بیشتر خاک	کاهش مصرف
رطوبت خاک	رطوبت بیشتر از حد پژمردگی	افزایش پایداری خاک از طریق -ایجاد چسبندگی بین ذرات	کاهش مصرف

جدول ۲-۹- نقش فاکتورهای خاک و پوشش گیاهی در تناژ مصرف مالچ

شاخص	عامل	اثر	تأثیر در مصرف
		-ارتقاء توان تولید پوشش گیاهی	
بارندگی	مقدار	افزایش بارندگی از طریق افزایش رطوبت و پیامدهای آن سبب کاهش فرسایش می‌شود.	
	پراکنش	هر اندازه توزیع بارندگی یکنواخت‌تر باشد (بارندگی مؤثر و قابل ذخیره در خاک)، به توزیع مناسب‌تر رطوبت و استقرار بیشتر پوشش منجر می‌گردد	کاهش مصرف
باد	سرعت باد	در صورتی که بیشتر از حد آستانه فرسایش باشد به تشدید فرسایش منجر می‌گردد	افزایش مصرف
	هم زمانی وزش باد شدید با فصل خشک	محدودیت بیشتر در رطوبت موجود در سطح خاک محدودیت بیشتر در توان تولید و استقرار پوشش گیاهی	افزایش مصرف
ناهمواری‌ها	وجود برجستگی‌هایی به ارتفاع ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر -اندازه‌های کمتر یا بیشتر از ابعاد فوق ممکن است یا بدون تأثیر بوده و یا حتی اثر منفی داشته باشند.	مقدار فرسایش خاک با مقدار ناهمواری‌های سطح خاک رابطه معکوس دارد با افزایش ناهمواری‌ها (با ارتفاع بین ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری) مقدار فرسایش کاهش می‌یابد.	کاهش مصرف
	وجود برجستگی‌هایی به ارتفاع ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر -اندازه‌های کمتر یا بیشتر از ابعاد فوق ممکن است یا بدون تأثیر بوده و یا حتی اثر منفی داشته باشند.	مقدار فرسایش خاک با مقدار ناهمواری‌های سطح خاک رابطه معکوس دارد با افزایش ناهمواری‌ها (با ارتفاع بین ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری) مقدار فرسایش کاهش می‌یابد.	کاهش مصرف
پوشش گیاهی	تقلیل سرعت باد	پوشش گیاهی می‌تواند سبب تقلیل سرعت باد در سطح خاک شود، هر اندازه پوشش دارای ارتفاع بیشتر باشد نقش حفاظتی آن بیشتر است یک دیواره پوششی به ارتفاع H با حدود ۳۰ درصد نفوذپذیری قادر است فاصله‌ای معادل ۱۰ تا ۵ برابر را در پشت خود حفاظت نماید.	کاهش مصرف
	کاهش تبخیر	پوشش گیاهی قادر است تبخیر سطحی را کاهش دهد در نتیجه رطوبت و چسبندگی خاک افزایش یافته و به پایداری خاک منجر می‌گردد.	کاهش مصرف

جدول ۲-۹- نقش فاکتورهای خاک و پوشش گیاهی در تناژ مصرف مالچ

شاخص	عامل	اثر	تأثیر در مصرف
	افزایش مواد آلی خاک	باقی مانده پوشش گیاهی و نیز مواد آلی ناشی از آن که به خاک اضافه می شود یا به افزایش پایداری خاک کمک نموده و میزان فرسایش کاهش می یابد.	کاهش مصرف
	افزایش ضریب ناهمواری در سطح خاک	کاهش اثر باد در سطح خاک در نتیجه کاهش میزان فرسایش	کاهش مصرف

۳-۶-۷-۲ تثبیت تپه‌های ماسه‌ای

تثبیت سریع و کامل ماسه‌ها: در مواردی که هدف از کاربرد مالچ‌های نفتی تثبیت سریع و کامل ماسه‌ها و ممانعت از حرکت آن‌هاست، عرصه عملیات می‌باید به‌طور یکنواخت و کامل تحت مالچ‌پاشی قرار گیرد. از این روش وقتی استفاده می‌شود که زمان یا مکان لازم برای ایجاد تغییراتی در پروفیل تپه‌ها یا نحوه پراکنش آن‌ها وجود ندارد (به‌عنوان مثال تثبیت ماسه‌ها در اطراف شبکه انتقال آب، مسیر راه‌آهن یا جاده‌های اصلی) در این روش نحوه مالچ‌پاشی و میزان مصرف مالچ در هکتار با توجه به ارتفاع تپه‌ها و ویژگی‌های اقلیمی منطقه (رطوبت و باد) تفاوت می‌کند. هر اندازه رطوبت ناشی از بارندگی بیشتر، توزیع آن در طول فصل یکنواخت‌تر، شدت وزش باد و حداکثر سرعت آن کمتر و تغییر جهت آن نیز کمتر باشد میزان مصرف مالچ در هکتار کاهش می‌یابد.

۴-۶-۷-۲ تثبیت تمام پیکر تپه‌ها

اگر جهت باد غالب از یک سمت بوده و تپه‌های ماسه‌ای فاقد جابجایی در جهات مختلف باشند کار عمده ایجاد پوشش مالچ بر روی شیب‌های رو به باد است، اما در صورتی که منطقه در معرض وزش دو یا چند باد قرار گیرد، در این صورت در زمان‌های مختلف جهات حرکت تپه‌ها متفاوت خواهد بود. در این حالت برای تثبیت سریع تپه‌ها می‌باید تمامی عرصه آن به‌طور یکنواخت تحت پاشش مالچ و تثبیت قرار گیرد.

وزش بادهای شدید و عبور ذرات ماسه‌ها توسط باد از روی عرصه مالچ‌پاشی شده سبب کاهش عمر مالچ‌ها می‌گردد. این امر بیش از آنکه ناشی از اثر باد بر روی سطح مالچ‌پاشی شده باشد متأثر از ضربه ذرات عبوری ماسه‌ها بر روی عرصه مالچ‌پاشی و تأثیر سایشی آن است (جدول ۲-۱۰).

جدول ۱-۲- علل و عوامل مؤثر در میزان مصرف مالچ

شاخص	عامل	اثر	تأثیر در میزان مصرف مالچ
شیب تپه‌های ماسه‌ای	افزایش زاویه شیب تپه و نزدیک‌تر شدن به شیب حد	افزایش نیروی اصطکاک ذرات ماسه در روی سطح	کاهش مصرف
شدت باد	کاهش رطوبت سطح ماسه‌ها	تقلیل چسبندگی بین ذرات ماسه افزایش فرسایش بادی	افزایش مصرف
	اثر در جابجایی ذرات به‌صورت غبار	تقلیل رطوبت قابل‌دسترس گیاه در نتیجه کاهش پوشش گیاهی و افزایش فرسایش	افزایش مصرف
		در منطقه برداشت: تأثیر کاملاً بازدارنده	افزایش مصرف
		در منطقه ترانزیت حمل: بدون تأثیر	نیاز به مصرف نیست
		در منطقه ترسیب: ممانعت از حرکت مجدد	افزایش مصرف
	اثر در جابجایی ذرات به‌صورت جهشی یا غلتشی	در منطقه برداشت: کاملاً مؤثر، ممانعت از آغاز حرکت جهشی	مصرف در حد معمول
		در منطقه ترانزیت حمل: تقلیل اثر ضربه ذرات جهشی بر روی سایر ذرات و تثبیت یا متوقف ساختن روند تشدید	مصرف در حد متعادل
		در منطقه ترسیب: کمک به ترسیب مواد و ارتقاء آستانه فرسایش بادی	مصرف در حد متعادل
رطوبت ماسه‌ها	افزایش چسبندگی	کاهش در مقدار فرسایش به علت چسبندگی بین ذرات ماسه ناشی از وجود رطوبت -افزایش سرعت آستانه فرسایش -افزایش پوشش گیاهی	کاهش مصرف
گیاه	ارتفاع	با افزایش ارتفاع، منطقه تحت تأثیر حفاظتی نیز افزایش می‌یابد اثر گیاه بر روی سرعت باد در منطقه‌ای به فاصله ۱۰ الی ۱۵ برابر ارتفاع گیاه مشهود است	کاهش مصرف
	میزان نفوذپذیری	نفوذپذیری بهینه در حدود ۳۰ درصد است با تقلیل با افزایش میزان نفوذپذیری از کارایی بهینه پوشش گیاهی در برابر باد کاسته می‌شود اما به‌رحال این عامل نقش حفاظتی را خواهد داشت.	کاهش مصرف
	میزان تراکم در واحد سطح	افزایش میزان تراکم پوشش گیاهی در سطح اراضی ماسه‌ای فرسایش پذیر در ۱۰ تا ۱۵ درصد به کاهش فرسایش منجر گردیده و چنانکه مقدار به ۳۰ درصد ارتقاء یابد مقدار انتقال ماسه‌ها جزئی خواهد بود.	کاهش مصرف

جدول ۱-۲- علل و عوامل مؤثر در میزان مصرف مالچ

شاخص	عامل	اثر	تأثیر در میزان مصرف مالچ
ناهمواری در سطح اراضی ماسه‌ای	میزان ریگ و سنگریزه‌های درشت در سطح خاک	تقلیل اثر باد بر روی خاک، به سبب کاسته شدن از سرعت باد در فصل مشترک خاک و هوا	کاهش مصرف
وجود املاح	املاح آهکی موجود در روی تپه‌های ماسه‌ای در صورت مجاورت با آب لایه سختی را در سطح شکل می‌دهند	به علت چسبندگی بین ذرات ماسه به یکدیگر و تشکیل یک سخت لایه در سطح خاک پایداری آن در مقابل فرسایش بادی افزایش می‌یابد.	کاهش مصرف
ارتفاع تپه‌ها	افزایش ارتفاع تپه‌ها و وجود شیب شدید در روی آن‌ها به تقلیل میزان رطوبت در سطح می‌انجامد.	برای گیاهان معمولی رطوبت در دسترس در قسمت‌های فوقانی تپه‌ها کاهش پیدا کرده (مکش کمتر از ۲۰ اتمسفر) در نتیجه گیاهان در معرض تنش آبی پژمردگی و خشکی قرار می‌گیرد و با تقلیل پوشش گیاهی احتمال فرسایش بیشتر می‌شود.	افزایش مصرف
	افزایش ضریب تعدیل ناهمواری‌ها به سطح صاف	پستی‌وبلندی‌های زیاد عملاً سبب افزایش سطح در واحد سطح افقی می‌گردد. گاهی ضریب اصلاحی در تپه‌های ماسه‌ای به ۲۰ تا ۳۰ درصد بالغ می‌گردد.	افزایش مصرف
جهت باد	دارای یک جهت باد غالب، سایر سرعت بادها کمتر از حد آستانه فرسایش	حرکت ذرات ماسه در یک جهت، فرسایش تنها در روی شیب هم جهت با باد، ضرورت با مالچ‌پاشی در روی همان شیب	کاهش مصرف
	مختلف بیش از آستانه فرسایش	مالچ‌پاشی سراسری در روی تمامی عرصه	افزایش مصرف
تثبیت کامل در وضع موجود	به سبب آنکه ماسه‌های متحرک در فاصله نزدیکی از مراکز ارزشمند اقتصادی و غیره قرار دارند.	ضرورت تثبیت کامل تپه‌ها در وضع موجود که ممکن است با اهداف اقتصادی - اجتماعی فرهنگی و زیست‌محیطی صورت گیرد. ایجاد پوشش یکسره و متراکم از مالچ را در روی تپه‌های ماسه‌ای الزامی می‌سازد.	افزایش مصرف

جدول ۱۰۲- علل و عوامل مؤثر در میزان مصرف مالچ

شاخص	عامل	اثر	تأثیر در میزان مصرف مالچ
تثبیت قسمت تحتانی تپه‌ها	حدود ۱/۳ از قسمت فوقانی تپه‌ها بدون پوشش مالچ باقی می‌ماند.	در صورتی که امکان تسطیح نسبی تپه‌ها در حین تثبیت وجود داشته باشد. می‌توان حداکثر تا ۲/۳ از ارتفاع تپه‌ها را مالچ‌پاشی نموده و ۱/۳ باقی‌مانده از ارتفاع، جهت بهره‌گیری از قدرت باد برای تسطیح آن بدون پوشش باقی بماند.	کاهش مصرف
تثبیت نواری تپه‌ها	پیکره تپه‌های ماسه‌ای به‌صورت نوارهایی مالچ‌پاشی می‌شود.	کاربرد مالچ به‌صورت نواری ضمن کاهش میزان مصرف مالچ تثبیت آن‌ها و استقرار راحت‌تر بذر گیاهان را فراهم می‌سازد. به‌علاوه در شرایط وقوع رگبارها، هرز آب ایجاد شده روی نوارها در قسمت‌های مالچ‌پاشی شده نفوذ می‌کند.	کاهش مصرف

۵-۶-۷-۲ شاخص‌های مؤثر در تعیین تناژ مالچ مصرفی

جدول (۱۱-۲) مقدار تناژ مصرف مالچ برای تثبیت تپه‌های ماسه‌ای، به صورت منفرد، بارخان، سیف و مجموعه تپه‌های بهم‌پیوسته در شرایطی که حرکت آن‌ها در یک جهت دو طرفه یا جهت‌های مختلف باشد را در شرایط تعریف شده زیر به دست می‌دهد.

الف- مقدار سرعت باد

عامل تعیین‌کننده در تأثیر مالچ در فرسایش بادی، حداکثر سرعت باد است. مالچ‌ها باید قادر باشند در برابر شدیدترین بادهای پایداری ذرات خاک را در مقابل فرسایش حفظ کنند. از آنجا که در مناطق بیابانی ممکن است به طور تصادفی یا در دوره‌های طولانی مدت طوفان‌هایی با سرعت زیاد وجود داشته باشد، بنابراین عملاً تعیین تناژ مصرف، بر اساس حداکثر سرعت، به افزایش مصرف شده مالچ و ارتقاء هزینه‌ها منجر می‌گردد. با این حال در این مورد می‌باید میانگین سرعت حداکثر ده ساله باد منطقه مورد استناد قرار گیرد.

ب- میزان رطوبت خاک

مقادیر تناژ ارائه شده در جدول (۱۲-۲) برای شرایط رطوبتی تپه‌های ماسه‌ای میزان رطوبتی در حدود ضریب پژمردگی است که حدوداً ۴-۵ درصد حجمی رطوبت تپه‌ی ماسه‌ای است با افزایش مقدار رطوبت از میزان مصرف مالچ کاسته می‌شود.

جدول ۱۱-۲- تناژ مصرف مالچ برحسب فرم تپه‌های ماسه‌ها

نوع عرصه	فرم مرفولوژیکی	انتقال حرکتی	نوع تثبیت ۱- تمام پیکر ۲- نیم پیکر	میزان مصرف مالچ در سطح مؤثر T/hec
تپه‌های ماسه‌ای	بارخان	حرکت در یک سمت	۱- تثبیت	۸
			۲- تعدیل	۶
		حرکت در دو جهت	۱- تثبیت	۱۰
			۲- تعدیل	۸
		حرکت در جهات مختلف	۱- تثبیت	۱۱
			۲- تعدیل	۹
سرعت باد ۱۶ تا ۲۵ کیلومتر میزان رطوبت، ضریب پژمردگی تا ۵ درصد FC ارتفاع متوسط تپه‌ها ۶ تا ۱۰ متر بافت ماسه‌ای اندازه ذرات ۷۰ درصد سیلت درشت تا ماسه	منفرد و پراکنده	جهت عمده حرکت یک‌سو	۱- تثبیت	۱۰
			۲- تعدیل	۸
		جهت عمده نامشخص	۱- تثبیت	۱۱
			۲- تعدیل	۹
	سیلک و ارگ	حرکت یک سمت مشخص	۱- تثبیت	۸
			۲- تعدیل در ارتفاع	۷
		حرکت در دو جهت	۱- تثبیت	۹
			۲- تعدیل در ارتفاع	۸
		حرکت در جهات نامشخص	۱- تثبیت	۱۰
			۲- تعدیل در ارتفاع	۸

جدول ۲-۱۲- تناژ مصرف مالچ برای غبار نشانی

هدف	عرصه	مشخصات	میزان مالچ مصرفی تن بر هکتار
کاربرد مالچ برای تثبیت گردوغبار در شرایط استاندارد زیر: ۱- بدون تردد دام یا ماشین آلات سنگین بر روی آن پس از تثبیت ۲- در بادی با سرعت متوسط ۲۰ الی ۴۰ کیلومتر ۳- در عرصه رطوبت ریگزار درصد ضریب پژمردگی ۴- بیش از ۵۰ درصد مواد تشکیل دهنده بافت خاک، رس تا سیلت ریز ۵- طول مسیر در معرض باد تا ۱۵۰ متر	دشت‌های وسیع فاقد هر نوع پوشش	طول مسیر در مقابل باد بیشتر از ۱۰۰ متر	۵-۶
		کاملاً خشک و فاقد رطوبت هم‌زمانی وزش باد با رطوبت نسبی خاک در حد ضریب پژمردگی	۵-۴/۵
	دشت‌های وسیع با پوشش	مقدار پوشش گیاهی بیش از ۱۰ تا کمتر از ۲۰ با پراکنش یکنواخت	۵-۴/۳
		مقدار پوشش ۵ تا ۱۰ درصد (تاج پوشش یا باقی‌مانده پوشش)	۴
	غبار نشانی اطراف باندهای هلی کوپتر		۵
	اطراف باند فرودگاه در صورتی که گردوغبار ناشی از نشست و برخاست هواپیما باشد.	هر طرف تا ۳۰ متر محور باند در طول باند	۵-۴/۵
	باندهای خاکی بدون سطح آسفالت عرض ۶۰ متر در طول باند		۷-۱۰

۶-۶-۷-۲ نکات مهم پیرامون تناژ مصرف

- در اراضی با شیب ملایم (تا ۱۰ درصد) پاشش مالچ به صورت یکنواخت.
- با افزایش شیب بیش از ۱۰ درصد مقدار مصرف در این شیب‌ها بین ۲۰ تا ۳۰ درصد اضافه می‌شود.
- اگر هدف هم‌زمان از تثبیت تپه‌ها، تعدیل ارتفاع آن‌ها باشد مالچ‌پاشی در ۱/۳ قسمت فوقانی صورت نمی‌گیرد. در این حالت میزان مصرف مالچ حدود ۲۰ درصد کاهش خواهد یافت.
- در قسمت‌هایی که هدف تثبیت قطعی تپه در همان محل است میزان مصرف مالچ جبهه رو به باد تا ۳۰ درصد اضافه می‌شود.
- با افزایش حداکثر سرعت باد بین ۲۵ تا ۵۰ کیلومتر، ۳۰ درصد و ۵۰ تا ۸۰ کیلومتر در ساعت ۶۰ درصد مصرف مالچ اضافه می‌شود (جدول ۲-۱۳).

- در صورتی که نیاز به افزایش عمر مفید مالچ بر روی ماسه‌ها باشد در ازای هر یک سال ۱۵ درصد و حداکثر ۵۰ درصد به تناژ افزوده می‌شود.
- میزان مصرف مالچ برای تثبیت پیشانی تپه‌هایی که بسیار متحرک هستند تا ۳۰ درصد افزوده می‌شود.
- مالچ‌پاشی به صورت نواری در عرصه‌های تحت پوشش (مفید) ۲۰ تا ۳۰ درصد بیشتر از پاشش سراسری خواهد بود.
- برای ایجاد ضخامت بیشتری از لایه مالچ بر سطح ماسه‌ها به همان نسبت به مصرف مالچ اضافه می‌شود.
- در صورت مصرف مالچ جهت جمع‌آوری آب و هدایت هرز آب مقدار مصرف ۲۰ تا ۳۰ تن در هکتار خواهد بود.
- در محاسبه تناژ مصرف سطح واقعی ملاک عمل قرار می‌گیرند نه سطح ظاهری، در اراضی ماسه‌ای سراسر پوشیده شده از تپه‌ها با ارتفاع متوسط ۱۰ متر از تپه‌های مجاور، ضریب اصلاح سطح حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد خواهد بود.
- در دشت‌هایی با پوشش سنگریزه‌ای با افزایش سنگریزه‌ها از مقدار مصرف مالچ کاسته می‌شود، در ازای ۱۰ درصد پوشش سنگریزه مقدار مصرف ۲۰ درصد و برای ۱۵ درصد پوشش سنگریزه درشت مقدار مصرف ۴۰ درصد کاسته می‌شود.
- با افزایش مقدار رطوبت ناشی از تکاثف در تپه‌ها در ازای ۲۰ تا ۵۰ میلی‌متر در سال مقدار مصرف تا ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

جدول ۲-۱۳- تغییرات مصرف مالچ بر حسب وزش باد (طبقه‌بندی بوفورت)

عدد بوفورت	نوع باد	سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری، کیلومتر در ساعت	مشاهدات	خطر فرسایش بادی	عرصه فعالیت	میزان مصرف مالچ
۰	هوای آرام	$< ۱/۵$	دود از سطح زمین به صورت قائم بالا می‌رود.	بدون فرسایش	در قسمت عمده اراضی	بدون نیاز
۱	هوای ملایم	۱/۵-۵	جهت باد به وسیله جریان دود معلوم می‌شود.			
۲	باد آرام	۵-۱۲	صورت انسان جریان باد را احساس می‌کند، خش خش برگ‌ها شنیده می‌شود.			
۳	باد ملایم	۱۲-۲۰	حرکت دائمی برگ‌ها و ساقه‌های کوچک	شروع فرسایش (تپه‌های ماسه‌ای)	عرصه‌های ماسه‌ای و تپه‌ها، بارخان‌ها	۵ تا ۷ تن در هکتار
۴	باد متوسط	۲۰-۳۰	بلند شدن گردوغبار و کاغذهای کوچک از زمین، حرکت شاخه‌های کوچک	کم (در خاک‌های معدنی)	دشت‌های رسی و خاک‌های سنگین اراضی ماسه‌ای	۶ تا ۸ تن در هکتار به شرط آنکه تردد وسایل نقلیه یا دام روی آن صورت نگیرد.
۵	باد تند	۳۰-۴۰	به نوسان درآمدن درختان کوچک بر گذار			
۶	باد شدید	۴۰-۵۰	حرکت شاخه‌های بزرگ، سوت کشیدن سیم‌های تلگراف	قابل توجه	در اغلب مناطق ماسه‌ای و تپه‌های ماسه‌ای	۱۰ تا ۱۲ تن در هکتار
۷	تندباد متوسط	۵۰-۶۲	حرکت تمامی درختان، احساس ناراحتی هنگام حرکت در جهت مخالف باد			
۸	تندباد نسبتاً شدید	۶۲-۷۵	شکسته شدن ساقه‌های کوچک درختان جلوگیری از حرکت در جهت مخالف باد	شدید	ماسه‌ها به شدت متحرک	تا ۱۵ تن در هکتار
۹	تندباد شدید	۷۵-۸۸	خسارات ساختمانی کم (به سقف و دودکش)	شدید و خیلی شدید	در عرصه‌های بیابانی	نتایج نامشخص - اغلب به سرعت باعث شکست لایه مالچ می‌گردد.
۱۰	تندباد خیلی شدید	۸۸-۱۰۰	ریشه‌کن شدن درختان، به وجود آمدن خسارات ساختمانی قابل توجه			
۱۱	طوفان	۱۰۰-۱۲۰	به وجود آمدن خسارات شدید			

			به وجود آمدن خرابی و ویرانی	> ۱۲۰	طوفان خیلی شدید	۱۲
--	--	--	-----------------------------	---------	--------------------	----

۲-۷-۷ ضوابط و معیارهای تعیین جاده نفوذی

طراحی شبکه راه در پروژه‌های مالچ پاشی، اصولاً با هدف دسترسی به کمپ مادر، کمپ حرارتی، کمپ تخلیه و در مواردی عرصه‌های موردنظر برای مالچ پاشی صورت می‌گیرد (شکل ۲-۳۰) و از این نظر جزء راه‌های اختصاصی قلمداد می‌گردد، هر چند که در مواردی بخشی از این راه‌ها به مناسبت ایجاد امکانات جدید برای دسترسی به مناطق مختلف روستایی، عرصه‌های مرتعی، معادن و تأسیسات اطراف و یا حتی به منزله تنها راه ارتباطی منطقه، مورد استفاده عمومی نیز قرار می‌گیرد.



شکل ۲-۳۰- نمایشی از جاده نفوذی جهت دسترسی به تپه‌ها

راه‌های مورد استفاده در پروژه‌های مالچ‌های نفتی اصولاً از زمره راه‌های روستایی و عمدتاً از نوع راه‌های درجه ۳ و بخشی نیز درجه ۲ می‌باشند. آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی تعاریف زیر را برای این راه‌ها و مشخصات آن ارائه می‌دهد.

۲-۷-۷-۱ طبقه‌بندی «راه‌های دسترسی» مورد استفاده در پروژه مالچ پاشی

«راه‌های دسترسی» مورد استفاده در پروژه‌های مالچ پاشی از نظر موقعیت توپوگرافی به شرح زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

- راه هموار (دشتی)

زمین محدوده عبور راه، هموار (دشت) است. شیب عمومی خط بزرگ‌ترین شیب محدوده کمتر از ۳ درصد و شیب طولی راه، بسته به درجه راه حداکثر به ۵ تا ۷ درصد می‌رسد. قسمتی از راه‌های احداثی در قلمرو پروژه‌های مالچ‌پاشی که از کفه‌های کویری و عرصه‌های بیابانی می‌گذرند در این درجه قرار دارند.

– راه تپه‌ماهوری

زمین محدوده عبور، پستی‌وبلندی ملایمی دارد. خط بزرگ‌ترین شیب، عموماً دارای شیب ۳ تا ۷ درصد است. شیب طولی راه، بسته به درجه راه حداکثر به ۶ تا ۱۱ درصد می‌رسد. بخشی از راه‌های پروژه‌های مالچ‌پاشی که بعضاً راه‌های کمپ اصلی و عموماً راه‌های کمپ حرارتی را شامل می‌شود در این درجه راه قرار می‌گیرند.

– راه هموار، تپه‌ماهوری با مانع

اگر در محدوده عبور راه، موانعی وجود داشته باشد، بسته به مورد، راه از طبقه «هموار با مانع» یا «تپه‌ماهوری با مانع» خواهد بود.

با توجه به طبقه‌بندی فوق عموماً راه‌های احداثی در پروژه‌های مالچ‌پاشی را می‌توان از زمره راه هموار برای راه‌های دسترسی به کمپ مادر و کمپ حرارتی تپه‌ماهوری برای دسترسی به کمپ حرارتی و کمپ تخلیه و بالاخره راه تپه‌ماهوری با مانع برای دسترسی به کمپ‌های تخلیه و عرصه‌های مالچ‌پاشی و نهال‌کاری دانست.

۲-۷-۷-۲ درجه‌بندی راه‌ها

از نظر درجه‌بندی راه، آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی تعاریف زیر را برای عملکرد راه‌هایی که عموماً در پروژه‌های مالچ‌پاشی مورد استفاده قرار می‌گیرد ارائه می‌دهد.

– راه روستایی درجه دو

نقش این راه، تأمین ارتباط محدود بین روستاها، یا اتصال روستاها، معادن و مراکز تولیدی روستایی به راه روستایی درجه یک، راه فرعی وزارت راه و ترابری (و احتمالاً راه اصلی) است.

– راه روستایی درجه سه

نقش این راه، تأمین ارتباط کاملاً محلی و محدود بین روستاها، یا اتصال روستاها، معادن و مراکز تولیدی روستایی به راه‌های روستایی درجه دو و درجه یک (و احتمالاً راه فرعی وزارت راه و ترابری) است. کم بودن ترافیک و پایی نبودن هزینه اجرا، شاخص مهم این نوع راه است.

۳-۷-۷-۲ مبانی طراحی

ابعاد و ویژگی‌های انواع و سایل نقلیه که از راه‌های مربوط به پروژه‌های مالچ استفاده می‌کند در طرح هندسی این راه‌ها مؤثر است. در طرح هندسی راه از خودرو طراحی استفاده می‌شود که در بین خودروهای استفاده‌کننده از راه بیشترین نیاز را دارد. بنابراین در تعیین اجزاء هندسی راه مواردی نظیر: حداقل عرض، شعاع گردش و فاصله دید، براساس مشخصات فیزیکی و سایل نقلیه‌ای انجام می‌گیرد که از راه استفاده می‌کند. از آنجا که راه‌های کمپ اصلی و کمپ حرارتی و کمپ تخلیه محل تردد اتومبیل وانت (سواری) کامیون و تریلی است علی‌هذا در طراحی راه قابلیت آن‌ها جهت تردد این وسایل ملاک عمل خواهد بود.

۴-۷-۷-۲ تأثیر محیط اطراف در طراحی راه

مراحل مطالعاتی راه و طرح هندسی آن، صرفاً تابع شرایط اقتصادی نبوده بلکه تحت تأثیر محیط اطراف راه نیز می‌باشد.

مسیرهای تردد ماشین‌آلات برای رسیدن به کمپ‌های مادر، کمپ حرارتی عموماً راه‌هایی دشتی و مسطح هستند به‌ندرت محل عبور آن‌ها در اراضی تپه‌ماهور ماسه‌ای است. در این دسته از اراضی مسیریابی جاده‌ای با مشکلات زیادی توأم نبوده و به دلیل وجود مواد ریزدانه و رسی اغلب امکان ایجاد بستر مناسبی برای تردد ماشین‌آلات سنگین نظیر کامیون‌های مالچ بر مسیر است، در مقابل مسیرهای دسترسی به عرصه‌های مالچ‌پاشی عموماً ماسه‌ای هستند که عملاً تردد کامیون و وسایل نقلیه سبک در روی آن‌ها یا امکان‌پذیر نبوده یا با سختی بسیار صورت می‌گیرد (شکل ۲-۳۱) در واقع عملاً عبور بولدوزر از یک مسیر و کشیده شدن اسکی روی آن و متعاقباً اجرای برنامه مالچ‌پاشی سبب تسطیح مسیر و تثبیت آن گردیده و امکان تردد ماشین‌آلات سبک و تراکتور در روی آن مسیر می‌گردد، این همان مسیرهایی است که در صورت اجرای فعالیت‌های بیولوژیک و نهال‌کاری در عرصه و در صورت ضرورت به آبیاری آن‌ها می‌توان از این مسیرها جهت تردد تانکر آب استفاده نمود (شکل ۲-۳۲).



شکل ۲-۳۱- برای رسیدن به محل کار الزاماً می‌باید موانع و عوارضی چون نمکزار یا کوبیرهای خیس را دور زد.



شکل ۲-۳۲- حرکت بلدوزر در یک مسیر ماسه‌ای و تسطیح آن به وسیله اسکی و مالچ پاشی بر روی آن (شکل بالا) می‌تواند سبب ایجاد مسیرهایی شود که بعداً جهت آبیاری نهال‌ها، مورد استفاده قرار گیرد (شکل پایین).

-شرایط اراضی

عمده‌ترین عوامل اقلیمی تأثیرگذار بر احداث جاده‌های نفوذی و مسیرهای دسترسی به کمپ‌های مالچ یا عرصه‌های مالچ‌پاشی بارندگی و باد است.

اگرچه بارندگی در مناطق بیابانی اندک است، اما اغلب ریزش‌ها به صورت رگبار بوده و عموماً به تجمع آب در سطح و یا جریان هرز آب منجر می‌گردد. اگر بستر مسیرهای تردد را خاک‌های سنگین و رسی تشکیل دهند، تجمع آب می‌تواند به لغزنده شدن، چسبندگی بستر جاده‌ها منجر گردد. در این شرایط نه تنها عبور ماشین‌آلات با سختی بسیار زیاد صورت می‌گیرد و یا عبور از آن‌ها عملاً ناممکن می‌گردد بلکه سطح جاده نیز تخریب گردیده و پس از خشک شدن نیز نیاز به تسطیح و شن‌ریزی دارد. در صورتی که مسیر جاده از اراضی ماسه‌ای عبور کند، وقوع بارندگی و مرطوب شدن سطح ماسه‌ها به تثبیت و پایداری آن‌ها کمک نموده و امکان تردد ماشین‌آلات سهل‌تر می‌گردد.

-منابع آب موجود

تلاقی مسیر جاده با مسیر عبور نهرهای آبیاری و رودخانه‌ها مستلزم رعایت تمهیداتی نظیر لوله‌گذاری و ایجاد پل‌هایی است که سبب قطع آن‌ها نشود. تنها در صورتی می‌توان کانال‌های آبیاری را به صورت موقت پر نمود که فصل مالچ‌پاشی هم‌زمان یا فصل استفاده از آن‌ها جهت آبیاری نبوده و بلافاصله بعد از اتمام عملیات نیز نسبت به بازسازی آن‌ها اقدام نمود.

-تأسیسات موجود

اگرچه میزان تأسیسات و تراکم زیرساخت‌ها و تجهیزات در مناطق بیابانی اندک است اما به هر حال وجود بعضی از این عوامل در یک منطقه یا ضرورت اجرای فعالیت‌های تثبیت شن برای حفاظت از این تأسیسات و تجهیزات نظیر راه‌آهن، روستاها، لوله‌های گاز و نفت در مقابل شن‌گرفتگی، سبب می‌گردد تا پروژه احداث راه‌های دسترسی، با این موانع برخورد نماید و به هنگام طراحی مسیر راه‌های دسترسی می‌باید به این موارد توجه گردیده به‌ویژه محل‌های عبور لوله‌های گاز و نفت از نظر ایمنی موردتوجه بیشتری قرار گیرد (شکل ۲-۳۳).



شکل ۲-۳۳- لوله‌های انتقال مواد سوختی از موانع تردد ماشین‌آلات مالچ‌پاشی در منطقه کار است.

۵-۷-۲ ضابطه‌های کلی امتداد افقی مسیر (پلان)

در زیر رهنمودهای کلی امتداد افقی مسیر راه آمده است.

الف) امتداد افقی مسیر، بهتر است تا حد امکان با پستی و بلندی و عوارض طبیعی زمین هماهنگ باشد. مسیری که به‌طور یکنواخت و هماهنگ با خط‌های تراز طرح می‌شود از مسیری که دارای بخش‌های مستقیم طولانی است ولیکن یک‌باره به سربالایی و سرپایینی می‌رسد، برتر است.

ب) تا حد امکان سعی در به کار بردن پیچ با شعاع زیاد شود و از به کار بردن پیچ با شعاع حداقل، جز در شرایط استثنایی، اجتناب شود.

پ) هماهنگی امتداد افقی مسیر در طول راه رعایت شود و از به کار بردن پیچ تند در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی یا تغییر ناگهانی از یک پیچ با شعاع بزرگ به یک پیچ با شعاع کوچک اجتناب شود.

ت) بهتر است طول پیچ، به اندازه کافی زیاد باشد تا از به وجود آمدن پیچ ظاهراً تند پرهیز شود.

ث) در خاکریزهای بلند و طولانی بهتر است پیچ با شعاع زیاد انتخاب شود.

ج) پیچ مرکب با شعاعهای نامتناسب همان اشکالی را به وجود می آورد که اتصال یک مسیر مستقیم به یک پیچ با شعاع کم پدید می آید. در پیچ مرکب، نباید شعاع پیچ بزرگتر از یک و نیم برابر شعاع پیچ کوچکتر بیشتر باشد. در موردهایی که تأمین شرایط بالا امکان پذیر نباشد، مشکل به کمک یک قوس اتصال تدریج یا یک پیچ واسطه دیگر رفع می شود.

چ) از تغییر جهت ناگهانی در امتداد افقی مسیر باید احتراز شود. به این منظور، باید بین دو پیچ، خط مستقیم کافی یا قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید) به کار رود.

ح) پلان راه باید با نیمرخ طولی آن هماهنگ باشد.

۶-۷-۲- شیب طولی

شیب طولی به شیب سطح تمام شده راه در امتداد مسیر گفته می شود. این شیب همان شیب طولی خط پروژه است و به طور عمده به وسیله پستی و بلندی، درجه راه، پیچ، قدرت وسایل نقلیه سنگین، هزینه تملک حریم راه، ایمنی، مسافت دید، هزینه های ساخت راه و غیره کنترل می شود. جدول (۲-۱۴) حداکثر شیب طولی راه روستایی با راه های دسترسی به کمپ حرارتی را نشان می دهد.

از دیاد شیب طولی راه، معمولاً مشکلات زیر را دارد.

الف) کاهش سرعت حرکت وسایل نقلیه، به ویژه وسایل نقلیه سنگین در سربالایی.

ب) افزایش آلودگی (صدا و هوا) در سربالایی

پ) لغزش حرکت وسیله نقلیه در شیب در شرایط برف و یخبندان

ت) کاهش ایمنی تقاطع های واقع در شیب

ث) افزایش احتمال تصادف

با توجه به موردهای بالا، باید از اعمال شیب طولی تند و طویل خودداری شود. حداکثر شیب طولی تند و طویل خودداری شود.

علاوه بر شیب طولی باید به طول شیب نیز توجه شود و لازم است از به کار بردن شیب های تند در طول های زیاد اجتناب کند.

جدول ۱۴-۲- حداکثر شیب طولی راه روستایی با راه‌های دسترسی به کمپ حرارتی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)			نوع منطقه
۴۰	۳۰	۲۵ و کمتر	
حداکثر شیب طولی (درصد)			
۷	-	-	
۹	۱۰	۱۱	هموار
۱۱	۱۲	۱۲	تپه‌ماهور
			دارای شیب زیاد و با مانع

۲-۷-۷-۷ تخلیه آب‌های سطح راه

تخلیه آب‌های سطحی شامل جمع‌آوری، هدایت و دور کردن آب‌های سطحی از سواره‌رو، شانه‌ها و آب‌های سطحی حریم راه، است. موردهایی که در طرح تخلیه آب‌های سطحی به آن توجه می‌شود عبارت است از: نوع رو سازی، قبول یا عدم قبول احتمال سیلابی شدن سطح راه، میزان نفوذ آب، شیب‌های طولی و عرضی راه، روش تخلیه آب به نهرهای طرفین، ایمنی و هزینه.

۲-۷-۷-۸ تخلیه آب‌های ورودی به حریم راه

آب‌هایی که وارد حریم می‌شوند در صورت تجمع و انباشتگی آن در اطراف مسیر راه در صورتی که به بدنه راه نفوذ نموده و سبب ناپایداری مسیر شود می‌تواند در تردد ماشین‌آلات مسئله ساز باشد. در صورتی که مسیر راه حین عبور سبب قطع مسیل‌های کلی گردد وقوع رگبارهای تند و جریان‌ات سیلابی می‌تواند محل خطر آب بردگی برای راه باشد. تجمع آب در بالادست و عمل نمودن مسیر راه به عنوان یک سد در صورت ناپایداری می‌تواند متضمن خطرات جدی برای مناطق پایین‌دست باشد در این صورت با احداث ابنیه فنی مناسب و یا تعبیه آبروهای مناسب به تعداد کافی می‌باید تمهیدات لازم را جهت تخلیه هرز آب‌های سطحی به عمل آورد.

۲-۷-۸ ضوابط و معیارهای تعیین کیفیت مالچ

ضوابط و معیارهای تعیین کیفیت مالچ پاشی بر روی عرصه را می‌توان به گروه‌های زیر تقسیم کرد:

۱- معیارهای وضعیت مالچ

۲- معیارهای عمل مالچ پاشی

۳- معیارهای کارایی مالچ پاشیده شده

۴- معیارهای نتیجه کار مالچ پاشی

۱-۸-۷-۲ معیارهای وضعیت مالچ

معیارهای وضعیت مالچ شامل مشخصات فیزیکی و شیمیایی و آثار زیست محیطی آن است.

- مشخصات فیزیکی مالچ

مالچ های نفتی را موادی متشکل از برش های مختلف نفتی تشکیل می دهند که می تواند به اشکال مختلفی و با فرمولاسیون های متعددی در پالایشگاه های نفت تولید گردد.

مالچ ها باید دارای استاندارد لازم باشد. بدین منظور بایستی مالچ خروجی از پالایشگاه و مالچ رسیده به منطقه عملیاتی مورد بررسی آزمایشگاهی قرار گیرد. بدین منظور چندین نمونه از مالچ تولیدی در مخزن پالایشگاه برداشته شده و مورد ارزیابی قرار می گیرد، در صورت تایید کیفیت مالچ، مجوز بارگیری صادر خواهد شد. همچنین در زمان دریافت مالچ در عرصه نیز جهت اطمینان خاطر، از تانکر حامل مالچ نمونه گیری شده و مورد بررسی قرار خواهد گرفت. شاخص های مورد بررسی در جدول (۱۵-۲) نشان داده شده است. چنانچه مالچ فاقد مشخصات و کیفیت لازم باشد، باید از پاشش آن جلوگیری شود.

جدول ۲-۱۵- مشخصات فیزیکی مورد توافق در مورد مالچ (معمولی) تولیدی در ایران

۱- Kin. Vis., at 50 C (cSt)	۱۱۰-۲۱۰
۲- Reswood (1) Vis., at 100 F (Sec)	۵۸۰-۱۸۰۰
۳- Specific Gravity at 25 C	Tobe reported
۴- Flash point, Min. (F)	۱۴۵
۵- Pour point, Max. (F)	۶۰
۶- Distillation Range (average)	
IBP	۲۵۰□
۵٪	۳۰۰□
۱۰٪	۳۱۰□
۲۰٪	۳۷۰□
۳۰٪	۴۱۰□
۵۰٪	۴۸۰□
IBP- 170 C, MAX	۵٪
IBP- 200 C,MAX	۱۰٪

در خصوص میزان عناصر سنگین و هیدروکربن‌ها نیز باید از استانداردهای موجود تبعیت نموده و مقدار آن‌ها را استانداردها از جمله ضابطه ۷۸۳ مطابقت داد.

-مشخصات شیمیایی مالچ‌های نفتی

اجزاء شیمیایی تشکیل‌دهنده برش‌های سنگین نفتی (از جمله مالچ‌های نفتی) را به چهار جزء اصلی اشباع‌شده‌ها (Saturates)، نفتن آروماتیک‌ها (NapHthene Aromatics)، پلارآروماتیک‌ها (Polar Aromatics) و آسفالتین‌ها (AspHalthenes) تقسیم نموده‌اند. مشخصات شیمیایی مالچ‌ها در جدول (۲-۱۶) ذکر شده است. هر جزء که طیف وسیعی از هیدروکربن‌های سنگین نفتی است، در ساختار شیمیایی، خواص فیزیکی مخلوط کلئیدی آن تأثیرات قابل‌ملاحظه‌ای دارد.

همچنین میزان و تناسب هر کدام (محدوده) از اجزاء تشکیل‌دهنده آن به‌منظور دارا بودن خواص فیزیکی و شیمیایی مشخص آن حائز اهمیت است. نتایج اندازه‌گیری این اجزاء بر روی دو نمونه مالچ معمولی پالایشگاه آبادان و پالایشگاه تهران که در سال ۱۳۸۳ توسط پژوهشگاه صنعت نفت انجام شده به شرح جدول (۲-۱۶) می‌باشد.

جدول ۲-۱۶- مشخصات شیمیایی مالچ (مقادیر به درصد)

آسفالتین‌ها	پلار آروماتیک‌ها	نفتن آروماتیک‌ها	اشباع شده‌ها	اجزای تشکیل دهنده نمونه
۲/۵۹	۲۲/۵۹	۴۱/۹۴	۳۲/۸۸	مالچ آبادان
۱/۴۸	۲۱/۸۲	۴۰/۹۰	۳۵/۸۰	مالچ تهران

به‌عنوان مثال نفتالین که کم خطرترین مولکول است، حدود ۹۵/۲ درصد از آن در هوا به صورت فاز گازی و بنزوالفاپیرن که خطرناک‌ترین آن‌ها بشمار می‌رود، ۹۹/۱ درصد از آن در خاک باقی می‌ماند.

ضمناً مؤسسه تحقیقات صنعتی ایران، حد مجاز ترکیبات (مجموع) حلقوی چندهسته‌ای (PAHs) در آب آشامیدنی را حدود $200 \mu\text{g}/\text{lit}$ اعلام نموده است.

طبقات شاخص عناصر سنگین و آلاینده‌ها

این شاخص دارای دو طبقه (کمتر از آستانه و بیشتر از آستانه) می‌باشد. مقدار تمامی عناصر و ترکیبات موردنظر باید کمتر از مقدار یا آستانه مشخص شده باشد. چنانچه مقدار این آلاینده‌ها بیشتر از آستانه باشد، ماده تثبیت کننده مورد بررسی نامناسب بوده و قابل استفاده نخواهد بود.

روش بررسی شاخص عناصر سنگین و آلاینده‌ها

برای بررسی این شاخص باید طبق روش‌های استاندارد میزان عناصر سنگین و هیدروکربن‌های موردنظر در مواد تثبیت کننده اندازه گیری شود.

معیاری برای خاک همانند آب به دلیل پیچیدگی شرایط و دخالت عوامل متعدد برای میزان آلودگی PAHs و استاندارد ملی وجود ندارد. طبق دستورالعمل فنی ارزیابی کارایی تثبیت کننده های خاک (مالچ) ضابطه ۷۸۳ حد آستانه ترکیبات آروماتیک تعیین گردید (جدول ۲-۱۷).

جدول ۲-۱۷- تشریح ویژگی‌های شاخص عناصر سنگین و آلاینده‌ها جهت بررسی کارایی مواد تثبیت‌کننده خاک

معیار	شاخص	دسته‌گاه یا روش اندازه‌گیری	ویژگی مورد اندازه‌گیری	آستانه (ppm)
خصوصیات مالچ	فلزات سنگین	دستگاه ICP، جذب اتمی یا فلورسانس اتمیک	سرب	۲۰۰
			کروم	۱۵۰
			کادمیم	۱۰
			نیکل	۱۲۰
			روی	۱۳۰۰
			جیوه	۵
			آرسنیک	۱۰
			وانادیم	
	ترکیبات آروماتیک و سایر آلاینده‌ها	روش‌های استاندارد	PAHs	۶
			Acenaphthene	۳/۶
			Acenaphthylene	-
			Anthracene	۲/۲
			Fluoranthene	۲/۲
			Fluorene	۲/۲
			Naphthalene	۱/۳
			Phenanthrene	۷/۸
			Pyrene	۱/۲
			Benz[a]anthracene	۱
			Benzo[b]fluoranthene	۱
			Benzo[k]fluoranthene	۱
			Benzo[g,h,i]perylene	۱
			Benzo[a]pyrene	۱
			Chrysene	۱

معیار	شاخص	دسته گاه یا روش اندازه گیری	ویژگی مورد اندازه گیری	آستانه (ppm)
			Dibenz[a,h]anthracen	۲/۲
			Indeno[1,2,3- c,d]pyren	۱/۵

در جدول شماره (۲-۱۸) میزان استانداردهای بین المللی تماس با بنزوآلفاپیرن و در جدول شماره (۲-۱۹) میزان دریافت روزانه مجاز برای برخی از PAHs ارائه شده است. واضح است که انسان به نوعی در تماس دائم با مواد PAHs قرار می گیرد (اکبرنیا و همکاران، ۱۳۸۴).

جدول ۲-۱۸- میزان استانداردهای بین المللی تماس با PAHs

نوع استاندارد	مبنای	غلظت حد مجاز	مرجع
حد آستانه مجاز تماس (PEL) بر حسب میانگین وزنی و در مدت ۸ ساعت کار روزانه	مواد قابل حل بخارات قطران در حلال بنزن	0.2 mg/m^3	OSHA
-	B [a] P	$0.2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	OSHA
TLV در مدت ۸ ساعت کار روزانه به مدت ۴ روز	مواد قابل حل بخارات قطران در حلال بنزن	0.2 mg/m^3	ACGIH
TLV	مواد قابل حل بخارات قطران در سیکلوهاگزان	0.1 mg/m^3	NIOSH
MAC	B [a] P	0.15 mg/m^3	روسیه
TLV	B [a] P	$0.10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	سوئد
TLV	B [a] P	$5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	آمریکا

جدول ۲-۱۹- میزان مجاز دریافت روزانه تعدادی از PAHs

میزان مجاز دریافت روزانه mg/kg/day	مواد شیمیایی Chemical
6.0×10^{-2}	Acenaphthene
3.0×10^{-1}	Anthracene
4.0×10^{-1}	Benzo [g, h, i] perylene
4.0×10^{-1}	Dibenzofuran
4.0×10^{-1}	Fluoranthrene
4.0×10^{-1}	Fluorene

۲- Methyl naphthalene	$4/0 \times 10^{-3}$
Naphthalene	$4/0 \times 10^{-3}$
Phenanthrene	$4/0 \times 10^{-3}$
Pyrene	$4/0 \times 10^{-3}$

مالچ مصرفی برای برنامه‌های تثبیت ماسه‌های روان از سه پالایشگاه تهران، آبادان و شیراز تأمین می‌گردد و هر دو پالایشگاه آبادان و تهران بخشی از نفت خام خود را از نفت خام تقریباً سبک مارون اهواز تأمین می‌نمایند. البته میزان Bap موجود در مالچ استحصالی از نفت خام سبک کمی کمتر از نفت خام سنگین است. میزان PAHs مالچ‌های مصرفی در جدول (۲-۲۰) ارائه شده است. به هر حال میزان Bap مالچ در محدوده ۲-۲/۵ ppm می‌باشد و حداکثر آن که به‌ندرت پیش می‌آید در مورد نفت خام سنگین است که ممکن است به ۳ ppm برسد.

جدول ۲-۲۰- میزان (ppm) هیدروکربن‌های پلی آروماتیک PAHs دو نوع مالچ مصرفی

Bghip بنزو ghi پرین	Bap بنزو	PY پیرن	FLT فلورانتین	PAHs نمونه
۹/۲	۲/۱	۴۳	۱۶	مالچ تهران
۱۱/۰	۲/۰	۳۱/۷	۷/۴	مالچ آبادان

این میزان از مشکلی PAHs شناخته شده‌ای را در طبیعت و محیط‌زیست نخواهد داشت و می‌تواند معیار زیستی کیفیت مالچ تلقی گردد.

در مجموع تا زمانی که مالچ‌های جدیدی که کاربرد آن‌ها دارای توجیهات فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی باشد، معرفی نگردیده است، ویژگی‌های فعلی می‌تواند، معیارهای سنجش وضعیت مالچ قرار گیرد.

۲-۷-۸-۲ معیارهای عمل مالچ پاشی

-ویژگی‌های مالچ پاشی

۱- یکنواختی: مالچ‌ها می‌باید به‌طور یکنواخت در سطوح مناطق مورد مصرف پاشیده شوند، مگر آنکه در طرح برای پاشیدن آن روش دیگری توصیه شده باشد با مشاهده صحرایی و دیدن مستقیم می‌توان این وضعیت را مورد سنجش قرار داد. تحت هیچ شرایطی نباید مالچ‌ها از روی تپه‌ها «شره» کرده در پایین دست انباشته شوند. پس از اجرای عملیات مالچ‌پاشی نباید در هیچ بخش از عرصه کار قسمتی از مالچ به‌صورت مابع وجود داشته باشد.

۲- در صورتی که در طرح انجام مالچ‌پاشی به صورت نواری پیش‌بینی شده باشد، در این صورت در هریک از نوارهای مالچ‌پاشی شده رعایت پوشش یکنواخت مالچ ضروری است.

- تناژ مصرف

در شرایط مختلف می‌توان بر اساس شرایط محیطی و طرح تنظیمی، مالچ‌پاشی با تناژ متفاوتی صورت گیرد. تعیین شاخص تناژ با استفاده رابطه زیر محقق می‌گردد:

$$\frac{T}{h} = \frac{\sum M}{(A \times C)} \quad \text{رابطه (۲-۲)}$$

T/h = شاخص تناژ یا مقدار مصرف در هکتار

$\sum M$ = مجموع وزن مالچ‌هایی است که بر اساس برنامه تانکرهای حمل در یک دوره زمانی مشخص وارد منطقه گردیده و برای پاشش به کمپ تخلیه انتقال یافته است

A = سطحی از منطقه که در همان دوره زمانی تحت اجرای مالچ‌پاشی قرار گرفته است.

C = ضریب اصلاح سطح ناشی از میزان پستی و بلندی منطقه.

تغییرات تناژ مالچ مصرف شده میزان پیش‌بینی شده حداکثر تا $\pm 10\%$ درصد می‌تواند توجیه‌پذیر باشد.

- نفوذ یکنواخت

مالچ بعد از پاشیدن تحت تأثیر مجموعه عواملی که عمده‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- نوع مالچ

- تناژ مصرف
- حرارت مالچ پاشیده شده در زمان مصرف
- درجه حرارت سطح خاک در زمان مالچ پاشی
- میزان رطوبت خاک
- میزان گرمای دریافتی در یک فاصله دوره بعد از مالچ پاشی (حداقل گذراندن یک فصل تابستان)؛
- در خاک نفوذ می کند.

تغییرات عمق این نفوذ در قسمت‌های مختلف مالچ پاشی شده تنها به شرطی قابل قبول است که بنا به توصیه کارشناس لازم باشد به هنگام پاشیدن در جهات متفاوت تپه، یا ارتفاعات مختلف آن از مقادیر مختلفی از مالچ استفاده شود. در غیر این صورت چنان که طبق برنامه، انجام مالچ پاشی قرار است به صورت یکنواخت صورت گیرد، بنابراین نفوذ مالچ نیز در خاک می باید یکنواخت باشد.

۳-۸-۷-۲ معیارهای کارایی

به هنگام برنامه ریزی برای کاربرد مالچ‌های نفتی در هر منطقه برای استفاده از آن اهدافی تعریف و انتظاراتی تبیین می گردد. این موارد عموماً به قرار زیر هستند:

- تثبیت اراضی ریز دانه و کاهش گردوغبار
- کاهش یا ممانعت از جابجایی ماسه ها
- کاهش ارتفاع و تعدیل تپه های ماسه ای
- ممانعت از بیرون آمدن ریشه نهال های کاشته شده
- حفاظت از خطوط مواصلاتی و ارتباطی
- حفاظت مناطق مسکونی (روستاها و شهرها)
- حفاظت از تأسیسات زیربنایی شبکه آب، برق، گاز، نفت، جاده، راه آهن

- حفاظت از اراضی زراعی و باغ‌ها

در طول مدت زمانی که برای عمر مفید مالچ تعیین می‌گردد، کاربرد مالچ می‌باید اهدافی را که برای آن تعریف گردیده است محقق سازد. تشخیص بعضی از این موارد نظیر اخذ نتیجه مطلوب از تثبیت ماسه‌ها به منظور حفاظت از خطوط موصلاتی، مناطق مسکونی، اراضی زراعی کاملاً و به سادگی از طریق مشاهده مستقیم امکان‌پذیر است.

۳-۸-۷-۲-معیارهای نتیجه

کاربرد معیارهای نتیجه، برای قضاوت درباره نحوه کیفیت مالچ‌پاشی پس از پایان دوره تعیین شده برای عمر مفید مالچ قابلیت استفاده را دارد.

این معیارها عبارتند از:

-معیارهای فیزیکی

در این مورد قضاوت خواهد شد که آیا کاربرد مالچ توانسته است. اثرات فیزیکی پیش‌بینی شده در منطقه را داشته باشد یا خیر. عمده‌ترین شاخص در این امر افزایش پایداری خاک در مقابل فرسایش بادی و کاهش جابجایی میزان ذرات خاک است.

- معیارهای زیستی

معیارهای زیستی عموماً متکی بر میزان موفقیت در تقویت و توسعه پوشش گیاهی طبیعی منطقه یا نحوه استقرار گیاهان کاشته شده در آن عرصه، در این مورد بر مبنای وضعیت پایداری پوشش گیاهی در منطقه مالچ‌پاشی شده قضاوت خواهد شد. به هنگام قضاوت در این زمینه می‌باید ظرفیت واقعی پوشش گیاهی و توان اکولوژیک منطقه مورد توجه قرار گیرد. نباید انتظار داشت که در عرصه‌ای با بارندگی کمتر از ۱۰۰ متغیر در سال، تبخیر بیش از ۳۰۰۰ میلی‌متر در سال عمق زیاد آب زیرزمینی و خشکی مفرط هوا، بتوان جنگل شاداب و متراکمی از درختان یا درختچه‌ها حتی با تعداد پانصد اصله در هکتار داشت.

-معیارهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی

فعالیت‌های مالچ‌پاشی در آغاز کار می‌تواند علاوه بر محدودیت‌هایی که فرسایش بادی در شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی دارد، سبب کاهش منافع و منابع درآمدی مردم نیز گردد. عموماً کار مالچ‌پاشی با قرق منطقه و ممانعت از ورود دام به عرصه مراتع فرسایش یافته آغاز می‌گردد؛ اما پس از مدتی منافع حاصل از اجرای فعالیت‌های مالچ‌پاشی نمایان می‌شود. بعضی از این موارد عبارتند از:

- منافع اقتصادی ناشی از حفاظت از جاده، شبکه آبیاری و قنوات
- منافع اقتصادی ناشی از حفاظت از اراضی زراعی و باغات
- منافع اقتصادی ناشی از حفاظت تأسیسات مسکونی و زیرساخت‌های روستایی
- منافع اقتصادی ناشی از حفاظت از خطوط مواصلاتی
- منافع اقتصادی ناشی از افزایش محصول
- منافع اقتصادی ناشی از افزایش تولید علوفه

علاوه بر این موارد دیگری که مستقیماً قابل ارزش‌گذاری پولی نیستند، نظیر ممانعت از مهاجرت حفظ منظر، حفظ آثار فرهنگی و ارزش‌های اجتماعی وجود دارد که در زمره معیارهای اجتماعی، فرهنگی کاربرد مالچ‌های نفتی قرار دارند. مجموع موارد سه گانه فوق، معیارهای نتیجه را تعیین می‌نمایند. در جدول (۲-۲۱) شاخص‌ها و معیارهای تعیین کیفیت مالچ بر روی عرصه خلاصه گردیده است.

جدول ۲-۲۱- شاخص‌ها و معیارهای تعیین کیفیت مالچ بر روی عرصه

معیارها	زمان کاربرد	اجزاء	شاخص
معیارهای وضعیت	آغاز و قبل از پاشش مالچ	مشخصات فیزیکی	انطباق با مشخصات اعلام شده توسط تولیدکننده
		مشخصات شیمیایی	انطباق با مشخصات اعلام شده توسط تولیدکننده
		مشخصات زیست‌محیطی	انطباق با مشخصات اعلام شده توسط تولیدکننده
معیار عمل	کوتاه‌مدت، از زمان مالچ‌پاشی تا یک فصل پس از آن	- یکنواختی - رعایت تناژ - نفوذ یکنواخت - عدم تجمع در یک نقطه به‌صورت مایع	- توزیع مالچ به‌صورت یکنواخت - عدم مشاهده مالچ به‌صورت مایع در پای تپه - نبود آثار شره در روی منطقه مالچ‌پاشی - نفوذ یکنواخت در خاک
	میان‌مدت، نیمه‌عمر مفید مالچ	تثبیت ذرات ریز دانه - کاهش یا ممانعت از جابجایی ماسه‌ها - کاهش یا تعدیل ارتفاع تپه‌ها - محفوظ ماندن ریشه نهال‌ها - حفاظت از زیرساخت‌ها، روستاها و شهرها - حفاظت از اراضی زراعی و باغ‌ها	- کاهش گردوغبار - نبود ماسه‌های جدید تجمع یافته در پای بوته‌ها - بود لبه‌های تیز در روی بلندی‌های ماسه‌ای - بیرون نبودن بخشی از ریشه گیاهان از درون خاک - عدم انباشتگی ماسه در روی اراضی زراعی - عدم انباشتگی ماسه در پشت دیوارها
معیار نتیجه	بلندمدت، یک سال پس از اتمام دوره عمر مفید مالچ	فیزیکی	افزایش پایداری خاک، کاهش جابجایی خاک، تعدیل ارتفاع تپه‌های ماسه‌ای
		زیستی	توسعه پوشش گیاهی، وجود تنوع گیاهی و وجود آثار زیست حیات جانوری و حیات وحش در منطقه
		اقتصادی	حفاظت از سکونتگاه، افزایش رفاه، ارتقاء تولید، ایمنی خطوط مواصلاتی و شبکه آبیاری در مقابل انباشته شدن ماسه‌ها

۹-۷-۲ ضوابط و معیارهای نیروی لازم فرایند مالچ‌پاشی و مهارت‌های موردنیاز

فعالیت‌های مالچ‌پاشی از زمره کارهایی است که اجرا و انجام آن به تخصص‌های متعدد، متنوع و همچنین شاغلان باتجربه نیازمند است. کار با وسایل و ماشین‌آلات سبک و سنگین، کار کردن در عرصه مناطق بیابانی با محدودیت‌ها و شرایط سخت محیطی، کار با مواد نفتی و اشتعال‌زا، نسبت بالای حرارت و سوانح ناشی از کار که بالقوه در فعالیت‌های مالچ‌پاشی وجود دارد و بالاخره ضرورت اجرای فعالیت‌های بیولوژیک از جمله بذرپاشی، بذرکاری، نهال‌کاری تولید نهال در شرایط سخت محیطی و

استقرار آن در عرصه‌هایی با محدودیت‌های آب و خاک، ضرورت بهره‌گیری از افراد خبره با توانایی‌های بالا را افزایش می‌دهد، علاوه بر این اجرای موفقیت‌آمیز پروژه مالچ پاشی نیازمند اعمال مدیریتی دقیق و علمی و بهره‌گیری بهینه از منابع، زمان، کار و نیروی انسانی در تمام سطوح مدیریت و اجراست بدین لحاظ نیروهای شاغل در پروژه‌های مالچ پاشی هر کدام می‌باید دارای استعداد و توانایی تراز بالایی باشند به علاوه به لحاظ احساسی، نسبت به شغل خود علاقه‌مند بوده و آمادگی روحی و جسمی پرداختن به کارهای سخت را در کمپ‌های صحرایی داشته باشند.

علاوه بر ضرورت وجود مهارت در زمینه تخصصی مربوط به هر شخص، برخورداری از ویژگی‌هایی برای شاغلان در کمپ‌های مالچ از ضروریات است، این ویژگی‌ها ممکن است قبل از شروع کار از طریق آموزش‌های جدید به شاغلان ارائه و یا آن‌ها را قبلاً از طریق گذراندن دوره‌های آموزشی فراگرفته باشند.

موارد مذکور عبارتند از:

- آشنایی با اصول و شاخصه‌های اصلی زندگی و کار جمعی در کمپ‌های صحرایی
- آشنایی با اصول کمک‌های اولیه به‌طور عام و کمک‌های اولیه تخصصی‌تر در زمینه مواد اشتعال‌زا و کار با مواد نفتی
- آشنایی با مخاطرات ناشی از زیستن در مناطق بیابانی (مارگزیدگی، گرم‌زدگی، بادزدگی و ...) و نحوه حفاظت در برابر آن‌ها
- آشنایی با اصول حفاظت کار و ایمنی با تأکید بر موارد تخصصی‌تر در بخش مواد قیری و مالچ

۱-۹-۷-۲ نیروها و مهارت‌های لازم برای مالچ پاشی

شاغلان در کار مالچ پاشی شامل رده‌های زیر هستند:

- متصدی اجرای پروژه (مدیر پروژه)
- کارشناسان
- تکنسین‌ها
- کارگران ورزیده و ماهر
- کارگران ساده

-متصدی اجرای پروژه

میزان تحصیلات: کارشناسی ارشد یا کارشناس

زمینه‌های تخصصی: ۱- بیابان‌زدایی ۲- مدیریت مناطق خشک و بیابانی

تجربه: حداقل ۸ سال سابقه کار مفید و تجربی در عرصه‌های مالچ‌پاشی و تثبیت ماسه‌های روان و طی دوره‌های آموزشی پودمانی مشاغل وزارت جهاد کشاورزی (قسمت‌های مرتبط در بخش تثبیت شن و بیابان‌زدایی)

توانایی‌ها:

-شناخت مناطق بیابانی، شناخت مکانیسم فرسایش بادی، آشنایی کامل با مواد مالچ و فرآورده‌های نفتی تثبیت‌کننده و نحوه استفاده از آن‌ها در حفاظت خاک

- آشنایی با ویژگی‌های مناطق خشک و بیابانی و اصول توسعه و بهسازی آن‌ها
- آشنایی با نظام اکولوژیک عرصه‌های ماسه‌ای و نحوه احیاء پوشش گیاهی در آن‌ها
- توانایی در مدیریت پروژه‌ها و راه‌اندازی و هدایت کمپ‌های صحرایی
- آشنایی با سیستم‌های حفاظت و مقابله با سوانح ناشی از کار و آتش‌سوزی
- آشنایی با قوانین و مقررات مالی ناظر بر اجرای پروژه‌ها
- آشنایی با ماشین‌آلات مورد استفاده در برنامه‌های مالچ‌پاشی

-کارشناس بخش ماشین‌آلات

میزان تحصیلات: حداقل لیسانس (کارشناس)

زمینه تخصصی: ماشین‌آلات سبک و سنگین راه‌سازی و کشاورزی

تجربه: حداقل ۵ سال سابقه کار مفید و تجربی در عرصه‌های مالچ‌پاشی یا تجربه مشابه

توانایی‌ها:

- شناخت ماشین‌آلات سبک و سنگین کشاورزی و راه‌سازی
- شناخت مکانیسم عمل و قابلیت ماشین‌آلات جهت کارگیری آن‌ها در مناطق بیابانی و تپه‌های ماسه‌ای
- توانایی در ایجاد و مدیریت تعمیرگاه‌های صحرایی
- آشنایی با سیستم‌های حفاظت و مقابله با حوادث ناشی از کار
- توانایی در برنامه‌ریزی به منظور استفاده بهینه از ماشین‌آلات و هدایت هماهنگ بخش‌های مختلف
- آشنایی با مکانیسم فرسایش بادی و چگونگی جابجایی تپه‌های ماسه‌ای
- آشنایی با مواد مالچی و فرآورده‌های نفتی تثبیت‌کننده ماسه‌ها

- کارشناس امور فنی و بیولوژیک

میزان تحصیلات: حداقل لیسانس

زمینه تخصصی: منابع طبیعی، پوشش گیاهی مناطق خشک، بیابان‌زدایی

تجربه: حداقل ۵ سال سابقه کار مفید و تجربی در عرصه فعالیت‌های تثبیت ماسه‌های روان، عمران مناطق بیابانی و اصلاح و احیاء پوشش گیاهی در مناطق خشک و شور و قلیایی

توانایی‌ها:

- شناخت کامل مرفولوژی مناطق خشک و رخساره‌های آن
- آشنایی با نحوه تعیین کانون‌های بحرانی فرسایش بادی
- شناخت دقیق مکانیسم فرسایش بادی و راه‌های مقابله با آن
- آشنایی کامل با مالچ و مواد نفتی تثبیت‌کننده ماسه‌ها
- آشنایی با اشکال و انواع تپه‌های ماسه‌ای و نحوه جابجایی آن‌ها

- آشنایی با اکوسیستم عرصه عمل، شناخت گیاهان و جانوران منطقه
- آشنایی با عوامل بیولوژیک و زیستی مناطق خشک جهت استفاده از آنها برای اصلاح و احیاء پوشش گیاهی
- آشنایی با مبانی زیست‌محیطی کاربرد فراورده‌های نفتی و توانایی در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) پروژه در دست اقدام
- آشنایی کامل با اصول و معیارهای فنی فعالیت‌های تثبیت شن به روش بیولوژیک
- توانایی در انتخاب روش مناسب کاشت بذر و نهال قبل یا بعد از مالچ‌پاشی در منطقه
- برنامه‌ریزی جهت تنظیم فعالیت‌های آبیاری و نگهداری نهال‌های کاشته شده قبل یا بعد از مالچ‌پاشی
- آموزش پرسنل درباره نحوه صحیح انجام فعالیت‌های بیولوژیک و انجام به‌موقع آبیاری برای نهال‌های کاشته شده در عرصه‌های مالچ با حداقل صدمات وارده به عرصه
- کنترل مستمر عرصه‌های مالچ‌پاشی شده و ارزیابی توانایی جوانه‌زنی و استقرار پوشش گیاهی

-تکنسین فنی

تکنسین تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات سبک و سنگین راه‌سازی و کشاورزی
حداقل ۱۰ سال سابقه کار مفید و تجربه فعالیت در عرصه‌های مالچ‌پاشی
توانایی‌ها (شرح وظایف):

- توانایی در راه‌اندازی ماشین‌آلات سبک و سنگین در صحرا
- ارائه برنامه جهت تنظیم فعالیت استفاده از ماشین‌آلات در عرصه‌های مناطق بیابانی و در تپه‌های ماسه‌ای
- توانایی در راه‌اندازی ماشین‌آلات از کار افتاده در محل و یا انتقال ماشین‌آلات نیازمند به عرصه تعمیرگاه
- توانایی در برآورد مواد و قطعات یدکی موردنیاز به‌منظور سفارش و نگهداری آنها در انبار به جهت دسترسی سریع به آنها در موارد ضروری

-تکنسین فنی برق و تأسیسات

مهارت: راهبری تأسیسات کمپ‌های مادر و حرارتی

تجربه: حداقل ۵ سال سابقه کار مفید و تجربه در عرصه فعالیت‌های مالچ پاشی

توانایی‌ها و شرح وظایف:

- مهارت در راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری ژنراتورهای برق کمپ‌های مادر و حرارتی
- مهارت در راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری سیستم‌های گرمایش و سرمایش
- مهارت در راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری سیستم‌های انتقال آب و پمپ‌های آب
- مهارت در راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری سیستم‌های حرارتی کمپ حرارتی

-راننده بولدوزر و تراکتور

- داشتن تجربه و توانایی لازم جهت هدایت ماشین‌آلات در عرصه‌های ماسه‌ای و مناطق بیابانی
- آشنایی با نحوه کار و چگونگی استفاده بهینه از ماشین‌آلات
- آشنایی کامل با قطعات جانبی ماشین‌آلات و نحوه استفاده از آن‌ها
- آشنایی کامل با چگونگی عمل و نحوه کار سیستم‌های کشنده و ملحقات کششی بولدوزر یا تراکتور (وینچ، بکسل و ...)
- توانایی در تنظیم سرعت و جهت و مسیر ماشین‌آلات بر اساس رهنمودهایی ارائه شده از سوی کارشناسان یا تکنسین‌های ذیربط
- توانایی در شناخت موانع و مشکلات عملکرد مطلوب ماشین‌آلات، پیش‌آگاهی آن‌ها از روی قرائن و انعکاس آن به کارشناس یا سرپرست تعمیرگاه
- کنترل منظم و دقیق و برنامه‌ریزی شده مواردی که طبق دستورالعمل باید مورد بازرسی و کنترل قرار گیرد (آب، روغن، فیلترها، تسمه‌ها، قطعات و ...)

- آشنایی با سیستم‌های حفاظت و مقابله با سوانح ناشی از کار

-مأمور پاشیدن مالچ «گان‌زن»

وظیفه: پاشش مناسب و طبق برنامه مالچ بر روی عرصه‌های موردنظر

تجربه: حداقل دو سال سابقه کار مفید در انجام پروژه‌های مالچ‌پاشی

- آشنایی با مالچ و ویژگی‌های فیزیکی آن

- آشنایی با نحوه پاشش مالچ بر اساس اهداف پروژه و رهنمودهای مسئول مربوط (شکل ۹)

- توانایی در پاشش مالچ به‌صورت نواری- یکسره

- توانایی در تنظیم میزان پاشش مالچ برای غلظت‌های مختلف مالچ در عرصه‌های گوناگون بر اساس رهنمود کارشناسان طرح

- توانایی در نحوه تعدیل آثار نامناسب محیطی اقلیمی - به‌ویژه اثر باد، به‌منظور رفع اثرات آن‌ها در توزیع مناسب مالچ

- آشنایی کامل با نحوه حفاظت و بهداشت کار در زمینه مرتبط و جلوگیری از سوانح ناشی از کار

- آشنایی با سیستم‌های اطفاء حریق

- آشنایی با روش‌های کمک‌های اولیه

-جوشکار و آهنگر

وظیفه: آهنگری و جوشکاری جهت ساخت وسایل موردنیاز و انجام جوشکاری‌های لازم در محل کمپ یا در عرصه کار

تجربه: حداقل سه سال سابقه کار مفید در فعالیت‌های جوشکاری و داشتن تأییدیه لازم برای جوشکاری از سوی مراکز فنی و حرفه‌ای

توانایی و شرح وظایف:

- توانایی در برش صفحات فلزی و ساخت اسکی بر اساس نقشه فنی

- توانایی در جوشکاری مخازن مواد قیری و نفتی
- شناخت مکانیسم‌های عمل جوش و جوشکاری در روی فلزات
- آشنایی با قابلیت‌های مصالح فلزی مورد استفاده جهت ساخت ملزومات مورد نیاز در طرح عملیات متناسب با نیازها و روش کار
- توانایی در انجام عملیات جوشکاری در عرصه عملیات
- طی دوره‌های آموزشی به منظور آشنایی کامل و تأیید شده جهت حفاظت و جلوگیری از سوانح ناشی از کار به منظور جوشکاری در روی مخازن و قطعات آغشته به مواد قیری و مالچ
- آشنایی با سیستم‌های اطفاء حریق
- آشنایی کامل با روش‌های کمک‌های اولیه

-حرارت چی

مسئول گرمایش تانکرهای حامل مالچ و تنظیم حرارت آن‌ها تا درجه مطلوب

تجربه و توانایی:

- آشنایی با اصول حرارت دهی تانکرهای کوئیل دار حامل مواد قیری
- شناخت دقیق سیستم‌های تولید حرارت و آشنایی با نقاط قوت و ضعف آن‌ها
- توانایی در برنامه‌ریزی و انتخاب زمان برای حرارت دان مالچ با توجه به درجه حرارت موجود و درجه حرارت مطلوب برای پاشش و زمانی که صرف گرم کردن مالچ می‌شود.
- تشخیص نشت احتمالی مواد مالچی از کوئیل و یا تانکر
- آشنایی دقیق با اصول حفاظت و جلوگیری از سوانح ناشی از کار حرارت دادن مواد قیری
- آشنایی با اصول و روش‌های اطفاء حریق و کسب مهارت و توانایی‌های لازم جهت اقدام به موقع
- کنترل منظم سیستم‌های تولید حرارت (فارسونکا مشعل ...) و کنترل سلام بودن و کارایی آن‌ها

- کنترل مستمر وسایل اطفاء حریق اعم از کپسول، سطل‌های ماسه و ... و اطمینان از آماده به کار بودن آن‌ها در زمان موردنیاز

-مأمور تخلیه مالچ

وظیفه: تخلیه مالچ از کامیون به درون اسکی‌ها

تجربه: داشتن حداقل یک سال تجربه مفید در کار انتقال مالچ در کمپ‌های مالچ‌پاشی

مهارت:

- مهارت در هدایت اسکی‌ها به محل‌های بارگیری مالچ
- آشنایی با اصول انتقال مالچ از طریق ثقلی و یا به کمک پمپاژ از کامیون به اسکی (شکل ؟)
- آشنایی با وسایل ایمنی انتقال مواد قیری و نفتی
- دقت عمل در جلوگیری از نشت مواد قیری و هدر رفت آن
- اتخاذ تدابیر مناسب جهت ممانعت از آلودگی ناشی از ریزش مالچ‌های موجود از لوله‌های انتقال مالچ، در آغاز و پایان عملیات انتقال بر روی اسکی و محیط اطراف
- آشنایی با میزان دمای موردنیاز مالچ‌ها در زمان تخلیه و اعلام وضعیت آن در غیر شرایط مطلوب

-تکنسین تولید بذر و نهال

مسئولیت: مدیریت و هدایت فعالیت‌های احداث نهالستان، تولید نهال، جمع‌آوری بذر، تولید قلمه، بوجاری و نگهداری بذر و بذرپاشی

کنترل رشد نهال در نهالستان و مدیریت آن

ارائه نقشه‌های عملیات بیولوژیک

ارائه برنامه زمان بندی برای انجام هر یک از فعالیت ها بر اساس:

- استفاده بهینه از تجهیزات و ماشین آلات موجود در کمپ
- استفاده بهینه از زمان با توجه به محدودیت های کشت
- استفاده بهینه از نیروی کار جهت حفاظت، نگهداری و آبیاری از بذرها و نهال های کاشته شده
- کنترل وضعیت بذرهاى نگهدارى شده در انبار به منظور حفاظت از قوه نامیه آنها
- تعیین قوه نامیه بذور
- آشنایی با بهترین زمان بذریاشی و انتقال نهال با توجه با وضعیت اقلیمی و شرایط محیطی منطقه
- برنامه ریزی جهت آبیاری، تعیین دور مناسب آبیاری و میزان آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری
- کنترل میزان زندهمانی نهال ها و بررسی شرایط محیطی بر روی آنها

۲-۹-۷-۲ آموزش ها

برای شاغلان پروژه های مالچ پاشی، ارائه آموزش های لازم به منظور ارتقاء سطوح دانش فنی، آگاهی آنها از وضعیت عرصه کار و وظایف و مسئولیت ها از الزامات است و برای منظور می باید آموزش های زیر ارائه گردد:

-آموزش های عمومی

این آموزش ها به طور فراگیر برای پرسنل شاغل در طرح ارائه می گردد و هدف از آن ارائه اطلاعات و ارتقاء آگاهی شاغلان از اصول عمومی، مقررات کلی و نحوه فعالیت جمعی در کمپ های مالچ است. ارائه ای آموزش ها با توجه به ماهیت آنها عموماً به صورت جمعی است.

رئوس این آموزش ها عبارتند از:

- تشریح اهداف طرح
- تشریح روش های کار

- تشریح سلسله مراتب اداری
- تشریح مقررات عمومی حضور در کمپ‌های مالچ
- آموزش‌های زیست‌محیطی
- آموزش‌های بهداشتی
- آموزش نحوه حفاظت در مقابل بیماری‌های بومی
- آموزش چگونگی حفاظت در مقابل حشرات و جانوران موذی محلی
- آشنایی با مقررات کمپ -ورود و خروج -خوابگاه
- آشنایی با اصول و مقررات استفاده از تسهیلات و امکانات عمومی (سرویس‌های حمل‌ونقل وسایل ارتباطی و ...)
- آشنایی با اصول و مبانی کمک‌های اولیه، نحوه اقدام -چگونگی دسترسی به وسایل

-آموزش‌های اختصاصی (رده کارشناسان)

آموزش‌های اختصاصی در رده کارشناسان اختصاص به مدیر پروژه، کارشناسان مسئول بخش‌های مختلف دارد و حسب وضعیت شغلی آن‌ها حداقل طی دوره‌های آموزشی پودمانی ویژه مشاغل وزارت جهاد کشاورزی منطبق با موارد مشخص شده در جدول عناوین و محتوای دوره‌های ویژه رشته شغلی کارشناس جنگل، مرتع و آبخیزداری بخش تثبیت شن و بیابان‌زدایی (جدول ۲-۲۲) الزامی است سرفصل‌های آموزشی دوره‌های مذکور در کادر I تشریح گردیده است.

جدول ۲-۲- مشخصات دوره‌های آموزشی ویژه مدیر و کارشناسان پروژه مالچ

ردیف	عنوان دوره	طول دوره			مدیر پروژه	کارشناس ماشین آلات	کارشناس بخش آموزش و بپولونیک
		نظری	عملی	جمع			
۱	ژئومرفولوژی مناطق خشک	۱۲	۱۲	۲۴	*	*	*
۲	تعیین نوع و شدت بیابان‌زدایی اراضی در مناطق بیابانی	۱۸	۱۸	۳۶			*
۳	شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی	۱۸	۱۸	۳۶	*	*	*
۴	نظارت و ارزیابی بر اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی	۱۸	۲۴	۳۶	*		
۵	روش‌های احیاء مناطق خشک و بیابانی	۱۸	۱۲	۳۶	*		*
۶	تعیین شدت فرسایش بادی در مناطق بیابانی	۱۸	۱۸	۳۶	*	*	*
۷	ارزیابی منابع و قابلیت اراضی	۱۸	۱۸	۳۶			*
۸	فنون استفاده بهینه از آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک	۱۸	۱۸	۳۶			*
۹	مالچ و مالچ پاشی	۱۸	۱۸	۳۶	*	*	*
۱۰	فرسایش بادی و کنترل آن	۱۸	۱۸	۳۶	*		*
۱۱	گیاهان ماسه‌رست	۱۸	۱۸	۳۶	*		*
۱۲	تخریب سرزمین	۱۸	۱۸	۳۶	*		*

-آموزش‌های اختصاصی (تکنسین‌ها، کارگران ماهر و کارگران)

این گروه از آموزش‌ها به‌طور تخصصی‌تر برای پرسنل شاغل در بخش‌های طرح از جمله بخش‌های فنی، بیولوژیک و پشتیبانی و اداری ارائه می‌گردد و هدف از آن ارائه اطلاعات، افزایش دانایی و ارتقاء توانایی‌های تخصصی شاغلان از اصول و مقررات و نحوه فعالیت است. ارائه‌ی آموزش‌ها با توجه به ماهیت و سطح تخصصی آن‌ها به‌طور گروهی و یا انفرادی صورت می‌گیرد و مسئولیت آن به عهده کارشناسان بخش می‌باشد. رؤس عمده آموزش‌ها عبارتند از:

- شناخت دقیق وسایل و تجهیزاتی که مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- شناخت دقیق وظایف و مسئولیت‌ها
- شناخت دقیق امکانات، توانایی‌ها و نقاط ضعف ابزارها و امکاناتی که در پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- آموزش انجام کار بر اساس اهداف طرح (مثلاً نحوه توزیع یکنواخت مالچ، رعایت تناژ مالچ، نحوه انتخاب اولویت در عرصه‌ها)
- آشنایی با مقررات حفاظت از وسایل کار برای هر بخش
- آشنایی با خطرات و حوادث ناشی از کار با وسایل تخصصی مورد استفاده و چگونگی حفاظت در برابر آن‌ها
- آموزش روش‌های نگهداری و نظافت وسایل و تجهیزات
- آشنایی با اقدامات و کارهایی که می‌باید روزانه پس از خاتمه کار صورت گیرد از جمله تمیز نمودن ماشین‌آلات و هدایت آن‌ها به پارکینگ و یا تمیز نمودن ابزار و قطعات، جمع‌آوری و تحویل آن‌ها به انباردار یا مسئول مربوطه
- آشنایی با نحوه درخواست قطعات و وسایل مورد نیاز از انبار
- چگونگی اطلاع‌رسانی مشکلات و پیش‌بینی رویدادهای احتمالی آن‌ها در ماشین‌آلات و تجهیزات بر اساس شواهد و قرائن. آموزش توجه به سیستم‌های اعلام خطر و اعلام وضعیت (آژیر، سوپاپ، سیستم‌های نشان‌دهنده فشار بیش از حد مجاز در فشارسنج‌ها)

۱۰-۷-۲ ضوابط و معیارهای آماده نمودن محل کار از نظر ایمنی و بهداشت

فعالیت‌های مالچ‌پاشی از زمره کارهایی است که بالقوه با مخاطراتی توأم است. مواد مورد کاربرد، دستگاه‌ها، وسایل، تجهیزات و ماشین‌های مورد استفاده و نحوه استفاده از آن‌ها، محل کار، عرصه عملیات، شرایط سخت محیطی، توجه به رعایت حداقلی از مقررات و ضوابط ایمنی و بهداشتی را الزامی می‌سازد تا با استفاده از وسایل و تجهیزات ایمنی و حفاظتی مناسب، فراهم کردن تسهیلات مورد نیاز برای سکونت، تهیه مواد غذایی، آب آشامیدنی سالم وسایل و سرویس‌های بهداشتی، انتخاب وظایف شغلی متناسب با توانایی‌های جسمی و روانی کارگران و آموزش آنان در مورد خطرات ناشی از کار و روش‌های پیشگیری و حفاظت در برابر عوامل زیان‌آور محیط کار و نهایتاً بهره‌گیری از روش‌های صحیح و ایمن برای اجرای عملیات ایمنی و سلامتی کارکنان شاغل در فعالیت‌های مالچ‌پاشی تأمین شود.

۱۰-۷-۲-۱ مقررات عمومی

در قالب مقررات عمومی و به‌منظور اجرای آیین‌نامه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در محیط کار مالچ‌پاشی، موارد زیر باید رعایت شود.

- برنامه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای

مسئول پروژه مالچ‌پاشی موظف است قبل از شروع کار برنامه معینی برای پیشگیری و کنترل حوادث و بیماری‌های شغلی تهیه کند و آن را عملاً به کار گیرد. این برنامه باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

الف- ارائه تعریف مشخصی از ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در حین کار و اجرای عملیات مالچ‌پاشی.

ب- آموزش کارکنان متناسب با شرایط کار و خطراتی که با آن روبرو هستند.

پ- انجام بازدیدهای منظم و مستمر توسط افراد صلاحیت‌دار.

ت- برنامه‌ریزی برای ثبت، پردازش، تحلیل، حوادثی که در حین اجرای کار اتفاق می‌افتد.

ث- کاربرد ایمن دستگاه‌ها و ماشین‌آلات.

ج- تطبیق شرایط کار با قوانین، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ایمنی و بهداشت حرفه‌ای.

- حمایت مدیریت

حمایت مدیر پروژه از رعایت موارد ایمنی، عملاً موجب می‌شود تا تمامی کارکنان نسبت به رعایت اصول و مقررات ایمنی و بهداشت حرفه‌ای احساس مسئولیت نمایند. ساماندهی برنامه‌های ایمنی، اصلاح روش‌های کار و تدارک وسایل و تجهیزات ایمنی گرچه هزینه‌هایی را به پروژه تحمیل می‌کند ولی باید در نظر داشت که پیامدهای حوادث نیز قابل توجه هستند «فعالیت ایمن» می‌تواند زمان‌های توقف کار و هزینه اجرای پروژه را کاهش دهد، رضایت شغلی کارکنان را فراهم کند و بر بهره‌وری و کیفیت کار تأثیر مثبت داشته باشد.

- شرایط انجام کار

اجرای پروژه مالچ‌پاشی نباید مستلزم پذیرش ریسک بالا برای کارکنان باشد. مدیر پروژه نباید وظایفی را به کارکنان محول کند که توانایی انجام آن را نداشته باشند یا کار در شرایط غیر ایمن، مخاطره‌آمیز و غیربهداشتی انجام گیرد به نحوی که سلامتی کارکنان به‌طور جدی به خطر افتد. در این مورد قوانین، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ایمنی و بهداشت حرفه‌ای باید ملاک عمل قرار گیرد.

آموزش کارکنان

مدیر پروژه مالچ پاشی موظف است نسبت به آموزش کارکنان خود در مورد شناسایی و پیشگیری از شرایط ناایمن، انجام فعالیت‌های ایمن و کاربرد استانداردهای ایمنی و بهداشت حرفه‌ای اقدام نماید تا در برابر هر نوع حادثه و بیماری بتوانند از خود محافظت کنند.

۲-۷-۱۰-۲ بازرسی

مدیر پروژه باید فرد یا افرادی که با اصول و مقررات ایمنی و بهداشت حرفه‌ای آشنا هستند در اختیار داشته باشد تا به‌طور منظم و مستمر از محل اجرای عملیات، نحوه جابجایی و کار با مواد و مصالح، فعالیت کارکنان، عملکرد دستگاه‌ها و ماشین‌آلات، نحوه استقرار تجهیزات ایمنی و علائم هشداردهنده بازدید کنند و روش‌های مؤثری برای بهبود وضعیت ایمنی ارائه دهند.

۲-۷-۱۰-۳ ثبت حوادث

مدیر پروژه موظف است تمهیدات لازم را برای ثبت، پردازش، تحلیل، گزارش و بایگانی اطلاعات مربوط به حوادث و بیماری‌های ناشی از کار در نظر بگیرد.

۲-۷-۱۰-۴ مقررات و استانداردها

مدیر پروژه موظف به رعایت مقررات و استانداردهای ایمنی و بهداشت حرفه‌ای به‌عنوان یک الزام قانونی است. مدیریت پروژه باید شیوه‌های مؤثری برای برخورد با متخلفین در مواردی که از دستورالعمل‌های ایمنی عدول می‌گردد اتخاذ نماید.

۲-۷-۱۰-۵ وسایل حفاظت فردی

وسایل حفاظت فردی شامل کلاه ایمنی، عینک حفاظتی، حفاظ صورت، گوشی حفاظتی، حفاظ دستگاه تنفسی، دستکش ایمنی، کفش ایمنی، لباس کار و سایر وسایل، تجهیزاتی هستند که می‌توانند کارکنان را در برابر عوامل بیماری‌زا و خطرات محیطی معمول یا قابل پیش‌بینی با توجه به رعایت موارد زیر محافظت کنند:

الف- وسایل فوق باید از نظر طرح، اندازه، رنگ، مقاومت، کیفیت و سایر مشخصات مورد تأیید باشند.

ب- مدیر پروژه موظف است وسایل فوق را متناسب با نوع کار، وظایف شغلی کارکنان و خطرات کار تهیه کند و با یک برنامه زمانی معین آن‌ها را در اختیار کارکنان قرار دهد.

پ- مدیر پروژه باید برای تفهیم سودمندی وسایل حفاظت فردی و نحوه کاربرد آن‌ها آموزش لازم را به کارکنان بدهد و با نظارت مستمر اطمینان پیدا کند که تمامی افراد در صورت نیاز این وسایل برابر با دستورالعمل کارخانه سازنده استفاده می‌کنند.

ت- وسایل و تجهیزات معیوب باید به سرعت تعمیر یا تعویض شوند، وسیله حفاظتی که دوباره به وسیله فرد دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرد باید ابتدا ضد عفونی شود و در صورت نیاز قسمت‌هایی از آن تعویض شوند. وسایل فوق باید راحت باشند و در حین کار مزاحمت غیرضروری برای کارکنان ایجاد نکنند.

۶-۱۰-۷-۲ کمک‌های اولیه

قبل از شروع کارهای مالچ پاشی ضروری است تا علاوه بر اتخاذ تمهیدات لازم برای پیشگیری از وقوع حوادث در حین کار برنامه مشخصی برای مقابله با شرایط اضطراری و نجات مصدومین حادثه تنظیم شده و وسایل و تجهیزات مورد نیاز تهیه شود.

مدیر پروژه موظف است یک فرد صلاحیت‌دار و باتجربه را که دوره کمک‌های اولیه را طی کرده است به عنوان مسئول کمک‌های اولیه تعیین کند. همچنین به تعدادی از کارکنان مجرب و قابل اعتماد که توانایی جسمی لازم را دارند راه‌های عملی و نظری کمک‌های اولیه آموزش داده شود.

و وسایل کمک‌های اولیه باید در بسته‌بندی‌های مناسب به‌طور ایمن و بهداشتی درون جعبه مخصوص در محل کار نگهداری شوند به نحوی که تغییر شرایط آب و هوایی نظیر درجه حرارت، رطوبت و جریان باد باعث کاهش کیفیت و فساد زود هنگام آن‌ها نشود.

۷-۱۰-۷-۲ تنش گرمایی

تابش آفتاب، گرمای دستگاه‌ها و ماشین‌آلات، جابه‌جایی و پخش مواد و مصالح گرم، انجام کارهایی که مستلزم شعله و حرارت است و فعالیت بدنی مداوم در مناطق بیابانی تعادل گرمایی بدن را مختل می‌کند و عوارضی نظیر شوک حرارتی، خستگی، گرفتگی عضلات، ناراحتی‌های پوستی و گرم‌زدگی را ایجاد می‌نماید.

مدیر پروژه و کارکنان باید به‌طور مشترک مسئولیت پیشگیری و کنترل تنش گرمایی را بپذیرند و با شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر در بروز عوارض ناشی از گرما راه‌های مناسبی را برای مقابله با آن‌ها پیدا کنند. در این مورد استانداردهای کمیته فنی بهداشت حرفه‌ای کشور معتبر می‌باشند.

۸-۱۰-۷-۲ ایمنی در حین کار با ابزار، وسایل و ماشین آلات

کلیه ابزار، وسایل و ماشین آلاتی که در کارهای مالچ پاشی به کار می‌روند باید استاندارد و سالم باشند و با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده به نحو مطلوب نگهداری شوند و مورد استفاده قرار گیرند. اqlام معیوب و غیر ایمن باید به وسیله برچسب‌های ایمنی علامت گذاری شوند و در صورت نیاز به طور مطمئن قفل شوند و یا به خارج از محل کار انتقال یابند.

۹-۱۰-۷-۲ ایمنی در حین اجرای عملیات مالچ پاشی

الف- دستگاه مالچ پاشی باید بدون نقص با شد و علاوه بر استفاده از وسایل گرم کننده مناسب و تجهیزات ایمنی مورد نیاز دستگاه‌ها می‌باید به حرارت سنج استاندارد مجهز گردد تا دمای مالچ را در هر زمان نشان دهد (شکل ۲-۳۴).

ب- در هنگام مالچ پاشی باید جهت باد در نظر گرفته شود تا مالچ به سمت دستگاه پاشیده نشود و سیستم‌های پاشنده نیز در معرض آلوده شدن با مواد مالچ قرار نگیرد.



شکل ۲-۳۴- برای گرم کردن مالچ در کمپ تخلیه، شکل‌های مختلفی از مشعل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۰-۱-۷-۲ پیشگیری و حفاظت در برابر آتش‌سوزی

الف- مدیر پروژه موظف است با توجه به موارد زیر قبل از شروع عملیات اجرایی برنامه معینی برای ایمنی در برابر وقوع حریق ارائه دهد و همچنین شرایط و امکانات لازم را برای اجرای مطلوب آن فراهم کند:

- ۱- روش‌های پیشگیری از وقوع حریق
- ۲- آموزش کارکنان در زمینه خطرات آتش‌سوزی و روش‌های مقابله با آن در حین اجرای فعالیت.
- ۳- کاربرد پوستر، علائم و تجهیزات هشداردهنده در محل کار.
- ۴- کنترل حریق و جلوگیری از گسترش شعله‌های آتش به مناطق مجاور.
- ۵- تدوین و اجرای روش‌های مؤثر برای عملیات نجات و دور کردن افراد از محدوده خطر.
- ۶- اطفای حریق با استفاده از وسایل خاموش‌کننده مناسب.

جلوگیری از حوادث، هنگام تخلیه مالچ و بارگیری اسکی‌ها

موارد زیر به‌منظور جلوگیری از ایجاد حوادث احتمالی برای کارکنان در کمپ‌های تخلیه می‌بایست رعایت گردد و اجرای مفاد آن از طرف شورای لازم‌الاجرا می‌باشد:

- ۱- به کارگران تخلیه و بارگیری اسکی‌ها در کمپ‌های تخلیه توصیه شود که در کار خود عجله نداشته و هنگام بالا و پایین رفتن از تانکرهای مالچ‌بر و اسکی‌ها احتیاط نمایند.
- ۲- هنگام تخلیه مالچ جهت بارگیری اسکی‌ها دقت شود که ریزش باقیمانده مالچ از لوله مذکور نردبان و راهروهای اسکی را آلوده نکند و همچنین مراقبت کامل صورت گیرد که مخزن اسکی‌ها در حد سرازیر شدن پر نگردد.
- ۳- آلودگی زمین کمپ تخلیه با پاشیدن ماسه و خاک برطرف و تمیز گردد.
- ۴- کارگران بارگیری باید کلاه ایمنی خود را تا حد لازم محکم ببندند.
- ۵- در صورت آلوده شدن راهرو، نردبان و بدنه اسکی‌ها به مالچ مسئول ایمنی و آتش‌نشانی محوطه می‌بایستی نسبت به تمیز نمودن آن‌ها اقدام نماید.

- ۶- موتورپمپ‌های تخلیه و مالچ پاش باید کاملاً تمیز نگه داشته شوند و چون بعضی از آن‌ها لزوماً با باطری روشن می شوند باطری‌ها کاملاً جاسازی شده و حفاظ کامل داشته و از هر گونه اتصال محفوظ باشند.
- ۷- وسایل ایمنی از قبیل کپسول آتش‌نشانی و سطل‌های حاوی ماسه و غیره در کمپ‌های تخلیه موجود باشد.
- ۸- کارگران و کارکنان از استعمال دخانیات خودداری نمایند و تابلو هشداردهنده، در محل موجود باشد.
- ۹- قبل از گرم کردن از تانکرهای مالچ‌کش کاملاً بازدید گردد تا اطمینان حاصل شود که اطراف کوره آلوده به مالچ نبوده و تانکرها نشست نکرده باشند.
- ۱۰- از آتش برپا نمودن برای هر گونه کاری از قبیل پختن غذا، چای و غیره در نزدیکی تخلیه مالچ و مخازن خودداری گردد.
- ۱۱- دقت شود بلدوزرهایی که اسکی‌های مالچ‌پاش را می‌کشند آلوده به مالچ نگردند.
- ۱۲- هنگام گرم کردن و تخلیه مالچ راننده مالچ تانکر خود را ترک ننماید.

۱۱-۷-۲ ضوابط و معیارهای فنی از نظر عملیات بیولوژیک

مدت زمان تأثیر مالچ‌های نفتی (عمر مفید مالچ‌های نفتی) که به‌منظور تثبیت ماسه‌های روان مورد استفاده قرار گیرد بسته به نوع مالچ، میزان مصرف، شرایط اقلیمی و نحوه حفاظت از عرصه مالچ متفاوت است و از دو تا چندین سال دوام دارد.

اصولاً در توجیه کاربرد مالچ تأکید می‌شود که هدف از کاربرد آن ایجاد فرصتی است تا گیاهان یا بذره‌های کاشته شده در عرصه‌های مالچ‌پاشی مهلت لازم برای استقرار در بستر را پیدا کرده و با تأثیر آن‌ها در نقش بادشکن و کاستن از سرعت باد در سطح زمین امکان تثبیت دائمی ماسه‌ها فراهم گردد. بنابراین یکی از معیارهای انتخاب عرصه‌های مالچ‌پاشی امکان‌پذیری استقرار گیاهان کاشته شده در روی آن است، بدیهی است مالچ‌پاشی یا کاربرد مالچ‌های نفتی در صورت رعایت ضوابط فنی می‌تواند تأثیرات متنوعی را در عرصه داشته باشد. عمده‌ترین این تأثیرات که بر فعالیت‌های بیولوژیک اثرگذار هستند عبارتند از:

۱۱-۷-۲-۱ نتیجه

۱- بیشترین کارایی مالچ بعد از زمان پاشش است و با گذشت زمان از توان تثبیت‌کنندگی آن کاسته می‌شود و عمر مالچ معمولاً ۳ تا ۵ سال در نظر گرفته می‌شود.

۲- انتظار بر این است که در طی مدت زمان تثبیت فیزیکی ماسه‌ها (تحت تأثیر عمل مالچ) کارهای بیولوژیک (کاشت نهال، قلمه، بذرداری، بذریاشی و ...) انجام گرفته، موارد مذکور در عرصه ماسه‌ها مستقر شده و اثر تثبیت‌کنندگی دائمی آن‌ها (به سبب تأثیر در تقلیل سرعت باد) جایگزین اثر مالچ گردد (شکل ۲-۳۵ و ۲-۳۶).

۳- مالچ‌ها می‌توانند در مراحل اولیه پاشش به حفاظت بیشتر از رطوبت خاک کمک کنند.

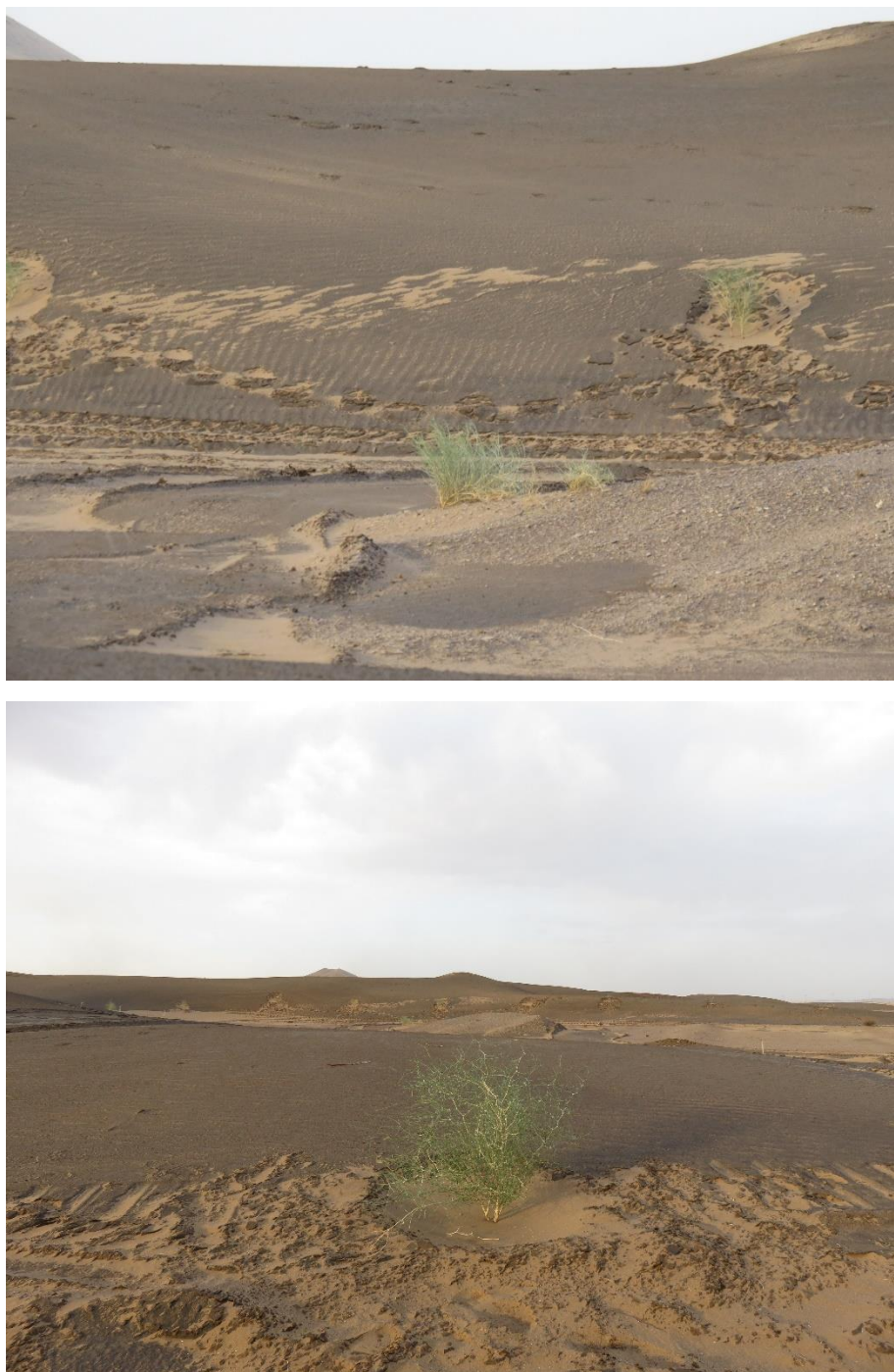
۴- کاربرد مالچ با میزان زیاد در واحد سطح سبب کاهش نفوذپذیری خاک شده و ذخیره آب در خاک را کاهش می‌دهد.

۵- مالچ می‌تواند به سبب تأثیر در تثبیت خاک تأثیر مثبت در شرایط جوانه‌زنی و افزایش درصد ماندگاری جوانه‌ها داشته باشد.

۶- اثر مالچ در گرم‌تر کردن سطح زمین می‌تواند در مراحل اولیه به رشد زودتر و سریع‌تر گیاهان کمک کند.

۷- از مالچ‌پاشی بر روی تپه‌های ماسه‌ای دریافت‌کننده بارندگی با متوسط ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر در سال (در مناطق معتدل مشروط به توزیع نسبی و نرمال بارندگی‌ها) نتایج مطلوب‌تری حاصل می‌شود.

اصولاً برای مناطقی با بارندگی کمتر از ۵۰ میلی‌متر در سال که امکان برخورداری از رطوبت هوا (مناطق ساحلی) و یا استفاده از رطوبت خاک (مناطق حاشیه باتلاق‌ها و هامون‌ها) وجود نداشته باشد. عملیات مالچ پاشی تأثیری در افزایش رطوبت موردنیاز گیاهان نخواهد داشت و استقرار گیاهان با تراکم مطلوب برای حفاظت خاک بدون آبیاری ناممکن است.



شکل ۲-۳۵- انجام عملیات مالچ پاشی در منطقه ترانزیت، همیشه با این خطر مواجه است که مناطق مالچ پاشی شده مجدداً زیر پوششی از ماسه قرار گیرند.



شکل ۲-۳۶- وقوع طوفان‌های شدید می‌تواند عرصه مالچ‌پاشی شده را قبل از آنکه پوشش گیاهی در روی آن رشد کند تخریب نماید.

۲-۱۱-۷-۲ معیارهای مالی و تأمین هزینه‌ها

توجه به میزان هزینه‌ها و نحوه تأمین منابع مالی در انتخاب عرصه‌های مالچ‌پاشی از الزامات است اصولاً مالچ‌پاشی در مقایسه با سایر پروژه‌های تثبیت ماسه‌های روان جزو پروژه‌های پرهزینه و گران محسوب می‌شود. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم می‌باشد.

-هزینه‌های مستقیم

هزینه‌های مستقیم شامل موارد زیر است:

-هزینه‌های خرید مالچ

-هزینه خرید مواد افزودنی به مالچ

-هزینه حمل و نقل

-هزینه احداث جاده

-هزینه احداث کمپ‌های مادر -حرارتی و تخلیه

-هزینه خرید، ساخت یا اجاره ماشین‌آلات و تجهیزات

-هزینه آموزش کارکنان اجرایی

-هزینه راه‌اندازی و خدمات کمپ‌های عملیاتی

-هزینه اجرای پاشش مالچ

-هزینه اجرای عملیات بیولوژیک قبل، حین یا پس از مالچ‌پاشی نظیر (نهال‌کاری، قلمه‌کاری، بذرپاشی و...)

-هزینه آبیاری نهال‌های کاشته شده در عرصه مالچ‌پاشی

-هزینه‌های مبارزه با آفات، امراض و یا واکاری نهال‌های خشک‌شده

-سایر هزینه‌های مرتبط

لازم به ذکر است که بعضی از فعالیت‌های احیایی در عرصه‌های منابع طبیعی در ابتدا نیاز به هزینه زیاد نداشته اما در مراحل بعدی (از جمله آبیاری، حفاظت و...) به میزان هزینه‌ها افزوده می‌شود. در حالی که فعالیت‌های مالچ‌پاشی از جمله پروژه‌هایی

است که هزینه اجرایی آن در ابتدا زیاد بوده ولی هزینه‌های بعدی در مقایسه با مجموعه عملیات اجرایی کمتر است (اگرچه از نظر قدر مطلق باز هم در مقایسه چشمگیر است) به هر حال به هنگام طراحی پروژه‌های مالچ می‌باید هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم آن اعم از تجهیزات کمپ و راه‌اندازی، اجرایی و نگهداری به‌دقت موردتوجه قرار گیرد. بدیهی است بی‌توجهی به نحوه تأمین منابع مالی در هر مرحله‌ای ممکن است سایر فعالیت‌ها را نیز به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد.

براساس فهرست بهای آبخیزداری ۱۴۰۰ هزینه یک هکتار مالچ پاشی بدون در نظر گرفتن نهال‌کاری، مطابق با جدول (۲)-۲۳ می‌باشد. شایان ذکر است که این هزینه هرساله بر اساس فهرست بها تغییر خواهد نمود.

جدول ۲-۲۳- فایل محاسبه هزینه های مرتبط با تهیه، بارگیری و حمل مالچ

ردیف	آبیم	بهاء واحد	واحد	مقدار				ضرایب			هزینه (ریال)	مبلغ خاص	کسورات قانونی				جمع کل هزینه ها (ریال)
				مالج در هکتار	مساحت هکتار	کیلومتر حمل آبیم	مقدار نهایی هر آبیم	بالاسری	منطقه ای	پیمان			ارزش افزوده (۹٪)	مالیات (۳٪)	حق بیمه سهم کارفرما	جمع کسورات	
۱	خرید مالج	۱۲۰,۰۰۰	کیلو گرم	۱۱۰۰۰	۱	*	۱۱۰۰۰	*	*	*	۱,۳۲۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۱۸,۸۰۰,۰۰۰	*	*	۱۱۸,۸۰۰,۰۰۰	۱,۴۳۸,۸۰۰,۰۰۰	
۲	حمل مالج	۴,۶۰۰	تن-کیلومتر	۱۱	۱	۵۰۰	۵۵۰۰	۱/۳	۱/۴	۱	۳۴,۲۰۵,۶۰۰	۳,۰۷۸,۵۰۴	۱,۰۲۶,۱۶۸	۵۴۷,۲۹۰	۴,۶۵۱,۹۶۲	۳۸,۸۵۷,۵۶۲	
۳	پاشش مالج	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	هکتار	*	۱	*	۱	۱/۳	۱/۴	۱	۲۰,۲۸۰,۰۰۰	۱,۸۲۵,۲۰۰	۶۰۸,۴۰۰	۳۲۴,۴۸۰	۲,۷۵۸,۰۰۸	۲۳,۰۳۸,۰۸۰	
۴	جاده نفوذی	۲۸,۳۱۵,۰۰۰	کیلومتر				۱		۱/۴	۱	۳۸,۲۸۱,۸۸۰	۳,۴۴۵,۳۶۹	۱,۱۴۸,۴۵۶	۶۱۲,۵۱۰	۵,۲۰۶,۳۳۶	۴۳,۴۸۸,۲۱۶	
۵	تجهیز کارگاه									۰/۰۴	۳,۷۱۰,۶۹۹	۳۳۳,۹۶۳	۱۱۱,۳۲۱	۵۹,۳۷۱	۵۰۴,۶۵۵	۴,۲۱۵,۳۵۴	
جمع کل																	
۱,۵۴۸,۳۹۹,۲۱۲																	

-درآمدهای مستقیم و غیرمستقیم

درآمدهای مستقیم و غیرمستقیم پروژه‌های مالچ پاشی می‌تواند شامل چند یا تمامی موارد زیر باشد:

-حفاظت از روستاها

-تولید علوفه

-حفاظت از اراضی کشاورزی

-حفاظت از راه‌ها و خطوط مواصلاتی

-حفاظت از تأسیسات و تجهیزات زیر بنایی

-حفاظت از انهار و شبکه‌های آبیاری

-حفاظت از مراکز ارزشمند اقتصادی یا نظامی و خدماتی

-ممانعت از مهاجرت روستاییان

-ایجاد اشتغال

-حفاظت از رطوبت خاک و کاهش تبخیر

-توسعه اراضی زیر کشت

-کاهش امراض ریوی و چشمی به سبب کاسته شدن از غبار آلودگی هوا، کاهش هزینه‌های ناشی از تصادفات

-افزایش ارزش زمین در مناطق تحت حفاظت مالچ پاشی

-سایر ارزش‌های جانبی (اشتغال، جلوگیری از متروکه شدن روستاها و ممانعت از تعطیلی معادن و تأسیسات و ...)

در محاسبات مربوط به ضوابط اقتصادی انتخاب عرصه‌های مالچ پاشی درآمد حاصل از اثر اجرای طرح بر هریک از موارد فوق‌الذکر و سایر اثرات جانبی می‌باید به‌دقت مورد بررسی قرار گرفته و درآمدهای مستقیم و غیرمستقیم آن در محاسبات دخالت داده شوند.

۳-۱۱-۷-۲ موارد اجتماعی، سیاسی و فرهنگی

اجرای طرح مالچ‌های نفتی از منظر اجتماعی، سیاسی و فرهنگی با دو جنبه متفاوت روبروست.

-جنبه‌های جاذبه‌ای

اجرای طرح مالچ‌های نفتی می‌تواند سبب حفاظت از مراکز مسکونی، خطوط مواصلاتی، شبکه راه، سیستم‌های آبیاری و حفظ اراضی کشاورزی و باغ‌ها در مقابل فرسایش و افزایش بادی گردد. از آنجا که عوارض ناشی از فرسایش بادی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم منافع و دارایی‌های مردم را تهدید می‌کند بنابراین اجرای طرح از این دیدگاه با استقبال مردم مواجه می‌گردد.

-جنبه‌های دافعه‌ای

الف-انتخاب عرصه برای طرح مالچ‌های نفتی و شروع عملیات الزاماً با قرق منطقه همراه است. در بسیاری از موارد ممنوعیت ورود دام به منطقه یا جلوگیری از عبور آن از عرصه، خواه به‌عنوان گذر یا استفاده از اراضی به‌عنوان چرا سبب بروز مخالفت‌هایی از سوی اهالی می‌گردد. در چنین مواردی باید ضمن تامین علوفه جایگزین قرق، نسبت به درنظر گرفتن معابری برای عبور دام تمهیدات لازم را درنظر گرفت.

ب-در مناطق دور افتاده با تعداد محدود کارگران محلی - اجرای طرح‌های مالچ‌پاشی و عملیات نهال کاری می‌تواند محدودیت دسترسی نیروی انسانی محلی برای سایر فعالیت‌ها (زراعی، باغبانی، شیلات و ...) را تشدید نماید. به‌علاوه افزایش دستمزد شاغلان در طرح مالچ‌های نفتی در مقایسه با شاغلان بخش کشاورزی می‌تواند به بروز ناهنجاری‌هایی منجر گردد که در پی آن احتمالاً مشکلاتی را در روابط کار و تولید در محل به وجود آورد.

ج-تجربه گذشته نشان داده است (مثلاً بردخون بوشهر) ناآگاهی رهبران محلی از پروژه مالچ و مشارکت ندادن آنان در برنامه‌ریزی و اجرای عملیات می‌تواند زمینه‌ساز واکنش‌های منفی در اجرای پروژه مالچ‌پاشی گردد. استفاده از پتانسیل محلی و مشارکت مردمی باید در همه پروژه‌ها و در همه مراحل از مطالعه تا اجرا و نگهداری درنظر گرفته شود.

د-تسهیم و تقسیم عادلانه سود. بهره‌مندی ناعادلانه یک قشر از مردم محلی از منافع طرح (مثلاً دامداران) عملاً می‌تواند زمینه بروز چالش‌ها و واکنش‌های منفی را در سایر اقشار نسبت به طرح مالچ‌های نفتی فراهم سازد، لذا همان‌گونه که در بند الف اشاره شد باید نسبت به تامین علوفه دامداران اقدامات لازم را انجام داد.

ه) مالچ پاشی در مناطق چهارگانه محیط زیست سبب بروز برخی تنش‌ها و مخالفت‌ها با این پروژه شده است. مالچ پاشی به عنوان آخرین راهکار صرفاً در تپه‌های ماسه‌ای خسارت‌زار اجرا خواهد شد، لذا به هیچ‌وجه نباید در مناطقی که در قلمرو مناطق چهارگانه محیط زیست بوده یا دارای ارزش محیط زیستی بالایی به لحاظ آسیب‌پذیری می‌باشند، اجرا گردد.

۴-۱۱-۷-۲ موارد زیست‌محیطی

اجرای طرح مالچ‌های نفتی می‌تواند به لحاظ زیست‌محیطی دارای اثرات مثبت و منفی گوناگون باشد. انجام مطالعات ارزیابی اثرات زیست‌محیطی درباره آن توصیه می‌شود.

۵-۱۱-۷-۲ ارزیابی آلاینده‌گی مالچ نفتی

پایه اساسی مالچ نفتی، طیف وسیعی از هیدروکربن‌های سنگین نفتی است که به اجزای (برش‌های) مختلفی که دارای ترکیبات شیمیایی گوناگون و طبعاً نقاط جوش مختلفی می‌باشند تقسیم می‌شوند و شامل اشباع شده‌ها، نفتن آروماتیک‌ها، پلی آروماتیک‌ها و آسفالتین‌ها هستند.

از جمله موارد موجود دیگر در مالچ‌های نفتی، هیدروکربن‌های پلی سیکلیک آروماتیک (PAHs = Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) است که از لحاظ زیست‌محیطی جزء هیدروکربن‌های مضر می‌باشد که در جزء میانی نفتن و پلار آروماتیک‌های مالچ وجود دارد. ساختمان شیمیایی این هیدروکربن‌ها بر اساس به هم پیوستگی حلقه‌های بنزنی و ایجاد شبکه توسط آن‌ها و عمدتاً با حلقه‌های با تعداد ۵ تا ۶ عدد از آن‌ها است (دهدشتیان، ۱۳۸۸). پلی هیدروکربن‌های آروماتیک (PAHs)، گروه بزرگی از ترکیبات آلی با دو یا تعداد بیشتر از حلقه‌های جوش خورده آروماتیک می‌باشند. این ترکیبات را می‌توان به دو دسته: ۱- سبک (۲-۳ حلقه‌ای) و ۲- سنگین (۴ حلقه و بیشتر) تقسیم کرد. این ترکیبات از حلالیت کمی در آب برخوردارند و خاصیت چربی‌دوستی زیادی دارند. بیشتر این ترکیبات از فشار بخار پایینی برخوردارند و جذب ذرات می‌شوند. PAHs در اثر سوختن ناقص مواد آلی به وجود می‌آیند. تمام ترکیبات دارای کربن و هیدروژن می‌توانند به عنوان پیش ساز در تشکیل PAHs عمل نمایند. این ترکیبات طی پیرولیز با شکسته شدن به بخش‌های ناپایدار کوچک‌تر (غالباً رادیکال‌های آزاد) و سپس ترکیب شدن با یکدیگر در مجاورت گرما (پیرو سنتتیز)، PAHs را تولید کنند. تاکنون تعدادی از PAHs به عنوان ترکیبات جهش‌زا و سرطان‌زا شناخته شده‌اند. بر حسب مراجع مختلف، از نظر سرطان‌زایی و جهش‌زایی، این ترکیبات در گروه‌های متفاوت قرار گرفته‌اند.

۶-۱۱-۷-۲ ارزیابی ترکیبات پلی سیکلیک آروماتیک PAHs

امروزه اثرات منفی زیست‌محیطی و سرطان‌زایی بعضی از هیدروکربن‌های PAHs به اثبات رسیده و شناسایی و ارزیابی آن‌ها اهمیت ویژه و ابعاد گسترده‌ای پیدا کرده است. این سری از ترکیبات تقریباً بدون بو بوده و ذوب بالایی دارند و در دمای معمولی به حالت جامد می‌باشند. بعضی بی‌رنگ و برخی دارای رنگ تیره می‌باشند و با افزایش تعداد حلقه‌ها، حلالیت آن‌ها در آب کمتر می‌گردد و اساساً میزان حلالیت آن‌ها در آب بسیار کم و از میکروگرم تا نانوگرم در لیتر آب متغیر است. آن‌ها در عوامل محیط -آب، هوا -به لحاظ شیمیایی پایدار می‌باشند و بنابراین توسط ذرات معلق هوا و یا آب جابجا می‌شوند. البته میزان توزیع جرمی آن‌ها نیز در عوامل محیط با همدیگر متفاوت می‌باشند، به‌عنوان مثال نفتالین که کم‌خطرترین مولکول PAHs است، حدود ۹۵/۲ درصد از آن در هوا به صورت فاز گازی و بنزو a پیرن که خطرناک‌ترین آن‌ها به شمار می‌رود، ۹۹/۱ درصد از آن در خاک باقی می‌ماند.

منشأ اصلی آن‌ها عمدتاً باقیمانده‌های سنگین حاصل از تقطیر هیدروکربن‌های از نوع زغال سنگی -قطرانی و یا نفتی می‌باشد. البته میزان PAHs موجود در هر کدام از باقیمانده‌های اخیر با هم تفاوت فاحشی دارند.

هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی (PAHs) گروه بزرگی از آلاینده‌های آلی هستند که از دو یا چند حلقه بنزنی تشکیل شده‌اند. PAHs به دلیل خواص سرطان‌زایی و جهش‌زایی بالا در انسان توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده‌اند. لذا با اندازه‌گیری غلظت PAHs می‌توان میزان ریسک سلامت را مورد ارزیابی قرار داد. این ترکیبات از مهم‌ترین آلاینده‌های آلی هستند که به‌طور گسترده‌ای در محیط‌زیست توزیع شده‌اند. تاکنون بیش از ۱۰۰ ترکیب PAHs در طبیعت شناخته شده است که ۱۶ نوع از این ترکیبات را سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا به‌عنوان آلاینده اولویت‌دار و خطرناک معرفی کرده است. هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی به‌واسطه حضور و مقاومتشان در محیط‌های مختلف و به دلیل خواص سرطان‌زایی و جهش‌زایی موردتوجه محققین مختلف قرار گرفته است. این آلاینده‌ها از دو طریق طبیعی و انسان‌زاد ایجاد می‌شوند. PAHs با منشأ انسان‌زاد را می‌توان به دو گروه پیروژنیک و پتروژنیک طبقه‌بندی کرد. PAHs پیروژنیک از احتراق ناقص مواد آلی مانند احتراق سوخت‌های فسیلی، وسایل نقلیه و زغال سنگ ناشی می‌شوند. هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی با منشأ پتروژنیک شامل نفت خام نسوخته و مشتقات آن مانند بنزین، سوخت دیزل و روغن است. خاک به‌عنوان یک شاخص خوب از آلودگی محیط‌زیست است که می‌تواند مهم‌ترین مخزن برای تجمع PAHs در نظر گرفته شود، از این رو تعیین غلظت، آلودگی و منشأ PAHs در خاک ضروری است (موسوی و همکاران، ۱۳۹۶).

هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در محیط زیست نسبتاً پایدار بوده و قابلیت تجمع زیستی دارند. سازمان بین‌المللی تحقیقات سرطان^۸ (LARS) شش مورد از ترکیبات PAHs، شامل Benzo[a]anthracene، Benzo[b]fluoranthene، Benzo[a]pyrene، Benzo[k]fluoranthene و Indeno[1,2,3 c,d]pyren را در رده‌های سرطان‌زا، به احتمال زیاد سرطان‌زا و احتمالاً سرطان‌زا برای انسان طبقه‌بندی نموده است (IARC, 2017). در گزارش حفاظت محیط زیست آمریکا شواهد کافی از سرطان‌زایی ۲۴ مورد از هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای و سرطان‌زا نبودن سه مورد از آن‌ها وجود دارد (EPA, ۲۰۱۰). اثرات منفی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای بر موجودات خاکی شامل احتمال ایجاد تومور، اختلال در رشد و نمو، تولیدمثل و سیستم ایمنی جاندار می‌باشد. علی‌ای حال، نرخ متابولیسم هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای به حدی است که مانع از بزرگنمایی زیستی در زنجیره غذایی می‌شود.

۷-۱۱-۷ اندازه و ارزیابی ترکیبات PAHs موجود در مالچ

مالچ مصرفی در تثبیت ماسه و بیابان‌زدایی از دو پالایشگاه تهران و آبادان تأمین می‌گردد و هر دو پالایشگاه بخشی از نفت خام خود را از نفت خام تقریباً سبک مارون اهواز تأمین می‌نمایند. البته میزان Bap موجود در مالچ استحصالی از نفت خام سبک کمی کمتر از نفت خام سنگینی است.

میزان PAHs مالچ‌های مصرفی در جدول (۲-۲۴) ارائه شده است. به هر حال میزان مالچ در محدوده ۲/۵-۲ ppm می‌باشد و حداکثر آن که به‌ندرت پیش می‌آید در مورد نفت خام سنگین است که ممکن است به ۳ ppm برسد.

جدول ۲-۲۴- میزان هیدروکربن‌های آروماتیک PAHs دو نوع مالچ مصرفی (ppm)

نمونه/PAHs	FLT فلورانتین	PY پیرن	Bap بنزو	Bghip بنزو ghi پرین
مالچ تهران	۱۶	۴۳	۲/۱	۹/۲
مالچ آبادان	۷/۴	۳۱/۷	۲	۱۱

۸-۱۱-۷ ضوابط انتخاب عرصه‌های مالچ‌پاشی بر اساس ویژگی‌های رخساره‌های ژئومورفولوژیکی انواع

رخساره‌های ژئومورفولوژی و خصوصیات آن‌ها در عرصه مناطق بیابانی

رخساره‌های ژئومورفولوژی تفکیک شده در برنامه ملی مدیریت مناطق بیابانی کشور که به‌عنوان واحدهای کاری جهت برنامه‌ریزی فعالیت‌های حفاظتی اصلاحی و احیایی انتخاب گردیده‌اند شامل ۱۵ رخساره متفاوت است.

^۸International Agency for Research on Cancer

جدول (۲-۲۵) ویژگی‌های هریک از این رخساره‌ها را از دیدگاه فعالیت‌های مالچ‌پاشی نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲۵- وضع موجود رخساره‌ها، اهداف و وضعیت کاربرد مالچ در آن‌ها

ردیف	نام رخساره	وضع موجود رخساره			اهداف	وضعیت رخساره از نظر کاربرد مالچ
		تخریب منابع خاک	تخریب منابع گیاهی	تخریب منابع آب		
۱	فرسایش آبراه‌های و مخروط افکنه	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	-افزایش توان بازسازی تولید در محیط -کنترل و کاهش تخریب منابع ۳گانه -مدیریت صحیح در کاربری و تبدیل اراضی -افزایش بیوماس گیاهی در عرصه‌های بیابانی	در صورتی که فرسایش بادی در این رخساره فعال باشد به‌ویژه در دشت سرهای آپانداژ و پوشیده، کاربرد مالچ می‌تواند مؤثر باشد.
۲	دشت ریگی غیرفعال	کم	متوسط تا کم	متوسط تا زیاد	-جلوگیری از تشدید فرسایش‌های بادی و آبی -اعمال مدیریت صحیح در کاربری اراضی	به سبب شرایط مرفولوژیکی و گستردگی مالچ‌های معدنی در سطح، خاک در عرصه این رخساره تثبیت شده می‌باشد و نیازی به کاربرد مالچ نیست.
۳	دشت ریگی فعال	زیاد	زیاد	کم تا متوسط	کاهش فرسایش بادی و کنترل کانون‌های بحرانی فرسایش بادی افزایش درصد پوشش گیاهی و بیوماس	کاربرد مالچ در این رخساره به‌ویژه در قسمت‌هایی از دست سرها و پلایاها که رطوبت کمی دارند نقش مؤثری در کاهش فرسایش بادی خواهد داشت.
۴	دشت رسوبی کربناته	زیاد	کم	کم	-کاهش فرسایش بادی و کنترل کانون‌های بحرانی فرسایش بادی	عرصه به‌خودی‌خود و بالقوه در برابر فرسایش بادی مقاوم است. اگر منطقه محل ترانزیت باشد، مالچ کم اثر و اگر عرصه رسوبات بادی، در صورتی که تثبیت دائمی شود کاربرد مالچ لازم نیست ولی اگر ماسه‌ها مجدداً حرکت نمایند کاربرد مالچ ضروری است.

جدول ۲-۲۵- وضع موجود رخساره‌ها، اهداف و وضعیت کاربرد مالچ در آن‌ها

ردیف	نام رخساره	وضع موجود رخساره			اهداف	وضعیت رخساره از نظر کاربرد مالچ
		تخریب منابع خاک	تخریب منابع گیاهی	تخریب منابع آب		
۵	دشت رسوبی شور	متوسط	زیاد	زیاد	-جلوگیری از تخریب منابع آب و خاک -افزایش بیوماس و تراکم پوشش گیاهی	در صورتی که رخساره از پوشش گیاهی نسبتاً مناسبی برخوردار باشد که به سبب آن مانع از انتقال ذرات ریز خاک و غبار آلودگی هوا شود، کاربرد مالچ ضرورتی ندارد.
۶	کلوت و کلوتک (یاردانگ)	زیاد	کم	کم	-کاهش خسارات ناشی از فرسایش بادی بر منابع پایین دست	کاربرد مالچ در این رخساره می‌تواند به کاهش فرسایش خاک و تعدیل روند تخریب کمک نماید.
۷	اراضی زراعی تأثیر فرسایش بادی	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	کم تا زیاد	کنترل کانون‌های بحرانی فرسایش بادی، حفظ منابع خاک مرغوب و زراعی، افزایش تولید در واحد سطح	در صورت استمرار استفاده از منابع اراضی برای کشت و کار، کاربرد مالچ میسر نیست ولی چنانکه به سبب شدت فرسایش ناگزیر از تغییر کاربری باشیم (مثلاً زراعت به جنگل یا بوته‌زار) کاربرد مالچ توصیه می‌شود.
۸	تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال	زیاد	متوسط تا کم	کم	کنترل کانون‌های بحرانی فرسایش بادی، استفاده بهینه از منابع معدنی از جمله ماسه‌بادی	کاربرد در این رخساره به نسبت سایر رخساره‌ها از اولویت برخوردار است. روش‌های متفاوتی از کاربرد مالچ در این رخساره میسر است.
۹	تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای غیرفعال	متوسط تا کم	متوسط تا کم	کم	-کنترل کانون‌های بحرانی فرسایش بادی، -استفاده بهینه از منابع معدنی از جمله ماسه‌بادی	در شرایط موجود به سبب تراکم پوشش یا وضعیت مرفولوژیکی عرصه‌ها، توده‌های ماسه‌ای در حالت تثبیت‌شده قرار داشته و نیازی به کاربرد مالچ در آن نیست.

جدول ۲-۲۵- وضع موجود رخساره‌ها، اهداف و وضعیت کاربرد مالچ در آن‌ها

ردیف	نام رخساره	وضع موجود رخساره			اهداف	وضعیت رخساره از نظر کاربرد مالچ
		تخریب منابع خاک	تخریب منابع گیاهی	تخریب منابع آب		
۱۰	جنگل‌های بیابانی	متوسط تا کم	متوسط تا کم	کم	-کنترل و حفاظت از کانون‌های حساس فرسایش بادی تثبیت شده -از طریق استمرار حیات و توسعه پایدار	به علت تراکم پوشش گیاهی رخساره فاقد فرسایش بادی است و نیازی به کاربرد مالچ ندارد.
۱۱	دشت رسی (دق رسی)	زیاد	کم	کم	-حفظ ذخایر خاک قابل استفاده صنایع، کشاورزی و غیره -کنترل و حفاظت از کانون‌های حساس فرسایش بادی	به علت شرایط خاص خاک و سله سطحی آن. در صورتی که عرصه این رخساره در معرض تردد دام یا انسان و ماشین‌آلات قرار نگیرد منشأ غبار آلودگی نبوده و نیازی به کاربرد مالچ در آن نیست.
۱۲	مخروط افکنه پلایایی	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	-توسعه رویشگاه‌ها با گونه‌های هیدروهالوفیت -برقراری تعادل سفره‌های آب شور و شیرین	به‌طور کلی در این رخساره توده‌های متراکم ما سه با پهنه‌های ما سه‌ای وجود ندارد و از این نظر مالچ توجه ندارد
۱۳	کوبر رسی (دق رسی نمکی)	متوسط تا زیاد	کم	کم	-جلوگیری از تبدیل اراضی به کانون‌های فرسایش بادی -بهره‌برداری از نمک‌های خوراکی و صنعتی	اگر منطقه تحت حفاظت قرار گرفته و به علت تردد زیاد انسان و دام، سیله‌های خاک خرد نشوند. در این صورت کاربرد مالچ در آن توجیه‌پذیر نیست.
۱۴	مناطق مرطوب حاشیه پلایا و دریا	متوسط تا کم	متوسط تا زیاد	متوسط تا کم	-بهره‌برداری از منابع آب و گیاهی شور -جلوگیری از تبدیل اراضی به کانون‌های بحرانی فرسایش بادی	به علت وجود رطوبت و همچنین پوشش گیاهی نسبتاً متراکم فرسایش خاک در این رخساره فعال نبوده و نیازی به کاربرد مالچ نخواهد داشت.

جدول ۲-۲۵- وضع موجود رخساره‌ها، اهداف و وضعیت کاربرد مالچ در آن‌ها

ردیف	نام رخساره	وضع موجود رخساره			اهداف	وضعیت رخساره از نظر کاربرد مالچ
		تخریب منابع خاک	تخریب منابع گیاهی	تخریب منابع آب		
۱۵	کویر نمکی و دریاچه کویری	کم	کم	متوسط تا زیاد	- بهره‌برداری از منابع معدنی (انواع نمک‌ها) - جلوگیری از توسعه شوری	به علت وجود رطوبت و تراکم املاح در سطح در صورت حفاظت و ممانعت از تردد دام، انسان و وسایل نقلیه، نیازی به کاربرد مالچ در این رخساره نخواهد بود.

۱۲-۷-۲ ضوابط و معیارهای عملیات بیولوژیک توأم با مالچ پاشی

مالچ از تبخیر آب در سطح خاک و کاهش رطوبت و حفظ آن به مدت طولانی در خاک می تواند مؤثر واقع شود. مالچ گاه به عنوان محافظی برای خاک و گیاهان در مناطق خشک به کار می رود تا محیط را در برابر تغییر دمای شدید و فرسایش خاک و از دست رفتن آب زمین محافظت کند (کردوانی و همکاران، ۱۳۹۲). وجود مالچ نفتی یا لایه سطحی ایجاد شده به وسیله مالچ ها در برخی نقاط، خود به عنوان یک منبع غذایی مهم مورد استفاده و تغذیه میکروارگانیسم های خاک واقع شده و با شکسته شدن ماکرو مولکول ها و هیدروکربن های موجود در این فرآورده نفتی به تدریج به غنای کربن و ماده آلی خاک ها اضافه می کند که خود در استقرار بعدی سایر گیاهان می تواند نقش بسزایی ایفا نماید.

به دلیل کوتاه بودن عمر مفید مالچ و اینکه مالچ نمی تواند به صورت پایدار و مداوم عمل نماید اجرای عملیات بیولوژیک اعم از بذرپاشی، قلمه کاری و نهال کاری از ضروریات می باشد.

توصیه می شود در عملیات بیولوژیک از گیاهان بومی منطقه که به خوبی با شرایط اکولوژیک این مناطق سازگار شده اند، استفاده شود. انتخاب گونه، نحوه کشت، مراقبت و آبیاری و... در ضابطه جداگانه ای که توسط دفتر امور بیابان تهیه شده است (ضابطه اقدامات بیولوژیکی مدیریت و کنترل بیابان) به طور مفصل توضیح داده شده است.

۱۲-۷-۲-۱ پروژه نهال کاری

عمر مفید و مؤثر مالچ در عرصه های مالچ پاشی شده بین ۴ تا ۵ سال تخمین زده شد. در صورتی که مالچ تحویلی پالایشگاه ها بر اساس استانداردهای موجود باشد، در طی این مدت می بایست عرصه های مالچ پاشی شده با گونه های مقاوم و سازگار و بومی هر منطقه (به غیر از خط الراس ها) کشت گردد؛ و اینکه هدف از اجرای عملیات پاشش مالچ نهایتاً ایجاد عرصه ای با پوشش گیاهی بوده، در غیر این صورت با از بین رفتن چسبندگی مالچ با کوچک ترین وزش باد عرصه حالت بادکند پیدا نموده و مجدداً عرصه مالچ پاشی شده در زیر ماسه مدفون و مشکلات عدیده حرکت ماسه ها فراهم می گردد. لذا به منظور استفاده بهینه از نزولات و نیز جلوگیری از صدمات ناشی از پاشش مالچ گرم بر روی نهال پیشنهاد می شود که پروژه های نهال کاری بعد از اجرای عملیات مالچ پاشی و با گذشت مدت زمان لازم صورت گیرد. بعد از گذشت مدتی نهال ها رشد کرده و تبدیل به جنگل های دست کاشت می شوند به عنوان مثال جنگل های دست کاشت منطقه مالچ پاشی شده حمیدیه در استان خوزستان (شکل ۲-۳۸).

در این روش می‌بایست از تردد کارگران بدون جهت روی عرصه مالچ‌پاشی شده جدا خودداری و یک مسیر جهت رفت‌وآمد و انتقال نهال مورداستفاده قرار گیرد. بدیهی است غرس نهال در روی عرصه مالچ‌پاشی شده صرفاً بدون حفر چاله بوده و با پشت بیل امکان کشت نهال میسر خواهد بود.

در مورد کشت نهال گلدانی روی عرصه‌های مالچ‌پاشی شده باید قبل از انتقال به مقدار کافی آبیاری و گلدان کاملاً خیس بوده به‌طوری‌که قادر به تأمین آب نهال تا شروع دوره آبیاری را دارا باشد. همچنین به‌منظور رعایت اصول فنی عرصه مالچ‌پاشی شده باید در انتخاب نهال گلدانی به لحاظ کیفیت و رشد شادابی دقت لازم مبذول گردد و در زمان کشت، گلدان کاملاً از مخلوط خاک و نهال جدا گردد. ضمناً چنانچه در طی سال‌های بعد به لحاظ عدم موفقیت برخی گونه‌ها لزوم واکاری روی عرصه مالچ‌پاشی احساس گردید، می‌بایست درنهایت دقت و حوصله، صرفاً نقاطی که نیاز به واکاری دارد تردد و کشت نهال جدید در همان چاله قبلی صورت گیرد و از حفر چاله و گودبرداری مجدد روی عرصه مالچ‌پاشی جدا خودداری گردد.

مجدداً یادآوری می‌شود که در زمان مالچ‌پاشی در جهت سهولت دستیابی به کلیه عرصه به‌منظور آبیاری و یا واکاری احتمالی احداث جاده‌های نفوذی (ارتباطی) به‌منظور دسترسی بهتر آبیاران به عرصه مدنظر قرار گیرد. همان‌طور که اشاره شد به دلیل کوتاه بودن عمر مفید مالچ و اینکه مالچ نمی‌تواند به‌صورت پایدار و مداوم عمل نماید و از طرفی نهایتاً اجرای عملیات بیولوژیک اعم از بذریاşı، قلمه کاری و نهال‌کاری از ضروریات می‌باشد لذا باید سعی گردد در کشت نهال‌های ریشه‌ای به‌منظور اطمینان از درصد موفقیت در هر چاله بیش از ۲ یا ۳ نهال کشت نشود و حتی‌المقدور نهال‌های ریشه‌ای سالم انتخاب و حتماً قبل از انتقال به عرصه در نهالستان به‌صورت غرقابی آبیاری گردد.

لازم به یادآوری است که مقدار نهال ریشه‌ای جهت انتقال به عرصه مالچ‌پاشی شده باید در حد توان کشت روزانه از خزانه خارج گردد و از کشت نهال‌های ریشه‌ای بجا مانده از روزهای گذشته و ریشه خشک شده در روی مالچ جدا خودداری گردد.



شکل ۲-۳۷- شیوه نهال کاری روی عرصه مالچ پاشی شده



شکل ۲-۳۸- جنگل‌های دست کاشت در منطقه مالچ‌پاشی شده منطقه حمیدیه استان خوزستان

۲-۱۲-۷-۲- پروژه قلمه کاری

تجربه نشان داده است در مناطق با بارندگی مناسب و وجود رطوبت مغفید پروژه قلمه کاری روی مالچ و یا قبل از پاشش مالچ از موفقیت چشم‌گیری برخوردار است (شکل ۲-۳۹). جوانه زدن قلمه‌هایی که قبل از مالچ‌پاشی در عرصه‌ها کشت گردید با کمی تأخیر صورت می‌گیرد از جمله مناطقی که می‌توان به عنوان الگو نام برد مناطق مختلف در استان خوزستان بوده که هزاران هکتار جنگل‌های گز توأم با گونه‌های مقاوم بومی بوده است. ضمناً توصیه می‌گردد از تردد بی‌جهت و زیاد بر روی عرصه مالچ‌پاشی شده به دلیل شکسته شدن لایه مالچ جداً خودداری شود، به همین جهت باید سعی شود قلمه‌های موردنیاز پروژه حتی‌المقدور از شاخه‌های جوان و سالم تهیه گردد، همچنین کلیه اصول فنی در زمان قلمه کاری با دقت کافی در عرصه رعایت گردد، چرا که واکاری قلمه در روی عرصه مالچ‌پاشی به دلایلی که در بالا اشاره گردید امکان‌پذیر نمی‌باشد.



شکل ۲-۳۹- شیوه قلمه کاری روی عرصه مالچ‌پاشی شده

۲-۷-۱۲-۲ پروژه بذرپاشی

به لحاظ استفاده بهینه از ریزش‌های جوی و مکمل برنامه‌های نهال‌کاری اصولاً قبل از عملیات مالچ‌پاشی با استفاده از بذر گونه‌های بومی و عمدتاً تاغ اقدام به بذرپاشی نموده، لذا بذرپاشی فقط زیر مالچ توصیه می‌گردد. شیوه اجرای آن بدین صورت بوده که با انتخاب عرصه، روزانه برای پاشش مالچ کارگران به پاشیدن بذور قبل از عملیات مالچ‌پاشی اقدام می‌نمایند (شکل ۲-۴۰). در این روش عملیات بذرپاشی صرفاً برای یک‌بار قبل از پاشش مالچ امکان‌پذیر بوده و بذرپاشی روی مالچ به هیچ وجه اصولی نبوده و توصیه نمی‌گردد؛ و لذا می‌بایست در تهیه و تأمین بذور موردنیاز پروژه مالچ‌پاشی دقت گردد تا بذور کیفیت خوب و درجه خلوص قابل قبولی داشته باشند (آزمایش قوه نامیه) به‌طور کلی در مواقعی که باد در منطقه با شدت می‌وزد بی‌شک عملیات بذرپاشی به دلیل سبک بودن بذور نمی‌تواند به‌طور یکنواخت در کلیه عرصه پاشیده شود در چنین شرایطی باید بذور را با ماسه مخلوط نموده سپس اقدام به پاشیدن نمود تا در تمام عرصه به‌طور یکنواخت مستقر شوند و بلافاصله عملیات مالچ‌پاشی روی آن صورت گیرد و باید سعی گردد سطح عرصه بذرپاشی بر اساس توان اجرای عملیات مالچ‌پاشی تعیین گردد و از پاشیدن بذور در سطوح زیاد بدون هماهنگی بودن با پاشش مالچ خودداری گردد. برای این منظور می‌توان عملیات بذرپاشی را از روی اسکی مالچ انجام داد به‌طوری که کیسه محتوی بذر را روی اسکی قرار داده و به‌طور هم‌زمان کارگران اقدام به پاشش بذر نموده و عملیات مالچ‌پاشی نیز صورت می‌گیرد.



شکل ۲-۴۰- شیوه بذرپاشی روی عرصه مالچ پاشی شده



شکل ۲-۴۱- نتایج بذریاشی روی عرصه مالچ پاشی شده

۸-۲ اثرات مالچ پاشی بر محیط زیست

بررسی وضعیت پوشش گیاهی در عرصه‌های مالچ پاشی شده در مقایسه با نقاط شاهد عموماً حکایت از شرایط بهتر آن‌ها خواه از نظر کمی یا کیفی دارد؛ اما توجه به این نکته ضروری است که این بهبود وضعیت بیشتر از آنکه ناشی از اثر مالچ باشد می‌تواند متأثر تغییر مجموعه شرایطی باشد که در مناطق مالچ پاشی شده به وجود می‌آید. بخشی از این تغییرات ناشی از تأثیر مستقیم مالچ پاشی بر سایر عوامل مؤثر بر رشد پوشش گیاهی و قسمت دیگر به سبب انجام فعالیت‌هایی مانند قرق مناطق، بذركاری، بذركاشی، نهال کاری و ... بر روی عرصه‌های مالچ پاشی می‌باشد (شکل ۲-۴۲).

نتایج حاصل از تجربه چند دهه فعالیت مالچ پاشی بر روی عرصه‌های تپه‌های ماسه‌ای یافته‌های چند پژوهش در این باره حاکی از آن است که:

الف - فیلم ایجاد شده از مالچ‌های ذکر شده به علت رنگ سیاه، انرژی حرارتی را از نور خورشید جذب نموده و باعث افزایش درجه حرارت خاک می‌گردد. افزایش درجه حرارت در سطح خاک بیشتر است و هر چه از سطح به عمق خاک پیش رویم درجه حرارت کمتر خواهد شد.

ب - با استفاده از ۶۰۰ گرم مالچ در مترمربع لایه مناسبی بر روی خاک به وجود می‌آید که از تبخیر سطحی جلوگیری نموده و باعث حفظ رطوبت خاک می‌گردد.

ج - لایه ایجاد شده از مالچ بر روی زمین تا مدت محدودی (حدود ۳ تا ۴ سال) موجب تثبیت خاک شده و ذرات خاک را در جای خود حفظ نموده و اثر عوامل طبیعی را در جابجا نمودن و فرسایش ذرات خاک خنثی می‌کند.

د- با تغییر شرایط محیط به منظور رشد گیاه، در اوایل بهار به علت پائین بودن درجه حرارت خاک، رشد گیاهان کند است می‌توان شرایط بهتری جهت رشد گیاه به وجود آورد، به‌طوری‌که با تسریع در جوانه‌زنی و زودرسی گیاه، برداشت محصول قبل از وقت مقرر صورت گیرد.

ه- استفاده از مالچ علاوه بر مزایای ذکر شده در بالا موجب صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری شده و در برخی از موارد فقط از آب بارندگی در امر کشت گونه‌ها در عرصه استفاده می‌گردد.



شکل ۲-۴۲- اثر مالچ بر پوشش گیاهی

۲-۸-۱ پیشنهادها و ملاحظات

-بهبود کیفیت مالچ

به‌منظور دستیابی به مالچ نفتی با کاربرد و فرمولاسیون بهتر و همچنین تسریع در امر تثبیت ماسه‌های روان با هزینه‌های کمتر در واحد سطح لازم است که بررسی و تحقیقات گسترده‌ای در مورد ساخت و مصرف مالچ نفتی با

ویسکوزیته بالای ۲۰۰۰ (cst)(Redwood) (در ۱۰۰ درجه فارنهایت) به عمل آید که در مقایسه با مالچ فعلی مورد مصرف در مناطق عملیاتی پروژه‌های مالچ‌پاشی برتری داشته و دارای مزایایی به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- به‌طور کلی این مالچ عاری از هر گونه مواد مضر و معطر می‌باشد.
- ۲- چون حلال و مواد سبک ندارند بنابراین مقدار مصرف مالچ در واحد سطح را می‌توان کاهش داد.
- ۳- از آلودگی محیط که در اثر تبخیر حلال موجود در مالچ‌های نفتی فعلی وجود دارد جلوگیری به عمل می‌آید.
- ۴- از مواد شکسته شده اولفینی bracked material نیز می‌باشد.
- ۵- از مصرف فرآورده‌های میان تقطیر که برای کاهش ویسکوزیته به کار می‌رود جلوگیری به عمل می‌آید و از این لحاظ در دیگر موارد که به‌شدت مورد نیاز می‌باشند، به‌صورت قابل توجهی استفاده می‌شود.
- ۷- در مقابل مزایای فوق باید مقدار بیشتری انرژی حرارتی به کار برده شود تا ویسکوزیته لازم حاصل گردد. چون این مالچ دارای قدرت چسبندگی بیشتری می‌باشد، در نتیجه قشر مالچ‌پاشی شده دارای مقاومت و دوام زیادتری خواهد بود، بنابراین نیاز به مقدار انرژی حرارتی بیشتری دارد تا ویسکوزیته (روانی) مناسب حاصل گردد. البته در مورد تهیه تجهیزات ضروری با رعایت احتیاط‌های لازم، الزامی و قابل بررسی می‌باشد.

- استفاده از مالچ‌های غیر نفتی

به دلیل برخورداری کشور از منابع عظیم نفت و موادی که در گذشته به دلیل فن آوری پایین پالایشگاه‌ها به عنوان مواد جانبی پالایشگاه‌ها محسوب می‌گردید (فرآورده‌های سنگین نفت)، تحت نام مالچ نفتی برای ایجاد پوشش حفاظتی روی ماسه‌های روان مورد استفاده قرار گرفت؛ اما بهای این ماده که در گذشته به‌طور رایگان در اختیار سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور قرار داده می‌شد، بسیار زیاد شده است. عملیات مالچ‌پاشی نیازمند تجهیزات و نیروی انسانی زیادی است، چون این ماده شبیه قیر است باید در محیط ابتدا گرم و سپس روی خاک پاشیده شود که هزینه حمل از مبدأ تا منطقه عملیاتی نیز به آن اضافه می‌گردد.

هرچند استفاده از این ماده، زمانی جزو بهترین راه‌حل‌ها برای تثبیت ماسه‌های روان محسوب می‌شده است، با این حال اثرات مالچ نفتی روی جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاه (Fadhil, ۲۰۰۲)، مشکلات بهداشتی و محیط‌زیستی و هزینه‌های آن همواره از جمله دغدغه‌های مسئولان امر و محدودیت‌های کاربرد این نوع مالچ بوده است (رضایی، ۱۳۸۸). کاربرد مالچ نفتی علاوه بر سختی کار و نیازمندی به سامانه گرمایش برای گرم کردن مالچ، دارای عوارض بهداشتی و آلودگی برای

کارکنان در حین اجرا می‌باشد. درعین حال، به کرات دیده شده است که در زمان عملیات مالچ‌پاشی روی گیاهان موجود و یا نهال‌های تازه کاشته شده اثرهای منفی باقی می‌گذارد. از طرف دیگر با پیشرفت تکنولوژی و افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی، امروزه دیگر مالچ نفتی ترکیبات پسماند محسوب نشده و در نتیجه استفاده از آن برای فرایند تثبیت تپه‌های ماسه‌ای با محدودیت‌هایی مواجه شده است، از این رو علاوه بر محروم شدن از سایر فرآورده‌هایی که می‌توان با تصفیه این ماده از آن استخراج نمود، هزینه زیاد حمل مالچ نفتی از پالایشگاه تا عرصه کار و سایر موارد ذکر شده، ضرورت استفاده از ترکیبات و روش‌های کارآمدتر و ارزان‌تر را بسیار ضروری نموده است. در نتیجه، این امر سبب تحقیقات گسترده در ایران و جهان در جهت یافتن خاک‌پوش مناسب برای جایگزینی مالچ‌های نفتی شده و انواع مختلفی از خاک‌پوش‌ها به بازار عرضه شده است.

-مالچ‌های امولسیون

نتایج حاصل از آزمایشات پژوهشگاه صنعت نفت (۱۳۸۴) نشان داد که مالچ‌های سنگین تنها لایه نازک و مستحکمی در سطح ماسه‌ها ایجاد کرده و به دلیل عدم وجود مواد سبک و روغنی توسط ماسه‌ها به صورت لایه‌لایه در نیامده و به اعماق ماسه‌ها نفوذ نمی‌کنند و نتیجتاً هیچ‌گونه لطمه‌ای به عوامل تثبیت‌کننده بیولوژیکی وارد نمی‌نمایند. انواع باقیمانده‌های تقطیر که عاری از مواد سبک هستند، قیر ۲۰۰ / ۳۰۰ و امولسیون‌های قیر از جمله مالچ‌های سنگین پیشنهادی و مورد بررسی و تحقیق می‌باشند.

۹-۲ مالچ های غیر نفتی

هرچند استفاده از مالچ نفتی، زمانی جزو بهترین راه حل ها برای تثبیت ماسه های روان محسوب می شده است، با این حال اثرات مالچ نفتی روی جوانه زنی بذر و استقرار گیاه (Fadhil, ۲۰۰۲)، مشکلات بهداشتی و محیط زیستی و هزینه های آن همواره از جمله دغدغه های مسئولان امر و محدودیت های کاربرد این نوع مالچ بوده است (رضایی، ۱۳۸۸). کاربرد مالچ نفتی علاوه بر سختی کار و نیازمندی به سامانه گرمایش برای گرم کردن مالچ، دارای عوارض بهداشتی و آلودگی برای کارکنان در حین اجرا می باشد. در عین حال، به کرات دیده شده است که در زمان عملیات مالچ پاشی روی گیاهان موجود و یا نهال های تازه کاشته شده اثرهای منفی باقی می گذارد. از طرف دیگر با پیشرفت تکنولوژی و افزایش مصرف فرآورده های نفتی، امروزه دیگر مالچ نفتی ترکیبات پسماند محسوب نشده و در نتیجه استفاده از آن برای فرایند تثبیت تپه های ماسه ای با محدودیت هایی مواجه شده است، از این رو علاوه بر محروم شدن از سایر فرآورده هایی که می توان با تصفیه این ماده از آن استخراج نمود، هزینه زیاد حمل مالچ نفتی از پالایشگاه تا عرصه کار و سایر موارد ذکر شده، ضرورت استفاده از ترکیبات و روش های کارآمدتر و ارزان تر را بسیار ضروری نموده است. در نتیجه، این امر سبب تحقیقات گسترده در ایران و جهان در جهت یافتن خاک پوش مناسب برای جایگزینی مالچ های نفتی شده و انواع مختلفی از خاک پوش ها به بازار عرضه شده است.

منظور از مالچ های غیر نفتی، کلیه مواد یا پوشش هایی هستند که به منظور جلوگیری از تبخیر آب، رشد علف های هرز و به طور کلی جهت افزایش محصول دهی خاک از آن ها استفاده می شود. از قبیل: مالچ های آلی (مثل کاه و کلش، برگ های گیاهان، خاک اره، کودهای حیوانی و...) و مالچ های مصنوعی (مثل پلیمر، پشم شیشه، کاغذ، صفحات فلزی، لایه های نازک پلاستیک و...) و مالچ های سنگریزه ای و رس.

در چند سال گذشته توجهات زیادی به تحقیقات در جهت یافتن خاک پوش (مالچ) مناسب برای جایگزینی مالچ های نفتی معطوف گشته و انواع مختلفی از خاک پوش ها تحت عنوان موارد جدول (۲-۲۶) به بازار عرضه شده است.

جدول ۲-۲۶- انواع مالچ‌های غیرنفتی

مالچ	ماهیت
Polymer Binder	ترکیبات پلیمری با خاصیت آنیونی و یا کاتیونی
پلی آکریل آمید	پلیمری
رزین فرمالدهید فورفورال اوره	کوپلیمر
لیگنین	طبیعی
پلی لاتیس	پلیمری
سیمان	معدنی
رسی	معدنی
زئولیت	معدنی-آلی
سنگریزه‌ای	طبیعی- معدنی
کلرید کلسیم و منیزیم	معدنی
سرباره فولادسازی	معدنی
بیولوژیکی (سریشوم و صمغ گیاهی و حیوانی)	آلی
پلیمری- سلولزی نانو سولفید	پلیمری-آلی

کلام آخر

باید اذعان نمود پروژه‌های مالچ پاشی که در طی سال‌های گذشته بر اساس ضرورت‌ها در مناطق عملیاتی اجرا گردیده و هم اکنون در حال انجام است به‌منظور دستیابی به اهداف موردنظر می‌بایست مورد بازنگری و تجدیدنظر قرار گیرد.

قصد این نیست اجرای پروژه‌های مالچ پاشی را که در حال حاضر در مناطق عملیاتی تداوم داشته نفی کرد اما باید این واقعیت را پذیرفت که حتی‌المقدور می‌بایست ضمن ایجاد توازن بین سطوح اجرائی و سرمایه‌گذاری انجام شده در زمینه بخشی از هزینه‌های جاری نیز غافل نبود. چراکه هزینه‌های حمل این ماده در طی سال‌های اخیر از روند صعودی بسیار بالایی برخوردار بوده به‌طوری‌که اکثر اعتبارات این بخش را جذب می‌نماید و همین امر کاهش سطوح عملیاتی را موجب گشته و نهایتاً تناسبی با سرمایه‌گذاری انجام شده و تدارکات لازم برای اجرای عملیات مالچ پاشی ندارند.

از طرفی اصولاً پروژه‌های مالچ پاشی را باید به‌عنوان یک طرح ملی با اعتبارات ملی قلمداد نمود متأسفانه در طی یک دهه اخیر بنا به مصلحت و بینش برنامه‌ریزان این طرح در غالب پروژه‌های استانی دیده می‌شود که مهم‌ترین عامل بازدارنده در گسترش روند اجرائی این پروژه بشمار می‌رود.

همین امر سبب شده تا مدیران و مسئولین محترم در استان‌ها اصولاً مالچ پاشی را به‌عنوان ابزار کاری خود انگاشته و بعضاً بنا به توصیه مسئولین رده‌بالای استان مناطقی را زیر پوشش برنامه‌های مالچ پاشی برده به‌طوری‌که هیچ‌گونه بررسی و نهایتاً طرحی تهیه نگردیده است و به همین لحاظ دفتر ستادی نمی‌تواند اظهار نظر کارشناسی داشته باشد که بالطبع نظارت دقیق بر حسن اجرای عملیات هم در چنین مواردی صورت نخواهد گرفت و لذا توصیه می‌گردد اعتبارات پروژه مالچ پاشی از استانی به ملی برگشت داده شود و این حقیقتی است که باید مورد قبول برنامه ریزان واقع گردد.

یکی دیگر از مسائلی که می‌تواند در پیشبرد اهداف اجرایی پروژه‌های مالچ پاشی قرار گیرد کیفیت پایه مالی ساخته شده در پالایشگاه‌های کشور است اساساً فرمولاسیون و مشخصات مالچ‌های مصرفی در امر تثبیت ماسه‌های روان که مرتبط با بیان این طرح ارائه گردیده با توجه به آزمایش‌های آزمایشگاهی و صحرایی حاصل شده است.

متأسفانه در طی سال‌های گذشته مالچ‌های تحویلی در پالایشگاه‌های تهران و آبادان و در گذشته دور اصفهان به دلایل مختلف و عدم ارتباطات موجود بین مجموعه سازمان متبوع با وزارت نفت و همچنین تشکیلات عدیده موجود در پالایشگاه‌ها (هزینه‌های ارزی) از کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده و علیرغم مکاتبات و پیگیری‌های انجام شده هیچ‌گونه تغییری در بهبود کیفیت مالچ تحویلی صورت نگرفته است و همین امر سبب افزایش مصرف بسیار زیاد مالچ در هر هکتار بوده به‌طوری‌که میزان پاشش در برخی مناطق به ۳ یا ۴ برابر استاندارد تعیین شده قبلی رسیده است و همان‌طور که عنوان گردید به دلیل افزایش سریع هزینه‌های حمل بی‌شک اثرات مستقیم آن در نرم هزینه‌ها کاملاً محسوس بوده است.

امید است با بهبود کیفیت مالچ بر اساس فرمولاسیون توافقی، شاهد اثرات مطلوب آن با توجه به اهداف اجرایی در عرصه‌های عملیاتی بوده ضمن اینکه در کاهش هزینه‌های مالچ‌پاشی هم تأثیر بسزایی خواهد داشت

۱-۹-۲ مالچ سنگریزه‌ای

در زمان‌های گذشته، یونان باستان و چین‌ها، برای حفظ آب از سنگریزه و خرده سنگ‌ها بر روی سطح خاک استفاده می‌کردند (Armbrust, ۱۹۹۹). امروزه کلمه مالچ که کلمه‌ای انگلیسی و به معنای پوشش است و با مواد دیگر مخلوط و به صورت قابل استفاده در می‌آید و عمدتاً برای پوشش خاک به کار می‌رود، از این رو کارشناسان امر «خاک‌پوش» را به عنوان جایگزینی مناسب در نظر می‌گیرند، با حفظ معنی، کاربرد گسترده‌تری نیز یافته است و آن این که خرده سنگ‌ها^۱ سنگریزه‌ها^۲ و سنگ‌های آتش‌فشانی^۳ نیز از جمله خاک‌پوش‌هایی می‌باشند که هم در مبحث بیابان‌زدایی و هم در زیباسازی امکان به کار می‌روند زیرا این گونه خاک‌پوش‌ها با طیف گسترده از ساختار، رنگ‌ها و مواد، در زیبایی باغچه، راهرو پیاده‌روها مصرف می‌شوند.

هدف از مالچ‌پاشی در مناطق تحت تأثیر باد، قرار دادن یک لایه محافظ بر روی سطح خاک به منظور جلوگیری یا کاهش حرکت ذرات و بالا بردن سرعت آستانه حرکت ذرات و کاهش اثر فرساینده‌گی باد است، تا ضمن اینکه با محیط‌زیست سازگار باشد، اثر سوئی روی گیاهان نداشته و حاصلخیزی خاک را نیز کاهش ندهد. در طول نیم قرن گذشته، مواد گوناگونی به منظور یافتن خاک‌پوش و روش مناسب کنترل فرسایش بادی یا کاهش حرکت ماسه‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (Zribi و همکاران، ۲۰۱۵) که هر کدام اثرات متفاوتی از جمله افزایش چسبندگی ذرات ماسه، افزایش مقاومت برشی، افزایش نفوذپذیری نسبت به آب و هوا، افزایش زبری آئرودینامیکی و ... داشته‌اند، بنابراین، انتخاب مواد به عنوان خاک‌پوش، در درجه اول به هدف، سپس شرایط منطقه و در دسترس بودن مواد بستگی دارد، این مواد ممکن است طبیعی یا مصنوعی با ابعاد مختلف و دوام متفاوتی باشند.

یکی از روش‌های ایجاد پوشش در سطح خاک‌های لخت و فاقد پوشش گیاهی استفاده از سنگریزه^۴ است. در صورتی که سطح خاک عامل حفاظتی مناسبی نداشته باشد، در اثر نیروی برشی باد فرسایش پیدا می‌کند (Vidal و همکاران، ۲۰۰۵). ایجاد زبری ناشی از وجود سنگریزه سطحی مانند سنگ‌فرش بیابانی^۵ می‌تواند بر کاهش شدت فرسایش بادی تأثیرگذار باشد (Dong و همکاران، ۲۰۰۲). زبری سطح خاک یک عامل کاهنده سرعت باد در سطح تماس جریان باد و خاک بوده و باعث می‌شود که قدرت فرساینده باد قادر به حمل ذرات خاک نباشد و یا شدت فرسایش را کاهش دهد. از طرفی در

^۱Crushed Stones

^۲Gravel

^۳Vulcanic Rock

^۴Gravel, Pebble

^۵Desert Pavement

سطوح زبر، خاک در حال حرکت به دام افتاده و در حد فاصل زبری متوقف می‌شوند. از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرسایش بادی، زبری آئروپدینامیکی است که به شرایط سطح خاک وابسته می‌باشد و اهمیت آن از آنجا مشخص می‌شود که باعث کاهش سرعت باد در سطح تماس جریان باد و خاک شده و از این طریق شدت و مقدار فرسایش را کاهش می‌دهد (Dong و همکاران، ۲۰۰۲).

تحقیقات اولیه انجام گرفته در زمینه فرسایش بادی با استفاده از تونل باد حاکی از آن است که فرآیند فرسایش پذیری خاک، کاملاً تحت تأثیر توزیع اندازه خاکدانه‌های خشک قرار دارد (Chepil و همکاران، ۱۹۴۱)، همچنین نشان از آن دارد که خاکدانه‌های موجود در سطح خاک به‌ویژه ذرات درشت‌تر بر کنترل زبری نقش مهمی دارند (Six و همکاران، ۲۰۰۱). از آنجا که خاکدانه‌های موجود در سطح خاک سرعت باد را تا ارتفاعی از سطح زمین به مقدار فراوانی کاهش می‌دهد (رفاهی، ۱۳۹۱)، این محدوده ارتفاعی (Z_0) بسته به ارتفاع زبری، جنس و انعطاف‌پذیری زبری، تراکم زبری و ویژگی‌های آئروپدینامیکی آن متفاوت است. جهت برآورد سرعت باد در ارتفاع‌های مختلف بالای سطح زبر تا جایی که متأثر از زبری است معادله‌های زیر توسط بگنولد (۱۹۵۴) ارائه شده است.

$$V_Z = \frac{1}{K} \times V_* \times L_n\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \quad \text{رابطه (۳-۲)}$$

$$V_Z = \frac{r_z}{K} \times V_* \times \log\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \implies V_Z = 5.75 \times V_* \log\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \quad \text{رابطه (۴-۲)}$$

که در آن:

V_Z = سرعت برشی باد در ارتفاع Z از سطح زمین m/s

K = ضریب ثابت وان کارمن معادل ۰/۴

V_* = سرعت برشی باد در سطح زبری از جمله ذرات خاک، پوشش گیاهی و ... m/s

Z = ارتفاع باد از سطح زمین به متر.

در صورتی که سطح ارتفاع زبری بلند بوده و دارای سطح جابجایی Z_0 یا ارتفاع هوای محبوس D باشد، در این صورت معادله فوق به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$V_Z = \frac{r_z}{K} \times V_* \times \log\left(\frac{Z-D}{Z_0}\right) \quad \text{رابطه (۵-۲)}$$

D = ارتفاع جابجایی فاکتور زبری (Z_0) به متر (m)

با توجه به اندازه‌گیری‌های متعدد به عمل آمده توسط محققین در آزمایشگاه و صحرا مقدار Z_0 برای سطوح ماسه‌ای ذرات کوچک‌تر از ۲ mm معادل تقریباً $\frac{1}{3}$ متوسط قطر ذره می‌باشد. این در صورتی است که بین ذرات فاصله وجود نداشته باشد ولی هر چه بین ذرات فاصله باشد بر مقدار Z_0 اضافه می‌شود به نحوی که اگر فاصله دو ذره ماسه بیش از ۲ برابر آن‌ها باشد، مقدار Z_0 مساوی $\frac{1}{8}$ قطر متوسط خواهد بود. برای سطوح سنگریزه‌ای و کلوخه‌ای این مقدار معادل ۱۰٪ قطر سنگریزه‌ها و یا کلوخه‌ها در نظر گرفته می‌شود. بنابراین برای افزایش پایداری سطح خاک و به منظور حفاظت خاک در مقابل فرسایش بادی، علاوه بر پوشش گیاهی و بقایای آن، می‌توان از پوشش‌های مصنوعی نیز استفاده نمود. از جمله پوشش‌های مصنوعی می‌توان از شن خیلی درشت، سنگریزه ریز، فیبر و مواد زائد کارخانه‌های صنعتی استفاده نمود (Ziboona, ۲۰۰۸). مطالعات متعددی در سطح جهان به منظور تثبیت گردوغبار و کنترل فرسایش بادی توسط خاک‌پوش سنگریزه‌ای صورت گرفته است، نخستین اقدام برای تثبیت خاک و ماسه به وسیله خاک‌پوش سنگریزه‌ای، استراتژی ویژه مدیریت زمین در مناطق شمال شرقی چین است که یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های سنتی است که کشاورزان مناطق خشک بسیاری از کشورها از جمله آرژانتین، چین، فلسطین اشغالی، ایتالیا، پرو، نیوزیلند و ایالات متحده آمریکا هنوز هم از آن استفاده می‌کنند (Wang و همکاران، ۲۰۱۸). کاربرد سنگریزه و ماسه به عنوان خاک‌پوش که در زبان چینی به شاتین^۱ معروف است، یک تکنیک کشاورزی با قدمت بیش از ۳۰۰ سال است (Sun و Wang، ۱۹۸۶). در مناطق شمالی چین که خاک‌های لسی سریع زهکشی می‌شوند، به منظور حفظ و ذخیره باران پراکنده و محدود، این تکنیک استفاده می‌شود (سالاری نیا، ۱۳۹۲). رومیان باستان و چینی‌ها نیز جهت حفظ آب، سنگ‌ها و سنگریزه‌ها را روی خاک پخش می‌کردند (Armbrust، ۱۹۷۷).

بررسی و جستجوی منابع حاکی از این واقعیت است که تحقیقات به نسبت زیادی در زمینه استفاده از سنگریزه و تأثیر آن در فرسایش آبی و بادی، تبخیر از سطح خاک، نفوذپذیری و افزایش نگهداشت آب به انجام رسیده است، به طوری که بیش از نیم قرن پیش بررسی اثر خاک‌پوش سنگریزه‌ای بر کنترل فرسایش آبی و بادی پرداختند. در این تحقیق بیان شده است، در مناطق بیابانی که امکان رشد پوشش گیاهی وجود ندارد جهت تثبیت دائمی و اقتصادی تپه‌های ماسه‌ای می‌توان از سنگریزه، قطعات سنگ و سنگ خرد شده استفاده کرد. در صورتی که این سطوح به اندازه کافی از قطعات سنگریزه‌ای پوشیده شوند، به طور مؤثری باعث کنترل فرسایش بادی می‌گردد (Chepil و همکاران، ۱۹۶۳). در سال ۱۹۷۱ از سنگریزه بر روی سطح به عنوان، ذخیره آب استفاده شد (Unger، ۱۹۷۱).

بررسی‌ها در سال ۱۹۷۳ نشان داد که خاک‌پوش سنگریزه‌ای میزان تبخیر آب از خاک را کاهش می‌دهد و نه تنها باعث افزایش محصول می‌شود بلکه پتانسیل لازم برای کاربرد و نگهداری مکانیزه را نیز دارد (Fairbourn، ۱۹۷۳). نتایج تجربی در سال ۱۹۹۱ به وضوح نشان داد که برای ۱٪ پوشش مشخصی از خاک‌پوش سنگریزه‌ای، اثربخشی اندازه‌های مختلف

^۱Shatian

این نوع خاک پوش در کاهش رواناب و از بین رفتن خاک از سطح به طور معکوس متناسب با اندازه دانه های خاک پوش است (Poesen, ۱۹۹۱). نتایج تحقیقی در جنوب سوئیس نشان داد که خاک پوش سنگریزه بر خصوصیات حرارتی یا دما و هیدرولیکی مانند نفوذ و تبخیر خاک تأثیر دارد (Nachtergaele و همکاران، ۱۹۹۸). بررسی اثر خاک پوش سنگریزه ای بر روی مقدار فرسایش بادی ثابت کرد که خاک پوش سنگریزه ای کارکرد مهمی در کنترل فرسایش بادی دارد (Li و همکاران، ۲۰۰۱) و به دام اندازی ذرات رسوب را نیز تا ۱/۸ برابر افزایش می دهند (Li و همکاران، ۲۰۰۳). با افزایش تراکم پوش سنگریزه، تابع نمایی منفی سرعت باد کاهش می یابد؛ در عوض، با افزایش تراکم پوش سنگریزه، تجمع ذرات رسوب افزایش می یابد (Newman و Nikling، ۱۹۸۹).

بررسی مطالعات در زمینه اثر قطعات خرده سنگ بر روی میزان فرسایش خاک نشان می دهد سنگریزه های لایه خاک سطحی از یک طرف باعث محافظت سطح خاک از ضربه قطرات باران و در نتیجه کاهش فرسایش باران و فرسایش خاک و از طرف دیگر باعث افزایش ضریب زبری و ممانعت از انتقال ذرات ریز خاک می شود. بررسی ها در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که حداکثر طول زبری آئرو دینامیکی، با پوشش بالای ۷۵-۴۰٪ سنگریزه و افزایش اندازه سنگریزه رخ می دهد، به طور کلی، هنگامی که پوشش سنگریزه بیش از ۱۵٪ باشد، اثرات زبری توسعه می یابد (Dong و همکاران، ۲۰۰۲).

نتایج مطالعات نشان می دهد که وجود سنگریزه و قطعات سنگی در سطح و داخل لایه خاک سطحی می تواند باعث کاهش میزان هدر رفت خاک گردد، به طوری که با افزایش تراکم سنگریزه، تجمع رسوب به صورت نمایی افزایش یافته ولی با افزایش قطر سنگریزه تجمع رسوب کاهش می یابد (Li و Liu، ۲۰۰۳). در سال ۲۰۰۴ گزارش نموده اند که با افزایش اندازه کلوخه ها از ۱ به ۵ cm، شدت فرسایش از ۰/۹۸ به ۰/۴۶ kg/m²/min کاهش می یابد (Gong و همکاران، ۲۰۰۴). به بیان دیگر، افزایش ۵ برابری اندازه کلوخه ها، باعث کاهش ۲۱ برابری شدت فرسایش بادی می شود. نتایج بررسی ها در سال های ۲۰۱۵ نشان داد که خاک پوش سنگریزه ای جهت کاهش تبخیر و رواناب مناسب بوده است (Qiu و همکاران، ۲۰۱۵). همان گونه که بیان شد خاک پوش های سنگریزه ای افزون بر جلوگیری از فرسایش خاک توسط نیروی برشی باد، در به دام انداختن ذرات فرسایش یافته، کاهش تبخیر از طریق تأثیر بر انتشار مویرگی (Diaz et al., 2005; Hanks and Woodruff, 1958; Kemper et al., 1994)، کاهش رواناب از طریق افزایش نفوذ آب، بهبود نفوذ و دمای خاک و افزایش حاصلخیزی خاک (Li و همکاران، ۲۰۰۰) نیز نقش دارد و برای کاهش میزان از دست دادن آب نیز مؤثر هستند، اما کارایی آن ها بسته به موقعیت، پوشش، رنگ، ضخامت، اندازه ذرات و بافت متفاوت است (Yuan و همکاران، ۲۰۰۹). در ایران نیز، بیش از ۲۰ سال پیش، تحقیقی به منظور کنترل فرسایش بادی اراضی رسی نمکی دشت یزد- اردکان صورت گرفته است که تأثیر چهار تراکم پوشش سنگریزه ای صفر یا شاهد، ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۰٪ بر روی ۳ دسته از اراضی حساس به فرسایش بادی دشت یزد- اردکان بررسی شده است. نوع سنگریزه های انتخابی در حد بادام و اندازه ریگ و قلوه سنگ بوده است. نتایج اختلاف معنی دار تأثیر خاک پوش سنگریزه ای در کاهش فرسایش بادی را در کلیه مناطق مورد بررسی در

سطح کمتر از ۱٪ نشان داده است. بنابراین نامبردگان استفاده از گراول‌های اورسایز یا قلوه سنگ‌های کوچک مازاد بر معادن شن و ماسه با تراکم ۵۰٪ را به‌عنوان مناسب‌ترین نوع خاک‌پوش سنگریزه‌ای در اراضی حساس به فرسایش دشت یزد پیشنهاد نمودند (احمدی و اخت‌صا صی، ۱۳۷۷). در سال ۱۳۸۹ نتایج نیز نشان دادند که میزان فرسایش بادی با افزایش تراکم پوشش سنگریزه به صورت یک تابع نمایی منفی کاهش می‌یابد و با افزایش تراکم خاک‌پوش سنگریزه از ۲۵٪ به ۵۰٪ میزان فرسایش به نصف کاهش می‌یابد (حیدری و همکاران، ۱۳۸۹).

در سال ۱۳۹۱ بررسی کاربردی خاک‌پوش سنگریزه‌ای در کنترل فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های دشت اژیة صفهان صورت گرفت و پوشش در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ در نظر گرفته شده است. نتایج مطالعه مذکور نشان داد افزایش در صدم ساحت خاک‌پوش سنگریزه‌ای، میزان هدر رفت خاک را کاهش می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده، استفاده از خاک‌پوش سنگریزه‌ای با تراکم ۵۰٪ جهت کنترل خاک‌های فرسایش پذیر پیشنهاد شده است (باباخانی، ۱۳۹۱). در سال ۱۳۹۲ نیز بررسی تأثیر سرعت‌های باد در پوشش سنگریزه سطحی بر شدت فرسایش بادی با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی صورت گرفت. تیمارهای مورد مطالعه شامل دو نمونه خاک زراعی و ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات ۲ mm، چهار سطح پوشش سنگریزه با تراکم ۲۰٪ و قطر نمونه شاهد، ۲۵/۷۵-۰/۰، ۱/۵-۱ و ۲/۵-۲ cm، سه سرعت باد ۲، ۹، ۱۸ m/s در ارتفاع ۲۰ cm هر یک در سه تکرار بود. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش خاک افزایش یافته، همچنین در سرعت‌های بالای باد نسبت شدت فرسایش در خاک ماسه‌ای به خاک زراعی بیشتر است. از طرفی با افزایش درصد پوشش سنگریزه سطحی میزان شدت فرسایش کاهش یافته که این روند در خاک ماسه‌ای خیلی مشهودتر است (سالاری نیا و محمودی، ۱۳۹۲).

همان‌گونه که بیان شد پوشش سنگریزه سطح خاک، علاوه بر افزایش زبری سطح و ممانعت از انتقال ذرات و کاهش میزان هدر رفت خاک، باعث کاهش اثر فرساینده‌گی باران و فرسایش خاک نیز می‌شود. با این وجود و به‌رغم سابقه طولانی استفاده از خاک‌پوش سنگریزه‌ای، در ایران مطالعات کمی درباره اثرات مفید این نوع خاک‌پوش بر حفاظت آب و خاک در عرصه طبیعی انجام شده است و تأثیرگذاری خاک‌پوش سنگریزه در کنترل فرسایش بادی اغلب نادیده گرفته شده است. بنابراین بررسی شرایط مناسب جهت انجام عملیات مالچ‌پاشی با سنگریزه و مقدار و نحوه پاشش این نوع خاک‌پوش لازم و ضروری می‌باشد. به همین منظور در پژوهش حاضر تلاش بر این است که شرایط مناسب، مقدار و نحوه استفاده از خاک‌پوش سنگریزه‌ای مورد بررسی قرار گیرد و اثرات مثبت و منفی این خاک‌پوش بیان شود تا بدین وسیله شرایط مناسب و مقدار خاک‌پوش، از جنبه افزایش مقاومت ذرات خاک و ماسه در مقابل فرسایش مشخص شود. ایده استفاده از خاک‌پوش سنگریزه‌ای که خود الهام گرفته از طبیعت مانند رخساره‌های دشت ریگی یا سنگفرش بیابان می‌باشد، راه حلی مناسب برای کنترل فرسایش بادی و گردوغبار در عرصه‌هایی که به علل مختلف قابلیت تثبیت بیولوژیکی را نداشته‌اند، می‌باشد (زارع، ۱۴۰۰) (شکل ۲-۴۳).



شکل ۲-۴۳- نمایی از سنگفرش بیابانی

با این وجود با الهام از طبیعت سنگریزه، به دلیل بافت درشت دانه و باقی ماندن در سطح در طی فرآیندهای فرسایشی از پایداری خوبی در مقابل بادبردگی برخوردار بوده و کمتر در معرض فرسایش بادی قرار دارد. وجود سنگریزه به عنوان مکانیسم دفاعی طبیعی عمل نموده و به عنوان خاک پوش طبیعی سنگریزه‌ای، خاک‌های ریزدانه و حساس زیرین را محافظت می‌کند (احمدی و اختصاصی، ۱۳۷۹). علاوه بر این مقدار ازت و ماده آلی را ۲ تا ۳ برابر بیشتر از خاک منطقه نشان می‌دهد که این می‌تواند مواد غذایی مالچ پاشی شده را فراهم سازد (یوسفی و ناصری، ۱۳۹۳)، بدیهی است که تجمع رسوبات بادی یک منبع مهم برای تهیه مواد غذایی‌اند که یک عامل پاسخگو برای تأمین حاصلخیزی خاک بوده که به وسیله خاک پوش‌های سنگریزه‌ای فراهم می‌شود. دستیابی سریع و آسان به مواد اولیه یا منابع قرضه، عدم نیاز به آبیاری و هزینه‌های کاشت و داشت گونه‌های گیاهی، صرفه جویی در مصرف آب و نهایتاً سرعت عمل در طرح‌های کنترل فرسایش بادی بدون نیاز به حفاظت و نگهداری می‌تواند از جنبه‌های مثبت این شیوه کنترل فرسایش بادی باشد که آن را در مقایسه با سایر گزینه‌ها در اولویت بالاتری قرار می‌دهد (احمدی و اختصاصی، ۱۳۷۹). از جمله محاسن دیگر می‌توان به عدم تخریب در اثر نور و تابش خورشید در دراز مدت یا دائمی بودن، عدم نیاز به فناوری و وسیله و مواد خاص جهت اجرای عملیات و امکان اجرا در تمام طول سال و عدم ضرورت اجرای عملیات در فصل خاص، اثربخشی سریع، عدم افزایش دمای محیط در صورت استفاده از سنگریزه با رنگ روشن، کاهش فرسایش آبی و کاهش میزان تبخیر از سطح خاک و در نهایت سازگاری با طبیعت به دلیل استفاده از مواد طبیعی و نداشتن مشکل زیست محیطی و هزینه کمتر نسبت به خاک پوش نفتی اشاره کرد.

علیرغم موارد ذکر شده، طی مصاحبه‌ای که با اعضای هیئت علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، کارشناسان سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور و ... صورت گرفته است، برخی محققان بر این باورند که به دلایل ذیل استفاده از خاک‌پوش سنگریزه‌ای با محدودیت‌هایی مواجه می‌باشد (زارع و همکاران، ۱۴۰۰):

۱- نبود امکانات مناسب جهت پاشش خاک‌پوش سنگریزه‌ای بر روی سطح وسیعی از اراضی تحت تأثیر فرسایش بادی و همچنین نداشتن اطلاعات کافی در این زمینه جهت برآورد میزان انرژی و هزینه مصرفی و مقایسه آن با سایر خاک‌پوش‌ها؛

۲- محدود بودن منابع برداشت قرصه و شرایط بحرانی منابع موجود، امکان تبدیل این اراضی را به محل برداشت ذرات در طی فرآیند فرسایش فراهم می‌کند؛

۳- محدود شدن استفاده از پتانسیل اراضی مالچ‌پاشی شده به وسیله سنگریزه جهت کشت و رشد گیاه؛

۴- هزینه حمل زیاد در مناطقی که محل قرصه از عرصه اجرای طرح فاصله داشته باشد؛

۵- اثربخشی صرفاً در منطقه برداشت زیرا در مناطق حمل و رسوب تأثیرپذیری چندانی ندارد؛

۶- با توجه به اجرا در منطقه برداشت تأثیر ملموسی در سطوح پایین اجرایی ندارد؛

۷- محدودیت در مناطق متأثر از سیلاب به علت ورود مجدد رسوبات آبی بر روی سنگریزه؛

۸- محدودیت استفاده در مناطقی با رخساره‌های دارای رس‌های آماس پذیر؛

با توجه به تحقیقات نسبتاً زیادی که در خارج و تحقیقات اندکی که در ایران در زمینه استفاده از خاک‌پوش سنگریزه‌ای و تأثیر مثبت آن در کنترل فرسایش بادی صورت گرفته است، همچنان تمایلی به استفاده و پیشنهاد این نوع خاک‌پوش وجود ندارد. همین بی‌میلی و عدم پذیرش خاک‌پوش سنگریزه‌ای، سبب کمبود تحقیقات میدانی در عرصه‌های طبیعی و در نتیجه کمبود اطلاعات کافی ارائه شده در مورد مقدار و نحوه مصرف این نوع خاک‌پوش شده است.

اقدامات لازم به منظور جلوگیری از فرسایش خاک و انتخاب روش و به کار بردن وسیله صحیح برای مبارزه با آن باید با مطالعات و بررسی‌های دقیق و توجه به وضع اقلیمی و جغرافیایی و حتی اجتماعی منطقه مربوطه صورت گیرد لذا نمی‌توان یک شیوه و یک دستورالعمل برای مبارزه با فرسایش بادی را برای کلیه نقاط کشور پیشنهاد نمود. این موضوع در مورد خاک‌پوش سنگریزه‌ای نیز صادق است؛ بنابراین خاک‌پوش سنگریزه‌ای برای اجرا نیاز به شرایط مکانی خاصی دارد و

برای همه نقاط کشور مناسب و اقتصادی نمی باشد. در ذیل به اختصار به شرایط لازم و مناطق مستعد استفاده از این روش جهت تثبیت خاک که توسط انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابان در سال ۱۳۹۸ بیان شد، اشاره می شود:

- اراضی رسی - دقی با مقاومت سطحی بیش از ۱ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و میزان پف کردگی اندک به نحوی که سنگریزه داخل خاک فرو نرفته و امکان حرکت ماشین آلات برای اجرای عملیات مالچ پاشی سنگریزه ای وجود داشته باشد.
- منابع قرصه سنگریزه در فاصله مناسبی یا کمتر از ۵۰ کیلومتر در دسترس باشد تا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.
- اراضی موردنظر از نظر درجه شوری و سختی خاک برای اجرای روش های بیولوژیکی از جمله نهال کاری و بذرکاری و بذرپاشی مناسب نباشد.
- اراضی از سطح نسبتاً صاف و هموار با پستی و بلندی اندک برخوردار باشند تا امکان اجرای عملیات توسط ماشین آلات وجود داشته باشد.

۱-۹-۲ شیوه اجرا، میزان مصرف، پیشنهادها

پوششی که از ضخامت یک لایه سنگریزه تشکیل شده باشد، هر چقدر هم که خاک فرسایش پذیر باشد، آن را از فرسایش محافظت می کند، بنابراین، چنانچه قبل از استفاده از سنگریزه، سطح خاک صاف گردد، عملکرد آن بهتر خواهد بود، در این مورد می توان از یک دستگاه که قادر به ایجاد یک پوشش یکنواخت است، استفاده کرد. از طرفی اندازه قطر و حجمی از سنگریزه که مورد استفاده قرار می گیرد نیز مهم است، سازمان کشاورزی آمریکا^۵ در سال ۲۰۰۵ در گزارشی حداقل قطر سنگریزه را ۱/۹ cm و با حداقل عمق ۵/۰۸ cm، گزارش کرد و نرخ مصرف معمولی که عمق ۵/۰۸-۷/۶۲ cm ایجاد نماید، را تقریباً برابر با ۳۰۰-۴۰۰ ton/ha بیان کرد (USDA، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۷). چیپیل و همکاران (۱۹۶۳) نیز بر این باورند که قطعاتی که جهت کنترل فرسایش بادی مورد استفاده قرار می گیرد نباید از ۲ mm کمتر باشد، این قطر سنگریزه با تراکم ۲/۶۵٪ به طور کلی نیاز به سرعت بادی در حدود ۱۳۷ km/h در ارتفاع ۱۵ متر دارد تا بتواند آن را به حرکت درآورد که چنین سرعت بادی بسیار نادر است (Chepil و همکاران، ۱۹۶۳). نامبرده مقادیر و هزینه های هر هکتار سنگریزه یا سنگ آهک خرد شده لازم برای کنترل فرسایش بادی، حتی روی تپه های ماسه ای فرسایش یافته یا هر جای

^۵United States Department of Agriculture

دیگر که آب آن را از بین نبرد، را به شرح جدول (۲-۲۷) بیان نموده است. آمار ارائه شده مربوط به منطقه منتهن و کنز^۷ در آمریکا در سال ۱۹۶۲ می باشد:

جدول ۲-۲۷- مقادیر و هزینه های هر هکتار سنگریزه یا سنگ آهک خردشده جهت کنترل فرسایش بادی (Chepil و همکاران، ۱۹۶۳)

اندازه	قطر (mm)	مقدار در هکتار (ton)	هزینه (دلار)
سنگریزه ریز	۲-۶	۲۰	۵۵
سنگریزه متوسط یا سنگ آهک خردشده	۶-۱۲	۵۰	۲۰۰
سنگریزه درشت یا سنگ آهک خردشده	۱۲-۲۵	۱۰۰	۳۷۵

هزینه ها شامل آماده سازی بستر، تهیه و حمل و نقل سنگریزه می باشد که منبع تأمین مواد، در فاصله کمتر از ۱۶/۵ km از محل بوده است.

اخیراً تحقیقی در کشور در محدوده اجرایی در مجاورت ضلع جنوبی ایستگاه عوارضی قم - گرمسار در فاصله ۱۰ کیلومتری شهر گرمسار صورت گرفته است (شکل ۲-۴۴). در این تجربه از روش های مختلف پوشش سنگریزه نظیر دستگاه های شن پاش راه سازی یا چپ سیل، پوشش با لودر، پوشش با کمپرسی (شکل ۲-۴۵ الف و ب) و در نهایت دستگاه کودپاش دامی اصلاح شده (شکل ۲-۴۵ ج و د) استفاده شده است. در روش های اولیه میزان مصرف سنگریزه حدود ۴۰۰ الی ۴۵۰ ton/ha و بسیار نامنظم بوده، تخریب عرصه و خطرات خاص خود را داشته اما استفاده از کودپاش دامی اصلاح شده مزایایی مانند کنترل میزان تراکم پاشش، شعاع پخش نسبتاً زیاد یا بیش از ۷ m، رفت و آمد کمتر، مصرف سنگریزه کمتر، حدود ۳۰۰ ton/ha برای تراکم ۸۰٪ و پوشش یکنواخت سنگریزه در عرصه را به همراه داشته است (زارع و همکاران، ۱۴۰۰).



شکل ۲-۴۴- پروژه پژوهشی - اجرایی خاک پوش سنگریزه ای در نزدیکی شهر گرمسار، استان سمنان



شکل ۲-۴۵- الف) پاشش سنگریزه با استفاده از کمپرسی؛ ب) عدم یکنواختی در پاشش سنگریزه با استفاده از کمپرسی؛ ج) پاشش سنگریزه با استفاده از کودپاش اصلاح شده؛ د) یکنواختی نسبی در پاشش سنگریزه با استفاده از کودپاش اصلاح شده

سنگریزه استفاده شده از نوع بادامی با قطر ۱۰ تا ۳۰ mm و به میزان ۳۰۰ ton/ha با ارزش هر تن ۸۰۰۰۰ ریال بوده است، آمار مربوط به سال ۱۳۹۷ می باشد. مدت زمان لازم جهت پاشش هر بار حجم کودپاش به وزن ۴ تن حدود ۱۰ دقیقه می باشد. با این احتساب پاشش سنگریزه در یک هکتار در زمانی به مدت ۱۲/۵ ساعت انجام می شود که معادل دو هکتار در روز می باشد. بر همین اساس میزان مصرف و هزینه خاک پوش سنگریزه ای طبق جدول (۲-۲۸) برآورد گردید و در نهایت با خاک پوش نفتی مورد مقایسه قرار گرفت. تصاویر و داده های این بخش، بر گفته از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سمنان می باشد.

جدول ۲-۲۸- محاسبه هزینه‌های تهیه، بارگیری و حمل خاک پوش سنگریزه‌ای از مسافت ۵۰ کیلومتری و پاشش در سطح عرصه بیابانی بر اساس فهرست بهای پایه منابع طبیعی و آبخیزداری سال ۱۳۹۸

ردیف	شرح آیتم	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	مبلغ کل (ریال)
۱	حمل از محل تولید تا محل مصرف	m۱۰۰۰-	۱	۱۹,۶۰۰	۱۹,۶۰۰
		m۵۰۰-۱۰۰	۴	۱,۶۵۰	۶,۶۰۰
		Km۱۰-m-۵۰۰	۹/۵	۶,۶۴۰	۶۳,۰۸۰
		Km۳۰-۱۰	۲۰	۶,۰۵۰	۱۲۱,۰۰۰
		Km۷۵-۳۰	۲۰	۵,۴۴۰	۱۰۸,۸۰۰
	هزینه حمل یک مترمکعب تا ۵۰ کیلومتر				۳۱۹,۰۸۰
	هزینه حمل مصالح موردنیاز یک هکتار تا ۵۰ کیلومتر				۳۸,۲۸۹,۶۰۰
۲	بارگیری در محل مصرف و پاشش	واحد	مقدار	بهای واحد (ریال)	مبلغ کل (ریال)
	پاشش	هکتار	۱	۷,۹۹۰,۰۰۰	۷,۹۹۰,۰۰۰
۳	هزینه تهیه مصالح	تن	۳۰۰*	۱۰۰,۰۰۰	۳۰,۰۰۰,۰۰۰
۴	عوارض معدنی مصالح	درصد	۰/۱۲	۱۰۰,۰۰۰	۳,۶۰۰,۰۰۰
۵	درصد مصالح از دست رفته (پرت)	درصد	۰/۰۶	۱۰۰,۰۰۰	۱,۸۰۰,۰۰۰
۶	هزینه های کانتینر	نفر-هکتار	۵	۴۰۰,۰۰۰	۲,۰۰۰,۰۰۰
	هزینه کل				مبلغ کل (ریال)
	پاشش با تراکتور و بذر پاش و حمل مصالح از ۵۰ کیلومتری بدون احتساب ضرایب پیمان				۸۳,۶۷۹,۶۰۰
	هزینه کل با احتساب ضرایب بالاسری (۱/۳) ضریب منطقه‌ای (۱/۰۴) و ضریب تجهیز کارگاه (۱/۰۴)				۱۱۷,۶۶۰,۲۱۲

*به نظر می‌رسد که میزان مصرف ۵۰۰ تن سنگریزه در هکتار مناسب‌تر باشد ولی با توجه به طرح پایلوت ۵۰ هکتاری گرمسار مینا ۳۰۰ تن در هکتار در نظر گرفته شد.

شایان ذکر است که معمولاً خاک پوش نفتی جهت تثبیت ما سه‌زارها در منطقه ر سوب‌گذاری و مالچ سنگریزه‌ای جهت تثبیت اراضی غبارخیز در منطقه برداشت استفاده می‌شود، اما به‌منظور درک بهتر موضوع و مقایسه هزینه‌ها این دو نوع مالچ با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند. بنابراین با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و مطالب ذکر شده، در پاسخ به معایب خاک پوش سنگریزه‌ای می‌توان بیان کرد که با پاشش خاک پوش سنگریزه‌ای و ثبت تأثیر فرسایش بادی مناطق مجاور و محدوده اجرایی، تأثیر سنگریزه بر جلوگیری از فرسایش، تأثیر شوری خاک بر سنگریزه‌ها و ایجاد پوشش یکنواخت و یا نواری از سنگریزه و همچنین بررسی اثرات جانبی هر کدام، صورت پذیرد و در صورت موفقیت، دستگاه‌هایی با قابلیت و کارایی بالاتر برای خاک پوش سنگریزه‌ای طراحی و ساخته شود، در این زمینه می‌توان با تنظیم دستگاه کودپاش اصلاح‌شده، جهت یکنواختی بیشتر و مقدار پاشش کمتری ایجاد نمود. همان‌گونه که ذکر شد با توجه به شرایط منطقه، در مکان‌هایی مالچ‌پاشی با سنگریزه صورت می‌گیرد که روش‌های بیولوژیکی قادر به احیای آن منطقه نبوده و

منابع قرضه سنگریزه در فاصله مناسبی در دسترس باشد تا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، بنابراین با توجه به هزینه تهیه و حمل سنگریزه از محل قرضه، هزینه‌ها متغیر خواهد بود. با مقایسه هزینه‌های خاک‌پوش نفتی و سنگریزه‌ای، هزینه یک هکتار خاک‌پوش سنگریزه‌ای تقریباً یک‌سوم هزینه خاک‌پوش نفتی برآورد شده است (زارع و همکاران، ۱۴۰۰). از طرفی پسماند کوره‌های آجر فشاری و خرده‌های کارخانجات کاشی و سرامیک از جمله مواد دیگری است که می‌تواند علاوه بر حفظ محیط زیست و دفع ضایعات، به عنوان خاک‌پوش سنگریزه‌ای نیز مورد استفاده قرار گیرد (احمدی و اختصاصی، ۱۳۷۷). از دیگر سو توسعه روز افزون صنایع سنگبری و استفاده گسترده از انواع سنگ‌های ساختمانی در امر ساخت و ساز در داخل کشور منجر به افزایش تولید ضایعات و نخاله‌های حاصل از این صنایع گردیده به طوری که بر اساس آمار موجود در کشور، ۴۹۲۵ واحد صنعتی کوچک و بزرگ در زمینه بریدن، شکل دادن و تکمیل سنگ فعالیت می‌نمایند (مسافری و همکاران، ۱۳۸۵)، که خود مدیریت صحیحی را از نظر زیست محیطی طلب می‌نماید. اندیشه استفاده از این پسماندها به عنوان خاک‌پوش و دستیابی به ترکیب و غلظت مناسب از این ضایعات نیز مورد بررسی قرار گرفته و پیشنهاد شد. به طور کلی اجرای پروژه خاک‌پوش سنگریزه‌ای بیشتر برای زون‌های زمین شناسی ایران مرکزی و مکران که از منابع سنگریزه‌ای بیشتری برخوردارند پیشنهاد می‌گردد (زارع و همکاران، ۱۴۰۰). در پژوهش حاضر شرایط مناسب، مقدار و نحوه استفاده از خاک‌پوش سنگریزه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر این است که شرایط لازم و مناطق مستعد استفاده از این روش شامل اراضی رسی-دقی، اراضی نسبتاً صاف و هموار با پستی و بلندی اندک و اراضی شوری که امکان انجام اقدامات بیولوژیکی در آن وجود ندارد، می‌باشد (حکیمی و افضلی، ۱۳۹۰). بنابراین، در صورتی که تراکم ذرات بر روی سطح مناسب باشد، هر چه اندازه ذرات بزرگ موجود در سطح خاک بیشتر باشد، از یک سو به دلیل افزایش مقاومت در برابر جدا شدن، فرسایش پذیری کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، سرعت باد در سطح تماس با خاک، کاهش محسوسی یافته و بنابراین باعث کاهش فرساینده‌گی باد نیز می‌گردد. از طرفی این نوع خاک‌پوش الهام گرفته از طبیعت است، بنابراین، بهبود ساختمان خاک در راستای ایجاد خاکدانه‌های پایدار و درشت در سطح می‌تواند تا حد زیادی در مهار فرسایش بادی کارگشا باشد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود در خصوص مدیریت خاک سطحی و نقش آن بر افزایش پایداری و اندازه ذرات خاک دانه برای مقابله با فرسایش بادی صورت پذیرد (زارع، ۱۴۰۰).

۲-۹-۲ رس

رُس طبق تعریف انجمن مواد و آزمون آمریکا به کانی‌های طبیعی آگلومره شده شامل فیلسیلیکات آلومینیوم آبدار گفته می‌شود که با افزودن رطوبت کافی ویژگی‌های پلاستیک پیدا می‌کنند و با خشک شدن سخت و محکم می‌شوند و در صورت انجام عملیات حرارتی و رسیدن به دمای مناسب از سختی و استحکام مناسبی برخوردار می‌شوند.

۱-۲-۹ انواع رس‌ها

رس‌ها را در ۳ گروه کلی می‌توان طبقه‌بندی کرد:

الف- رس‌های معمولی

ب- رس‌های بنتونیتی

ج- رس‌های کائولینیتی و نسوز

الف- رس‌های معمولی

رس معمولی یا خاک رس، خاکی است ریز دانه با ابعاد کوچک‌تر ۲ میکرون و در برخی تعابیر کمتر از ۷ میکرون که به اندازه کافی برای تهیه قالب شکل‌پذیر است در حالت خمیر شدن خصلت پلاستیکی از خود نشان می‌دهد با کانی‌های رسی، ایلیتی و کلریتی، کائولن و برخی از کانی‌های کلسیت - کوارتز و فلدسپات‌های تجزیه نشده، میکا و آلومین همراه است که در نتیجه تخریب، فرسایش و تجزیه شیمیایی سنگ‌های سیلیکاتی پدید آمده است.

ب- بنتونیت (Bentonite)

بنتونیت یک ماده از دسته رس‌ها و از کانی‌های متورم شونده تشکیل شده است که عمدتاً مونت‌موریلونیت و به مقدار کمی بیدلایت هستند. اکثر بنتونیت‌ها بر اثر هوازدگی و دگرسانی خاکسترهای آتشفشانی و اغلب در حضور آب تشکیل می‌شوند و سنگ منشأ آنها اکثراً بازیک است (کیانوش، ۱۳۹۱).

بنتونیت‌ها را به چند طریق تقسیم‌بندی می‌کنند. بنتونیت‌ها را از لحاظ توانایی جذب و تورم به سه گروه تقسیم می‌کنند: بنتونیت با تورم زیاد (بنتونیت سدیم)، بنتونیت با تورم کم (بنتونیت کلسیم) و بنتونیت با تورم متوسط (بنتونیت متوسط). بنتونیت‌ها از دیدگاه صنعتی به پنج گروه: بنتونیت سدیم‌دار، بنتونیت کلسیم‌دار، بنتونیت ارگانوفیل، بنتونیت جانشینی توسط سدیم و بنتونیت فعال شده توسط اسید (کیانوش، ۱۳۹۱).

بنتونیت بدلیل خواص نرم بودن، تورم پذیری، کلوئیدی و خوب مخلوط شدن با آب، خمیری شدن، پلاستیک بودن، چسبندگی و چسبانندگی، جاذب بودن و غیره دارای مصارف پر شماری است از جمله: گل حفاری، عامل چسباننده در ماسه‌های ریخته‌گری، جلوگیری از نفوذ آب از سدها و کانال‌ها و استخرهای آب، عامل شفاف‌کننده مایعات بخصوص آبمیوه‌ها، زلال کردن آب و صاف کردن مایعات از جمله پارافین، گندله کردن مواد معدنی از جمله سنگ آهن، گلوله کردن غذای دام و حیوانات اهلی، ناقل در رنگ‌ها و سایر مواد اسپری شدنی چون سموم گیاهی و حیوانی، پرکننده در خیلی از

صنایع از جمله کاغذ و رنگ و غیره صنایع پاک کننده از جمله صابون سازی، تهیه بعضی از انواع سرامیک جهت تکمیل فرمول بدنه یا لعاب، تهیه سموم کشاورزی و دفع آفات نباتی، صنایع دارو سازی، به عنوان فیلتر، به عنوان کاتالیزور، رنگبری روغن های صنعتی، نفتی و خوراکی، جدا کردن صمغ از بنزین و لجن های اسیدی از روغن ها، آتش نشانی، صنعت کرم ابریشم در معادن ذغال سنگ جهت فرونشاندن آتش و یا برای پوشش دیواره های محل استخراج شده جهت ممانعت از ورود هوا و ممانعت از خود سازی ذغال و غیره (کیانوش، ۱۳۹۱).

از خاک رس متراکم شده به عنوان مصالح آب بند در لندفیل ها و دیگر کاربردهای مهندسی زیست محیطی استفاده گسترده می شود و به عنوان یک مسئله مهم باید خصوصیات تورمی این خاک مورد توجه قرار گیرد (نصری و همکاران، ۱۳۹۵).

خراسان با دارا بودن ۷۳ معدن بنتونیت با ذخیره معدنی ۳۰ میلیون تن، بزرگترین منبع بنتونیت موجود در ایران می باشد همچنین معادنی در کاشان، ساوه، اصفهان، مرکزی و املش گیلان نیز موجود است.

ج- رس های کائولینیتی و نسوز (Kaolinite)

کائولن به عنوان سنگی شناخته شده است که از کانی های رسی با مقادیر پایین آهن تشکیل شده است و به رنگ سفید یا روشن می باشد. رس های تشکیل دهنده کائولن از سیلیکات های آلومینیم آبدار که ترکیبی مشابه $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ دارند، تشکیل شده اند. در صورتی که اجزای دیگری نیز داشته باشند، نشان دهنده وجود ناخالصی ها و اجزای جذب شده می باشند. کائولینیت کانی شاخص اغلب کائولن ها است اما کائولینیت و سایر کانی های کائولن که محتوای رس متغیری داشته و ترکیب غیرهمگنی دارند نیز کائولن نامیده می شوند. کائولن رسی است که اساساً از کائولینیت خالص و یا کانی های مشابه آن که به طور طبیعی سفید یا روشن بوده و برای تولید اجناس سفید، کاغذ، ساینده، رنگ و کاربردهای مشابه به کار می رود. کائولن از کانی های کائولینیت (Kaolinite)، هالوئیسیت (Halloysite)، ناکریت (Nacrite) و دیکیت (Dickite) تشکیل شده است که ترکیب شیمیایی آن ها تقریباً همسان است. به استثنای هالوئیسیت که مقدار بیشتری آب دارد. ساختمان بلورین آن ها ناهمسان است و ناهمسانی آن ها در آرایش یون ها در وضعیت اکتاهدرال، دسته های واحد لایه ها، آرایش اتمی بلورهایشان و فاصله شبکه ها است که این کانی ها را از هم متمایز می کند. کائولینیت فراوان ترین عضو این گروه و هالوئیسیت ساده ترین شکل در ذخایر کائولن است. دو کانی دیگر گروه به ندرت ذخایر اقتصادی تشکیل می دهند. از نظر ساختمانی کائولینیت شامل یک صفحه اکتاهدرال آلومینیم و یک صفحه تتراهدرال سیلیس است. این صفحات فرم کریستالی تریکلینیک (Triclinic) را پدید می آورند.

فرمول تئوریک کائولینیت $\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ و ترکیب تئوریک آن $\text{SiO}_2=46.54\%$ ، $\text{Al}_2\text{O}_3=39.5\%$ و $\text{H}_2\text{O}=13.96\%$ است. جانشینی یونی به مقدار کم در شبکه کانی‌های کائولینیت دیده می‌شود، با این همه طبق مدارک ارائه شده جانشینی جزئی به جای آلومینیم در بعضی مولکول‌های کائولینیت گزارش شده است (حجازی و قربانی، ۱۳۷۳).

۲-۹-۲-۲ خواص رس‌ها

رس‌ها کانی‌هایی هستند که اندازه ذرات تشکیل‌دهنده آن‌ها کمتر از ۲ میکرومتر است. کانی‌های تشکیل‌دهنده رس موجب بروز خاصیت چسبندگی می‌شود. ذرات رس از نظر الکتروشیمیایی فعال هستند و با مخلوط شدن با آب خاصیت چسبندگی از خود نشان می‌دهند در صورتی که کانی‌های درشت‌دانه‌تر این خصوصیت را ندارند. از دیدگاه شیمیایی، کانی‌های رس غالباً سیلیکات‌های آلومینیم و یا آهن و منیزیم است. همچنین بعضی از آن‌ها عناصر قلیایی و یا قلیاهای خاکی را به عنوان اجزای اصلی شامل می‌شوند. این کانی‌ها کریستالی بوده و اتم‌های آن‌ها با الگوی خاصی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند (Mitchell and Soga, 2005).

۲-۹-۲-۳ مزایا و معایب خاک رس

از مزایای خاک رس می‌توان به:

۱- فراوانی در طبیعت

۲- ترک کمتر نسبت به بنتونیت در صورت کم آبی

۳- دسترسی ساده به آن و ارزانی

۴- امکان اختلاط با الیاف اکریلیک و یا شیشه جهت جلوگیری از ترک خوردن در هنگام کم آبی را نام برد.

از معایب خاک رس:

۱- عدم وجود الکتروولیت در آن که اجباراً می‌باید الکتروولیت را به صورت دستی به آن افزود.

۲- جذب کمتر آب

۴-۲-۹-۲ مالچ‌های رسی یا سله‌های رسی و نحوه عملکرد آن‌ها

مالچ‌های رسی را نیز می‌توان به‌عنوان یک پوشش و همچنین یک ماده سیمانی به‌منظور چسباندن ذرات بستر و ایجاد یک بستر مناسب برای تثبیت بیولوژیکی استفاده کرد. این ماده معدنی علاوه بر ایجاد چسبندگی بین ذرات ما سه، به دلیل وجود موادی مفید و مغذی برای خاک و گیاه، جذب آب بالا، وجود منابع زیاد و در دسترس و قیمت تمام‌شده پایین مناسب می‌باشد.

سله، قشری نازک در سطح خاک با خلل فرج کم، دانسیته بالا و سخت‌تر از خاک زیرین خود است و ضخامتی حدود چند میلی‌متر تا چند سانتی‌متر دارد (Zobeck, Valentine, ۱۹۹۱, ۱۹۹۶). Guthrie (۱۹۸۲) در تعریف سله اظهار داشت که آن‌ها مهم‌ترین شکل ساختمانی خاک‌های سطحی و رسوبات هستند. این موضوع به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک و همچنین در مناطق کشاورزی با آب‌وهوای معتدل نیز صحت دارد.

یکی از راه‌های تثبیت ما سه‌های روان تشکیل سله بر روی آن‌ها می‌باشد. لیز و همکاران، به‌خوبی مشخص کرده‌اند که سله خاک در تعیین حساسیت به فرسایش بادی ذرات سطح خاک فاکتور مهمی به شمار می‌رود. تحقیقات نشان داد که حضور لایه سله سطحی به‌طور چشمگیری مقدار مواد فرسایش یافته به‌وسیله باد را در مقایسه با سطحی که شامل مواد جدا از هم می‌باشند را کاهش می‌دهد (Gillette و همکاران، ۱۹۸۲؛ Rice و همکاران، ۲۰۰۱). چسبندگی بین ذرات خاک فاکتور مهم در فرسایش‌پذیری آن‌هاست. Skodmore و Lytne (۱۹۹۲) اظهار داشتند که ذرات کوچک خاک نقش مهمی در تشکیل سله بازی می‌کنند. به این ترتیب که ذرات کوچک‌تر از ۶۰-۵۰ میکرومتر معمولاً به‌عنوان ماده سیمان‌کننده در این ذرات درشت‌تر عمل کرده و هر چه مقدار ذرات ریز خاک افزایش یابد نیروهای چسبندگی ذرات خاک سطحی افزوده شده و در نتیجه باعث افزایش قدرت سله می‌گردد. اگر نیروهای چسبندگی کم شود مواد سطحی خیلی سریع‌تر به فرسایش حساس می‌شوند (Rice و همکاران، ۲۰۰۱).

دو نوع غالب از سله‌های خاک که به‌طور طبیعی در محیط تشکیل می‌شوند شامل سله‌های فیزیکی و سله‌های بیولوژیکی می‌باشند. Gillette و همکاران (۱۹۸۰ و ۱۹۸۲) اظهار داشتند که سله نوع اول در اثر تبخیر آب از خاک، مقدار زیاد رس، مقدار Newman (۱۹۹۶ و ۱۹۹۹) و William (۱۹۹۵) بیان کردند که سله‌های نوع دوم از جمله microphytic crust، microbiotic crust و cryptogamic crust به کمک رشته‌های جلبک، برایوفیت‌ها، سیانوباکترها و میسلیوم قارچ‌ها در بین ذرات خاک شکل گرفته و ایجاد یک لایه مقاوم را می‌کنند. در ضمن باید اشاره شود که سله‌های فیزیکی سریع‌تر از سله‌های بیولوژیکی تشکیل می‌شوند. به این ترتیب که چند روز و یا حتی چند ساعت کافی است که سله‌های فیزیکی شکل بگیرند. در صورتی که سله‌های بیولوژیک چندین ماه یا سال برای تشکیل به زمان نیاز دارد (Leys).

Benlap و Gillette (۱۹۹۸) اظهار داشتند که در ارتباط با فرسایش بادی نوع سله (فیزیکی یا بیولوژیکی) مهم نیست بلکه قدرت سله مهم است.

Rice (۱۹۹۶) اظهار داشت که آنچه باعث تفاوت این دو نوع سله بر روی کنترل فرسایش بادی می شود زمان تشکیل این سله ها می باشد؛ زیرا به محض اینکه خاک خشک شود، مستعد فرسایش بادی می شود. چنانچه سله های فیزیکی یا سله های بیولوژیکی تشکیل شوند به طور چشمگیری از هدر رفت و جابجایی خاک جلوگیری می کند. همان طوری که قبلاً ذکر شد سله های فیزیکی سریع تر تشکیل می شوند؛ اما سله های بیولوژیک در صورت تشکیل پایداری بیشتری نسبت به سله های فیزیکی داشته و بسیار خوب عمل می کنند؛ زیرا سله های فیزیکی پیوند ضعیفی بین ذرات خاک سطحی ایجاد کرده و ممکن است به وسیله بمباران ذرات جهشی شکسته شوند، در صورتی که سله های بیولوژیکی در اثر برخورد ذرات کاملاً شکسته نمی شوند و نقش حفاظتی خود را در برابر فرسایش بادی از دست نمی دهند. البته Newman (۱۹۹۶) اظهار داشت که سله های بیولوژیک هم به برخورد ذرات می توانند حساس عمل کنند.

نقش نامطلوبی که سله های فیزیکی (مالچ های رسی) در عرصه های کشاورزی و یا منابع طبیعی ایجاد می کنند این است که مانع جوانه زنی بذر ها بخصوص بذر های ریز می شوند و همچنین از نفوذ آب جلوگیری کرده باعث ایجاد رواناب می شود. شاید بتوان با استفاده از مالچ سنگریزه ای شنی از نقش مثبت این مالچ ها هم در کاهش فرسایش بادی و هم در افزایش نفوذ پذیری خاک نسبت به آب استفاده کرد.

در ایران میرقانعی و همکاران (۱۳۸۱) تحقیقی به منظور استفاده از مالچ رسی در تثبیت ماسه های روان انجام داده است. شاید بتوان این مالچ را نوعی سله رسی دانست که باعث چسبیدن ذرات ماسه روان به همدیگر می شود. در این تحقیق با استفاده از تیمارهای مختلف بافت خاک و افزودن ترکیباتی نظیر آهک، گچ و نمک سله های متفاوتی از لحاظ ترکیب شیمیایی با استفاده از باران ساز مصنوعی ساخته شد و در نهایت مقاومت آن در برابر فرسایش بادی اندازه گیری گردید که در نهایت استفاده از سله رسی به عنوان سله مقاوم در برابر فرسایش بادی پیشنهاد شد. چسبندگی ذرات خاک به میزان رس موجود در آن نیز وابسته است (بایبوردی ۱۳۷۲). بسته به نوع خاک، معمولاً وجود ۱۰ الی ۲۰ درصد رس باعث چسبندگی آن می شود (Sass و همکاران، ۲۰۰۹). با تغییر مقدار رس در خاک ها، مقدار حد روانی خاک ها نیز تغییر می کند (Clayton و همکاران، ۱۹۹۵).

مجدی و همکاران (۱۳۸۵) به مطالعه مالچ های رسی پرداختند. برای تعیین بهترین غلظت مالچ، نمونه های خاک رسی با مقدار معین آب مخلوط و در روی بستر ماسه روان جمع آوری شده از مناطق بیابانی توسط دستگاه مالچ پاشیده شده است. تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد که تیمارها شامل نوع مالچ (۶ نوع مالچ)، دو ضخامت (یک لایه و دو لایه) و دو سطح شوری که برای هر کدام سه تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که مالچ های

رسی در برابر جریان باد مقاوم هستند. ولی زمانی که تحت تأثیر بمباران ذرات موجود در جریان باد قرار گیرند، فرسایش می‌یابند.

Diouf و همکاران (۱۹۹۰) برای پایداری خاک‌های فرسوده، جلوگیری از حرکت تپه‌های ماسه‌ای و کاهش فرسایش بادی از رس استفاده نمودند. در این تحقیق که با استفاده از تونل باد انجام پذیرفت مقداری رس کائولینیت و بنتونیت به خاک ماسه‌ای اضافه شد. نتایج نشان داد که فرسایش به میزان زیادی کاهش یافت که این کاهش فرسایش با استفاده از رس بنتونیت چشمگیرتر بود.

حضیرئی و زارع‌ارنانی (۱۳۹۲) برای جلوگیری از حرکت تپه‌های ماسه‌ای از مالچ رسی - آهکی استفاده نمودند که نتایج نشان داد که با افزایش نسبت رس، شاخص‌های مقاومت فشاری، مقاومت به ضربه و سایش به‌طور نسبی افزایش یافته بود.

شکل (۲-۴۶) پاشش مالچ رسی بر روی تپه‌های ماسه‌ای را نشان می‌دهد.





شکل ۲-۴۶- پاشش مالچ رسی بر روی تپه های ماسه ای (نمونه های خاک رس با مقدار معین آب مخلوط و در روی ماسه های روان مناطق بیابانی پاشیده می شود)

مالچ هایی که دارای مقدار رس و سیلت بیشتری هستند، به دلیل این که این ذرات باعث به هم چسبیدن بهتر ذرات ماسه می شوند، می توانند بهتر در مقابل برخورد ذرات ماسه از خود مقاومت نشان دهند (ابراهیمی، ۱۳۸۰). وجود ذرات در اندازه رس در ترکیب مالچ و ایجاد یک لایه همگن، سبب ایجاد ترک در سطح مالچ می شود، مخصوصاً اگر این ذرات از نظر ساختاری از نوع رس ۲ به ۱ همانند ورمی کولیت و مونتموریلونیت باشند. وجود ذرات شن در این نوع مالچ ممکن همانند گراولی که در بتن می باشد، عمل کند که عملاً باعث افزایش استحکام مالچ می شود.

فصل ۳

تله رسوبگیر

۳ فصل سوم: تله رسوبگیر

۳-۱ مقدمه و ضرورت

فرسایش بادی یکی از عوامل مهم تغییر شکل سطح زمین در مناطق مختلف جهان به ویژه نواحی گرم و خشک است. تقریباً یک سوم مناطق جهان تحت تأثیر فرسایش بادی قرار دارد (Davidson-Arnott et al., 2010). وزش باد همراه با ماسه باعث بروز خسارات متعدد مانند تخریب شدید محصولات، سطح ساختمان‌ها و تأسیسات شده و فرسایش کلوخه‌ها و مواد رسی، گردوغبار را ایجاد می‌نماید (Lian-You et al., 2003).

در ایران مناطقی از کشور که جزو اقلیم‌های بیابانی و نیمه بیابانی بوده و میزان بارندگی سالیانه آن‌ها کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد از مناطق مستعد برای وقوع فرسایش بادی هستند (Hojati et al., 2012). با توجه به این که اراضی وسیعی در این گونه مناطق وجود دارند که به دلیل کمی مقدار بارش از پوشش گیاهی مناسبی برخوردار نیستند و در طی سالیان دراز خاکدانه‌های خاک از هم پاشیده‌اند، می‌توان انتظار داشت که حتی بادهایی با سرعت کم نیز قابلیت ایجاد فرسایش بادی را داشته باشند.

برای مقابله با فرسایش بادی دو روش عمده وجود دارد، راه اول این است که بستر حساس به فرسایش در مقابل عوامل فرساینده یعنی باد، مقاوم گردد. روش دوم این است که به نحوی از قدرت عامل فرساینده کاسته شود (اختصاصی و همکاران، ۱۳۷۶). روش‌های مختلف کنترل فرسایش بادی مانند روش‌های زیستی (استفاده از گیاهان بومی منطقه به عنوان بادشکن)، روش‌های مکانیکی (حفر خندق، ساخت بادشکن و غیرزنده) و تقویت پوشش سطحی با کاربرد تثبیت‌کننده‌های خاک مانند مالچ‌های نفتی و مواد پلیمری و... می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (موحدان و همکاران، ۱۳۹۲).

عملیات زیستی و مجموعه اقدامات احیایی به صورت نهال کاری و بوته کاری در عرصه‌های بحرانی، با وجود پرهزینه بودن، از کارآمدترین و پایدارترین ابزارها و روش‌های اجرایی تثبیت ماسه و بیابان‌زدایی می‌باشند ولی در این مناطق از یک سو کم بودن بارندگی و از سوی دیگر شدت تابش آفتاب و وزش بادهای شدید سبب شده است که عملیات زیستی در صورت انجام عملیات مکانیکی میسر شود.

با توجه به گستردگی و وسعت زیاد عرصه‌های بیابانی، تداوم خشک‌سالی‌ها و در نتیجه تشدید فرآیندهای فرسایش بادی و بیابان‌زایی، پیشی گرفتن روند بیابان‌زایی اراضی بر روند اقدامات نسبتاً اندک بیابان‌زدایی و همچنین زمان بر بودن سایر پروژه‌های بیابان‌زدایی و بالا بودن هزینه سایر پروژه‌های بیابان‌زدایی (نهال کاری و مالچ‌پاشی) اهمیت این پروژه‌های

مکانیکی بیشتر مشخص می‌گردد، زیرا با اجرای این پروژه‌ها می‌توان در مدت زمان کوتاهی سطح و سیعی از عرصه‌هایی که محل برداشت و یا حمل ماسه‌های روان می‌باشند را تثبیت نموده و از هجوم ماسه‌های روان به مناطق مسکونی، کشاورزی و صنعتی جلوگیری نمود.

تله رسوبگیر از جمله پروژه‌های مکانیکی است که قابلیت اجرایی بالایی در مناطق برداشت و حمل را دارا می‌باشد و دارای مزایای زیادی می‌باشد.

موانع رسوبگیر با ایجاد مانع در مسیر باد و تأثیر بر بردارهای دینامیکی باد (سرعت و جهت) موجب رسوب ذرات خاک و ماسه در خندق‌های حفر شده و خاکریزهای ایجاد شده و جلوگیری از انتقال و خسارت این ذرات به منابع زیستی و اقتصادی می‌گردند. همچنین می‌توان با اجرای حفر خندق و خاکریز، با افزایش زبری سطح خاک که یک عامل کاهنده سرعت باد در سطح تماس جریان باد و خاک بوده و باعث می‌شود که قدرت فرساینده باد قادر به حمل ذرات خاک نباشد و یا شدت فرسایش را کاهش دهد. از طرفی در سطوح زبر، خاک در حال حرکت به دام افتاده و در حد فاصل زبری متوقف می‌شوند. از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرسایش بادی، زبری آئرو دینامیکی است که به شرایط سطح خاک وابسته می‌باشد و اهمیت آن از آنجا مشخص می‌شود که باعث کاهش سرعت باد در سطح تماس جریان باد و خاک شده و از این طریق شدت و مقدار فرسایش را کاهش می‌دهد (Dong et al., 2002).

همچنین با حفر خندق در اثر رسوب‌گیری آن‌ها، شرایط مناسب برای استقرار پوشش گیاهی در مناطقی که محدودیت‌های ادافیکی مانع نهال‌کاری می‌باشد فراهم می‌گردد. سست و ناپایدار بودن خاک‌ها به علت فقدان یا کمبود مواد آلی، شور و قلیایی بودن خاک‌ها، حساس بودن خاک در مقابل بهره‌برداری از پوشش گیاهی از طریق چرای بی‌رویه دام، همگی عوامل بازدارنده‌ای هستند که باعث می‌شوند برای حفظ گیاهان به اقداماتی برای تأمین و نگه‌داشت رطوبت قابل استفاده گیاه نیاز باشد که تأمین این موارد در بیشتر موارد مشکل و پرهزینه و یا غیرممکن است. از طرفی یکی از عوامل ایجاد محدودیت در استقرار و رشد گیاه در این مناطق، وجود لایه سخت در عمق ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتری سطح زمین می‌باشد. این لایه، از گسترش و نفوذ ریشه‌ی گیاه جلوگیری و امکان جذب رطوبت از اعماق پایین را با مشکل مواجه می‌سازد (ابطحی، ۱۳۹۵). در این مناطق علاوه بر اینکه باید از گیاهانی برای احیاء و اصلاح مراتع استفاده شود که با داشتن ریشه‌های عمیق، بتوانند در مقابل خشکی مقاومت کنند و آب مورد نیاز خود را از اعماق زمین دریافت نمایند (کردوانی، ۱۳۸۹؛ مهدی زاده، ۱۳۹۶)، باید از عملیات مکانیکی نیز به صورت هم‌زمان استفاده گردد. تلفیق عملیات مکانیکی مثل حفر خندق و خاکریز همراه با عامل‌های زیستی مثل کاشت نهال کم‌نیاز به آب را می‌توان توصیه نمود.

احداث خندق و خاکریز یکی از ابتدایی‌ترین روش‌های تثبیت ماسه‌های روان بوده است. این روش در صورتی که با سایر روش‌های تثبیت به کار گرفته شود و اصول احداث آن رعایت شود می‌تواند یکی از مؤثرترین روش‌ها در کاهش سرعت باد نیز باشد.

۳-۲ سابقه تحقیق

جهت به دام انداختن ماسه‌هایی که به صورت جهشی منتقل می‌شوند، از خندق‌هایی به عرض حداقل ۳ تا ۴ متر استفاده می‌شود (Watson, 1985)، ولی باید توجه داشت که این خندق‌ها باید به اندازه کافی عمیق بوده و به‌طور نامنظم تخلیه شوند. در مناطقی مانند ارگ جافوراه در شرق عربستان سعودی که میزان انتقال ماسه بیش از $12/8 \text{ m}^3 \text{m}^{-1} \text{w}^{-1}$ است (Fryberger et al., 1983)، یک خندق با عرض ۴ متر و عمق ۳ متر در طی یک سال پُر خواهد شد. در چنین شرایطی، نصب و احداث بادشکن از لحاظ مهندسی و اقتصادی راه‌حل مناسب‌تری می‌باشد.

Jabbour (۱۹۸۵) در الکسرای سوریه به‌منظور کنترل تکنیکی فرسایش بادی، روش‌هایی مانند احداث بادشکن در منطقه برداشت و حمل و ایجاد خاکریزهایی به ارتفاع ۲-۳ متر در محدوده ارگ و درختکاری در کناره خاکریزها و همچنین حفر خندق به‌منظور جلوگیری از حرکت جهشی و غلطشی مواد بادرفتی به سمت خاکریزها را پیشنهاد کرد.

Bruno و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیق به دسته‌بندی نقص عملکرد ناشی از حرکت ماسه‌های بادی بر سیستم راه‌آهن و روش‌های پیشگیری جهت کاهش اثرات ماسه‌بادی پرداختند. در این تحقیق به نحوه عملکرد موانع ر سویی در برابر باد پرداخته شد و رفتار آنرودینامیکی باد بر روی خاکریزها و خندق‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

در ایران نیز این پروژه مورد توجه بود و در برخی از استان‌های بیابانی کشور از جمله در استان کرمان به‌طور موفقیت‌آمیز به مرحله اجرا در آمده است.

۳-۳ مزایای موانع رسوبگیر

این پروژه که در چند سال گذشته در برخی نقاط مختلف کشور اجرا شده و مزایای مثبت خود را نسبت به دیگر پروژه‌ها نشان داده است، مزایای مختلف این پروژه به شرح ذیل می‌باشد.

۱. عدم نیاز به منابع آب،

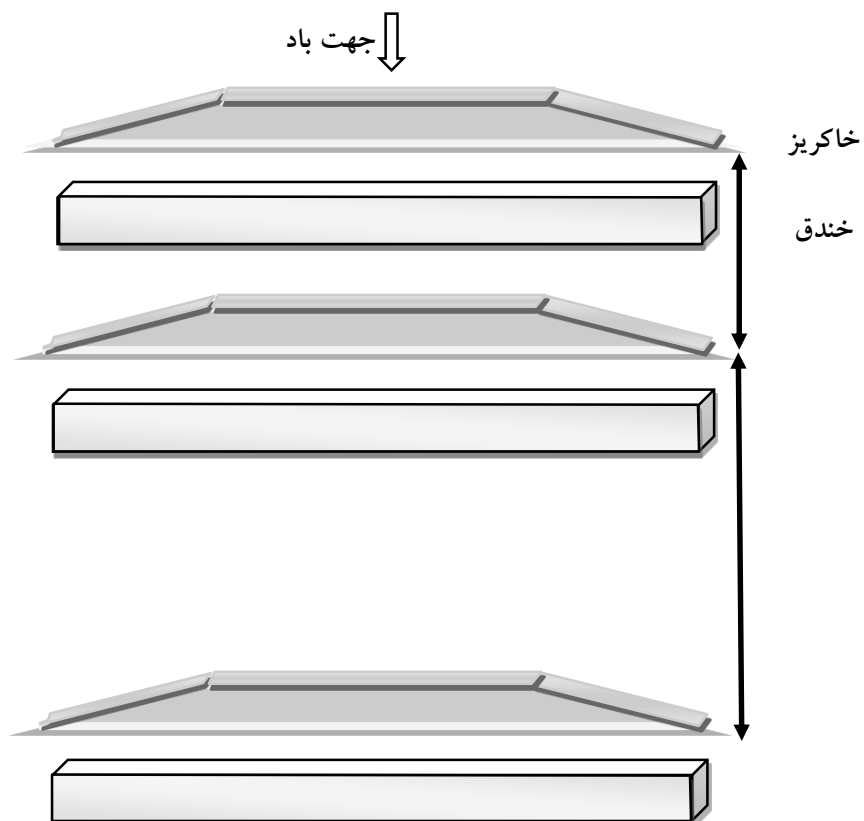
۲. بی‌تأثیر بودن محدودیت‌های ادافیکی،

۳. سهولت در اجرا،
۴. سرعت بالای اجرا،
۵. عدم محدودیت زمانی جهت اجرا،
۶. عدم تأثیرپذیری از عوامل اقلیمی.
۷. شروع اثرات اجرایی آن بلافاصله پس از اجرا،
۸. هزینه کمتر نسبت به سایر پروژه‌های قابل اجرا در مناطق برداشت و حمل،
۹. قابلیت اجرا توسط اکثر پیمانکاران بومی و یا غیربومی،
۱۰. سهولت نظارت بر کمیت و کیفیت اجرای پروژه.

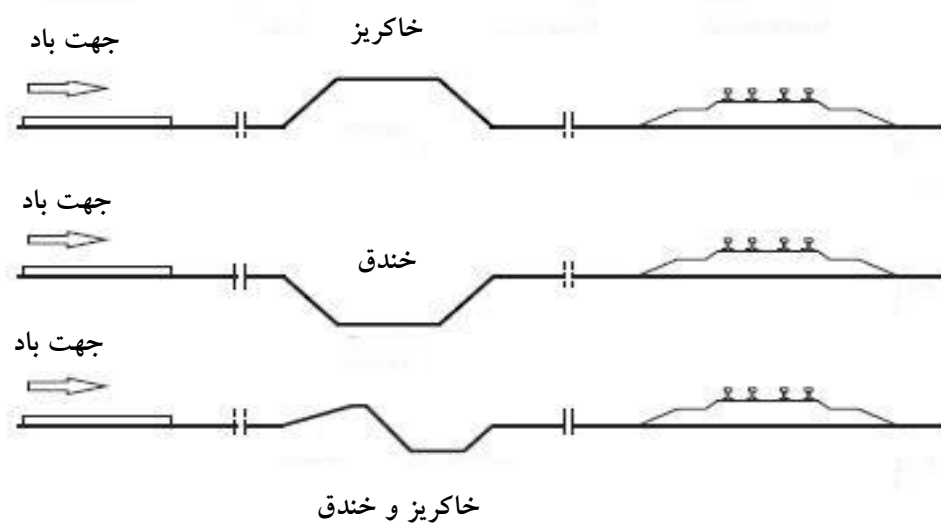
۳-۴ دستورالعمل فنی و اجرایی پروژه احداث تله رسوبگیر

تله رسوبگیر از دو بخش خندق و خاکریز تشکیل شده است. این پروژه به صورت حفر کانال‌های موازی (خندق) و در جهت عمود بر باد غالب و فرساینده منطقه احداث می‌شود، سپس خاک‌های حاصل از حفر خندق در بالادست آن ریخته می‌شود. از جمله اصولی که باید در این روش در نظر گرفته شود؛ این است که طول خاکریز تا حد امکان در جهت عمود بر باد قرار گیرد تا کارایی آن در کاهش سرعت باد افزایش یابد، ماسه‌ها پس از برخورد با دیواره خاکریز در خندقی که در پای خاکریز احداث گردید رسوب کرده تا با تغییر جهت یا سرعت بالاتر باد مجدداً به حرکت درنیایند. در شکل (۳-۱ و ۳-۲) شماتیک طرز قرار گرفتن تله‌های رسوبگیر نسبت به باد نشان داده شده است.

شایان ذکر است که می‌توان ابتدا خندق و سپس خاکریز را ایجاد نمود، به‌طوری که ماسه ابتدا وارد خندق شده و سپس به خاکریز برخورد نماید. این شیوه توانایی بیشتری در ترسیب ماسه دارد، اما جهت کاشت نهال و استقرار پوشش گاهی به دلیل اینکه گیاهان در معرض باد و برخورد ماسه‌ها قرار دارد، ممکن است دچار صدمه گردند.



شکل ۱-۳- شماتیک طرز قرار گرفتن تله رسوبگیر نسبت به باد

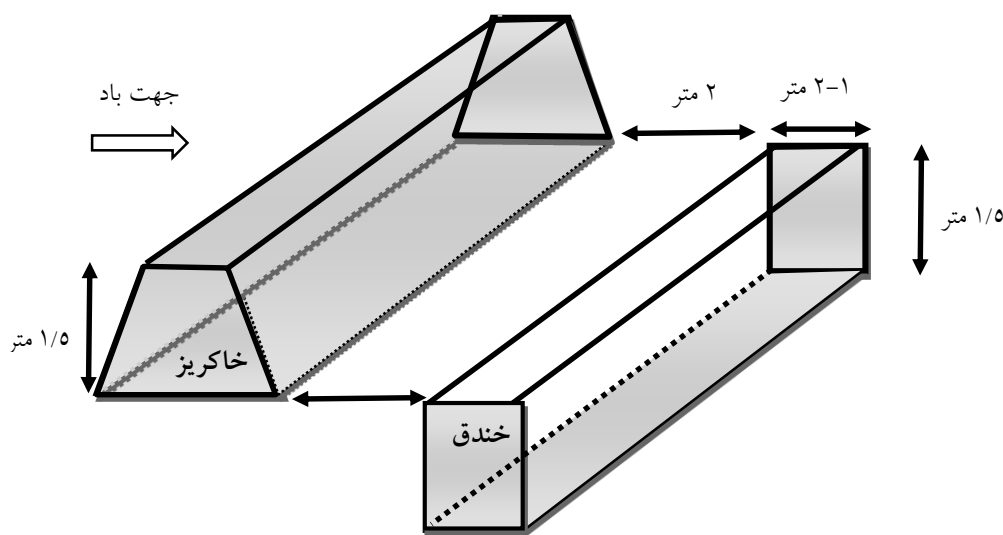


شکل ۲-۳- شماتیک طرز قرار گرفتن تله رسوبگیر نسبت به باد

۳-۵ الگوی اجرای تله رسوبگیر

۳-۵-۱ خندق‌های ماسه

معمولا با احداث کانال به عرض ۱۰۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر و با عمق ۱۵۰ سانتی‌متر و طول متغیر احداث می‌گردد. طول کانال بستگی به عرض منطقه و یا در واقع عرض کریدور باد دارد. عرض خندق وابسته به میزان فرسایش و آورد ماسه داشته و در مناطق با فرسایش زیاد و تولید رسوب بالا، بهتر است به منظور افزایش کارایی، عرض و عمق خندق‌ها بیشتر در نظر گرفته شود. عموما جهت سهولت کار و کاهش هزینه‌ها، عرض خندق‌ها یک متر پیشنهاد می‌گردد. در شکل (۳-۳) ابعاد خندق‌ها نشان داده شده است.



شکل ۳-۳-الگو و ابعاد اجرای تله رسوبگیر

در صورت پر شدن هر خندق، با توجه به شرایط منطقه می‌توان خندق دیگری در فاصله معین (با توجه به سرعت آستانه فرسایش محاسبه شود) احداث نمود. خندق‌ها نباید آبراهه‌های اصلی را قطع کننده چرا که آب باران وارد این خندق‌ها شده و آن را تخریب می‌کند (احمدی و همکاران، ۱۳۸۱). این موانع رسوبگیر با استفاده از بیل مکانیکی با جهت و امتدادی عمود بر جهت جریان باد احداث می‌گردند (شکل ۳-۴). در شکل (۳-۵) و (۳-۶) نیز نمایی از خندق و خاکریزها را نشان می‌دهد.

لازم به ذکر است که در مناطق با حجم بالای ماسه، ممکن است پس از مدتی خندق پر گردد و به مرور شیب شیروانی خاکریز کم شود؛ در نتیجه امکان عبور ماسه از خاکریز فراهم گردد (شکل ۳-۷).



شکل ۳-۴- اجرای تله رسوبگیر توسط بیل مکانیکی



شکل ۳-۵- نمایی از خندق و خاکریز احداث شده



شکل ۳-۶- ابعاد خندق‌ها



شکل ۳-۷- رسوب ماسه درون خندق‌ها

۲-۵-۳ خاکریز

حجم خاک برداشت شده از کانال در سمت بالادست منطقه به صورت یک خاکریز ریخته می شود به طوری که باد ابتدا با خاکریز برخورد نموده و در صورت عبور ذرات ماسه از خاکریز، در کانال احداثی رسوب و تجمع می یابند (شکل ۳-۸). فاصله بین خندق و خاکریز ۲ متر در نظر گرفته شود. بدین ترتیب ضمن داشتن فضای کافی برای رسوب ماسه، مشکل احتمال جهش ماسه از روی خاکریزها و عدم ورود آنها به داخل خندق مرتفع خواهد شد.

به منظور جلوگیری از تاثیر باد بر خاکریز و محافظت آن در برابر بادبردگی و همچنین افزایش ارتفاع و کارایی آن در روی خاکریز می توان بادشکن غیر زنده که از سرشاخه درختان (موجود در منطقه) با ارتفاع ۱/۵ متر به طوری که ۰/۵ متر آن در داخل خاکریز محکم شود و یک متر آن به صورت بادشکن عمل کند احداث کرد. تراکم سرشاخه ها، باید حداقل ۵۰ درصد باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۱).



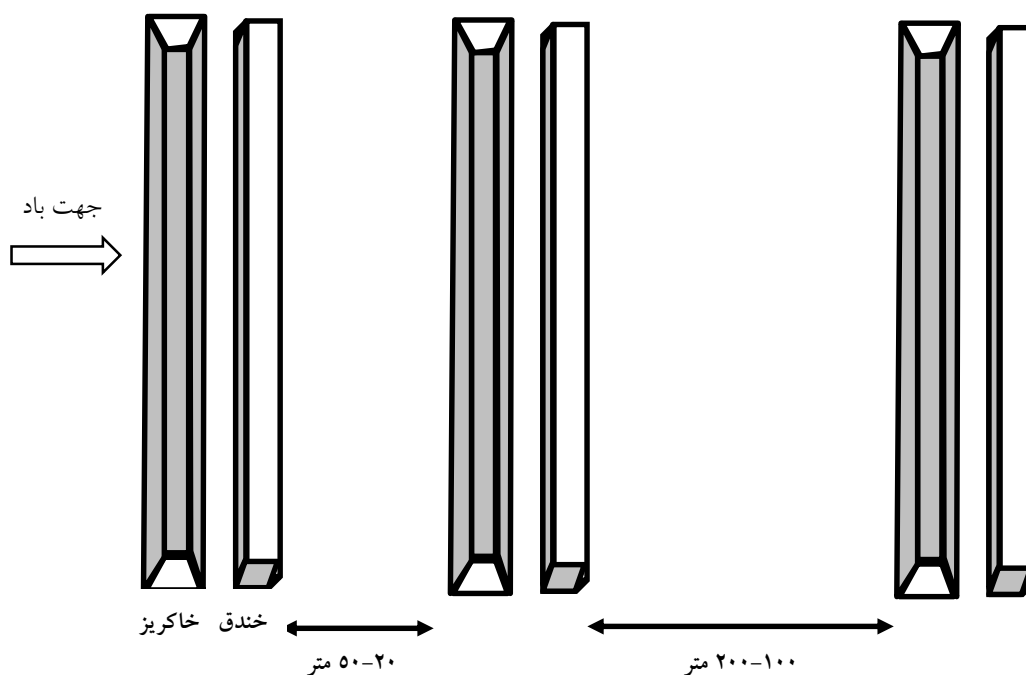
شکل ۳-۸- نمایشی از خاکریز ایجاد شده

۳-۵-۳ فاصله کانال ها از یکدیگر

فواصل کانال ها از یکدیگر کاملاً وابسته به میزان فرسایش در منطقه دارد. هرچه میزان فرسایش شدیدتر و تولید رسوب بیشتر باشد، با توجه به احتمال پر شدن سریع خندق ها و از دست رفتن کارایی آنها، لازم است فاصله خندق ها کمتر در نظر گرفته شود. این فاصله از ۲۰ تا ۲۰۰ متر متغیر می باشد. در پیشانی منطقه به دلیل حجم بالای رسوب، خندق های

ردیف‌های اول سریعتر پر خواهند شد، لذا فاصله آنها نسبت به یکدیگر باید کمتر در نظر گرفته شود (۲۰ تا ۵۰ متر)؛ ولی خندق‌های بعدی را می‌توان با فاصله بیشتری احداث نمود، چرا که باد قسمت اعظم مواد منتقله با خود را در خندق‌های اولیه رسوب داده، لذا خندق‌های بعدی دیرتر پر می‌شوند. فاصله این خندق‌ها بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر خواهد بود (شکل ۳-۹).

در ارتباط با تعیین فاصله بین ردیف‌ها نیاز است که در تحقیقات به این موضوع پرداخته شود، عوامل موثر در تعیین فاصله مشخص شده و به صورت رابطه بیان گردد. در حال حاضر به دلیل نبود چنین اطلاعاتی، ناگزیر باید فاصله بین ردیف‌ها را به صورت تجربی و کارشناسی و براساس میزان فرسایش و آورد ماسه تعیین نمود.



شکل ۳-۹- موقعیت کانال‌ها و خاکریزها نسبت به یکدیگر

۴-۵-۳ فصل اجرا

اجرای این پروژه محدودیت زمانی ندارد اما بهتر است که قبل از وقوع بارندگی‌های زمستانه اقدام به شروع عملیات نمود تا پس از بارندگی، خاک سطحی خاکریزها به یکدیگر چسبیده و در واقع تثبیت گردد. رطوبت بر روی پارامترهای زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی تاثیر گذاشته است. به طوری که با افزایش رطوبت چسبندگی افزایش و زاویه اصطکاک

داخلی کاهش می یابد (جوادی و همکاران، ۱۳۹۶). چسبندگی ناشی از رطوبت می تواند تا حد زیادی در پایداری ذرات خاک و افزایش سرعت آستانه موثر باشد. بلی (Belly) نشان داده است که در رطوبت های ۵ درصد تا ۴۰ درصد سرعت آستانه فرسایش بادی به صورت لگاریتمی افزایش می یابد.

$$U_{*tww} = U_t^* + (0.8 + 0.6 \square \square \square \square) \quad \text{رابطه (۳-۱):}$$

در فرمول فوق

$$U_{*tww} = \text{سرعت آستانه در شرایط رطوبت جدید m/s}$$

$$U_t^* = \text{سرعت آستانه در شرایط رطوبت اولیه m/s}$$

$$W = \text{درصد افزایش رطوبت}$$

طبق نظر موکولوف، وجود فقط ۳٪ آب، کافی است که سرعت آستانه ماسه بادی با قطر ۱-۵ میلی متر به دو برابر افزایش یابد (اختصاصی، ۱۳۹۹).

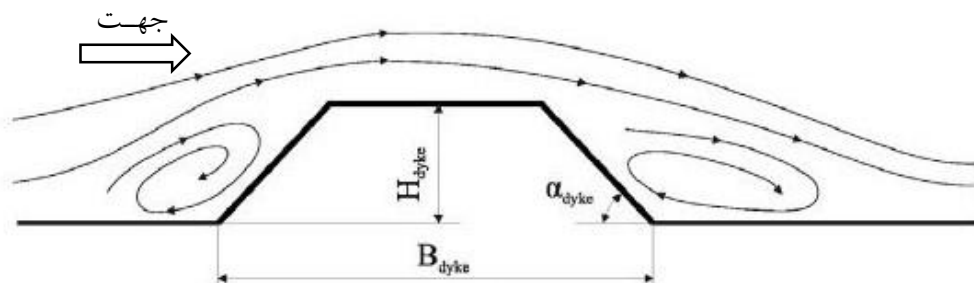
افزایش رطوبت خاک موجب افزایش نیروی کوهیژن (دگرچسبی) در خاک شده، ذرات خاک به کمک مولکول های آن به هم می چسبند و به این ترتیب بر پایداری خاک در مقابل بادبردگی افزوده می شود.

خاک هایی که دارای رطوبت نسبتاً مناسب در حد رطوبت پژمردگی (معادل نیروی مکشی ۱۵ اتمسفر) باشند معمولاً در مقابل بادبردگی مقاومت خوبی نشان می دهند و هر چه این مقدار رطوبت کمتر شود بر ناپایداری خاک افزوده می گردد.

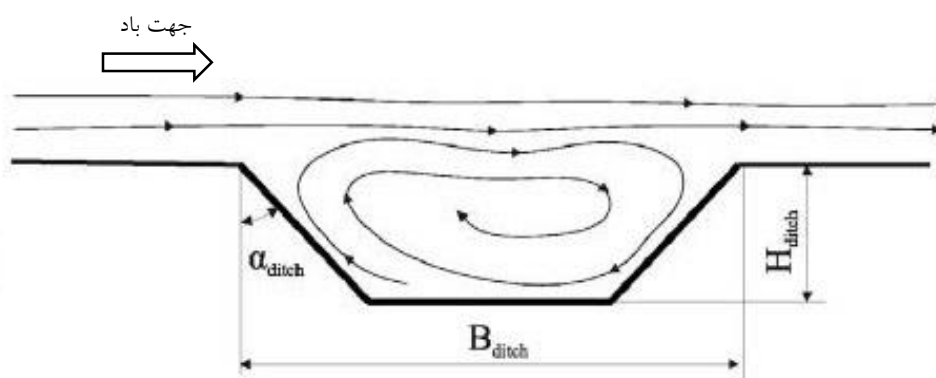
تاثیر تغییرات رطوبت خاک سطحی در بادبردگی خاک های ریز دانه بیشتر از درشت دانه است (اختصاصی، ۱۳۹۹).

۵-۳-۵ عملکرد تله رسوبگیر

این خندق ها و خاکریزها سرعت باد ورودی را کاهش می دهند، جریان باد اطراف خود را وادار به گردش مجدد می کنند و ر سوب ما سه را افزایش می دهند. رفتار آیرودینامیکی خاکریز و خندق به ترتیب معادل مرحله جریان باد در شیب رو به باد و رفتار خندق مانند رفتار جریان باد در شیب پشت به باد می باشد (شکل های ۳-۱۰ و ۳-۱۱).



شکل ۳-۱۰- رفتار آیرودینامیکی خاکریز (Pozarlik and Kok, 2012)

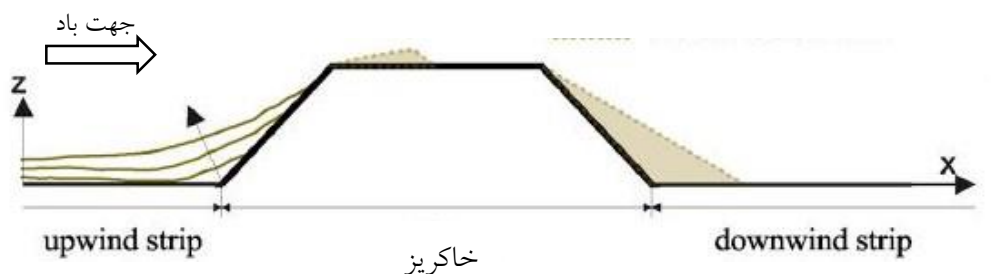


شکل ۳-۱۱- رفتار آیرودینامیکی خندق (Sinha et al., 2014)

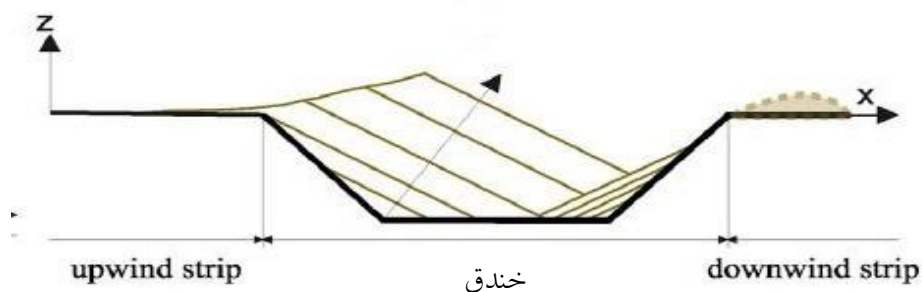
تجمع ماسه در داخل خندق‌ها و دامنه‌های خاکریزها عمدتاً تحت تأثیر پارامترهای هندسی آن‌ها، یعنی ارتفاع (H)، عرض (B) و شیب (α) قرار دارد. با افزایش ارتفاع میزان تجمع رسوبات کاهش می‌یابد. بیش‌ترین حجم جابجایی ذرات ماسه به صورت جهشی و در ارتفاع کم‌تر از یک متر رخ می‌دهد و میزان رسوب به دام افتاده در رسوبگیر با افزایش ارتفاع بسیار تغییر می‌کند، معمارزاده و همکاران (۱۳۹۸) نیز نشان دادند با افزایش ارتفاع مقدار رسوب به دام افتاده کاهش یافت. نتایج اسپان و ون دن آبل (۱۹۹۱) نشان داد با افزایش ارتفاع، مقدار رسوب جمع‌آوری شده کاهش یافت و با افزایش ارتفاع ذرات تمایل به حرکت با مکانیسم معلق دارند (اسپان و ون دن آبل، ۱۹۹۱). هم‌چنین رسوبات تا ارتفاع یک متری نمی‌توانند به صورت جهش بالا برده شوند، از این رو بیش‌ترین اثر سایشی ماسه‌ها در ارتفاع کم‌تر از ۲۵-۲۰ سانتی متری احساس می‌شود (اسپان و ون دن آبل؛ ۱۹۹۱). خاکریزها باعث چرخش مجدد جریان و در نتیجه رسوب ماسه مخصوصاً در جهت شیب رو به باد می‌شود، درحالی‌که خندق‌ها جریان معکوس را افزایش می‌دهند که رسوب را عمدتاً در داخل خندق افزایش می‌دهند (Bruno et al., 2018).

در صورت تعادل بین رسوب‌گذاری و فرسایش، ماسه تجمع یافته در امتداد شانه رو به باد خاکریز، زاویه شیب خاکریز را تا حدود ۱۰ درجه کاهش می‌دهد (لنکستر، ۱۹۹۵): جریان گردبادی در شیب رو به باد از بین می‌رود، بنابراین شیب رو به باد به عنوان سکوی پرتاب ماسه ورودی باد عمل می‌کند؛ لذا ماسه از روی خاکریز عبور کرده و به نوار پشت به باد انتقال می‌یابد (شکل ۳-۱۲). از این رو انتظار می‌رود که ظرفیت انباشت یک خاکریز در مقایسه با حجم آن نسبتاً ناچیز باشد. برعکس، پتانسیل تجمع یک خندق تقریباً برابر با حجم آن است، به شرطی که سطح مقطع آن به درستی شکل گرفته باشد، به طوری که گردباد داخل خندق نیز سطح رسوبی بالایی داشته باشد (شکل ۳-۱۳). ماسه جمع شده در داخل خندق‌ها باید از شانه یا برش خندق خارج شود (Bruno et al., 2018).

طرح‌های کیفی مربوط به رسوب ماسه در خاکریز و خندق در شکل‌های (۳-۱۲) و (۳-۱۳) نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۲- رفتار ماسه در برخورد با خاکریز (Hotta and Horikawa, 1991)



شکل ۳-۱۳- رفتار ماسه در برخورد با خاکریز

۳-۵-۶ نهال کاری در خندق ها

از مهم ترین روش های مقابله با فرسایش بادی و تثبیت ماسه های روان در مناطق خشک، نهال کاری است. لی (۲۰۰۳) به بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و توفان های گردوغبار بهاره در شمال چین پرداخت. نتایج وی نشان داد که پوشش گیاهی فقیر در شمال چین یکی از اصلی ترین دلایل بروز این گونه طوفان ها است و عنوان کرد پوشش گیاهی به طور مؤثری حرکت ماسه های روان را کاهش داده، بنابراین تحرک ماسه ها در سطح زمین کم شده و ماسه زار تثبیت می شود (Lee, 2003). زمانی که شرایط مناسب برای استقرار پوشش گیاهی وجود ندارد، تلفیق و استفاده هم زمان از هر دو روش مکانیکی و زیستی بهترین راه حل برای جلوگیری از معضلات فرسایش خاک است. ولی این نکته را باید همواره در نظر داشت که به کارگیری هر یک از این روش ها به تنهایی و یا تلفیق، باید متناسب با شرایط و ویژگی های یک منطقه باشد؛ بنابراین باید با توجه به شرایط اقلیمی، خاک شناسی، زمین شناسی و پوشش گیاهی هر منطقه بهترین نوع عملیات مکانیکی را با مناسب ترین گونه گیاهی به صورت تلفیقی به کار برد.

با حفر خندق در اثر رسوب گیری آن ها، شرایط مناسب برای استقرار پوشش گیاهی در مناطقی که محدودیت های خاکی مانع نهال کاری می باشد فراهم می گردد. به طور کلی تله رسوبگیر علی رغم نقش مؤثری که در رسوب ماسه های روان در کوتاه مدت دارند، متأسفانه در درازمدت به دلیل انباشت رسوبات ماسه ای در خندق ها کارایی خود را از دست می دهند؛ بنابراین، توصیه می گردد که پس از احداث این تله رسوبگیر و قبل از پر شدن نهایی آنها (حدود ۳۰ سانتیمتر تا لبه خندق خالی باشد) عملیات کشت نهال با هدف احیاء پوشش گیاهی و جایگزین شدن آن ها به جای تله رسوبگیر در درازمدت مدنظر قرار گیرد (شکل ۳-۱۴ و ۳-۱۵).

بررسی های عملی در دو دهه گذشته نشان داده است که تلفیق عملیات مکانیکی و زیستی بهترین نتیجه را در بر داشته است. هم چنین باید پس از اجرای عملیات مکانیکی فرصت کافی برای رویش و استقرار پایه های جدید گونه های مناسب منطقه داده شود.

بهترین زمان جهت کشت نهال و قلمه، زمانی است که ۸۰ درصد خندق توسط رسوب پر شده باشد. بدین ترتیب با کشت نهال یا قلمه، به صورت طبیعی تشستگی با عمق حدود ۳۰ سانتی متر ایجاد خواهد شد که هنگام آبیاری یا بارش، آب مناسب در آن قرار گرفته و نیاز آبی گیاه را تامین خواهد نمود.

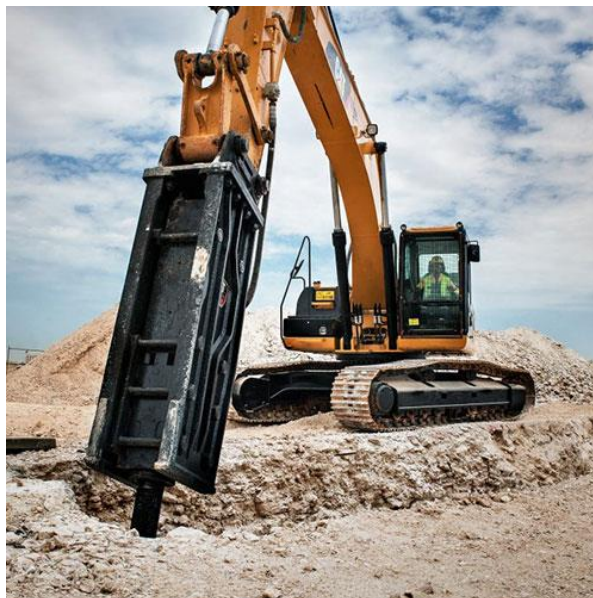
نوع نهال یا قلمه، زمان کشت، آبیاری و... در شیوه نامه اقدامات بیولوژیکی مدیریت و کنترل بیابان به تفصیل آورده شده است. در صورت وجود سخت لایه در هر عمقی از زمین، باید نسبت به شکستن آن اقدام لازم صورت گیرد. بدین منظور می توان از پیکور بیل مکانیکی استفاده نمود (شکل ۳-۱۶).



شکل ۳-۱۴- نهال کاری در خندق‌ها



شکل ۳-۱۵- رسوب‌گیری خندق‌ها و زمان مناسب نهال کاری در آنها



شکل ۳-۱۶- نمایشی از بیل مکانیکی مجهز به پیکور جهت شکستن سخت لایه

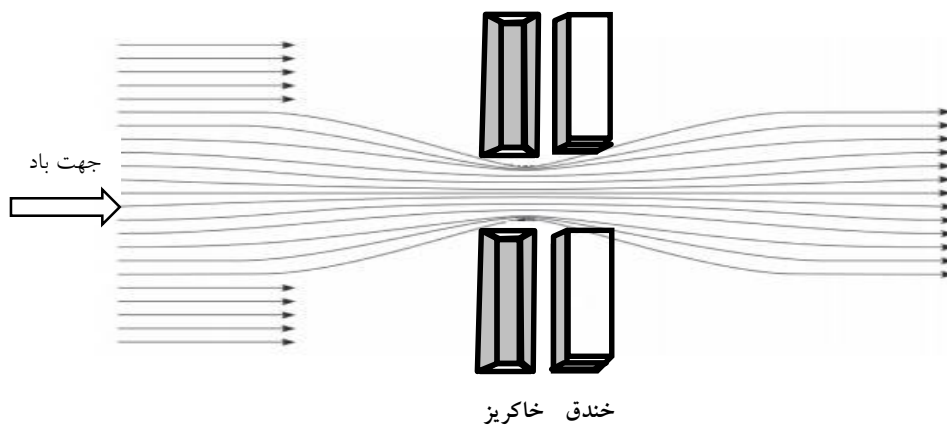
۷-۵-۳ ناپیوستگی در تله رسوبگیر

ناپیوستگی در تله رسوبگیر در حد معمول آن برای ورود و خروج و جاده سازی ضروری است؛ اما در صورتی که در تله رسوبگیر ناپیوستگی غیرمعمولی به وجود آید، سرعت جریان باد در فاصله ایجاد شده بسیار بیش تر از سرعت باد در منطقه بدون تله رسوبگیر خواهد بود (شکل ۳-۱۷)، چنین وضعیتی سبب خواهد شد تا از اثرات مفید تله رسوبگیر به میزان قابل توجهی کاسته شود. به منظور حل این مشکل در تله رسوبگیر چند ردیفه می توان از روش های زیر استفاده نمود:

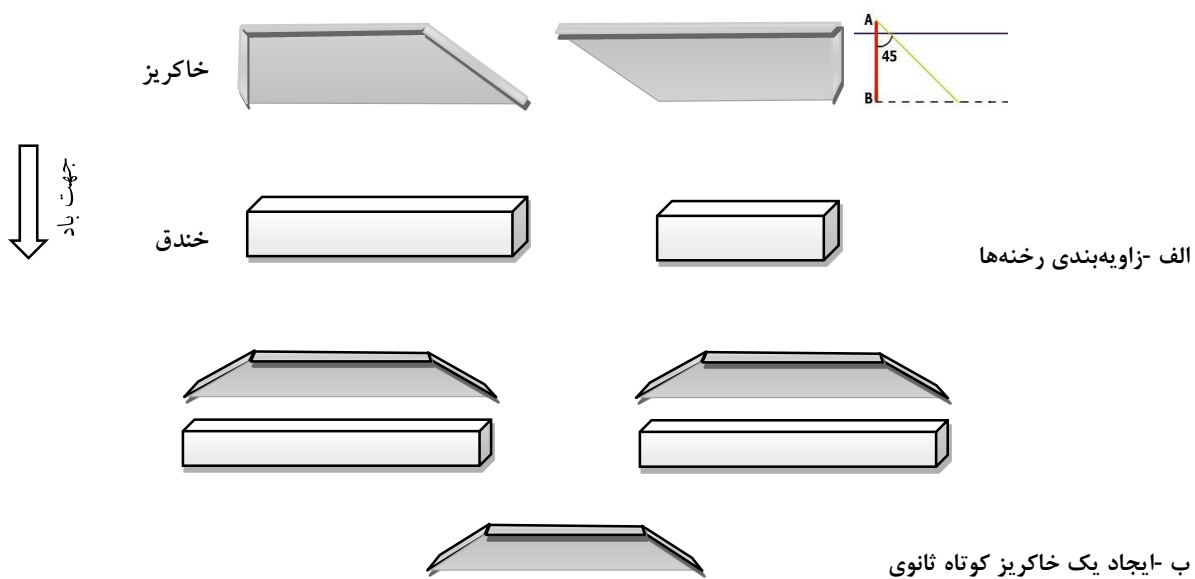
الف- استفاده از زاویه بندی رخنه ها با زاویه ی ۴۵ درجه نسبت به جهت بادهای غالب.

ب- استفاده از یک خاکریز کوتاه ثانویه.

در شکل های (۳-۱۸) نحوه استفاده از موارد فوق به تصویر کشیده شده است.



شکل ۳-۱۷- افزایش سرعت باد در ناپیوستگی موجود در تله رسوبگیر



شکل ۳-۱۸- انواع روش های مورد استفاده برای کاهش اثر رخنه در تله رسوبگیر

فصل ۴

مدیریت رواناب

۴ فصل چهارم: مدیریت رواناب

۴-۱ مقدمه

در مناطق خشک به دلیل کمبود میزان بارش، گیاهان قادر به تأمین نیازهای اولیه و ضروری خود نمی‌باشند. از آنجایی که وقوع بارش در این مناطق با توزیعی نامناسب و خارج از دوره‌ی رشد و رویش گیاهان صورت می‌گیرد، از این رو نمی‌تواند عامل تضمین‌کننده‌ی استقرار گیاه باشد. از سوی دیگر، بخش زیادی از بارش به شکل رواناب و تبخیر از دسترس خارج شده و در نتیجه دوران خشکی و کم‌آبی طی مراحل رشد گیاهان ملاحظه می‌شود. تنها بخش اندکی از نزولات جوی به سفره‌های آب زیرزمینی وارد می‌شود. از دست رفتن همین میزان اندک آب بارندگی سبب بروز تنش‌های شدید رطوبتی در گیاهان و کاهش چشمگیر تولیدات گیاهی می‌شود (چکشی و همکاران، ۱۳۹۱).

ایران از نظر جغرافیایی در زمره‌ی مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که به‌جز حاشیه‌ی دریای خزر دامنه و ارتفاعات البرز و زاگرس اغلب دارای آب‌وهوای خشک با نزولات آسمانی قلیل است و از نظر منابع آبی نیز میانگین جهانی از محدودیت بیشتری برخوردار است؛ به‌گونه‌ای که میانگین بارندگی آن با ۲۵۰ میلی‌متر در سال کمتر از یک‌سوم متوسط بارندگی در دنیا و میانگین تبخیر در آن تقریباً ۳ برابر میانگین جهانی است. علاوه بر کمبود نزولات جوی و دیگر موارد یادشده‌ی فوق، توزیع زمانی و مکانی آن هم بسیار ناموزون است، به‌گونه‌ای که ۷۰ درصد بارندگی‌ها در ۲۵ درصد سطح کشور و تنها ۳۰ درصد آن در دیگر مناطق کشور حادث می‌شود (منزوی، ۱۳۷۵). موقعیت استراتژیک ایران، کمبود منابع، توزیع نامتوازن، اشتراکی و عدم جایگزینی منابع آب و نیز فقدان قوانین بین‌المللی حاکم بر آب‌های مشترک این بحران را تشدید کرده و آن را به یک منبع تولید خشونت تبدیل می‌کند (فغانی، ۱۳۷۵). برای رسیدن به این منظور، استحصال آب باران به‌عنوان هدفی اقتصادی و مفید مطرح می‌شود و کسب اطلاعات دقیق درباره‌ی سیستم‌های گوناگون جمع‌آوری آب و نیز روش‌های مربوط به آن نیازهای عمده‌ی این مبحث می‌باشند. سیستم‌های استحصال آب باران در بسیاری از مناطق دنیا به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان روشی عملی برای به حداقل رساندن ریسک خشک‌سالی پذیرفته‌شده است، از طرفی اطلاعات کاملی از میزان پتانسیل موجود به‌منظور جمع‌آوری آب باران در حوضه‌ی روستایی و نیز فواید مستقیم و غیرمستقیم سیستم‌ها در دسترس نیست (شادمهری طوسی و همکاران، ۱۳۹۶). جمع‌آوری آب باران نه‌تنها برای تأمین آب در ایام بدون باران است، بلکه برای کنترل جریان رودخانه‌ها و جلوگیری از آسیب رساندن به نواحی مسکونی و زراعی پایین‌دست یا تولید انرژی و یا تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی، چشمه‌ها و قنوات هم صورت می‌گیرد (ملکی و همکاران، ۱۳۹۵).

استحصال آب بر این اصل استوار است که آب دریافتی در مناطقی از زمین که ممکن است برای کشت گیاهان ناکافی یا نامرغوب باشد، جمع‌آوری شده و به بخش‌های دیگر منطقه اضافه شود. در مناطقی مطرح می‌شود که سهم اندکی از بارندگی را دریافت می‌کنند و معمولاً این مقدار بسیار کم بوده و پاسخگوی نیاز گیاهان برای تولید محصول نمی‌باشد.

امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و کمبود آب، موضوع استحصال آب باران در کلیه نقاط خشک دنیا مورد توجه واقع شده و تلاش بسیار و سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی از طرف مجامع بین‌المللی و دولت‌های محلی برای توسعه آن به‌عنوان راه‌حل مقابله با خشکی و خشک‌سالی در حال انجام است. از آنجاکه بارندگی ولو به مقدار کم تقریباً در همه‌جا اتفاق می‌افتد، قبل از اینکه به سیلاب تبدیل شود و یا در مسیر جریان خود دچار آلودگی گردد، به کمک روش‌های استحصال آب می‌تواند جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گیرد. برخلاف سیستم‌های متمرکز و بزرگ مانند سد ها که نیاز به سرمایه‌گذاری و تکنولوژی پیشرفته دارد، سیستم‌های استحصال آب فناوری ساده دارند و در ابعاد کوچک قابل‌اجرامی باشند. به همین دلیل از این روش بدون محدودیت مکانی می‌توان استفاده نمود. با وجود اراضی وسیع و غیرقابل استفاده در مناطق خشک از جمله کشورمان ایران و با علم به اینکه هر میلی‌متر بارندگی که در سطح یک هکتار می‌بارد می‌تواند تا ده مترمکعب رواناب تولید کند، با بهره‌گیری از سیستم‌های استحصال آب باران می‌توان اراضی زیادی را صرف‌نظر از دوری یا نزدیکی به سایر منابع و امکانات به زیر کشت محصولات زراعی برد و از سوی دیگر از بیابانی شدن بیش‌ازپیش کشور جلوگیری کرد.

بهره‌گیری از فن استحصال آب مزایای زیادی به همراه دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- کاهش اتکا به سیستم‌های متمرکز آب‌رسانی از سد یا چاه و در نتیجه امکان تأمین آب برای بهره‌بردارانی که به این منابع دسترسی ندارند.

۲- عدم آلودگی ناشی از اختلاط انواع پساب و گل‌آلودگی حاصل از فرسایش آبراه‌های که غالباً در پایین‌دست حوزه‌های آبخیز اتفاق می‌افتد.

۳- امکان تأمین آب ساکنین مناطق دورافتاده که به منابع آبی معمول از قبیل چاه دسترسی ندارند.

۴- بهره‌برداری از یکی از مهم‌ترین منابع آبی کشور که با وجود قابلیت‌های قابل توجه لیکن به دلیل پراکندگی و کوچک بودن حوزه‌های آبخیز مربوطه، امکان مهارشان با احداث سدهای بزرگ امکان‌پذیر نمی‌باشد.

۵- مشارکت گسترده مردم بومی منطقه در مراحل طراحی، اجرا و نگهداری سیستم‌های مذکور

۶- حفظ و احیا سازه‌های سنتی که در گذشته نیز به همین منظور و جهت استحصال آب باران احداث شده‌اند (چکشی و یزدی، ۱۳۹۱).

۷- استحصال آب، کشاورزی در نواحی خشک و نیمه خشک روی بخشی از زمین را ممکن کرده و به مطلوب شدن دیگر عوامل برای تولید محصول مثل آب و هوا، خاک و گیاهان می انجامد؛ بخصوص زمانی که هیچ منبع آب دیگری برای آبیاری در دسترس نباشد، استحصال آب اهمیت پیدا می کند.

۸- سامانه های استحصال آب می تواند آب مورد نیاز در تکمیل بارش برای ایجاد ثبات در تولید را تأمین کند. همچنین می تواند ریسک را در رابطه با بارش های غیرقابل پیش بینی در صورتی که آب استحصال شده بتواند برای استفاده در آبیاری تکمیلی در طی دوره خشک سالی ذخیره شود، کاهش دهد.

۹- استحصال آب می تواند آب مناطق خشک را برای جلوگیری از بیابان زایی تأمین کند. این آب می تواند برای افزایش سطح پوشش گیاهی استفاده شود و به توقف تخریب محیط زیست کمک کند. همچنین این آب برای تغذیه منابع زیرزمینی مؤثر است.

۱۰- به طور کلی، استحصال آب یک فناوری با امکانات محلی است و اجرای آن سخت نیست. به استثنای تعداد کمی، این سامانه ها نیازی به استفاده از تلمبه یا صرف انرژی برای انتقال یا مصرف آب استحصال شده ندارند.

۱۱- از مزایای غیرمستقیم استحصال آب می توان به این موارد اشاره کرد: ایجاد ثبات در جوامع روستایی، کاهش مهاجرت از روستا به شهر، بازیافت و بهبود مهارت های محیطی و بهبود معیار زندگی میلیون ها نفر که در مناطقی که در معرض خشک سالی است زندگی می کنند (اویس و همکاران، ۱۳۹۶).

۱۲- اجرای پروژه های نگهداری آب باعث حل مشکل کمبود آب، توسعه بهداشت روستایی و تولید کشاورزی شده است.

با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک ایران و بروز مشکلات عدیده ای چون کم آبی در بسیاری از مناطق کشور، قطعاً یکی از راه های کاهش و مهار بحران کمبودهای آب، پرداختن به آبخیزداری است که به عنوان مدیریت علمی، ضمن توجه به مسائل اقتصادی اجتماعی، حفظ منابع آب و خاک در حوزه های آبخیزداری، از علوم و تجربیات مختلف بهره گیری می کند، بدون آن که نقش مردم از نظر دور بماند، به طوری که برنامه های حفاظت خاک و آبخیزداری هم سو با توسعه پایدار و با اعمال مدیریت مسئولانه بر منابع، علاوه بر نیازهای امروز به منافع آینده نیز توجه دارد که در این راستا استفاده از دانش و اطلاعات فراهم آمده از طریق پژوهش های علمی و تلفیق آن ها با علوم طبیعی، آموزش، فرهنگ، ارتباطات و علوم اجتماعی از اهمیت و حساسیت ویژه برخوردار است.

۴-۲ سابقه استحصال آب

هم‌زمان با سکونت بشر در مناطق خشک و شروع فعالیت‌های زراعی، پایه و اساس فرآیند استحصال آب شکل گرفت. چندین هزار سال قبل در مناطق خشک و نیمه‌خشک، وجود رودخانه‌های فصلی و جریان‌های آب و آب‌های ذخیره‌شده در مخازن، ادامه حیات انسان‌ها را امکان‌پذیر نمود و توسعه و رشد شهرها را به همراه داشت. میلیون‌ها هکتار اراضی واقع در نواحی خشک با بهره‌گیری از فناوری استحصال آب به زیرکشت رفت، اما به تدریج و با گذشت زمان، به دلایل متعدد این شیوه روبه‌زوال گذاشت و کمتر مورد توجه قرار گرفت. در روند گسترش استفاده از روش‌های سنتی و متنوع استحصال آب، نقش کشورهای واقع در آسیای غربی و شمال آفریقا قابل ملاحظه است. قدمت تأسیسات و سازه‌های جمع‌آوری آب در جنوب کشور اردن به حدود ۹۰۰۰ سال قبل برمی‌گردد. شواهد دیگر حاکی از آن است که روش‌های ابتدایی و اولیه استحصال آب در بخش‌هایی از بین‌النهرین جنوبی به ۴۵۰۰ سال پیش از میلاد می‌رسد. پیشینه کاربرد کشاورزی سیلابی در صحرای نقب به قرن دهم قبل از میلاد بازمی‌گردد. در یمن با استفاده از سیستمی خاص که حداقل به ۱۰۰۰ سال پیش برمی‌گردد، آب حاصل از رواناب را به سمت ۲۰۰۰۰ هکتار اراضی زراعی هدایت می‌کردند و تولیدات کشاورزی حاصل از این زمین‌ها می‌توانست پاسخگوی نیاز غذایی ۳۰۰۰۰ نفر باشد. در جنوب Tihama در کشور یمن نیز به منظور تولید ذرت خوشه‌ای (سورگم) به شیوه سنتی و از قدیم‌الایام از رواناب حاصل از بارندگی استفاده می‌کردند. در بلوچستان و پاکستان هم از سیستم‌هایی به نام Sailaba و khuskaba استفاده می‌شد که هم‌اکنون نیز مورد استفاده مردم این نواحی می‌باشد. تحقیقات باستان‌شناسان حاکی از آن است که در آفریقای شمالی استفاده از سیستم‌های استحصال آب متداول بوده و بخش عمده درآمد امپراتوران رومی از محل انبارهای غله آن زمان، برپایه کشاورزی و با استفاده از رواناب حاصل از بارندگی بوده است. در مناطق وسیعی از کشور مراکش هنوز هم انواع روش‌های استحصال آب استفاده می‌شود. در کشور تونس این روش‌ها با استفاده از سطوح شیب‌دار و دیواره‌ها، سابقه‌ای دیرینه دارد و در اصطلاح محلی تحت عناوینی همچون Maskat، Jessour و Mgoud نام‌گذاری می‌شوند. نواحی ساحلی شمال غرب کشور مصر و مناطق دشتی شمالی نیز سابقه دیرینه‌ای در استفاده از آب‌انبارها و ساختن بسترهایی به منظور جمع‌آوری رواناب و کشاورزی داشته‌اند.

۴-۳ الزامات اجرایی

- موقعیت مکانی اجرای پروژه‌ها دقیقاً در قالب طرح‌های اجرایی مدیریت مناطق بیابانی و کنترل کانون‌های بحرانی فرسایش بادی به‌ویژه در نقشه‌های اجرایی طرح‌ها مشخص باشد.
- عرصه‌ها فاقد و یا دارای پوشش گیاهی ضعیف (کمتر از ۱۰ درصد تاج پوشش گیاهی) باشد.

- ارتفاع رواناب حاصل از بارندگی‌ها در عرصه‌ها قابل توجه باشد به طوری که قابلیت استحصال داشته باشد. در رابطه با این موضوع فاکتورهایی نظیر سازند زمین شناسی، بافت خاک، تراکم شبکه هیدروگرافی عرصه، فقر پوشش گیاهی، شرایط فیزیوگرافی و توپوگرافی، وقوع رگبارهای سنگین با شدت بالا، پیشینه سیلاب‌های رخ داده در منطقه با استفاده از اطلاعات ساکنین محل و داغاب رواناب در آبراهه‌ها و بازدید میدانی، شاخص‌های مناسبی جهت برآورد اولیه قابلیت تولید رواناب در عرصه‌ها به صورت نظری می‌باشد.
- مکان‌یابی عرصه‌ها در پائین دست خط کنیک باشد (دشت سرها).
- اجرای پروژه‌ها توجیه فنی و اقتصادی داشته باشد.

۴-۴ انواع پروژه‌های مورد استفاده در مناطق بیابانی

۴-۴-۱ پروژه‌های اجرایی

در طرح مدیریت رواناب در مناطق بیابانی می‌بایستی پروژه‌هایی را مدنظر قرارداد که امکان بهره‌برداری بهینه از رواناب‌های سطحی جهت احیاء و توسعه پوشش گیاهی مناطق بیابانی با حداقل امکانات و هزینه امکان پذیر باشد. این پروژه‌ها می‌بایستی با ساختار اکولوژیکی عرصه‌ها سازگاری داشته و در حداقل زمان ممکن قابل اجرا باشد. اجرای عملیات سنگین سازه‌ای (آبی - خاکی و ملاتی) همانند پروژه‌های آبخیزداری هیچ‌گاه مدنظر مدیریت رواناب در مناطق بیابانی نبوده و انتخاب عرصه‌های کاری در پائین دست خط کنیک (مناطق دشت سر و پلایا) بدین منظور می‌باشد. بنابراین از منظر بیابان‌زدایی مدیریت رواناب‌ها در مناطق بیابانی، با اجرای دو نوع عملیات به صورت مکمل قابل پیش‌بینی می‌باشد.

۴-۴-۲ پروژه‌های بیولوژیکی

- تنها در صورتی اقدام به استفاده از روش‌های بیولوژیک می‌شود که امکان استفاده از طریق روش‌های مدیریتی وجود نداشته باشد. این پروژه‌ها شامل نهال کاری، قلمه کاری، بذرکاری می‌باشد که محور اصلی فعالیت‌های بیابان‌زدایی تلقی می‌گردد و جهت اجرای این پروژه‌ها رعایت نکات ذیل ضرورت دارد:
- عرصه‌های انتخابی دارای تاج پوشش گیاهی طبیعی کمتر از ۱۰ درصد باشند.
- جهت انتخاب گونه‌ها، اولویت با گونه‌های بومی است که مقاوم به خشکی و شوری باشند.
- در صورتی که دسترسی به گونه‌های بومی مقدور نباشد گونه‌های غیربومی می‌بایستی دارای نیاز آبی پائین، مقاوم به خشکی و شوری و با شرایط اکولوژیکی عرصه‌ها سازگاری داشته باشند.

- انتخاب و کاشت گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای پایا در قیاس با گونه‌های علفی در اولویت قرار گیرد.
- در صورت وجود پایه‌های مادری اگر با اعمال قرق در عرصه، امکان تجدید حیات طبیعی گیاهان وجود دارد، حتی‌المقدور از انجام عملیات بیولوژیکی پرهزینه در این مکان‌ها خودداری شود و عملیات حفاظتی مدنظر قرار گیرد.
- اگر قرار باشد که در حدفاصل سازه‌ها به‌ویژه فارو و بانکت عملیات بیولوژیکی انجام گیرد صرفاً نهال‌کاری، بذرکاری و یا قلمه‌کاری صورت پذیرد و از انجام بذرپاشی حتی‌المقدور اجتناب شود، چراکه بذور پاشیده شده در شیب حدفاصل سازه‌ها به سرعت توسط رواناب‌ها حمل و به نقاط پائین‌دست منتقل می‌شود که پراکنش نامناسب پوشش گیاهی در عرصه‌ها را به دنبال خواهد داشت.
- از آنجائی که هدف از اجرای پروژه‌های مدیریت رواناب در مناطق بیابانی، احیاء و توسعه پوشش گیاهی همراه با بهره‌برداری بهینه از رواناب‌های حاصل از بارندگی‌ها می‌باشد. بنابراین عملیات بیولوژیکی می‌بایست به گونه‌ای طراحی گردد تا نیاز به آبیاری جهت استقرار کامل گونه‌ها به حداقل ممکن برسد.
- مراقبت و نگهداری پوشش گیاهی و قرق عرصه‌ها به مدت حداقل ۲ سال رعایت گردد.

۳-۴-۴ پروژه‌های سازه‌ای

هدف از اجرای پروژه‌های سازه‌ای در طرح مدیریت رواناب در مناطق بیابانی کنترل و ذخیره رواناب‌های سطحی ناشی از بارندگی‌ها، به‌منظور بسترسازی مناسب احیاء و توسعه پوشش گیاهی در این مناطق می‌باشد. در اغلب بیابان‌های کشور، بارش‌های جوی همراه با پراکنش نامنظم مکانی و زمانی و از سالی به سال دیگر و یا از ماهی به ماه دیگر بسیار متغیر و در نوسان می‌باشد. به‌طوری‌که گاهی در طول سال زراعی همراه با ماه‌های خشک فاقد بارندگی و گاهی همراه با رگبارهای شدید کوتاه‌مدت و سیلابی می‌باشد که بعضاً بیش از ۵۰ درصد بارش‌های سالیانه در یک رگبار یک‌ساعته اتفاق می‌افتد. بنابراین چنین ویژگی‌های جوی در این مناطق، لزوم کاربرد روش‌های مکانیکی متناسب با این ویژگی‌ها را بیش‌ازپیش روشن می‌سازد. بررسی‌ها در این زمینه نشان داده است که احداث سازه‌های سطحی و کوچک تا متوسط از نظر حجم و ابعاد سازه جهت کنترل رواناب‌های سطحی ناشی از بارندگی‌ها با رعایت ساختار منابع اکولوژیکی (بیوفیزیکی) اغلب بیابان‌های کشور تناسب دارد و این سازه‌ها در احیاء و توسعه پوشش گیاهی این مناطق نقش مؤثری داشته است.

۴-۵ مشخصات فنی انواع پروژه‌ها

۴-۵-۱ پروژه پیتینگ

معرفی پروژه:

پیتینگ عبارت است از احداث چاله‌های کوچک قایقی شکل در سطح مراتع به منظور افزایش نفوذ آب حاصل از نزولات آسمانی به داخل خاک و مهار رواناب‌های سطحی ناشی از آن که منجر به افزایش رطوبت قابل استفاده‌ی گیاهان و در نتیجه افزایش تولید علوفه می‌گردد (سلطانی پور و همکاران، ۱۳۹۷).

اهداف:

- اصلاح و احیای خاک‌های کوبیده شده مراتع
- افزایش درصد تاج پوشش گیاهی
- افزایش جذب رطوبت خاک در داخل چاله و اطراف آن تا ۲ برابر و نگهداری باران
- کاهش میزان رواناب حاصل از بارندگی و جمع‌آوری و نفوذ آن در خاک
- ارتقاء حاصلخیزی خاک با ایجاد جوامع گیاهی مطلوب
- آب شویی نمک‌های تجمع یافته از منطقه‌ی فعالیت ریشه‌ی گیاهان
- بهبود و افزایش نفوذپذیری آب در خاک
- بهبود ساختمان خاک
- فراهم‌سازی و ایجاد محل مناسب برای تجمع لاشبرگ‌ها و بذرهایی که با باد جابجا می‌شوند.
- افزایش رطوبت نسبی هوا
- کنترل فرسایش خاک و رسوب

ویژگی‌های عرصه:

- ۱- اراضی با شیب کم و ملایم ۳-۰ درصد و بدون سنگلاخ
- ۲- عمق خاک مناسب و بافت خاک متوسط تا سنگین و نفوذپذیری نباید خیلی زیاد باشد.
- ۳- تاج پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد
- ۴- بارندگی بین ۱۰۰-۳۰۰ میلی‌متر و منطقه اجرای پروژه بایستی دارای باران‌های سیل‌آسا و رواناب کافی باشد (حداکثر رواناب ۸۰ درصد).
- ۵- حداقل امکان روی خطوط تراز و یا نزدیک‌تر به آن قرار گیرد (آذرینوند و زارع‌چاهوکی، ۱۳۸۹).

مشخصات فنی:

- ۱- ابعاد چاله‌ها ۵/۰ × ۱ متر و با عمق ۱۵ سانتی‌متر (ابعاد چاله‌ها برحسب نوع خاک، نوع دستگاه چاله کن، میزان و خصوصیات بارندگی و دیگر شرایط منطقه تغییر می‌کند).
- ۲- فاصله ردیف‌ها حدود ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر

نکات اجرایی:

- ۱- اجرای این پروژه در خاک‌های سبک و خیلی سنگین و خیلی رسی کارایی مطلوبی ندارد و بهترین بافت برای اجرای پروژه، خاک‌های لومی (رسی شنی) و یا متوسط و نسبتاً ریزبافت می‌باشند. خاک خیلی قابل نفوذ (سبک و شنی) نباشد زیرا در خاک‌های با قابلیت نفوذ زیاد قسمت اعظم آب در خاک نفوذ نموده و جریان سطحی کم بوده و یا ممکن است وجود نداشته باشد. خاک‌های رسی آهکی و برای این عملیات مناسب هستند (ایجاد پیتینگ بر روی خاک‌های سنگین و سنگریزه دار مفید نبوده است).
- ۲- پس از احداث پیتینگ بلافاصله عملیات بیولوژیکی، ترجیحاً با گونه‌های بومی و سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه صورت پذیرد و از انجام عملیات بیولوژیکی قبل از احداث خودداری شود.
- ۳- برای جلوگیری از تهاجم گونه‌های گیاهی مهاجم و علف‌های هرز از گونه‌های مرغوب و سریع‌الرشد متناسب با شرایط اکولوژیکی عرصه در چاله‌ها استفاده شود.

The technical drawing illustrates a mobile water pump system. The main component is a cylindrical pump body mounted on a trailer with two large wheels. Various parts are labeled in Persian, including the pump body, handle, and mounting structure. To the right of the main drawing, there are three cross-sectional views of the pump's internal mechanism, showing the arrangement of the pump head and the internal components. The drawing is a detailed line drawing, typical of technical manuals.

۵- اصلاح دیسک‌ها در پیترهای دیسکی شامل اضافه کردن زائیده‌ای بر قسمتی از محیط آن، برش دادن قسمتی از صفحه دیسک، و یا قرار دادن محور دیسک بر نقطه‌ای خارج از مرکز آن است که بر روی گاوآهن‌های معمولی اعمال می‌گردد

۶- پیتراستوانه‌ای گردان شامل یک سری دندانهای میخی شکل است که با آرایش لوزی روی یک استوانه فلزی دوار نصب شده‌اند. استوانه‌ها به وسیله تراکتور کشیده می‌شوند و با چرخیدن آن روی زمین، هریک از دندانها به نوبت چاله‌ای با عرض حدود ۳۵ سانتی‌متر در سطح خاک ایجاد می‌کند.

۷- پیترهای بذرکار طوری طراحی شده‌اند که با ایجاد چاله، بذرکری را در درون آنها انجام می‌دهند که باعث صرفه‌جویی در هزینه نیز می‌شود. این پیترها توسط تراکتور کشیده می‌شوند و قادرند در هر حرکت چهار ردیف چاله با فواصل یک متر از یکدیگر ایجاد کنند (ضوابط و دستورالعمل فنی مرتع شماره ۴۱۹، ۱۳۸۷).

۸- برای انجام عملیات پیتینگ لازم است در منطقه فرسایش بادی وجود نداشته باشد.

۹- بذرپاشی در سطحی که عملیات پیتینگ انجام گرفته است پس از احداث آنها سریعاً صورت پذیرد تا وزش باد باعث جابه‌جایی بذرها نشود و در ضمن رطوبت خاک موجب افزایش سبز شدن آنها شود.

۱۰- در صورتی که لازم باشد جهت استقرار نهال‌ها و موفقیت عملیات بذرکاری بخشی از پوشش گیاهی طبیعی منطقه از بین برود توصیه می‌شود از پیترهای دیسکی استفاده شود.

زمان اجرا:

بعد از اولین بارندگی پاییزه که در مناطق مختلف بیابان‌های کشور در محدوده زمانی اواسط تا اواخر پاییز متغیر است؛ زیرا پس از اولین بارندگی خاک مرطوب است و هرگونه دخل و تصرف و اقدامی که در سطح خاک انجام می‌شود، مانند خاک‌برداری یا خاک‌ریزی باعث ایجاد گردوغبار نمی‌شود. از طرفی زمانی که نهال‌کاری یا بذرپاشی صورت گیرد، خاک شرایط مساعدی برای استقرار نهال‌ها و جوانه‌زنی بذرها دارد.



شکل ۴-۳- نمایی از پیتینگ‌های اجراشده در عرصه

۴-۵-۲ پروژه هلالی‌های آبگیر

معرفی پروژه

هلالی آبگیر عبارت است از چاله‌هایی به شکل هلالی، نزدیک به نیم‌دایره به شعاع ۱/۵ متر که در امتداد خطوط تراز و عمود بر جهت شیب حفر می‌شوند (دلخوش، ۱۳۸۳) (شکل‌های ۴-۴ و ۵-۴).

اهداف:

- افزایش رطوبت سطحی خاک در عرصه‌های منابع طبیعی به منظور حفظ گونه‌های گیاهی، افزایش تولید علوفه و تقویت پوشش گیاهی.
- جلوگیری از فرسایش خاک با کنترل رواناب در منشأ و قبل از ورود رواناب به زهکش‌های طبیعی
- تقویت سفره‌های آب زیرزمینی در اثر نفوذ آب به داخل زمین و به دنبال آن افزایش آبدهی قنات و چشمه‌ها
- جمع‌آوری عناصر فیزیکی و مواد آلی خاک سطحی بالادست و اصلاح و تقویت خاک داخل هلالی
- فراهم آوردن شرایط مناسب جهت احیاء مناطق بیابانی

ویژگی‌های عرصه:

- ۱- شیب عرصه‌ها ۳-۸ درصد
- ۲- بافت خاک عرصه متوسط تا نیمه سنگین
- ۳- عمق خاک مناسب حداقل ۴۰ سانتی‌متر
- ۴- تاج پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد

مناطق که نباید در آن هلالی آبخیز احداث شود:

- ۱- شیب‌های بیشتر از ۳۰ درصد
- ۲- مناطق سنگلاخی و فاقد خاک
- ۳- خاک‌های ماری که حساسیت زیادی به فرسایش دارند.
- ۴- مناطقی که خطر بروز زمین‌لغزش و حرکت توده‌ای خاک وجود دارد.
- ۵- مناطقی که دارای خاک سطحی بسیار شور هستند (دلخوش، ۱۳۸۳).

مشخصات فنی:

۱- هلالی‌ها به صورت نیم‌دایره‌ای فرض می‌شوند که شعاع آن ۱/۵ متر، عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر و حجم آبگیری آن (۰/۷-۰/۸) مترمکعب می‌باشد.

۲- سایر مشخصات فنی و ابعاد هلالی آبگیر به شرح زیر می‌باشد:

عمق متوسط سرریزهای دو طرف: ۱۵-۲۰ سانتی‌متر

طول سرریز: ۳۰-۴۰ سانتی‌متر

عرض پشته هلالی در پایین: ۵۰ سانتی‌متر

ارتفاع پشته: ۳۰ سانتی‌متر

ارتفاع سرریز: ۱۵ سانتی‌متر

ارتفاع آزاد: ۱۵ سانتی‌متر

حجم آبگیری: ۰/۷ تا ۱ مترمکعب (بسته به عمق متوسط مخزن)

۳- ابعاد هلالی‌ها به تفکیک شیب زمین به صورت زیر می‌باشد.

۴- فاصله ردیف‌ها به تبعیت از شیب عرصه و خطوط تراز متغیر است. اما فواصل ردیف‌ها و فاصله هلالی‌ها در هر ردیف به گونه‌ای انتخاب شود تا تراکم ۲۰۰ هلالی در واحد سطح (هکتار) رعایت گردد و بهتر است به صورت زیگزاگ و عمود بر شیب دامنه احداث شوند.

۵- تعیین ابعاد و جانمایی هلالی‌های آبگیر (اویس و همکاران، ۱۳۹۶):

الف) مساحت حوضه:

$$A_c = (Y - 0.5)S + Y \times W \quad \text{رابطه (۴-۱)}$$

که در آن:

Y: میانگین فاصله بین خطوط تراز

S: فاصله بین خاک‌ریزهای هلالی مجاور

W : عرض هلال‌ها

$$Y = Z + H$$

رابطه (۲-۴)

که در آن:

Z : عرض هلال‌ها

H : فاصله بین خاک‌ریزهای هلالی مجاور می‌باشند.

ب) A_t یا مساحت هدف (کشت شده) به صورت قطعاتی از دایره‌ای قابل تعریف است که در آن، وتر خطی مستقیم است و دو انتهای هلال را به هم وصل می‌کند. مسات این بخش از دایره به صورت تقریبی با رابطه (۳-۴) به دست می‌آید:

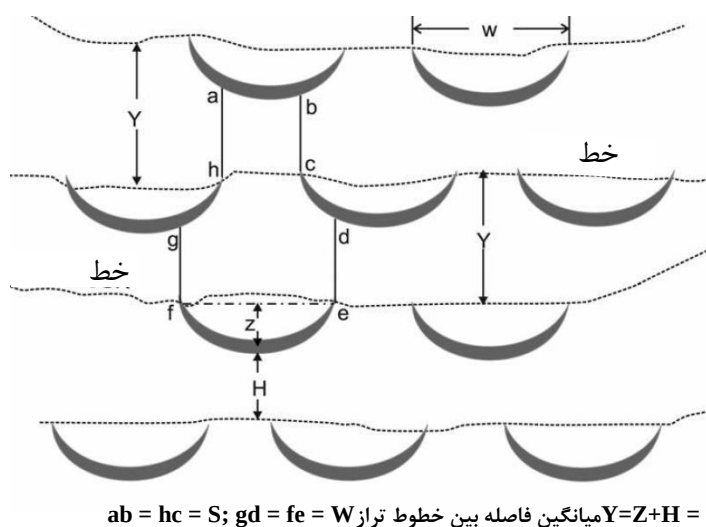
$$A_t = \pi W \times \frac{Z}{4}$$

رابطه (۳-۴)

که در آن:

A_t : مساحت هدف (کشت شده)

W : عرض هلال‌ها



شکل ۴-۴- طرح کلی یک سامانه هلالی آبگیر

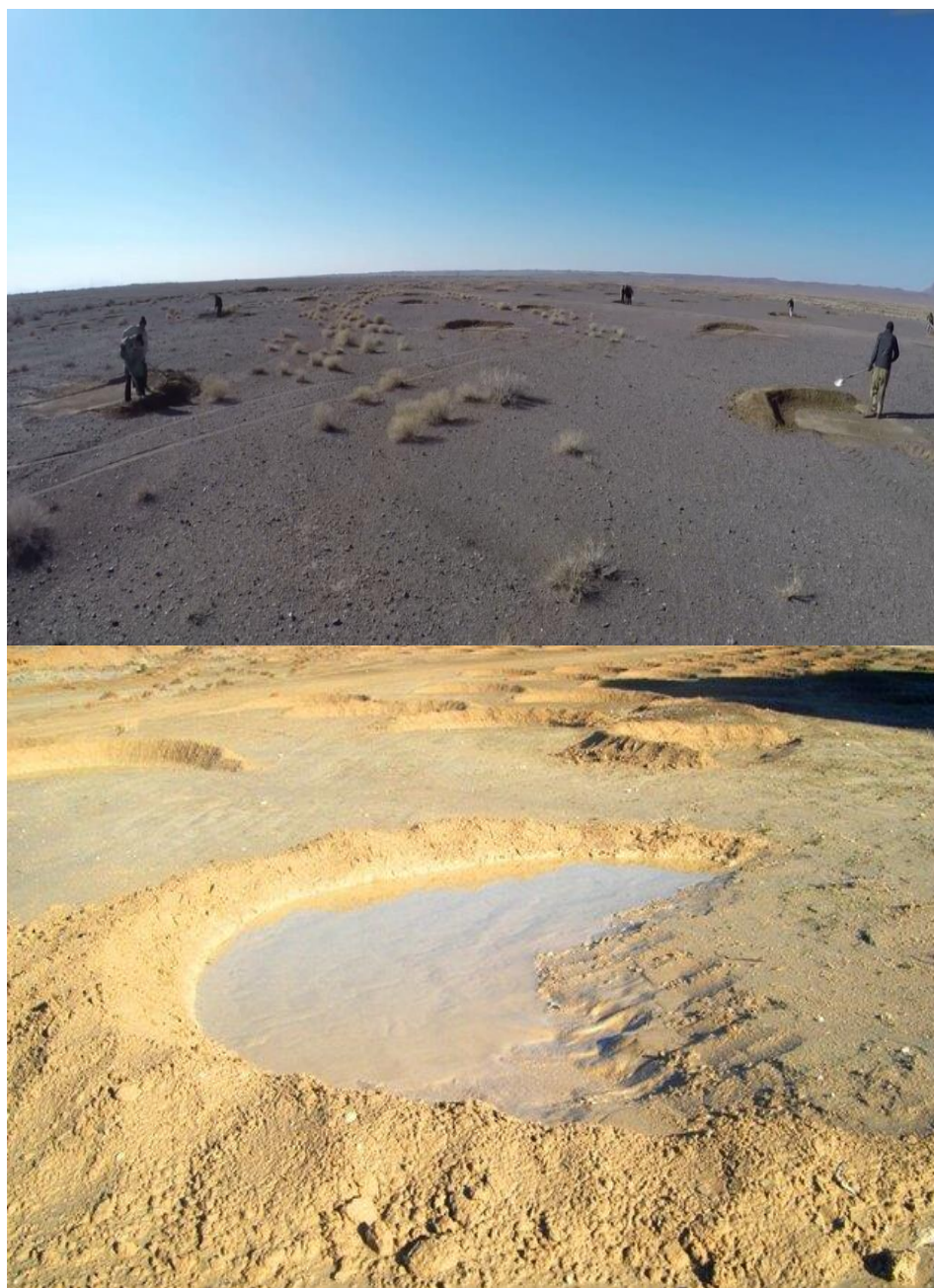
نکات اجرایی:

- ۱- از احداث هلالی‌ها در خاک‌های سبک و قلوه‌سنگی و یا دارای سنگفرش دانه‌درشت خودداری شود.
- ۲- در صورت یکنواختی شیب دامنه حتی‌المقدور بر روی خطوط تراز احداث شود و جهت جلوگیری از تخریب آن‌ها حجم حوضچه هر آبگیر کمانه‌ای بیش از حجم رواناب در سطح بالادست هر کمانه‌ای در دوره برگشت موردنظر باشد.
- ۳- موقعیت هر هلالی در هر ردیف به‌گونه‌ای انتخاب شود تا سطح حداقل دو هلالی در ردیف بالادست را از نظر کنترل رواناب‌ها پوشش دهد.
- ۴- فواصل خطوط تراز جهت احداث هلالی‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شود تا در شیب‌های کم که فواصل ردیف‌ها افزایش می‌یابد، تراکم آن‌ها در واحد سطح (حداقل ۲۰۰ هلالی در هکتار) رعایت گردد.
- ۵- خاک‌های حاصل از احداث هلالی‌ها در لبه شیب پائینی آن به‌صورت پشته خاک‌ریزی شود.
- ۶- وسایل موردنیاز جهت احداث هلالی‌ها وسایل ساده‌ای نظیر بیل و کلنگ و تراز بنایی می‌باشد.
- ۷- دانستن حجم رواناب ناشی از حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته در دوره بازگشت ۵ تا ۱۰ سال، به‌منظور تعیین تعداد هلالی آبگیر در هکتار با ابعادی که مدنظر می‌باشد، بسیار مهم است؛ زیرا چنانچه حجم رواناب حاصله بیشتر از حجم کل هلالی‌های احداث شده در هکتار باشد، با جریان یافتن رواناب در عرصه و فرسایش خاک، امکان تخریب هلالی‌ها بسیار زیاد خواهد بود.
- ۸- به‌منظور برآورد حجم رواناب از فرمول استدلالی به جهت ساده بودن در برآورد و تأمین اهداف موردنظر استفاده می‌شود.

زمان اجرا:

هلالی‌ها معمولاً پس از اولین بارش‌ها در فصل کاری (اواسط پاییز، اوایل زمستان) احداث می‌شوند و نقش مؤثری در احیاء و توسعه پوشش گیاهی مناطق بیابانی دارند؛ زیرا پس از اولین بارندگی خاک مرطوب است و هرگونه دخل و تصرف و اقدامی که در سطح خاک انجام می‌شود، مانند خاک‌برداری یا خاک‌ریزی باعث ایجاد گردوغبار نمی‌شود. از طرفی در

هلالی‌های آبگیر نهال‌کاری یا بذرپاشی نیز صورت می‌گیرد و در این زمان خاک شرایط مساعدی برای استقرار نهال‌ها و جوانه‌زنی بذرها دارد.



شکل ۴-۵- نمایی از هلالی‌های آبگیر

۳-۵-۴ پروژه کنتور فارو

معرفی پروژه

کنتور فارو عبارت است از ایجاد جوی‌های کوچک و کم‌عمق بر روی خطوط تراز در سطح مراتع که به‌منظور مدیریت آب باران، نفوذ آب در خاک، جلوگیری از جریان سطحی آن، افزایش پوشش گیاهی و تولید علوفه انجام می‌گیرد (جهان تیغ، ۱۳۹۶). کنتور فارو (فاروینینگ) یک عملیات اصلاحی است. اساس این روش مبتنی بر ایجاد فاروهای کم‌عمق در روی خطوط تراز می‌باشد. هدف از این امر جمع‌آوری آب‌هایی است که در سطح خاک جریان داشته و وادار کردن آن به نفوذ در خاک به‌منظور افزایش رشد گیاهان تا استفاده از حداکثر بارندگی صورت گیرد (اسدی، ۱۳۷۹).

اهداف

- ذخیره‌سازی نزولات آسمانی (رطوبت) در خاک و استفاده از رطوبت اضافی جمع‌آوری شده در داخل فاروها برای رشد گونه‌های گیاهی
- کنترل رواناب‌های سطحی و جلوگیری از هرز آب بر روی دامنه‌های شیب‌دار
- کنترل رسوب‌گذاری
- نقش مؤثر در بهبود نفوذپذیری آب و افزایش آن
- افزایش رطوبت در پروفیل عمقی خاک ناشی از زیاده‌شدن آب‌گیری در زمستان و کاهش رواناب در تابستان
- کاهش نسبت جذب سدیم (SAR) و شوری (EC) بر روی مساحت‌های فارو بندی شده
- آب شویی نمک‌ها از عمق کم به اعماق پایین‌تر در پروفیل خاک (از عمق ۰ تا ۶۰ سانتی‌متری)
- افزایش میزان آب قابل‌دسترس گیاه در اطراف ریشه‌ی گیاه
- افزایش عمق نفوذ و توسعه‌ی ریشه‌ی گیاهان و طول دوره‌ی رشد سبز گیاهان در دوره‌های خشک‌سالی
- تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی
- نفوذ آب در خاک و جلوگیری از فرسایش خاک و کنترل آن
- جلوگیری از فرسایش خاک

- بهبود کیفیت فیزیکی آب در پایین دست اراضی
- سهولت در آبیاری نباتات کاشته شده در کنترل فاروها

ویژگی های عرصه:

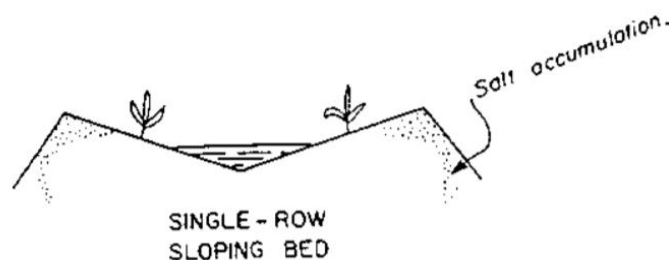
- ۱- شیب عرصه ها ۳-۸ درصد
- ۲- بافت خاک متوسط تا نسبتاً سنگین
- ۳- تاج پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد
- ۴- عمق خاک نیمه عمیق تا عمیق (عموماً بیشتر از ۳۰ سانتی متر)
- ۵- در مناطقی با متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۰-۱۰۰ میلی متر و اقلیم خشک و نیمه خشک توصیه شده است؛ و در مناطق بیابانی که بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی متر است نیز قابل اجرا می باشد.

مشخصات فنی:

- ۱- ابعاد و مشخصات فنی کنترل فاروها با توجه به اهداف مورد نظر متغیر است و چنانچه باهدف کنترل و هدایت جریانات سطحی رواناب احداث شود، ابعاد و ظرفیت آن متناسب با شدیدترین بارندگی در دوره برگشت مورد نظر تعیین خواهد شد و در صورتی که هدف ذخیره سازی روانابها جهت احیاء و توسعه پوشش گیاهی باشد ظرفیت فاروها متناسب با حجم روانابها در بالادست هر ردیف فارو در نظر گرفته می شود. اما معمولاً احداث فارو به منظور ذخیره نزولات با فواصل کمتر از ۱/۵ متر و عمق ۲۵-۱۰ و عرض ۳۵-۳۰ سانتی متر کارایی مناسب تری نسبت به فاروهای بزرگ تر نشان داده است. طول فاروها بستگی به یکنواختی شیب دارد ولی فاروها به صورت منقطع و متناوب می باشد زیرا خطر تخریب آنها در رگبارهای شدید نسبت به فاروهای طویل کمتر است.
- ۲- معمولاً طول فاروها بین ۴۰ تا ۶۰ متر و فاصله انقطاع ۶۰ تا ۹۰ متر می باشد که فاصله فاروها به شدت بارندگی، میزان شیب زمین، میزان نفوذپذیری خاک و درصد پوشش گیاهی بستگی دارد و توسط کارشناس مربوطه تعیین خواهد شد.
- ۳- در اراضی شیب دار در جهت عمود بر شیب غالب انجام می گیرد.

۴- در اراضی مسطح بادخیز عمود بر باد غالب انجام می‌گیرد؛ اما در هر حال اولویت جهت شیب و جذب آب است.

۵- در اراضی شور فاروها را باید به شکل (M) و بالاتر از سطح زمین احداث نمود تا شوری به نهال‌های کشت شده صدمه وارد نسازد (شکل ۴-۶ و ۷-۴).



شکل ۴-۶- طرح شماتیک احداث فارو به شکل M

۶- چنانچه تنها هدف افزایش درصد پوشش گیاهی و تولید علوفه باشد، فاروهای کوچک‌تر به عرض ۱۵-۱۰ سانتی‌متر با فواصل کمتر از ۱/۵ متر نتیجه بهتری خواهد داد.

۷- محاسبه میزان رواناب سطحی باید بر اساس شدیدترین بارندگی منطقه و احتمال وقوع مجدد آن انجام گرفته و ظرفیت فاروها با یک ضریب اطمینان، بیش از میزان محاسبه شده در نظر گرفته شده، به نحوی که در مدت کوتاهی با گل‌ولای و رسوبات پر نشده و کارایی خود را حفظ کنند.

نکات اجرایی:

۱- کنتور فارو در نقاطی احداث می‌شود که خطر رواناب‌ها در دامنه‌های بالادست آن‌ها را تهدید و تخریب نماید؛ بدین معنی که در مناطقی که رواناب جاری می‌شود و این رواناب می‌تواند در پایین دست حجم زیادی آب را به جریان انداخته و خطراتی را ایجاد نماید، بایستی کنتورفارو احداث شده تا آب‌های جاری شده بالادست آن وارد کنتور فارو شده و از جریان یافتن به پایین دست ممانعت شود. بدین ترتیب رواناب وارد شبکه‌های کنتورفارو شده، فرصت نفوذ به داخل خاک را یافته و از این طریق از فرسایش آب و خاک جلوگیری می‌کند.

- ۲- لازم است کنتور فاروها دقیقاً روی خطوط تراز احداث شود؛ برای این منظور لازم است که قبل از اجرای عملیات خطوط تراز بر روی زمین تعیین و مشخص گردد.
- ۳- از احداث کنتور فارو در مسیر آبراهه‌های درجه ۱ و ۲ فعال خودداری شود؛ زیرا تخریب یکی از آن‌ها سایر ردیف‌ها را تخریب و ترمیم آن‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد.
- ۴- جهت جلوگیری از تخریب فاروها به‌ویژه در شیب‌های بالاتر از ۳ درصد، خاک‌برداری انجام‌شده الزاماً در لبه شیب پایینی کنتور فارو دیو (انباشته) شود.
- ۵- پس از احداث فاروها چنانچه هدف احیاء پوشش گیاهی باشد، می‌بایستی بلافاصله عملیات بیولوژیکی صورت پذیرد.
- ۶- بذرها برای بذرداری بایستی با توجه به شرایط طبیعی منطقه از نظر آب‌وهوا و از بین گونه‌های مرغوب بومی انتخاب گردد.
- ۷- ماشین‌آلات موردنیاز برای احداث کنتور فاروها، تراکتور همراه با وسایلی چون ۱- فاروئر یا گاوآهن بشقابی ۲- گاوآهن برگردان ۳- دستگاه کنتور فاروئر مدل ب ۴- دستگاه کنتور سیدر ۵- دستگاه چیزل سیدر هستند.
- ۸- از گاوآهن برگردان برای ایجاد فاروهای بزرگ بر روی شیب‌هایی که لزوماً باید خاک حاصل از کندن شیار در پایین دست شیب ریخته شود، استفاده می‌گردد. گاوآهن برگردان از دو عدد خیش یا بشقاب به‌صورت قرینه تشکیل شده که با چرخش ۱۸۰ درجه‌ای، خاک شخم زده را به سمت راست یا چپ برمی‌گرداند.
- ۹- کنتورفاروئر مدل ب، رایج‌ترین نوع شیارزن ا صلاح شده است که شامل چهار قسمت عمده زیر شکن، شیاربازکن بشقابی، مخزن بذر و دایک بند می‌باشد.
- ۱۰- تفاوت کنتورسیدر با کنتورفاروئر مدل ب در این است که کنتورسیدر در هر حرت یک پشته با دو ردیف جوی یا فارو در دو طرف آن ایجاد می‌کند. همین‌طور مجهز به دستگاه بذریاش است و مخزن بذر آن با حرکت چرخ‌های دستگاه به چرخش درآمده و به دنبال حرکت پره‌های دیسک، به تناوب مقداری بذر داخل فاروها ریخته می‌شود (ضوابط و دستورالعمل فنی مرتع شماره ۴۱۹، ۱۳۸۷).
- ۱۱- در شیب‌های کم فاروها از هم دور هستند، بنابراین آب‌های سطحی بین دو فارو متوالی ممکن است زیادتر از توان ظرفیت نگهداری آب‌های سطحی محدوده‌ی بین دو فارو باشد در این صورت بهتر است با احداث یک قطع فارو اضافی در بین دو فارویی که از همدیگر دور می‌باشند این مشکل‌ها را برطرف نمود گرچه ممکن است این قسمت از فاروها آب اضافی کمتری دریافت نمایند.

۱۲- بهتر است که فاروها به صورت منقطع احداث شوند زیرا مشاهده شده که در فاروهای ممتد و طویل خطر شستن به وسیلهی هرز آب آنها بیشتر است.

۱۳- از آنجایی که فاروها در امتداد خطوط تراز احداث می گردند لذا رعایت فاصله ی بین آنها در طول مسیر الزامی است مگر این که موانعی در مسیر وجود داشته باشد.

۱۴- وجود هرگونه عارضه در مسیر قبلاً بایستی شناسایی شده و انحراف از مسیر به میزان ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر مجاز می باشد.

۱۵- بر روی خاک های سبک که به طور طبیعی نفوذپذیری کافی داشته و فاقد رواناب سطحی می باشند، ایجاد فارو بی تأثیر خواهد بود.

۱۶- محاسبه میزان رواناب سطحی باید بر اساس شدیدترین بارندگی منطقه و احتمال وقوع مجدد آن انجام گرفته و ظرفیت فاروها با یک ضریب اطمینان، بیش از میزان محاسبه شده در نظر گرفته شده، به نحوی که در مدت کوتاهی رسوبات پر نشده و کارایی خود را حفظ کنند.

زمان اجرا:

مناسب ترین زمان احداث کنتور فارو در مناطق بیابانی بعد از اولین بارندگی در فصل کاری (اواسط پاییز تا اوایل زمستان) می باشد؛ زیرا پس از اولین بارندگی خاک مرطوب است و هرگونه دخل و تصرف و اقدامی که در سطح خاک انجام می شود، مانند خاک برداری یا خاک ریزی باعث ایجاد گردوغبار نمی شود. از طرفی زمانی که نهال کاری یا بذرپاشی صورت گیرد، خاک شرایط مساعدی برای استقرار نهال ها و جوانه زنی بذرها دارد.



شکل ۴-۷- نمایش از کنتور فارو

۴-۵-۴ پروژه بانکت

معرفی پروژه

بانکت‌بندی به‌عنوان یک عملیات زیست سازه‌ای می‌باشد که خاک‌ریز یا جوی پشته‌ای است که بر روی خطوط میزان منحنی و عمود بر خط بزرگ‌ترین شیب دامنه، به‌منظور مهار کردن جریان‌های سطحی پس از بارندگی و کاهش فرسایش خاک احداث می‌شود (شکل ۴-۸). بانکت‌هایی که در این مناطق ایجاد می‌شوند از نظر ابعاد با فاروها اختلاف زیادی دارند. بانکت‌ها معمولاً عمقی در حدود ۹۰-۴۵ سانتی‌متر دارند و عرض آن‌ها هم در همین حدود است (آذرینوند و زارع‌چاهوکی، ۱۳۸۹). تفاوت کلی بانکت با تراس‌بندی در این است که تراس‌بندها، در طول شیب زمین اثر نموده و تقریباً شیب را در اراضی شیب‌دار حذف می‌کنند که درواقع شکل ظاهری زمین کاملاً تغییر کرده و از حالت اولیه خارج می‌شود. درحالی‌که بانکت‌بندی فقط شیب را کاهش می‌دهد و باعث حذف کامل شیب از زمین نمی‌شود. نام دیگر بانکت‌ها، تراس‌های آبراهه‌ای است. این نام‌گذاری بدین علت است که برای ساختن بانکت‌ها، قسمتی از دامنه در امتداد خطوط تراز خاک‌برداری شده و در پایین شیب به‌صورت پشته‌ای قرار داده می‌شود. مقطع عرضی این بانکت‌ها مشابه به مقطع عرضی آبراهه‌ها می‌باشد و از این‌رو به آن‌ها تراس‌های آبراهه‌ای نیز گفته می‌شود. با انجام عملیات بانکت‌بندی، ضمن کنترل رواناب و نفوذ بیشتر آن به داخل خاک، امکان فعالیت‌های زیستی در یک دامنه شیب‌دار به نحو مؤثرتری فراهم می‌شود (مقیم، ۱۳۹۴).

اهداف

- کنترل جریان‌های سطحی از طریق جذب یا هدایت آن‌ها
- کنترل فرسایش خاک به‌وسیله جلوگیری از رسیدن سرعت جریان به سرعت آستانه فرسایش
- کم کردن میزان رسوب سیلاب‌ها
- افزایش رطوبت خاک
- افزایش زمان تمرکز رواناب
- کاهش دبی پیک در پایین‌دست
- احیای پوشش گیاهی در زمین‌های شیب‌دار با پوشش گیاهی تخریب‌شده یا در حال تخریب

- افزایش تولید محصولات باغی

- اصلاح کاربری زمین‌های شیب‌دار

ویژگی‌های عرصه:

۱- عمق خاک مناسب و بیش از ۵۰ سانتی‌متر

۲- بافت خاک متوسط تا نیمه سنگین

۳- محل موردنظر بالقوه مستعد حرکات توده‌ای (زمین‌لغزش و غیره) نباشد.

۴- پوشش گیاهی عرصه ضعیف و تاج پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد باشد

۵- بارندگی کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر، بسته میزان بارندگی سالانه، می‌توان انواع مختلفی از بانکت را به کار برد.

۶- محل موردنظر حتی‌الامکان فاقد بیرون‌زدگی سنگی و صخره‌ای باشد.

۷- بانکت‌بندی در مناطقی که از نظر فرسایش‌پذیری خاک مستعد فرسایش سطحی باشند، یا فرسایش شیار و سطحی در منطقه مشهود باشد و یا در مناطقی که خاک پوشش ندارد و وجود شیارهای عمیق مشخص‌کننده جریان سطحی شدید آب هستند، قابلیت اجرایی دارد.

مشخصات فنی:

۱- بانکت شیب‌دار باهدف کنترل و هدایت رواناب‌های سطحی و جلوگیری از حرکت فرساینده آن در دامنه‌ها

۲- بانکت افقی (جذبی) باهدف ذخیره و نفوذ رواناب‌های سطحی در خاک دامنه‌ها و احیاء پوشش گیاهی

۳- حداکثر طول بانکت‌ها کمتر از ۲۰۰ متر باشد که بستگی به یکنواختی شیب دامنه دارد.

۴- بانکت‌ها انواع متفاوتی دارند و فاصله آن‌ها از یکدیگر، بسته به شیب تغییر می‌کند.

۵- فاصله افقی ردیف بانکت‌ها تابعی از شیب دامنه‌ها می‌باشد که معمولاً از فرمول ساکاردی محاسبه می‌شود و جهت سهولت فاصله افقی و عمودی بانکت‌ها از جدول (۴-۱) استفاده می‌شود.

جدول ۱-۴- محاسبه فاصله افقی و عمودی بانکت‌ها

درصد شیب دامنه	فاصله بانکت‌ها به متر	
	فاصله عمودی H	فاصله افقی L
۳	۲	۶۷
۶	۲/۵	۴۲
۱۰	۳	۳۰
۱۵	۳/۴	۲۳
۲۵	۴	۱۶
۳۵	۴/۵	۱۳
۵۰	۵	۱۰
۸۰	۵/۸	۷

۶- محاسبه ابعاد بانکت (فواصل افقی، عمودی و مایل):

الف) فاصله عمودی: بر اساس فرمول تجربی ساکاردی

$$\frac{VI^*}{P} = (260 \pm 10) \quad \text{رابطه (۴-۴)}$$

که در آن:

VI: اختلاف ارتفاع برحسب متر

P: شیب زمین برحسب متر بر متر

ب) فاصله افقی:

$$HD = \frac{VI}{P} \quad \text{رابطه (۵-۴)}$$

که در آن:

HD: فاصله افقی بین دو هلالی آبگیر برحسب متر

ج) فاصله مایل:

$$K = \sqrt{HD^2 + VI^2} \quad \text{رابطه (۴-۶)}$$

که در آن:

K: فاصله مایل

نکات اجرایی:

- ۱- از احداث بانکت در دامنه‌های دارای بافت خاک سبک و شنی و قلوه‌سنگی خودداری شود.
- ۲- از احداث بانکت افقی (جذبی) در دامنه‌های با شیب تند و بافت خاک سنگین تا خیلی سنگین (رسی) به دلیل خطر فرسایش لغزشی خودداری شود.
- ۳- بانکت‌ها الزاماً روی خطوط تراز احداث شوند.
- ۴- از احداث بانکت در مسیر آبراهه‌های درجه ۱ و ۲ فعال خودداری شود. چون تخریب یکی از بانکت‌ها سایر ردیف‌ها را تخریب و ترمیم آن‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد.
- ۵- بانکت‌ها در دامنه‌هایی احداث شوند که خطر رواناب‌های اراضی بالادست آن‌ها را تهدید ننماید.
- ۶- احداث اولین ردیف بانکت می‌بایستی از بالادست عرصه آغاز و سپس خطوط بعدی به طرف پائین دامنه ادامه یابد.
- ۷- در بانکت‌های شیب‌دار جهت تخلیه رواناب‌های مازاد بر ظرفیت بانکت و جلوگیری از تخریب آن، انتهای آن حتماً می‌بایستی به یک آبراهه ختم شود.
- ۸- جهت پایداری بانکت‌ها در مقابل رگبارهای شدید پیش‌بینی نشده، ظرفیت بانکت‌ها تا حدودی بیش از حجم رواناب‌های محاسبه شده در بالادست بانکت در نظر گرفته شود.
- ۹- در بانکت‌ها خاک‌برداری انجام شده در لبه پایینی بانکت به صورت دپو انباشته شود و حجم خاک‌برداری و خاک‌ریزی مساوی باشد.

۱۰- در بانکت‌های افقی (جذبی) عملیات بذرپاشی پس از احداث بانکت‌ها و عملیات بذرکاری، نهال‌کاری و قلمه‌کاری پس از اولین بارندگی مؤثر در آغاز فصل کاری (اواسط پاییز تا اوایل زمستان) صورت پذیرد.

۱۱- ماشین‌آلات و ابزار موردنیاز جهت احداث بانکت‌ها تقریباً مشابه کنتور فارو می‌باشد. در اراضی با شیب کم با کمک ماشین‌آلات حفار نظیر دیسک گردان و یا گریدر و بولدوزر می‌توان نسبت به احداث بانکت اقدام کرد (ضوابط و دستورالعمل فنی مرتع شماره ۴۱۹، ۱۳۸۷).

۱۲- خاک با قابلیت نفوذپذیری اندک مانع برای احداث بانکت می‌باشد.

۱۳- پس از احداث چند بانکت افقی می‌توان یک بانکت شیب‌دار احداث نمود.

۱۴- بانکت بندی نبایستی موجب ظاهر شدن سنگ‌بستر شود.

۱۵- در نقاطی که عمق خاک کم است و در ضمن موانع سختی مانند تخته سنگ‌های بزرگ در زیر آن وجود دارد برای آن‌که از لغزش زمین تا آنجا که ممکن است جلوگیری شود و آب‌هایی که نمی‌تواند در زمین نفوذ کند به‌سوی مجاری خروجی هدایت شود ابتدا باید چندین ردیف بانکت افقی و بعد یک ردیف بانکت شیب‌دار احداث شود و این وضع از بالای دامنه‌ی کوه تا پایین آن ادامه پیدا کند (اگر خطر لغزش خیلی بیشتر باشد فقط بانکت شیب‌دار استفاده می‌شود و چنانچه بانکت افقی ساخته شود یک‌طرف آن بایستی باز باشد).

زمان اجرا:

مناسب‌ترین زمان احداث بانکت‌ها بعد از اولین بارندگی مؤثر در آغاز فصل کاری می‌باشد (اواسط پاییز تا اوایل زمستان).



شکل ۴-۸- بانکت‌بندی

۴-۵-۵ پروژه گوراب

معرفی پروژه

گوراب‌ها سازه‌هایی می‌باشند که در مسیر رودخانه قرار گرفته‌اند و آب ناشی از سیلاب‌های فصلی را جمع‌آوری می‌کند (شکل ۴-۹). گوراب‌ها معمولاً به صورت سدهای خاکی ساخته می‌شوند که پیرامون قسمتی از رودخانه را احاطه کرده و اغلب به دو صورت طراحی و اجرا می‌شوند: در حالت اول رودخانه وارد گوراب شده و پس‌ازآنکه تراز آب درون گوراب به اندازه پیش‌بینی شده رسید آب از روی سرریز موجود بر روی بدنه سد که از جنس سنگ و سیمان یا بتن است سرریز شده و وارد رودخانه می‌شود. در حالت دوم گوراب‌ها تقریباً مانند سدهای انحرافی عمل می‌کنند یعنی به این صورت که آب از طریق کانالی که تراز کف آن پایین‌تر از تراز کف رودخانه است وارد گوراب شده و پس‌ازآنکه تراز سطح آب درون گوراب از تراز کف رودخانه بالاتر رفت آب دیگر وارد گوراب نشده و به مسیر خود درون رودخانه برمی‌گردد. هدف از ساخت گوراب‌ها جمع‌آوری رواناب‌های ناشی از بارش‌ها در یک محل برای تغذیه سفره آب زیرزمینی می‌باشد. استفاده از گوراب به منظور تقویت سفره‌های آب زیرزمینی و آبدهی قنات‌ها مرسوم می‌باشد. اما احداث گوراب‌ها همواره با این انتقاد اساسی مواجه بوده که کاهش نفوذپذیری باعث افت کارایی آن‌ها می‌شود. اگرچه نفوذپذیری بستر گوراب به‌مرورزمان کاهش می‌یابد ولی عمق آب نفوذ یافته در خاک به مراتب بیش از تبخیر می‌باشد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۸).

ویژگی‌های عرصه:

- ۱- دشت‌های نسبتاً مسطح با شیب ۱-۳ درصد
- ۲- مسیر آبراهه‌های درجه ۱ دشت‌های بیابانی با بستر خاکی
- ۳- عمق خاک بیش از یک متر در دشت‌ها و ۰/۵ متر در آبراهه‌ها
- ۴- بافت خاک متوسط تا نیمه سنگین
- ۵- تاج پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد

مشخصات فنی:

۱- ابعاد و حجم حوضچه آبگیر هر هلالی در دشت‌های مسطح می‌بایستی متناسب با حجم رواناب در سطح بالادست آن تا لبه پیشانی گوراب بالادست باشد ولی در هر صورت این سطح می‌بایستی به گونه‌ای انتخاب شود تا امکان احداث گوراب با عمق حداکثر ۸۰ سانتی‌متر در عمیق‌ترین نقطه حوضچه، ارتفاع خاک‌ریز ۸۰ سانتی‌متر و طول تاج خاک‌ریز حداکثر در ۳ متر امکان‌پذیر باشد.

۲- در آبراهه‌ها هم می‌بایستی ابعاد و حجم حوضچه آبگیر گوراب متناسب با حجم رواناب در سطح بالادست تا لبه پیشانی گوراب بالادست در مسیر آبراهه باشد اما در شرایط معمولی و به منظور جلوگیری از تخریب آن‌ها تحت تأثیر جریان‌ات سیلابی پیش‌بینی نشده در آبراهه‌ها، فواصل دو گوراب را در مسیر آبراهه می‌بایستی به گونه‌ای انتخاب نمود تا گوراب‌هایی با عمق حوضچه حداکثر ۰/۵ متر و ارتفاع خاک‌ریز ۰/۵ متر و طول خاک‌ریز که تبعیت از عرض آبراهه خواهد داشت قادر به کنترل رواناب‌ها در بالادست باشند، البته در برخی دشت‌های مسطح بیابان گوراب‌هایی با ابعاد بزرگ‌تر احداث می‌نمایند که در واقع مشابه آب‌انبارهای بزرگ روباز بوده و از منابع آب ذخیره‌شده جهت عملیات بیولوژیکی بیابان‌زدائی و یا تغذیه آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود.

نکات اجرایی:

- ۱- از احداث گوراب در دشت‌های با بافت خاک سبک و شنی و قله‌سنگی و یا سنگفرش دانه‌درشت و همچنین آبراهه‌های با بستر سنگلاخی خودداری شود.

۲- حجم خاکبرداری و خاکریزی تقریباً مساوی و خاک‌های برداشت شده در لبه شیب پایینی حوضچه انباشته شود به‌طوری‌که نمای آن‌ها در آبراهه‌ها به صورت بندک‌های کوچک خاکی و در دشت‌های مسطح مشابه سنگ‌های کوچک نظامی جهت استقرار تجهیزات سنگین می‌باشد.

۳- در دشت‌های مسطح، گوراب‌ها به‌گونه‌ای احداث شوند که هم‌پوشانی لازم را نسبت به یکدیگر داشته باشند و به‌عبارت‌دیگر به‌صورت زیگزاگ و یا آرایش لوزی باشند.

۴- عملیات بیولوژیکی در داغاب حوضچه‌ها دقیقاً مدنظر قرار گیرد.

۵- احداث گوراب‌ها با ماشین‌آلات خاکبرداری نظیر بولدوزر و بیل مکانیکی و یا بیل دستی امکان‌پذیر است.

زمان اجرا:

گوراب‌ها متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه در تمام طول سال قابل احداث می‌باشند، اما از آنجائی که هدف از احداث گوراب‌ها احیاء و توسعه پوشش گیاهی همراه با کنترل رواناب‌ها می‌باشد، بنابراین مناسب‌ترین زمان جهت احداث گوراب‌ها قبل از بارش‌های مؤثر پاییزه و یا زمستانه می‌باشد که در این حالت حوضچه و خاکریز گوراب آمادگی لازم را جهت جذب رواناب‌های حاصل از رگبارها و فراهم شدن بستر مناسب جهت عملیات بیولوژیکی را خواهند داشت.



شکل ۹-۴- نمایی از گوراب

۴-۵-۶ پروژه ریپرزدن

معرفی پروژه

در مناطق خشک و نیمه خشک و در بعضی خاک‌ها در زیر لایه‌ی سطحی، ورقه‌ای از رس، گچ یا آهک غیرقابل نفوذ و متراکم (به علل مختلف از جمله آبشویی و تبخیر شدید) تشکیل می‌شود و از مشخصات آن در مواقع خشک جلوگیری از نفوذ آب و گسترش ریشه‌های گیاهان به طبقات پایین‌تر می‌باشد و باعث ایجاد رواناب‌های سطحی یا زیر قشری می‌شود (شکل ۴-۱۰). بدین ترتیب آب در بالای لایه‌ی غیرقابل نفوذ باقی می‌ماند تبخیر این آب موجب شوری خاک خواهد شد. با ریپرزدن می‌توان این سخت لایه را شکست تا آب باران به قسمت‌های زیرین خاک نفوذ نموده و ریشه‌ی گیاهان از آن استفاده کنند. ریپرزدن عبارت است از شکستن و متلاشی نمودن سخت لایه‌های فشرده شده و نفوذناپذیر (مانند لایه‌های سخت رسی، گچی و یا آهکی) که از ویژگی‌های بارز مناطق بیابانی یا برخی مراتع با خاک سنگین و نسبتاً عمیق رسی که از نفوذ آب به پایین جهت استفاده‌ی ریشه گیاهان و گسترش آن جلوگیری می‌کنند. در چنین شرایطی به دلیل وجود جریان‌های شدید آب سطحی و عدم امکان نفوذ آن در عمق خاک کاربرد روش‌های پیتینگ و ایجاد کنتور فارو مؤثر نبوده و بایستی از روش ریپرزدن استفاده کرد. مزایای ریپرزدن شامل افزایش نفوذپذیری خاک، نفوذ ریشه، رشد، توسعه و تقویت گیاهان می‌باشد.

اهداف عملیات ریپرزدن:

- به‌طور کلی هدف از ریپرزدن، شکستن لایه‌ی نفوذناپذیر موجود در اعماق مختلف خاک‌های مناطق بیابانی است به‌نحوی که امکان نفوذ آب و فعالیت ریشه‌های گیاهان فراهم گردد.
- شکستن لایه‌ی نفوذناپذیر موجود در اعماق مختلف خاک‌های مناطق بیابانی است به‌نحوی که امکان نفوذ آب و فعالیت ریشه‌ی گیاهان فراهم گردد.
- ریپرزدن عمیق در مراتع و اراضی زراعی به‌طور کلی موانع فیزیکی را از بین برده خاک را نرم می‌کند و به ریشه‌ی گیاهان اجازه می‌دهد تا از تمام عمقی که عملیات زیرشکنی در آن انجام گرفته استفاده کنند.
- به استقرار اصلاح‌کننده‌هایی نظیر گچ و آهک در خاک کمک کرده و زهکشی سدیم و شوری آب مازاد را بهبود می‌بخشد.
- مقدار آب در دسترس خاک را افزایش می‌دهد.

- منافذ بزرگ‌تر و زیادتری را برای انتقال آب ایجاد می‌کند.
- عمق مؤثر را به دلیل نرم شدن خاک افزایش می‌دهد.
- میزان نفوذ آب ناشی از بارندگی یا آبیاری را بهبود می‌بخشد.

ویژگی‌های عرصه:

- ۱- اقلیم: خشک و نیمه‌خشک
- ۲- بارندگی: بیشتر و مساوی ۱۰۰ میلی‌متر
- ۳- بافت خاک: خاک منطقه باید عمیق با بافت سنگین تا خیلی سنگین باشد
- ۴- اراضی با شیب کمتر از ۸ درصد، اراضی مسطح و کم شیب
- ۵- وجود لایه سخت و غیرقابل نفوذ رسی در زیر خاک سطحی
- ۶- امکان احداث پیتینگ و کنتور فارو جهت ذخیره نزولات آسمانی به دلیل لایه سخت امکان‌پذیر نباشد
- ۷- تاج پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد

مشخصات فنی:

- ۱- فاصله ردیف‌ها بین ۱۸۰-۱۲۰ متغیر است
 - ۲- عمق خاک سطحی با توجه به عمق لایه غیرقابل نفوذ بین ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر متغیر می‌باشد.
 - ۳- عمق ریپر: به‌طور کلی از ۲۵ تا ۹۰ سانتی‌متر متغیر است (بستگی به ضخامت لایه‌ی نفوذناپذیر دارد).
- فاصله‌ی مناسب ردیف‌ها: ۱۸۰-۱۲۰ سانتی‌متر درروی خطوط تراز

نکات اجرایی:

- ۱- از ریبرزدن بر روی خاک‌های کم‌عمق که بر روی لایه سنگ قرار گرفته باشند خودداری شود.

۲- از آنجائی که ریپرزدن نیاز به ماشین آلات سنگین و صرف هزینه های زیادی دارد، بنابراین کاربرد آن زمانی است که سایر روش های کنترل رواناب ها به دلیل وجود لایه سخت و غیرقابل نفوذ امکان پذیر نبوده و اجرای آن ضرورت داشته باشد.

۳- در خاک های کم عمق که بر روی سنگ مادر قرار گرفته اند (مانند انتی سول ها) و نیز در اراضی با شیب تند نباید ریپر زد.

۴- در اراضی با خاک تحتانی شور، قلیایی، سدیمی و یا اسیدی، ریپر زدن مطلوب نخواهد بود؛ مگر اینکه قبل از ریپر زن اصلاح کننده های خاک به آن اضافه شوند.

۵- در صورتی که پوشش گیاهی منطقه ای دارای وضعیت ضعیف تا خیلی ضعیف باشد (بلافاصله بعد از ریپرزدن بذرپاشی یا نهال کاری صورت گیرد این امر در اراضی شیب دار از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۶- به طور کلی ریپر زدن عملیات نیرو بری است که برای انجام آن به ماشین آلات سنگین و پر قدرت نیاز است. میزان نیروی مورد نیاز برای این کار به عمق و ضخامت لایه نفوذناپذیر بستگی دارد که باید ریپر شکسته شود. بدین ترتیب که هر قدر سخت لایه در عمق بیشتری قرار گرفته یا ضخامت آن بیشتر باشد، عمق نفوذ تیغه ریپر باید بیشتر شود و همین امر موجب افزایش نیروی مورد نیاز می شود.

۷- مناسب ترین وسیله، بولدوزر است که با توان های مختلف در دسترس قرارداد. برای کاهش هزینه اجرایی، بهتر است با حفر پروفیل هایی، قبل از شروع عملیات عمق و ضخامت سخت لایه در چند نقطه از زمین بررسی شود و متناسب با آن عمق نفوذ تیغه ریپر و بولدوزر با توان مناسب انتخاب شود (ضوابط و دستورالعمل فنی مرتع شماره ۴۱۹، ۱۳۸۷).

زمان اجرا:

قبل از بارندگی های پاییزه و زمانی که خاک کاملاً خشک بوده و لایه غیرقابل نفوذ در اثر ریپرزدن خرد و متلاشی شود. در اثر ریپر زدن در شرایطی که خاک مرطوب باشد، سخت لایه به صورت کلوخ های عظیمی از زمین خارج شده و خرابی های بزرگی را در سطح عرصه به وجود می آورد.



شکل ۴-۱۰- ریزیدن

۴-۵-۷ پروژه پخش سیلاب

معرفی پروژه

پخش سیلاب به مجموعه‌ای از عملیات مکانیکی و بیولوژیک اطلاق می‌شود که طی آن، سیلاب‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک برای اهداف چندمنظوره اداره می‌شوند. به این ترتیب، سیلاب‌های سرگردان در این نواحی، با هدایت به داخل کانال‌ها و پخش در نواحی مستعد، به داخل خاک نفوذ می‌کنند و از این طریق، علاوه بر جلوگیری از صدمات و خطرهای سیلاب‌ها، محیط مناسبی برای ایجاد پوشش گیاهی فراهم می‌آیند (طهماسبی و رجبی ثانی، ۱۳۸۵) (شکل‌های ۴-۱۱ و ۴-۱۲).

اهداف:

- بهینه‌سازی و بهره‌وری از سیلاب به عنوان سرمایه‌ای نو شدنی در مناطق خشک و نیمه‌خشک.
- افزایش زمان جریان آب در عرصه
- افزایش راندمان دیم‌زارها در مناطق کم باران.
- جلوگیری از ایجاد فرسایش و ایجاد گالی.
- تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی (تغذیه‌ی آبخوان‌ها) و افزایش سطح آب ایستایی برای کشاورزی در پایین‌دست.

- افزایش گنجایش آب قابل استفاده به عنوان مهم ترین عامل پایداری بوم در مناطق خشک و نیمه خشک.
- استفاده از جریان های موقتی و فصلی رواناب.
- تهنشین ساختن مواد معلق مغذی در اراضی کم شیب فرسوده.
- مهار نیروی مخرب سیل.
- در امتداد مناطق ساحلی به منظور افزایش تراز آب زیرزمینی و برای جلوگیری از سرایت شوری دریا به آب شیرین.
- تهنشین شدن رسوبات محموله ی آب و در نتیجه یکنواختی ناهمواری های سطح خاک و تسطیح زمین با انباشته شدن رسوبات.
- تقویت خاک از طریق اصلاح بافت خاک و افزایش هوموس و در نتیجه افزایش نفوذپذیری.
- ارتقا وضعیت اقتصادی جوامع محلی.
- استفاده از آب منحرف شده برای شرب دام.
- کاهش رسوب در آبراهه و مسیل ها.
- بالا بردن رطوبت خاک (هدف اصلی و اولیه پخش سیلاب) و ذخیره ی آب.
- جلوگیری از خسارات مالی و جانی سیل (کاهش زیان ها و تلفات).
- حفظ و کنترل آب، خاک و تعادل اکولوژیکی.
- کمک به توسعه ی پایدار کشاورزی و احیا و حفاظت منابع طبیعی تجدیدشونده.
- جلوگیری از فرسایش خاک و پیشروی خندق ها.
- عملکرد بهتر در پاسخ به برنامه های کودپاشی و بذرکاری.
- کاهش طغیان های رودخانه ای در پایین دست
- ایجاد یکنواختی در توپوگرافی منطقه

ویژگی‌های عرصه:

- ۱- دشت‌های وسیع با شیب ملایم و بدون آبراهه و گالی
- ۲- در صورتی که سیلاب مواد محوله زیادی نداشته باشد شیب عرصه کمتر از یک درصد و چنانچه پخش سیلاب با مخزن ذخیره انجام می‌شود و بافت خاک از نفوذپذیری کم برخوردار می‌باشد شیب نباید بیش از ۲ درصد باشد و در عرصه‌های با نفوذپذیری مناسب تا شیب ۵ درصد قابل اجرا می‌باشد.

۳- مناطقی که دارای بارندگی سالیانه ۲۰۰ میلی‌متر و دارای حداقل ۲ مورد سیلاب سالیانه باشند.

۴- نفوذپذیری مناسب خاک

۵- از نظر نوع خاک، مناطقی با خاک‌های عمیق، حاصلخیز و لومی مناسب‌ترین خاک‌ها برای پخش سیلاب می‌باشند. ولی به‌طور کلی بر روی اکثر انواع خاک‌ها به استثنای خاک‌های خیلی سبک و شنی، ما سه‌های عمیق، خاک‌های کم‌عمق بر روی سنگ مادر و خاک‌هایی که دارای مقدار زیادی نمک و املاح محلول می‌باشند، می‌توان پخش سیلاب را انجام داد.

۶- یکی از مناطقی که برای پخش سیلاب می‌توان در نظر گرفت، مناطق هم‌جوار رودخانه‌های فصلی یا دائمی مناطق خشک و بیابانی است که بر اثر طغیان رودها به زیر آب می‌روند. این مناطق بیشتر نواحی خروجی رودخانه‌ها از کوهستان و دره‌های واقع در آن‌ها را شامل می‌شوند. برای این منظور، در کنار رودخانه کانال‌هایی احداث می‌کنند تا هنگام طغیانی شدن رودها، آب وارد این کانال‌ها شود و در منطقه نفوذ کند. عرض این کانال‌ها بیشتر بین ۳ تا ۱۰۰ متر و عمق آن‌ها ۱ تا ۳ متر است. شیب نیز معمولاً کمتر از شیب رودخانه‌ها است و در نتیجه سرعت آب کمتر از سرعت آب رودخانه است و رسوبات در ابتدای کانال ته‌نشین می‌شوند و ممکن است در پایان فصل بارش، کف کانال حدود ۱ تا ۱/۵ متر بالا بیاید که هر سال باید این رسوبات را خارج کرد.

اجزا پخش سیلاب:

- مخزن برای ذخیره موقت آب
- سد یا دیواره انحرافی برای هدایت آب آبراهه یا مخزن
- مجرا یا کانال آب‌رسانی به منطقه پخش
- پشته‌های کنترل جریان آب در منطقه پخش

- پشته‌های جمع‌آوری و هدایت آب‌های اضافی به آبراهه اصلی جهت جلوگیری از فرسایش

مشخصات فنی:

- ۱- سیستم پخش سیلاب به‌گونه‌ای احداث می‌شود که در زمان وقوع رگبارها به صورت خودکار عمل می‌نماید و جریان سیلاب با استفاده از سازه‌های احداث‌شده بر روی عرصه موردنظر پخش می‌شود.
- ۲- ابعاد سازه‌ها می‌بایستی تناسب لازم را با حداکثر دبی آبراهه در دوره برگشت موردنظر داشته باشند بنابراین مطالعات هیدرولوژی حوزه آبخیز بالادست و طراحی سازه‌ها می‌بایستی با همکاری واحد آبخیزداری انجام شود.

نکات اجرایی:

- ۱- هدف از اجرای عملیات پخش سیلاب دقیقاً مشخص باشد.
- ۲- نیاز آبی عرصه موردنظر جهت استفاده از رواناب‌های سیلابی مشخص باشد.
- ۳- نسبت معقولی بین سطح آبخور و آبدهی حوزه آبخیز آبراهه موردنظر باشد.
- ۴- رسوب زایی و رسوب‌دهی و کیفیت رواناب‌های حوزه آبخیز موردنظر دقیقاً مطالعه تا املاح و مواد محوله سیلاب به‌ویژه نمک‌ها و مواد محموله درشت‌دانه عرصه آبخور را در اثر رسوب‌گذاری تخریب ننماید.
- ۵- اجرای عملیات بیولوژیکی باهدف احیاء و توسعه پوشش گیاهی عرصه آبخور دقیقاً مدنظر باشد.
- ۶- در صورت کمی گونه‌های مرغوب، بذرکاری و یا کاشت نهال به‌صورت توأم با پخش سیلاب اجرا می‌شود.
- ۷- اگر حجم سیلابی که وارد سیستم شده بسیار زیاد باشد و با سرعت زیادی نیز حرکت نماید، ممکن است در بعضی نقاط از خاک‌ریزها عبور کند و یا موجب شکستن و شسته شدن آن‌ها گردد. برای رفع این مشکل لازم است که میزان سیلاب ورودی به شبکه در بالادست کمتر شود.
- ۸- ممکن است آب به برخی از قسمت‌های منطقه نرسد، حفر یک کانال کوتاه جهت هدایت آب به قسمت‌های خشک یا ایجاد یک خاک‌ریز کوچک به این منظور می‌تواند به رفع این مشکل کمک نماید.

۹- آب واردشده در سیستم ممکن است در منطقه پخش یکنواخت توزیع نشود و در نقاط پست تجمع پیدا کرده و مستقیماً به طرف خاکریز پایین دست حرکت کند، در این صورت نیز می توان از کانال های انحرافی و یا خاکریزهایی که جلوی حرکت مستقیم آب را گرفته و آن را در سطح قسمت های بالاتر منطقه پخش می نماید، استفاده نمود.

۱۰- مطالعه اقلیمی حوزه ضروری ترین بررسی در زمینه ی پخش سیلاب است.

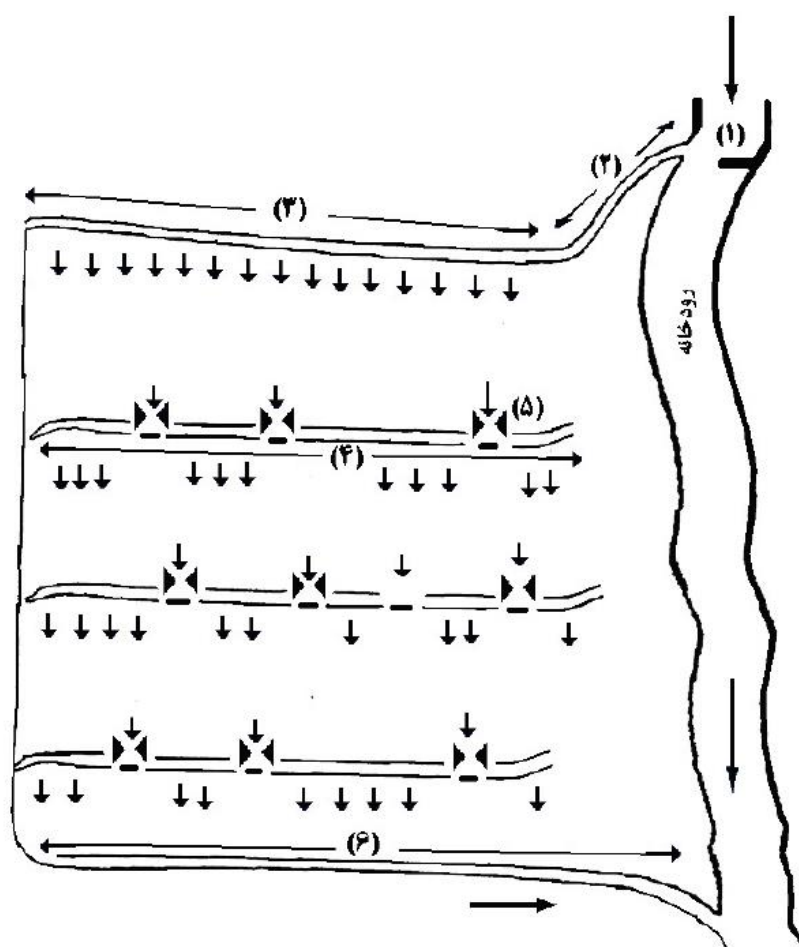
۱۱- ماشین آلات مورد نیاز از قبیل لودر، بولدوزر و ... متناسب با حجم عملیات می باشد.

۱۲- منطقه ی پخش سیلاب کاملاً بایستی زیر نظر قرار گیرد و اگر آثار فرسایش و به خصوص تشکیل گالی در قسمت هایی از منطقه و یا در محل دروازه ها مشاهده شد، با افزایش طول آن ها و ایجاد کانال ها و یا خاکریزهای انحرافی لازم، از پیشروی گالی ها جلوگیری شود. حتی ممکن است برای نگهداری یک سیستم پخش سیلاب، اجرای عملیاتی در سطح آبخیز آبراهه ی اصلی نیز ضرورت پیدا نماید. به این ترتیب که اگر به دلیل وضع خاص حوزه آبخیز از نظر پوشش گیاهی، وجود تخته سنگ های بزرگ، پایین بودن نفوذپذیری خاک و غیره تجمع آب به دنبال بارندگی ها با سرعت زیاد انجام گرفته و حجم زیاد سیلاب خسارتی به شبکه ی پخش آب وارد می سازد، بایستی با اجرای عملیات مناسب مانند ایجاد و تقویت پوشش گیاهی، احداث کنتور فارو، احداث حوضچه های ذخیره ی آب و نظایر آن، زمان تجمع را افزایش داده و از خرابی سیستم جلوگیری نمود.

۱۳- برآورد حجم سیلاب از دیگر مواردی است که همیشه باید در طراحی و اجرای این سیستم ها در نظر گرفته شود؛ زیرا در صورتی که مطالعه و محاسبه دقیقی انجام نشود، ممکن است مشکلاتی به وجود آورد.

زمان اجرا:

احداث سازه ها قبل از وقوع بارندگی های مؤثر پاییزه است.



شکل ۴-۱۱- نمایی شماتیک از یک سیستم پخش سیلاب (۱- دهانه آگیر، ۲- نهر آبرسان، ۳- نهر آبرسان-گسترشی، ۴- نهرهای گسترشی، ۵- دروازه‌ها، ۶- نهر تخلیه آب مازاد)



شکل ۴-۱۲- نمایشی از سیستم پخش سیلاب

۸-۵-۴ بندسار

معرفی

استحصال سیلاب و رواناب از زمان‌های گذشته در کشورهای ایران، پاکستان، هندوستان، ترکمنستان و سایر کشورهای هم‌جوار به احتمال زیاد ریشه مشترک دارد. بندسار کرتی است که با بنای خاک‌ریز روی خطوط تراز در دشت‌های اطراف خشکه‌رودها، یا با بستن مسیر آبراهه‌ها در مناطق تپه‌ماهوری ایجاد و سیلاب یا رواناب دامنه‌ها و اراضی مشرف به داخل آن‌ها هدایت و نگهداری می‌شود تا به تدریج در خاک نفوذ کند. به علاوه با انباشت رسوبات پرازش و ریزدانه، خاک حاصلخیز و مناسبی روی آبرفت‌های درشت‌دانه و یا اراضی سنگریزه دار آن مناطق تشکیل می‌شود. بدین ترتیب با ذخیره سازی رطوبت در لایه‌ای از خاک نرم، شرایط برای رشد گیاهان مناسب‌تر می‌شود (عرب خدری و کمالی، ۱۳۸۷) (شکل‌های ۴-۱۳ و ۴-۱۴).

مزایای استفاده از بندسار

- ۱- کاهش هدر رفت جریان‌های فصلی و موقتی آب به داخل کویرها و شوره‌زارها
- ۲- اصلاح خاک آبرفت‌های درشت‌دانه از طریق رسوب‌گذاری مواد فرسایش یافته
- ۳- آبشویی و اصلاح خاک‌های شور
- ۴- تغذیه آبخوان‌ها و افزایش آبدهی قنوات
- ۵- کاهش فرسایش بادی
- ۶- جلوگیری از گسترش بیابان‌زایی
- ۷- تولید محصولات کشاورزی
- ۸- ایجاد اشتغال

ویژگی‌های عرصه:

- ۱- بارندگی سالانه ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر

۲- اقلیم خشک و سرد

۳- شیب ۱/۵ تا ۴/۵ درصد

۴- از نظر فیزیوگرافی (مطالعات مربوط به خصوصیات فیزیکی و شکل‌شناسی حوضه)، بندسارها در انواعی از اراضی مشتمل بر مخروط‌افکنه‌ها، تپه‌ها، فلات‌ها و دشت‌های دامنه‌ای و به‌ندرت در دشت‌های رودخانه‌ای مشاهده می‌شوند؛ اما غالباً در مخروط‌افکنه‌ها ساخته می‌شوند.

مشخصات فنی:

۱- در این روش از هدر رفتن جریان‌های موقتی به داخل کویرها و گودی‌های داخلی جلوگیری می‌شود.

۲- مساحت یک بندسار از ۱۰۰ مترمربع تا ۳۰ هکتار متغیر است.

۳- در اراضی کم شیب بندسارها وسیع‌تر و در مناطق پرشیب کوچک‌تر هستند.

۴- ارتفاع دیواره بندسارها از حداقل ۵۰ سانتی‌متر تا حداکثر ۳۵۰ سانتی‌متر و میانگین آن‌ها ۱۸۰ سانتی‌متر است.

۵- هدف اصلی از احداث بندسار، حفاظت توأم دو منبع مهم حیاتی آب‌و خاک برای تولید محصولات کشاورزی است؛ زیرا از یک‌طرف خاک شسته شده از کوهستان‌ها، بستر رشد گیاه و عناصر غذایی موردنیاز آن‌ها را فراهم و از طرف دیگر آب حاصل از سیلاب، ذخیره رطوبتی قابل‌استفاده گیاهان را تأمین می‌کند (عرب‌خدری و کمالی، ۱۳۹۶).



شکل ۴-۱۳- نمایی از بندسار



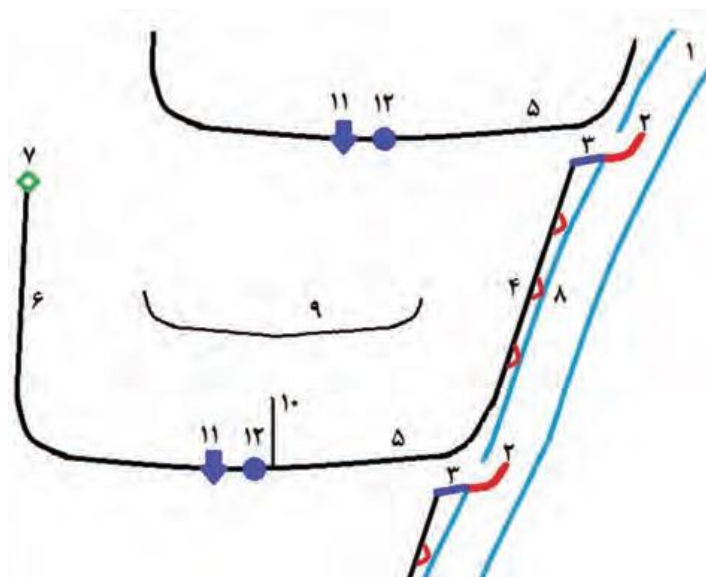
شکل ۴-۱۴- نمای یک بندسار در زمان آبگیری (راست) و بعد از نفوذ آب به داخل زمین و رسوب گذاری (چپ)

بندسارها بر اساس دو عامل فیزیوگرافی عرصه و منشأ سیلاب و رواناب به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند (عرب‌خدری و کمالی، ۱۳۹۶):

- روش آگیری از خشک‌رودها یا بندسار دشتی
- روش جمع‌آوری رواناب یا بندسار روانابی
- روش استحصال آب رواناب سرشاخه‌ها یا بندسار آبراهه‌ای

۱-۵-۴ روش آگیری از خشک‌رودها یا بندسار دشتی

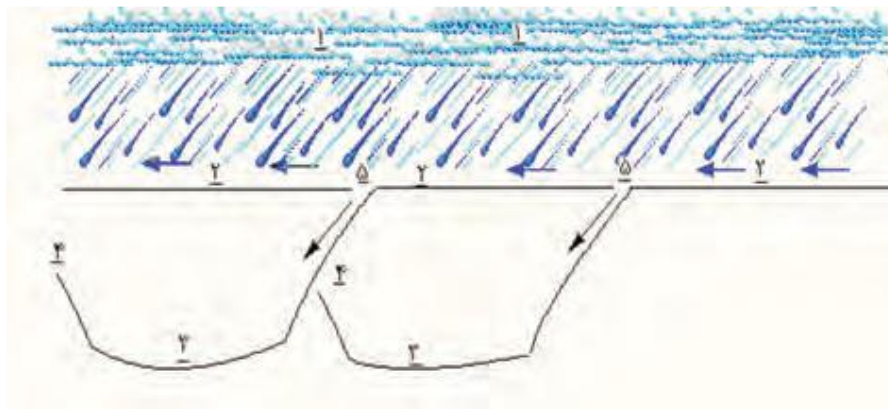
شکل (۴-۱۵) یک بندسار با کلیه اجزایی که از خشک‌رودها آگیری می‌شود و اجزا مختلف روی آن مشخص است را نشان می‌دهد. اگرچه این دسته از بندسارها از نظر اصول کلی مثل هم هستند، ولی تفاوت‌هایی نیز در هر محل دیده می‌شود که به ابتکارات کشاورزان هر منطقه مربوط است (عرب‌خدری و کمالی، ۱۳۸۷).



شکل ۴-۱۵-نمایی از یک بندسار با کلیه اجزاء (۱- خشک‌رود، ۲- بند انحرافی، ۳- نهر آبرسان، ۴- دیواره اصلی جانبی سمت نهر آبرسان، ۵- دیواره اصلی پایین، ۶- دیواره اصلی جانبی سمت سرریز انتهایی، ۷- سرریز انتهایی، ۸- آبشکن، ۹- میان‌بند موازی، ۱۰- میان‌بند عمودی، ۱۱- روزنه)

۲-۸-۴-۵ روش جمع‌آوری رواناب یا بندسار روانابی

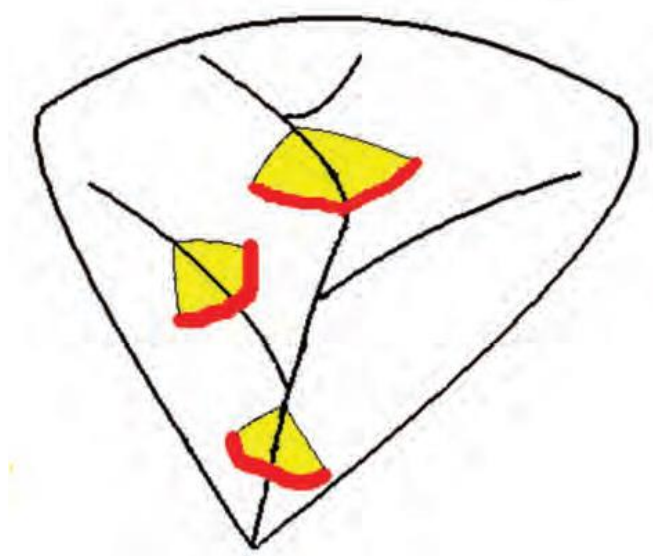
شکل عمومی بندسارهای این دسته شبیه دسته قبلی است؛ ولی در منشأ آبرگیری متفاوت هستند. برای استحصال رواناب سطحی اراضی نسبتاً مسطح و کم شیب روش‌های خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۴-۱۶). در بعضی مناطق به واسطه شرایط توپوگرافی زمین، رواناب به صورت متمرکز در آبراهه‌ها جاری نمی‌شود و قبل از هر چیز جمع‌آوری رواناب ضروری است. در این روش، به دلیل سرعت کم جریان، معمولاً میزان گل‌آلودگی کمتر است و لذا رسوبات کمتری وارد بندسار می‌شود (عرب‌خدیری و کمالی، ۱۳۸۷).



شکل ۴-۱۶- تصویری شماتیک از نحوه جمع‌آوری رواناب برای بندسار (۱- دشت نسبتاً کم شیب، ۲- آبراهه غیر فرسایشی، ۳- بدنه بندسار، ۴- گوشواره، ۵- محل ورود رواناب به داخل بندسار)

۳-۸-۴-۵ روش استحصال آب رواناب سرشاخه‌ها یا بندسار آبراهه‌ای

این روش استحصال رواناب، برای جمع‌آوری جریان‌های دامن‌های و جریان‌های متمرکز مربوط به سرشاخه‌های کوچک که عریض بوده و شیب کمی داشته باشند به کار می‌رود. با توجه به اینکه دبی و حجم رواناب این نوع آبراهه‌ها که اصطلاحاً شیله نامیده می‌شوند زیاد نیست، امکان حفظ تمام رواناب وجود دارد. بنابراین در این روش عرض آبراهه‌های عریض را مسدود و سیلاب را ذخیره می‌کنند. معمولاً به منظور احتیاط، سرریزی در دو انتهای بند در نظر می‌گیرند. میزان رسوب‌گذاری به طول و شیب مسیر جریان بستگی دارد ولی در هر حال مقدار آن نسبت به روش اول کمتر است (عرب‌خدیری و کمالی، ۱۳۸۷) (شکل ۴-۱۷).



شکل ۴-۱۷- مسدود کردن مسیر سرشاخه‌ها در مناطق تپه‌ماهوری برای جمع‌آوری سیلاب

۴-۵-۹ خوشاب

معرفی پروژه:

خوشاب‌ها کشتزارهای سیلابی هستند که در استان سیستان و بلوچستان رواج و رونق دیرینه‌ای دارند. خوشاب به اراضی اطلاق می‌شود که با استفاده از ترکیب مصالح خاکی و سنگی در دشت‌های حاشیه رودخانه‌ها یا پای کوه‌ها و یا بخشی از بستر عریض رودخانه‌ها احداث می‌گردد (عرب‌خدری و کمالی، ۱۳۸۷).

اهداف:

- تبدیل اراضی شنی و سنگلاخی به اراضی مناسب برای کشت و کار از طریق سیل‌گیری و رسوب‌گذاری تدریجی
- کنترل سیلاب
- رسوب‌گیری از جریان‌های گل‌آلود
- تغذیه آبخوان

ویژگی‌های عرصه:

۱- بارش سالانه کمتر از ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر.

مشخصات فنی:

۱- قسمت‌های مختلف خوشاب‌ها متشکل از زمین دیم، دیواره یا بند خاکی، سرریز یا دروازه خروجی خشکه‌چین، نهر انحرافی، محل تخلیه آب مازاد یا دریچه گر و پله می‌باشد.

۲- خوشاب با ایجاد خاک‌ریز یا خشکه‌چین و یا تلفیقی از آن دو ساخته می‌شود.

۳- دیواره احداث شده به صورت آب‌بند عمل نموده و طول و عرض آن بستگی به ابعاد کرت، دهانه مسیل و میزان سیل یا رواناب در محل احداث دارد.

۴- ارتفاع دیواره خوشاب‌ها بین یک تا پنج‌متر متغیر است ولی معمولاً در حدود دو متر در نظر گرفته می‌شود.

۵- عرض دیواره متفاوت است و ممکن است تا حدود سه متر برسد.

۶- آبیگری خوشاب‌هایی که در حاشیه رودخانه احداث شده‌اند از طریق نهر صورت می‌گیرد و بخشی از سیلاب به محل موردنظر منتقل می‌گردد. پس از پر شدن خوشاب، آب مازاد از سرریز سنگ و ملات و یا خشکه‌چین به خارج از آن منتقل می‌شود.

۷- معمولاً از سرریز برای انتقال آب به دیگر خوشاب‌ها و تنظیم آب خوشاب استفاده می‌شود. درواقع با ساخت سرریز علاوه بر جلوگیری از تخریب دیواره خوشاب، امکان استفاده از سیلاب مازاد در خوشاب مجاور فراهم می‌گردد.

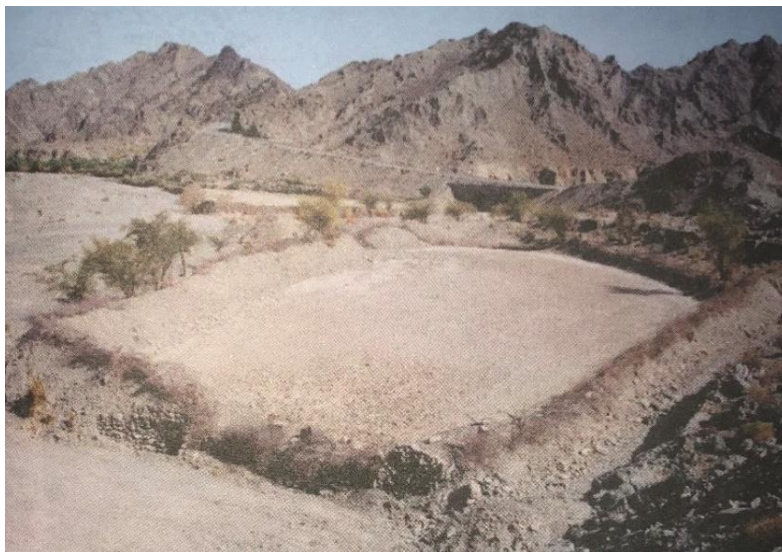
۸- برای خوشاب‌های پایین دست می‌توان با احداث کانال‌های طویل‌تر از رودخانه آبیگری کرد.

۹- در بعضی خوشاب‌ها با کارگذاری یک دریچه که به گر موسوم است، آب مازاد به خارج هدایت می‌شود و خاک سریع‌تر رطوبت خود را از دست می‌دهد؛ بنابراین امکان شخم و بذریابی فراهم می‌گردد.

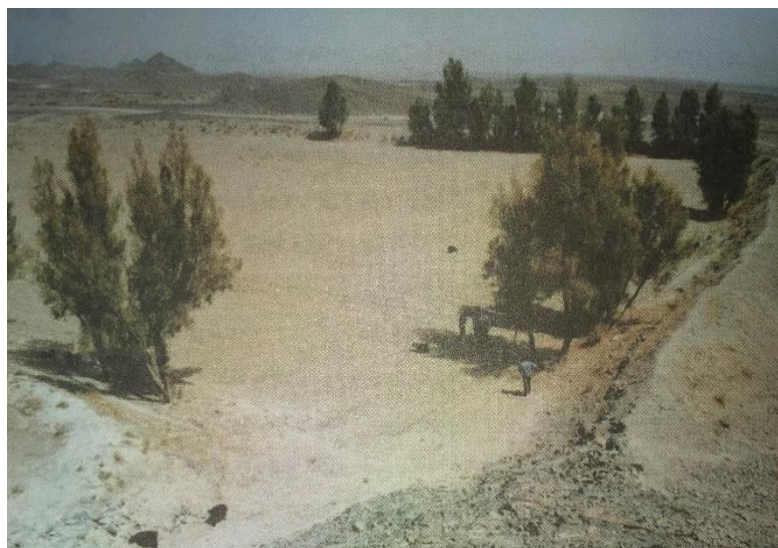
۱۰- گر معمولاً در گودترین نقطه کف زمین خوشاب تعبیه و برای ساخت آن از سنگ‌های مکعب مستطیل شکل پهن استفاده می‌شود.

۱۱- خوشاب‌ها تحت کشت نباتات مختلف همچون گندم، ذرت، جو، ماش، ارزن، درختان مثمر به‌ویژه خرما و غیر مثمر نظیر گز قرار می‌گیرند.

۱۲- خوشاب‌ها بر اساس محل ساخت و مصالح مورد استفاده به سه دسته حاشیه رودخانه‌ای (شکل ۴-۱۸)، خوشاب‌های دشتی (۴-۱۹) و کوهستانی یا دربند (۴-۲۰) تقسیم می‌شوند (حسینی مرنندی و همکاران، ۱۳۸۲).



شکل ۴-۱۸- نمایی از خوشاب‌های پیاپی حاشیه بستر رودخانه‌ای



شکل ۴-۱۹- نمای فوقانی از یک خوشاب دشتی



شکل ۴-۲۰- نمایی از یک خوشاب دامنه‌ای در بستر آبراهه عریض در منطقه تپه‌ماهوری

۱۰-۵-۴ هوتک

معرفی:

هوتک‌ها، گودال‌های بزرگ طبیعی یا حفر شده‌ای هستند که از سیلاب انباشته می‌گردند و درواقع نوعی آب‌انبار یا مخزن آب روباز هستند (عرب‌خداری و کمالی، ۱۳۸۷) (شکل ۴-۲۱).

اهداف:

- جمع‌آوری سیلاب‌های ناشی از بارندگی‌های فصلی
- بالا بردن بازده تولید محصولات دامی و کشاورزی
- تأمین آب شرب انسان و دام
- مصارف بهداشتی نظیر شستشو
- کنترل سیلاب

ویژگی‌های عرصه:

۱- مناطقی با بارندگی سالانه حدود ۱۰۰ میلی‌متر

۲- خاک با بافت سنگین و ریزدانه (سیلتی رسی)

مشخصات فنی:

۱- برای احداث هوتک‌ها، گودال‌هایی به عمق ۳ تا ۵ متر در زمینی با مشخصات گفته‌شده ایجاد می‌شود.

۲- اجزاء هوتک عبارت است از: دیواره کوتاه حاصل از خاک‌برداری مخزن با ارتفاع حدود یک متر، نهر سیلاب ر سان و دروازه ورودی سیل

۳- حجم ذخیره هوتک‌ها بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ مترمکعب بوده که از طریق دروازه و کانال آبیگری صرفاً از سیلاب آبیگری می‌نماید.

۴- معمولاً آب هوتک‌ها بین ۷ تا ۹ ماه مصرف می‌شود و در صورتی که در این مدت سیل جدیدی جاری نشود خشک می‌شود.



شکل ۴-۲۱- نمایشی از یک هوتک

۱۱-۵-۴ دگار

معرفی:

دگارا حوضچه‌ای خاکی با دیوارهای بسیار کوتاه و مساحت زیاد هستند که با سیل گیری می‌توان اقدام به کشت محصولات زراعی و پرورش برخی گونه‌های درختی نمود (عرب‌خدری و کمالی، ۱۳۸۷) (شکل ۴-۲۲).

اهداف:

- تولید محصولات کشاورزی از طریق کشت سیلابی در اراضی بسیار مسطح (کشت غلات، علوفه، نخیلات، صیفی‌جات و حبوبات)
- رسوب‌گیری از جریان
- کاهش دبی اوج سیلاب
- مهار سیلاب و جلوگیری از هدر رفتن آب

ویژگی‌های عرصه:

۱- بارندگی متوسط سالانه حدود ۱۰۰ میلی‌متر

۲- اقلیم فراخشک

۳- مناطقی با پوشش گیاهی فقیر

۴- اراضی مسطح با شیب کم

مشخصات فنی:

۱- دگار سامانه‌ای ساده و زمینی معمولاً چهارگوش بوده که اطراف آن دیوار خاکی کوتاه به ارتفاع ۱ تا ۱/۵ متری ایجاد می‌شود.

- ۲- اجزای مهم دگار عبارت‌اند از: زمین مسطح، دیواره خاکی کوتاه، دروازه سیلاب‌گیر (ورودی سیلاب است که معمولاً به عرض دو تا سه متر از یکی از گوشه‌ها آب سیلاب را وارد دگار می‌کند) و نهر سیلاب ر سان (عمق آن حدود دو متر با طول متفاوت می‌باشد).
- ۳- برای آبیگری، بندی در مسیر رودخانه احداث می‌شود. به هنگام وقوع سیل، به واسطه وجود بند و همچنین طغیان طبیعی بخشی از جریان وارد نهر انتقال آب می‌شود. این نهر به نهرهای کوچک‌تری منشعب می‌شود و نهایتاً با رسیدن سیل به کرت‌های دگار عمل آبیاری صورت می‌گیرد.
- ۴- در برخی از دگاها به دلیل شیب بسیار کم و آبیگری مستقیم از نهر سیلاب ر سان قسمت کمی از دیواره ساخته نمی‌شود تا آب مازاد احتمالی به صورت سرریز از طریق آن خارج شود.
- ۵- از خاک‌برداری حاصل از دگار برای ساختن بند و کاهش سرعت آب سیلاب استفاده می‌شود.
- ۶- بعد از اینکه دگار پر از آب شد اهالی روستا یا صاحبان دگار برای جلوگیری از بازگشت آب از جوی ورودی، آن را می‌بندند تا آب از آن خارج نشود؛ به این عمل پربند می‌گویند. مراقبت از بندها برای جلوگیری از خروج آب ضروری است چراکه در غیر این صورت زمین سیراب نشده و نمی‌تواند به تمامی زیر کشت برود.
- ۷- دگاها وسعتی بین یک تا چند هکتار دارند.
- ۸- سیلاب ورودی به داخل دگاها بین ۱۰ تا ۲۰ روز باقی می‌ماند. با ورود سیلاب به داخل آن‌ها و ماندن آن در طی چند روز، سبب ترسیب ذرات حمل شده می‌شود.
- ۹- دگاها از خاک مناسبی برخوردار بوده و زمینه رشد گیاهان زراعی را فراهم می‌آورند (محمدخان و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل ۴-۲۲- نمایشی از یک دگار

۱۲-۵-۴ نگاریم

معرفی پروژه

طرح دیگری که باعث افزایش نفوذپذیری و سرعت نفوذ آب در مناطق بیابانی می‌شود، اجرای حوضچه‌های کوچک جمع‌آوری رواناب برای سطوح کوچک‌تر جهت کاشت درخت یا درختچه است (شکل‌های ۴-۲۳ و ۴-۲۴). این طرح را می‌توان به‌رغم بارندگی متوسط حدود ۱۰۰ میلی‌متر در سال، در سطح حدود ۷۸ میلیون هکتار از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور اجرا کرد که اگر چنین شود و حتی تنها ۵ درصد از کل رواناب موردنظر در این عرصه جمع‌آوری کنیم، حدود ۳/۹ میلیون هکتار درخت‌کاری خواهد شد (طهماسبی و رجبی ثانی، ۱۳۸۵). نگاریم‌ها یکی از سامانه‌های سطوح آبگیر کوچک می‌باشند که به‌صورت حوضچه‌های کوچک لوزی شکل هستند که با پشته‌های کوچک خاکی ایجاد شده‌اند (ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر) (کوهزاد و همکاران، ۱۳۹۴).

ویژگی‌های عرصه:

۱- بهتر است در مناطقی با بارندگی ۱۵۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر انجام شود.

۲- بهترین عملکرد در اراضی با شیب ۵-۱ درصد است.

مشخصات فنی:

۱- جهت نگاریم‌ها به‌گونه‌ای است که قطر لوزی به‌موازات شیب قرار گرفته است.

۲- رواناب به پایین‌ترین نقطه لوزی جریان می‌یابد، یعنی جایی که چاله نفوذ و گیاه قرار دارد.

۳- دو طرف لوزی اغلب ۲۰-۵ متر فاصله دارند که سطحی حدود ۴۰۰-۲۵ مترمربع را تشکیل می‌دهند.

نکات اجرایی:

۱- نگاریم را در هر شیبی می‌توان اجرا کرد. باین‌حال در شیب‌های بیشتر از ۱۰ درصد ممکن است فرسایش خاک صورت گیرد و ارتفاع پشته‌ها به سطحی افزایش یابد که توجیه اقتصادی نداشته باشد.

۲- مهار علف‌های هرز با دست باید انجام شود.

۳- ضریب رواناب باید بالا نگه‌داشته شود.

۴- بذر دقیقاً در مجاور پشته و در گوشه‌ای‌ترین نقطه که آب پشت آن جمع می‌شود، کشت می‌شود.

۵- خاک حاصل از حفر گودال برای ساخت پشته استفاده می‌شود و خاک باید به‌خوبی فشرده شود.

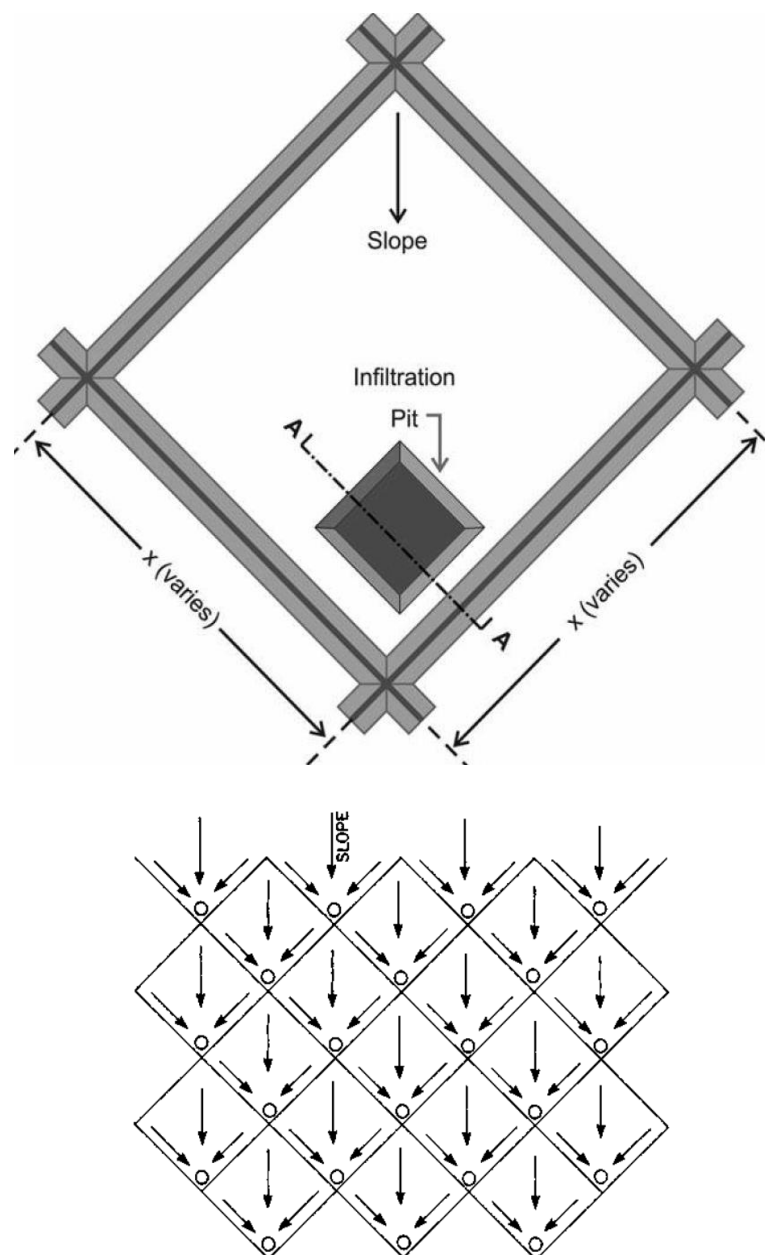
۶- درختان را می‌توان یا در پایین گودال جذب یا در بالای هر گام در حوضه کشت کرد.

۷- عمق خاک کافی برای پرورش درختان در این روش ۲-۱/۵ متر است تا اجازه دهد ریشه برای جذب و نگهداری آب برای تمام فصل خشک به‌اندازه کافی گسترش یابد.

۸- اگر سطح آبگیر به‌درستی نگهداری شود، ۸۰-۳۰ درصد باران می‌تواند استحصال شود و به استفاده گیاه برسد.

۹- تبخیر در ناحیه کشت ممکن است بالا باشد؛ بنابراین می‌توان با تعبیه لوله‌های نفوذ یا نرم کردن خاک، سرعت نفوذ را افزایش داد.

۱۰- به‌طور بالقوه نواحی حاصلخیز به دلیل فاصله زیاد بین درختان هدر می‌رود. این مسئله را می‌توان با کشت درختان در خوشه‌ها و استفاده از حدود ۱۰۰۰ مترمربع به‌عنوان ناحیه جمع‌آوری حل کرد (اویس و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۴-۲۳- نمایش شماتیک از نحوه عملکرد نگاریم



شکل ۴-۲۴- نمایش از نگاریم

۱۳-۵-۴ پشته‌های تراز

معرفی پروژه

در این روش خاک‌ریزها یا پشته‌های خاکی در امتداد خطوط تراز با فاصله‌ای ۵ تا ۲۰ متر از یکدیگر ساخته می‌شوند. فاصله ۱ تا ۲ متری بالای پشته به کشت محصولات زراعی اختصاص داده می‌شود درحالی‌که مابقی سطح بین پشته‌ها به‌عنوان سطح آبگیر در نظر گرفته می‌شود. متناسب با تغییرات شیب زمین و ارتفاع رواناب جمع شده در پشت خاک‌ریزها، ارتفاع پشته متفاوت است. این پشته‌ها در شیب‌های بین ۱٪ تا ۵۰٪ احداث می‌شوند.

احداث خاک‌ریزهای نواری در امتداد خطوط تراز یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های است که جهت حفاظت از رشد گونه‌های بارز مرتعی و علوفه‌ای، گراس‌ها و درختان در شیب‌های ملایم و تند مناطق استپی کاربرد زیادی دارد (اویس و همکاران، ۱۳۹۶).

مکان‌یابی (ویژگی‌های عرصه)

۱- در شیب‌های ۱ تا ۵۰ درصد قابل اجرا می‌باشد.

مشخصات فنی:

- ۱- پشته‌های تراز در امتداد خطوط تراز و به فاصله ۵ تا ۲۰ متری ساخته می‌شوند.
- ۲- یک تا دو متر از فضای بین پشته‌ها کشت‌شده و بقیه آن به‌عنوان سطح آبگیر استفاده می‌شود.
- ۳- ارتفاع پشته‌ها بسته به شیب و عمق رواناب مورد انتظار جمع شده پشت آن‌ها متفاوت است (شکل ۴-۲۵).
- ۴- پشته‌ها از خاک فشرده ساخته شده‌اند ولی ممکن است با استفاده از سنگ تقویت شوند.
- ۵- حجم خاک‌ریزی در هر متر از طول پشته (بند) را می‌توان با رابطه زیر محاسبه کرد:

$$E = d(b + z \times d) \quad \text{رابطه (۴-۷)}$$

که در آن:

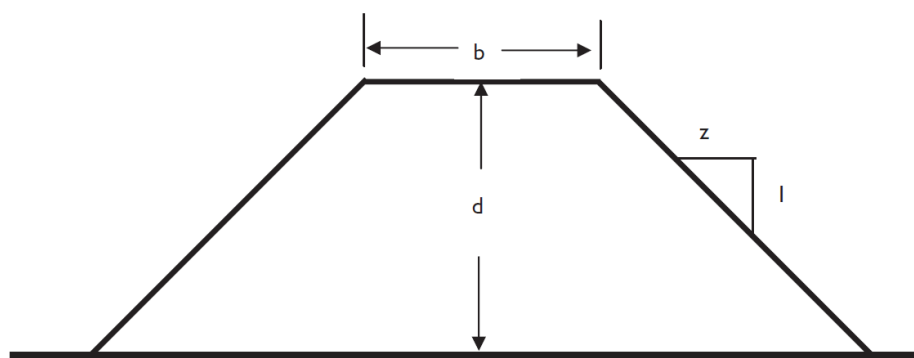
E: حجم عملیات خاکی یا سنگی در هر متر از طول بند، مترمکعب

b: عرض بالای بند، متر

d: ارتفاع بند، متر

Z: شیب جانبی بند

انواع مقادیر شیب جانبی بند از یک به یک تا چهار به یک تغییر می‌یابند و عرض بالای بند از ۰/۱ متر تا ۰/۴۰ متر متنوع است و ارتفاع بند نیز شامل گستره ۰/۱۵ متر تا ۰/۶۰ متر است.



شکل ۴-۲۵- ابعاد پشته‌های تراز

نکات اجرایی

- ۱- پشته‌ها می‌تواند به صورت دستی یا با تراکتور و ادوات مناسب اجرا شود.
- ۲- کلید موفقیت در این سامانه‌ها احداث پشته‌ها دقیقاً روی خطوط تراز است. اگر به درستی روی خطوط تراز نباشد، آب در امتداد پشته حرکت می‌کند و در پایین‌ترین قسمت آن می‌ایستد که موجب شکسته شدن پشته و از بین بردن سامانه می‌شود.
- ۳- یک لوله شفاف ۱۰-۲۰ متری در امتداد قطب‌ها که با آب پر شده، یک ابزار ساده برای تعیین تراز بودن پشته‌ها است.
- ۴- اگر تراز کردن دقیق امکان‌پذیر نباشد، می‌توان در هر ۵-۲ متر از پشته‌ها، پشته‌های کوچک متقاطع ایجاد کرد که مانع حرکت آب در امتداد پشته شود. حداقل طول برای پشته‌های متقاطع در صورتی که فاصله پشته‌های تراز ۵ متر یا بیشتر باشد، ۲ متر است.

- ۵- اگر درخت کشت شود، گودال‌های نفوذ باید در محل اتصال پشته‌های متقاطع به پشته اصلی حفر شوند.
- ۶- اندازه گودال نفوذ ۸۰ در ۸۰ سانتی‌متر و عمق ۴۰ سانتی‌متر توصیه می‌شود که باید ۳۰ سانتی‌متر از پشته فاصله داشته باشد.
- ۷- خاک حاصل از حفر گودال می‌تواند برای احداث پشته‌های متقاطع استفاده شود.
- ۸- هر ۱۰ متر پشته تراز با پشته‌های متقاطع ۲/۵ متری در هر ۵ متر جدا می‌شود که برای پرورش درخت مناسب است (شکل ۴-۲۶).
- ۹- یک شکل مخصوص پشته‌های تراز در شیب‌های ملایم هر ۳۰-۲۰ متر در مسیر شب با پشته‌های سنگی احداث می‌شود. این پشته‌ها نفوذپذیر بوده و تنها برای کم کردن سرعت ورقه‌های جریان و نفوذ بیشتر احداث می‌شوند.
- ۱۰- با توجه به فرسایش بین پشته‌ها، خاک به سمت پایین نوار حرکت می‌کند و در آنجا تجمع می‌یابد. این موضوع با کاشت گیاه در امتداد پشته‌ها قبل از بارندگی کاهش می‌یابد.
- ۱۱- برای جلوگیری از فرسایش، زهکشی سیلاب یا سرریز مهارشده با راه نشت ممکن است لازم باشد. باز هم باید مراقب بود که ساخت‌وساز پشته‌ها با توجه به حجم عظیم آب پشت آن بررسی شود. اگر تهدیدی برای تخریب سامانه با توجه به رواناب اضافی موجود باشد، یک خندق انحراف باید در مرز بالایی سامانه ساخته شود تا رواناب سطحی را ذخیره و به سمت سرآشینی هدایت کند.



شکل ۴-۲۶- نمایش از پشته‌های تراز

۱۴-۵-۴ سطح آبگیر کوچک از نوع والرانی

سطح آبگیر کوچک از نوع والرانی با اتصال یک نوع گاواهن مخصوص روی تراکتور ساخته می شود که برای ایجاد یک مجموعه از جوی و پشته ای روی خطوط تراز شیب از آن ها استفاده می شود (شکل ۴-۲۷). این پشته ها مثل پشته های تراز متناوب هستند. با ماشینی شدن زندگی بشر، این روش را در مقیاس بزرگ هم می توان به کار برد. برای مثال، حدود ۱۰-۱۵ هکتار زمین در مراتع بیابانی واقع در سوریه، تحت پوشش این سامانه قرار گرفتند. احداث بیش از ۵ هزار پشته یا حوضه ی کوچک هرکدام به طول ۵-۴ متر و عرض ۴۰ سانتی متر و عمق ۴۰ سانتی متر انجام گرفت. هر یک از این حوضه های کوچک دارای سطح آبگیری با ظرفیت حدود ۶۰۰ لیتر هستند. تأسیس این حوضه ی کوچک هزینه ای معادل ۱۰۰ دلار در هکتار دارد که به نسبت بالاست. اگر این روش برای یک سطح وسیع به کار برده شود، اقتصادی خواهد بود.

این نوع از سطوح آبگیر کوچک (استحصال آب کوچک) برای احیای جنگل ها، کمربند ساحلی یا سامانه های جنگلی زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک استفاده می شود. همچنین برای بهبود مراتع نیز استفاده می شود. در یک طرح در نیجر، این فن به همراه شیار با کمک گاواهن برای کشت گیاهان بادشکن استفاده شده است. در طرحی دیگر در صحرای سینا، از این روش برای کشت درختان بادام و زیتون استفاده شده است. حوضه های کوچک آب با والرانی ماشینی در طرح ICARDA در بیابانی واقع در اردن نیز به طور موفقیت آمیز آزمایش شد. گاواهن قادر به ساخت پشته های تراز متناوب است و به طور بالقوه می تواند برای بازسازی و احیای مراتع تخریب شده استفاده شود.

یک مسئله ی مهم برای پیاده سازی روش نامبرده در مقیاس بزرگ، بالا بودن هزینه و وقت مورد نیاز برای تراز کردن دستی به منظور استفاده از گاواهن است. یک سامانه ی کم هزینه، استفاده از ترازبایی لیزری است. با این مشخصات که در شرایط جغرافیایی مواج (چین دار) در عرصه های خشک تحت شرایط واقعی جوابگو باشد، انتخاب، تهیه، نصب و آزمایش شود.

سامانه به طور عمده شامل یک فرستنده لیزری قابل حمل و یک گیرنده ی روی تراکتور متصل به یک صفحه ی نمایش راهنما است. این سامانه در ۹۵ هکتار از زمین، جایی که ظرفیت زمین از لحاظ شیب (۱-۸ درصد)، نوع زمین و فاصله ی پشته ها (۱۲-۴ متر) بررسی شده، تحت آزمایش میدانی قرار می گیرد.

پذیرش و اجرای آسان ترازبایی به واحد والرانی ظرفیت سامانه را سه برابر کرده، کارایی و دقت بهبود یافته و به طور قابل ملاحظه ای هزینه ی ساخت سطح آبگیر کوچک برای استحصال آب را کاهش می دهد. این سامانه برای طرح های بزرگ مقیاس مربوط به احیای مراتع در مناطق خشک، نه فقط در غرب آسیا، بلکه در سراسر جهان توصیه می شود (اویس و همکاران، ۱۳۹۶).



(a)



شکل ۴-۲۷- سطح آبگیر کوچک از نوع والرانی

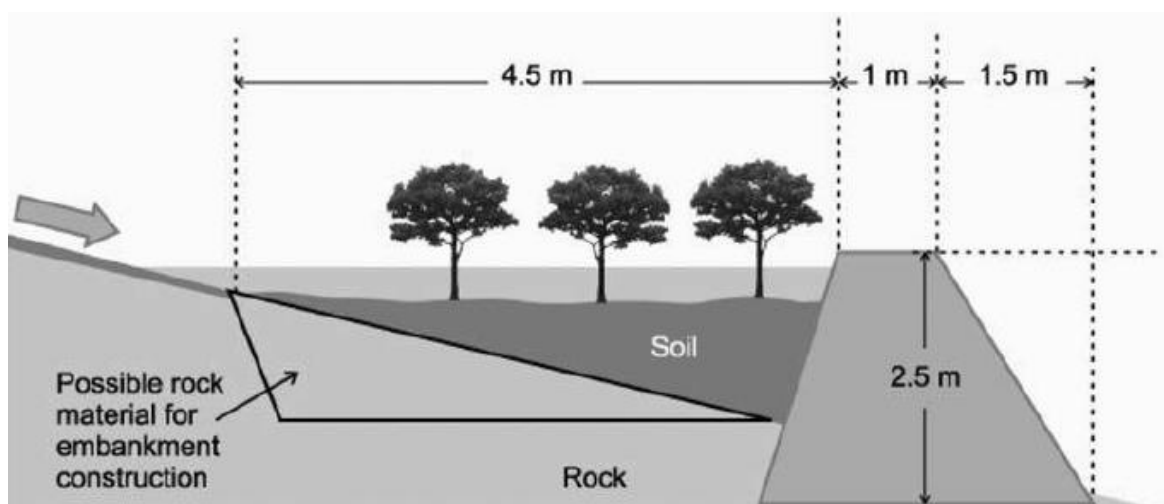
۱۵-۵-۴ لیمان‌ها

لیمان‌ها سازه‌های تکی هستند که در پای شیب‌های طولانی قرار می‌گیرند. این سازه‌ها شامل پشته‌هایی به ارتفاع ۱-۳ متر در اطراف منطقه‌ی کشت هستند (شکل ۴-۲۸). این سازه‌ها مانند ساخت پشته‌ی خاکی در دره‌ها نبوده و همانند سامانه‌های بزرگ پشته‌های هلالی نیز در ردیف‌های مشخص و مرتب نیستند. اصطلاح لیمان به این خاطر برای این سامانه انتخاب شده که پس از ایجاد رواناب بر اثر رگبار، منطقه‌ی کشت به شکل استخر یا دریاچه یا لیمان به نظر می‌رسد. اصطلاح مشابه تونسسی آن تابیا بوده که از این اصطلاح برای پشته‌های نیم‌دایره‌ای بزرگ نیز استفاده می‌شود.

این روش به‌طور عمده در مناطقی استفاده می‌شود که بارش و تعدد آن در سال بسیار کم است. اندازه‌ی سطح کشت از ۰/۱ تا ۰/۵ هکتار متفاوت است، درحالی‌که سطح آبگیر ممکن است بالای ۲۰۰ هکتار باشد.

سطح مقطع معمول یک لیمان، خاک‌ریزی ممکن است از سنگ یا از خاک غنی از رس فشرده ساخته شود. سنگی که برای ساخت آن استفاده می‌شود ممکن است از همان محل به‌منظور افزایش فضا برای ته‌نشین شدن خاک استخراج شود.

لیمان‌ها می‌توانند با درختانی کاشته شوند که تحمل شرایط غرقابی را دارند و هم‌زمان قادر به مقاومت در ماه‌های خشک سالی نیز هستند. از جمله گیاهان اکالیپتوس اکسیدانتالیس و اقاقای سالسینا را می‌توان نام برد. اکالیپتوس را می‌توان با تراکم بیش از ۷۰۰ اصله در هکتار کشت کرد. هنگامی‌که درختان کشت شد، سطح کشت را می‌توان به‌عنوان علفزار استفاده کرد. در موارد نادر این سامانه سبب شوری خاک شده است (اویس و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۴-۲۸- سازه لیمان

۱۶-۵-۴ پشته‌های هلالی و دوزنقه‌ای

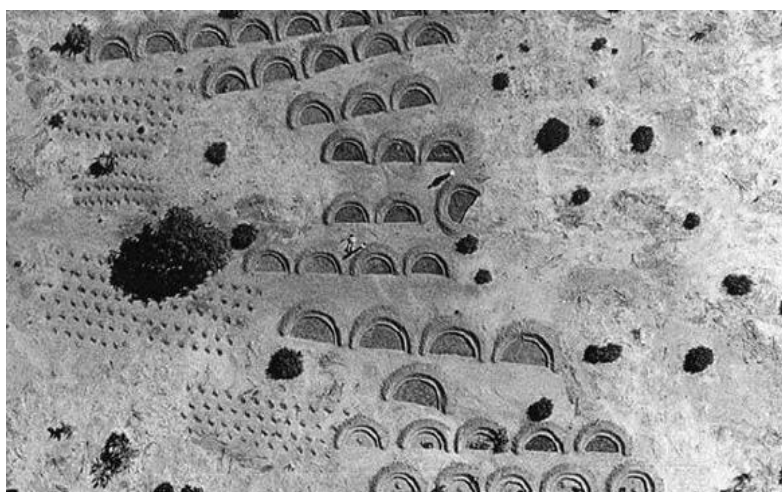
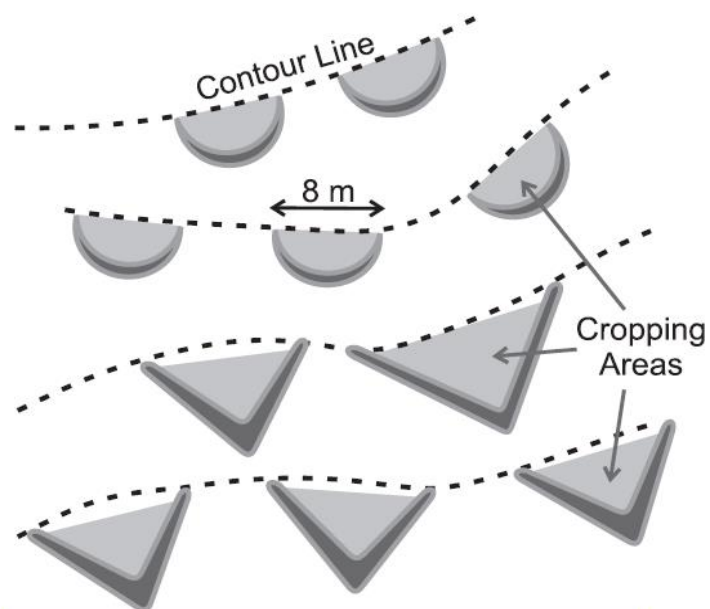
پشته‌های نیم‌دایره‌ای و دوزنقه‌ای شکل روی خطوط تراز و عمود بر شیب احداث می‌شوند (شکل ۴-۲۹). پشته‌ها اغلب خاکی هستند. این پشته‌ها در فضایی احداث می‌شوند که بتواند به‌عنوان سطح آبگیر، رواناب کافی را برای گیاه داخل پشته تأمین کنند. این پشته‌ها در ردیف‌های متناوب قرار می‌گیرند. فاصله بین دو سر هلال بین ۱ تا ۸ متر متغیر است؛ ارتفاع پشته‌ها ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر است. تاج یا بالا عرض پشته‌ها از ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متر متغیر است. شیب جانبی (افقی):

عمودی) پشته‌ها بین ۱:۱ تا ۳:۱ متغیر است (شکل ۴-۳۰). حفاری خاک بلافاصله بعد از پشته به سمت بالا (به سمت سربالایی) به اندازه گودالی کم عمق انجام می‌شود. جایی که رواناب حبس و در منطقه ریشه گیاه ذخیره می‌شود. پشته‌ها می‌توانند کوچک و نزدیک به هم یا بزرگ و بافاصله بیشتری از هم قرار بگیرند.

حفاری خاک به سمت بالادست پشته‌ها سبب افزایش شیب و در نتیجه افزایش ضریب رواناب می‌شود. این موضوع سبب می‌شود که این فن حتی در شیب‌های کمتر نیز نتیجه‌بخش باشد، اما به هر حال این روش در شیب‌های بیش از ۱۵ درصد کاربرد دارد. این نوع پشته‌ها به طور عمده برای پرورش درختان و درختچه‌ها و در برخی موارد برای کشت دانه‌های زراعی استفاده می‌شود (اویس و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۴-۲۹- پشته‌های هلالی و دوزنقه‌ای



شکل ۴-۳- نمایش شماتیک از پشته‌های هلالی و دوزنقه‌ای

با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران، نیاز است تا تمامی روش‌های تأمین آب و ازجمله روش‌های جدید و نو جمع‌آوری و نگهداری آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک به منظورهای مختلف با دقت موردتوجه و بررسی قرار گیرند تا بتوان بیشترین راندمان از آب حاصل از بارندگی را به دست آورد. قرن جدید، قرن جنگ بر سر منابع آب خواهد بود هم‌اکنون نیز شواهدی در این رابطه وجود دارد، بیشتر کشورها سعی در استفاده حداکثری از منابع محدود آبی خود را دارند. در این میان توجه روزافزون به روش‌های جدید آبیاری، بهینه‌سازی آبرسانی و جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب سهم بسزایی در زمینه را دارا می‌باشد. از طرف دیگر با افزایش جمعیت و توسعه امکانات رفاهی لازم به نظر می‌رسد که از حداقل امکانات و فرصت‌های موجود به نحو احسن استفاده شود. برداشت آب باران یکی از بهترین جایگزین‌ها برای تأمین آب در صورت کمبود آب و افزایش تقاضا می‌باشد. امروزه در بیشتر کشورها شاهد اجرای روش‌های متنوع استفاده از این نعمت الهی و بالا بردن راندمان آب حاصل از بارندگی هستیم.

فصل ۵

**شیوه‌نامه به‌کارگیری مشارکت مردمی
در اجرای پروژه‌های مقابله با
بیابان‌زایی، فرسایش بادی و گردوغبار**

۵ فصل پنجم: شیوه‌نامه به‌کارگیری مشارکت مردمی در اجرای پروژه‌های مقابله با بیابان‌زایی، فرسایش بادی و گردوغبار

۵-۱ مقدمه

شرایط اکولوژیکی، جغرافیایی و اقلیمی ایران از گذشته تا به امروز باعث گردیده بروز و ظهور مخاطرات طبیعی همواره به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر توسعه اقتصادی، صنعتی، اجتماعی، فرهنگی، بهداشتی و... در طول تاریخ کهن این مرز و بوم مطرح باشد و همواره نقش اساسی و کلیدی را در تصمیمات سیاست‌گذاران ایفا نماید. در این میان پدیده بیابان‌زایی، خشکسالی و تخریب سرزمین همواره یکی از اولویت‌ها و پیوسته‌های جداناپذیر در برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای کشور مطرح بوده است. بدیهی است با توجه با ماهیت فرابخشی و چندوجهی این معضل چاره‌اندیشی برای رفع آن خارج از ظرفیت‌های یک دستگاه و متولی بوده و در این راستا، فرهنگ سازی با هدف جلب مشارکت واقعی و جامع تمامی دست‌اندرکاران حائز اهمیت می‌باشد.

در زمینه مدیریت منابع طبیعی و مشارکت مردم دو رویکرد و نگرش وجود دارد:

رویکرد اکولوژیک (دولت‌محور)

رویکرد اجتماعی اکولوژیک (اجتماع‌محور)

رویکرد اکولوژیک (دولت‌محور) در کشورهای جهان سوم بسیار زیاد و در حال توسعه کمتر دیده می‌شود. رویکردی که مشارکت مردم در آن به صفر رسیده و یا به حداقل ممکن می‌رسد. در این حالت جهت‌گیری و برنامه‌ریزی از بالا به پایین می‌باشد. مشارکت در این رویکرد، مشارکتی نیست که مردم خود پایه‌گذار آن باشند بلکه دولت آن را از بالا به پایین بوجود می‌آورد و مردم در اکثر اوقات نسبت به آن بی‌تفاوت بوده و احساس مسئولیتی در قبال کار ندارند. در این رویکرد بیشتر بر جنبه فنی و تکنیکی اجرای پروژه تأکید شده و برنامه‌ریزی‌ها بیشتر بر اساس سیستم‌های اکولوژیک صورت می‌پذیرد.

در این شیوه دولت از مشارکت اجتماع محلی با انگیزه‌های پنهانی حمایت می‌کند. مشارکت اجتماع محلی در این شیوه با علم به اینکه مشارکت، هزینه برنامه‌های توسعه اجتماعی را کاهش می‌دهد و اجرای آن را تسهیل می‌کند به کار می‌رود.

در رویکرد اجتماعی اکولوژیک، خود مردم، با هر میزان سواد که دارند در کار و امری مشارکت دارند. مشکلاتشان را شناسایی می‌کنند، مشکلاتشان را اولویت‌بندی می‌کنند، برای آن برنامه‌ریزی می‌کنند. در این رویکرد خود مردم به‌صورت

فعال و مؤثر در کاری مشارکت می‌کنند و این نوع مشارکت از نوع پائین به بالاست. می‌توان گفت که خود مردم ذینفع بوده و چون در تمام مراحل کار وجود داشته و اثر خود را درک می‌کنند، در قبالش احساس مسئولیت می‌کنند. برخی از تفاوت‌های اساسی بین روش‌های متداول و روش‌های مشارکتی در مدیریت منابع طبیعی در جدول (۵-۱) ارائه شده است.

جدول ۵-۱- تفاوت‌های اساسی بین روش‌های متداول و روش‌های مشارکتی در مدیریت منابع طبیعی

مدیریت سنتی (اکولوژیک محور)	مدیریت مشارکتی منابع طبیعی (اجتماعی اکولوژیک محور)	
حفاظت از منابع طبیعی بدون توجه کافی به مباحث اقتصادی-اجتماعی	ارتقای معیشت پایدار از طریق تلفیق مباحث زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی	دیدگاه
کارکنان فنی (برنامه‌ریزی بالا به پایین)	تصمیم‌ها به‌طور مشترک به‌وسیله بهره‌برداران از مرتع و دستگاه‌های دولتی گرفته می‌شود.	تصمیم‌گیران
هدف‌گرا	روندگرا	جهت‌گیری
کم‌توجهی به دانش بومی و قابلیت‌های موجود	دانش بومی به‌عنوان یک راهکار اصلی در توسعه مدیریت پایدار منابع موردتوجه قرار می‌گیرد.	دانش بومی
تمرکز بر دستاوردها	تمرکز بر اجرای مشترک و تغییرات اجتماعی	پایش و ارزیابی
تقسیم هزینه‌ها در قالب هزینه کارگری و دیگر مشارکت‌هایی که جوامع محلی انجام می‌دهند.	مدیریت مشترک شامل تصمیم‌گیری، اجرا، پایش و ارزیابی	مشارکت مردم چگونه تعریف می‌شود

منبع: شفیعی و همکاران، ۱۳۹۲

مشارکت فعال جوامع محلی زمینه تلفیق و پیوند زدن فعالیت‌های مدیریت منابع طبیعی با برنامه‌های اجتماعی و اقتصادی آنان را فراهم خواهد ساخت که این خود باعث پایداری بلندمدت منابع طبیعی و تبدیل مدیریت حفاظتی به مدیریت مشارکتی خواهد شد. تأمین منافع مادی برای مردم محلی با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی در برنامه‌ریزی، اجرا و بهره‌برداری برای جلب مشارکت آن‌ها یک اصل است. جدول (۵-۲) مقایسه بین منافع دو نوع مدیریت اکولوژیک محور (سنتی) و اجتماعی اکولوژیک محور (مشارکتی) را نشان می‌دهد.

جدول ۵-۲- مقایسه بین منافع حاصل از روش‌های مدیریت مشارکتی و سنتی منابع طبیعی

ردیف	روش مدیریت سنتی	روش مدیریت مشارکتی
۱	اتکا به دولت	همکاری با جوامع محلی
۲	مدیریت با هزینه سنگین، گران اما کم اثر	مدیریت با هزینه کمتر اما مؤثرتر
۳	نزاع و کشمکش	تفاهم و احترام دوطرفه
۴	تصمیم‌گیری بالا به پایین، دیوان‌سالاری	مشارکت و کمک به برقراری مردم‌سالاری
۵	مدیریت متمرکز	همکاری، به اشتراک گذاردن مسئولیت‌های مدیریتی و منابع
۶	مشکل بهره‌برداری بی‌رویه و غیرقانونی از منابع مرتعی	شریک نمودن مردم در منافع احیا و بهره‌برداری از منابع احیا شده و معرفی و توسعه منابع جایگزین
۷	خطر تخریب منابع توسط افرادی غیربومی و فاقد پروانه	جوامع محلی مانع این‌گونه بهره‌برداری می‌شوند
۸	بخشی‌نگری	مدیریت جامع و تلفیق برنامه‌ها
۹	ناپایدار	پایدار

۲-۵ ضرورت جلب مشارکت مردمی

با توجه به گسترده‌گی و پراکنش وسیع مناطق تحت تأثیر و کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و نیز کانون‌های تولید گردوغبار در کشور و تهدیدات ناشی از آن‌ها بر تأسیسات زیربنایی، اراضی کشاورزی و کانون‌های جمعیتی شهری و روستایی، اجرای پروژه‌های متنوع و اثرگذار بیابان‌زایی با هدف کنترل و مهار این کانون‌ها از اولویت‌های توسعه دولت در این مناطق می‌باشد. سابقه طولانی سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور در اجرای این پروژه‌ها و تجارب حاصله از اجرای موفق و ناموفق آن‌ها مبین چند نکته بنیادین و قابل تأمل می‌باشد.

۱- پدیده تخریب سرزمین و بیابان‌زایی و به دنبال آن فرسایش بادی و گردوغبار با رشد روزافزونی در کشور در حال توسعه می‌باشد. در این خصوص حتی اکوسیستم‌هایی نظیر جنگل‌های هیرکانی و زاگرس که به دلیل شرایط اقلیمی از حاشیه امنی برخوردار بودند، به دلیل برخی از اقدامات نابخردانه و غیراصولی، در معرض تهدید قرار گرفته‌اند. با توجه به این مهم و عدم تناسب نیروی کارشناسی کارآمد (کمی و کیفی) و نیز کمبود شدید منابع اعتباری موردنیاز، لزوم به‌کارگیری شریک / شرکای دیگر که خود ذینفع نیز خواهند بود، می‌تواند تا بخشی از کمبودهای مورد اشاره را جبران نماید.

۲- پراکنش وسیع جغرافیایی این پدیده در کشور، عملاً خارج از امکانات فنی، اعتباری و اجرایی سازمان متولی امر بوده و لزوم مشارکت سایر بخش‌ها را ضروری می‌نماید.

۳- رشد روز افزون هزینه اجرا و مراقبت و نگهداری از عملیات بیابان‌زدایی و عدم تناسب اعتبارات در نظر گرفته شده، ضرورت اندیشیدن و به‌کارگیری راهکاری در جهت کاهش هزینه‌ها را مورد تأکید قرار می‌دهد.

۴- یکی از مهم‌ترین عوامل در اجرای موفق این‌گونه اقدامات، مراقبت و نگهداری در سال‌های پس از اجرا می‌باشد. در این خصوص جوامع محلی می‌توانند نقشی مؤثر و غیرقابل انکار را ایفا نمایند.

۵- اجرای هر چند موقت و فصلی این پروژه‌ها، در صورتی که با رویکرد مشارکت مردمی (به معنای واقعی) همراه باشد می‌تواند سهمی در ارتقای وضعیت معیشتی روستاییان داشته باشد.

جدول (۳-۵) مزایای به‌کارگیری رویکرد مدیریتی اجتماعی اکولوژیک محور در اجرای پروژه مقابله با بیابان‌زایی به‌طور خلاصه نشان می‌دهد.

جدول ۳-۵- مزایای به‌کارگیری رویکرد مدیریتی اجتماعی اکولوژیک محور در اجرای پروژه مقابله با بیابان‌زایی

ردیف	نوع مزیت
۱	تولید نهال توسط خود جامعه محلی
۲	افزایش انگیزه جامعه محلی برای مشارکت در انتقال و کاشت نهال‌ها در عرصه
۳	مراقبت و آبیاری پروژه در سال‌های بعد از اجرای پروژه توسط جامعه محلی
۴	حفاظت و بهره‌برداری عرصه‌های احیایی توسط جامعه محلی
۵	حمایت اجتماعی، توانمندسازی و مشارکت زنان در اجرای پروژه‌هاست
۶	کاهش میزان هزینه‌های اجرای برنامه‌های اصلاحی و احیایی مراتع
۷	قویت حس تعلق در جوامع محلی هدف
۸	افزایش کارایی و بهره‌وری پروژه‌های احیایی
۹	تقویت شاخص‌های سرمایه اجتماعی (اعتماد، انسجام و مشارکت) در جامعه هدف
۱۰	تلفیق دانش بومی و نوین در اجرای پروژه‌ها

۳-۵ دستورالعمل‌های نحوه به‌کارگیری مشارکت مردمی

فعالیت‌ها و پروژه‌های بیابان‌زدایی با هدف کنترل فرسایش بادی و گردوغبار در سطح ۲۲ استان کشور و در قالب پروژه‌های مالچ‌پاشی، نهال‌کاری، احداث بادشکن، تله رسوبگیر و... و مدیریت جنگل‌های دست کاشت در حال انجام می‌باشد.

ماهیت اجرایی این پروژه‌ها به گونه‌ای است که میزان و نحوه مشارکت جوامع محلی در اجرای هر یک از آن‌ها متفاوت بوده و سطوح مختلفی از مشارکت را دربر خواهد داشت. ولی آنچه در این میان قابل توجه بوده و می‌بایست مدنظر دست‌اندرکاران دولتی قرار گیرد، آن است که زمان و مرحله به‌کارگیری مشارکت جوامع محلی بسیار مهم بوده و می‌تواند ضامن تداوم و تکرار موفقیت‌آمیز مشارکت آنان باشد.

جلب مشارکت جوامع محلی دارای ۴ مرحله اصلی می‌باشد.

الف) مشارکت در طراحی و انجام مطالعات

ب) مشارکت در اجرای پروژه

ج) مشارکت در مراقبت و نگهداری از پروژه

د) مشارکت در پایش و ارزیابی پروژه

۱-۳-۵ مشارکت در طراحی و انجام مطالعات

الف) مشارکت در انتخاب منطقه مورد مطالعه

اولین و مهم‌ترین مرحله در جلب مشارکت جوامع محلی، انجام طرح مطالعاتی مربوطه می‌باشد. در این مرحله می‌بایست جانمایی محدوده موردنظر برای مطالعات نیز با مشارکت مردم صورت پذیرد. در این بخش دو رویکرد اصلی وجود دارد:

انتخاب محدوده مطالعاتی صرفاً بر اساس معیارهای فنی - کارشناسی

انتخاب محدوده مطالعاتی بر اساس معیارهای فنی - کارشناسی و لحاظ نمودن نقطه نظرات جوامع محلی

نکته حائز اهمیت در این بخش آموزش جوامع محلی هدف می‌باشد. دریافت نقطه نظرات جوامع محلی که با اهداف، رویکرد و نتایج حاصل از مطالعه آشنا نباشند، نه تنها کمکی به استقرار رویکرد مشارکتی نمی‌نماید بلکه در بسیاری از موارد باعث می‌گردد انتخاب محل مورد مطالعه بر اساس منافع یک روستا، یک قوم و یا یک طایفه صورت گرفته و معیار جامعیت در انتخاب محل و اهداف مورد انتظار در نظر گرفته نشود.

ب) مشارکت در انجام مطالعه

با توجه به آیتم‌های مطالعاتی، مشارکت جوامع محلی در مطالعه و تدوین تمامی بخش‌های مطالعه امری غیرممکن و غیر ضروری است از این رو با در نظر گرفتن فرهنگ، سنت و دانش بومی جوامع روستایی و نوع نگرش و برداشت آنان از منابع طبیعی (به‌ویژه مراتع و بیابان‌ها) و رویکرد بومی آنان در مواجهه با تخریب مراتع، فرسایش بادی، گردوغبار و در نهایت عدم پتانسیل مراتع برای تعلیف دام، می‌توان از مشارکت آنان استفاده نمود.

نحوه جلب و به‌کارگیری مشارکت جوامع محلی در انتخاب منطقه و انجام مطالعات به شرح زیر می‌باشد:

شناسایی مناطق دارای اولویت فنی بالا برای انجام طرح مطالعاتی بر اساس شاخص‌های صرفاً فنی

شناسایی و جانمایی موقعیت سکونت‌گاه‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس:

- میزان اثرپذیری از کانون بحرانی فرسایش بادی یا گردوغبار موردنظر برای انجام مطالعه

- پتانسیل جمعیتی تحت تهدید

- سابقه وجود درخواستی رسمی از طرف روستاییان، شورای روستا، دهیاری و...

- سابقه انجام پروژه‌ها و طرح‌های مشارکتی حتی با سایر نهادها و ارگان‌ها

برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای مردم روستا، معتمدان، رهبران محلی، شوراها و... با هدف:

- تبیین اهداف طرح مطالعاتی و نتایج حاصله از اجرای پروژه‌های طرح

- توجیه و متقاعد نمودن جوامع سایر روستاها (که محدوده موردنظر آن‌ها جهت مطالعه انتخاب نمی‌گردد) در خصوص

تأمین منافع آن‌ها از اجرای طرح و مشارکت آنان در انجام پروژه‌های اجرایی پیشنهادی طرح

- تدقیق محدوده طرح مطالعاتی بر اساس پیشنهادات جوامع بومی و ساکن در محل و جلب حس اعتماد آنان و نیز ایجاد

زمینه جلب مشارکت آنان در اجرای پروژه‌ها

ترجیحاً تأیید نهایی مرز محدوده مورد مطالعه توسط شورای اسلامی و دهیاری

مشارکت در مرحله تلفیق و سنتز و اخذ نظرات جوامع محلی در پیشنهاد نوع و موقعیت مکانی هر پروژه اجرایی

۲-۳-۵ مشارکت در اجرای پروژه

پروژه‌های اجرایی منتج از طرح‌های مطالعاتی (مدیریت مناطق بیابانی و کنترل کانون‌های بحرانی فرسایش بادی) شامل سه گروه اقدامات فنی مهندسی (باد شکن، مالچ‌پاشی، تله‌رسوبگیر و مدیریت رواناب)، اقدامات بیولوژیکی (بذرپاشی، بذرکاری، نهال‌کاری، قلمه‌کاری و آبیاری و مراقبت) و اقدامات مدیریتی (مدیریت جنگل‌های دست‌کاشت و حفاظت و قرق) می‌گردند. با توجه به ماهیت اجرایی پروژه‌ها، هزینه اجرایی و نوع فرایند و مراحل اجرایی، می‌توان گفت که به غیر از پروژه مالچ‌پاشی، در سایر پروژه‌ها امکان جلب مشارکت جوامع محلی و ورود آنان در فرایند اجرایی میسر می‌باشد.

نحوه به‌کارگیری و جلب مشارکت جوامع محلی در اجرای پروژه‌ها

نحوه به‌کارگیری و جلب مشارکت جوامع محلی در اجرای پروژه‌ها به شرح زیر می‌باشد:

در صورتی که در روند جانمایی محدوده مطالعاتی و انجام مطالعات، فرایند جلب مشارکت جوامع محلی به درستی و کامل صورت گرفته باشد، به‌کارگیری جوامع محلی (حتی فراتر از مراکز جمعیتی هدف) در مرحله اجرای پروژه‌ها به سهولت و در حد بالایی از مشارکت کمی و کیفی امکان‌پذیر خواهد بود.

در این بخش مراحل و گام‌های پیشنهادی بدین شرح می‌باشد:

برگزاری کارگاه مشورتی برای کلیه دست‌اندرکاران و ذینفعان با هدف:

ارائه پروژه‌های اجرایی و پیشنهادی در طرح مطالعاتی برای جوامع محلی و معرفی مجدد پروژه‌ها، جانمایی‌ها و اثرات مورد انتظار از اجرای آن‌ها

تصویب و تأیید مجدد پروژه‌های اجرایی توسط جامعه روستایی و رفع ایرادات و اصلاحات احتمالی و بروز نمودن آن‌ها

تعیین گروه‌های هدف مشارکت‌کننده در اجرای پروژه‌ها: این گروه‌ها می‌توانند بر اساس جنسیت (گروه‌های زن، مرد و یا گروه‌های مشترک)، روابط قومی و طایفه‌ای و یا نوع معیشت روستاییان (گروه‌های دامداران، مرتع‌داران، کشاورزان و...) شکل گیرند.

شناسایی و تعیین هر یک از گروه‌های مشارکت‌کننده در اجرای هر یک از پروژه‌ها

ارائه آموزش‌های فنی - کارشناسی در مورد نحوه اجرای هر یک از پروژه‌ها به گروه‌های هدف

نکته حائز اهمیت در این بخش این است که در برخی از پروژه‌ها که در آینده نیاز به مراقبت و نگهداری و یا آبیاری سنواتی دارند، بهتر است در انتخاب گروه‌های هدف مشارکت‌کننده به نحوی عمل نمود که بتوان از مشارکت همین افراد

در مرحله مراقبت و نگهداری و آبیاری استفاده نمود. این عمل ضمن ایجاد انگیزه‌هایی در افراد و تضمین تداوم درآمدزایی آینده آنان، کارکرد و بازدهی این مشارکت را از همان ابتدا به‌طور چشمگیری ارتقاء داده و ضمانت می‌نماید.

قطعه‌بندی / تقسیم‌بندی / پارسل‌بندی، عرصه / عرصه‌های اجرایی و تهیه نقشه قطعات با مقیاس اجرایی (ترجیحاً ۱:۲۰۰۰). در ادامه در یک جلسه مشترک نقشه قطعات برای گروه‌های مشارکت‌کننده توضیح داده می‌شود. پس از توجیه شدن افراد نسبت به شرایط هر قطعه (توپوگرافی، اداپیک، پروفیل خاک و...) با مشارکت و توافق همه گروه‌ها / افراد قطعات / پارسل‌های تعیین شده برای مشارکت هر گروه مشخص و نهایی می‌گردد.

در اینجا ذکر چند نکته ضروری است:

- در اختیار قرار دادن نهاده و یا ابزار در هر یک از پروژه‌ها (مثل نهال، تانکر، سرشاخه و...) برای هر گروه / افراد می‌بایست از نظر کیفی و کمی به‌طور مساوی و عادلانه صورت پذیرد. چرا که در غیر این صورت علاوه بر ایجاد بازخورد منفی در بین روستاییان، پایش عادلانه عملکرد هر گروه را با مشکل مواجه می‌کند.

- در تقسیم‌بندی عرصه / عرصه‌های اجرایی، می‌بایست از تعدد قطعه‌بندی پرهیز نمود، چرا که در غیر این صورت باعث عدم یکنواختی و یکسانی در عملیات اجرایی می‌گردد.

- پیش‌بینی اهرم‌های تشویقی و تنبیهی با هدف:

ایجاد انگیزه در گروه‌هایی که موفق عمل می‌نمایند، مثل تمدید جمعی قرارداد و یا در اولویت قرار دادن آن‌ها برای قراردادهای بعدی

جلوگیری از ادامه کار غیراصولی و ناموفق و لغو قرارداد

بازخورد نتایج هر دو اقدام فوق در سایر گروه‌ها (حتی در سایر مناطق اجرایی) و به حداقل رساندن تکرار اقدامات نامناسب.

۳-۳-۵ مشارکت در مراقبت و نگهداری از پروژه

در این مرحله (همان‌گونه که در بخش قبل توضیح داده شد) بهترین و کارآمدترین رویکرد، استفاده از مشارکت همان گروه‌ها و یا افرادی است که در مرحله اجرایی پروژه نقش داشته‌اند. در این صورت تمامی مراحل عنوان شده در بخش ب (اجرای پروژه)، در این بخش نیز وارد و لازم‌الاجرا می‌باشد.

در اینجا ذکر یک نکته کلیدی حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به اینکه مراقبت و نگهداری و یا آبیاری سنواتی از مهم‌ترین عوامل و مؤلفه‌های موفقیت پایداری و ثبات پروژه می‌باشد، اکیداً پی‌شنهاد می‌گردد در زمان انعقاد تفاهم‌نامه و یا قرارداد با گروه‌های هدف (در صورت عدم محدودیت در ضوابط بودجه و عدم ایراد حقوقی و قانونی) مدت زمان انعقاد قرارداد به نحوی تنظیم گردد که از مرحله اجرایی پروژه تا اتمام مراقبت، نگهداری و آبیاری پروژه را شامل گردد.

۴-۳-۵ مشارکت در پایش و ارزیابی پروژه

یکی از مهم‌ترین ارکان هر طرح و پروژه‌ای، پایش روند اجرایی پروژه و ارزیابی اثرات و نتایج آن می‌باشد. در پایش و ارزیابی ذکر چند نکته ضروری و مورد تأکید می‌باشد:

گروه‌ها / افراد مشارکت‌کننده می‌بایست کاملاً مستقل از گروه‌ها / افراد دخیل در فرایند اجرایی پروژه باشند.

به‌منظور انتخاب این گروه‌ها می‌توان به چند روش عمل نمود:

- انتخاب اعضای این گروه‌ها را می‌توان از همان مرحله برگزاری کارگاه‌های آموزشی - مشورتی آغاز نمود. در این کارگاه‌ها می‌بایست افرادی را با خصوصیات نظیر علاقه‌مندی زیاد، حس مشارکت قوی، سابقه کار مشارکتی در موضوع مشابه، سطح تحصیلات بالاتر، انگیزه و تمایل قوی به احیای منابع طبیعی منطقه و... شناسایی نموده و در این مرحله تحت آموزش‌های مربوطه قرار گیرند.

- ترکیب تیم پایش و ارزیابی از میان اعضای شورای اسلامی، دهیاری، خبرگان محلی انتخاب گردند.

- به دلیل تخصص و کارشناسی بودن برخی از پروژه‌ها، تیم پایش و ارزیابی، ترکیبی مشترک از جامعه محلی و کارشناسان دولتی انتخاب گردند.

برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای اعضای تیم پایش و ارزیابی با هدف آشنایی با:

مفاهیم پایش و ارزیابی

هدف و کارکرد پایش و ارزیابی

چگونگی انتخاب شاخص‌ها و معیارهای پایش و ارزیابی

اهمیت پایش در جلوگیری از انحراف پروژه

چگونگی تنظیم برنامه زمان‌بندی پایش

نحوه تنظیم گزارش‌های پایش

بدیهی است که در مورد هر نوع پروژه، می‌بایست در کارگاه‌های آموزشی به تمامی موارد فوق‌الذکر به صورت جداگانه پرداخته شود. در این خصوص طراحی جدول پایش ساده و قابل انجام برای روستاییان لازم و ضروری می‌باشد.

برای مثال در مورد پروژه نهال‌کاری مواردی که می‌بایست برای طراحی جدول موردتوجه قرار گیرند، بدین شرح می‌باشند:

عنوان پروژه

مناسب‌ترین زمان شروع و پیش‌بینی بهترین زمان خاتمه

هدف کوتاه‌مدت و بلندمدت از اجرای پروژه

درصد پوشش گیاهی عرصه قبل از اجرای پروژه

میزان / درصد مورد انتظار در افزایش تاج پوشش گیاهی بعد از اجرا (این قسمت می‌توانند در چند بازه زمانی پس از اتمام اجرای پروژه صورت پذیرد)

ذکر مشکلات و نواقص در حین اجرا و ارائه راه‌حل‌های پیشنهادی

در اینجا باید دقت نمود که علاوه بر بخش نهال و پوشش گیاهی، می‌توان به سایر معیارها و شاخص‌های دخیل و مؤثر در موفقیت پروژه نهال‌کاری نظیر نوع نهال انتخابی، کیفیت چاله‌های حفر شده، میزان و کیفیت آب آبیاری نیز اشاره کرد. ولی باید توجه نمود که نفس این نوع پایش، مشارکتی بودن آن می‌باشد. لذا هر چند که لحاظ نمودن معیارها و شاخص‌های بیشتر به غنا و کارآمدی طرح پایش می‌افزاید، ولی با در نظر گرفتن اینکه این کار می‌بایست توسط جامعه محلی صورت پذیرد، پس بهترین گزینه و رویکرد طراحی ساده‌ترین و کارآمدترین سیستم پایش و ارزیابی می‌باشد.

پشتوانه قانونی مشارکت مردمی: بند (ب) ماده ۲۹ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور

بند (ب) ماده ۲۹، در واقع فرصتی قانونی و حقوقی جهت فراهم آوردن امکان مشارکت جوامع محلی و روستاییان از مدیر تشکل‌ها، سازمان‌های مردم‌نهاد، تعاونی‌ها، گروه‌های محلی روستایی و عشایری می‌باشد. در صورت وجود چنین ساختارهایی در منطقه اجرایی پروژه، بهترین رویکرد بهره‌برداری از این ظرفیت موجود و پشتوانه قانونی آن می‌باشد.

در چنین شرایطی بهترین نحوه به‌کارگیری مشارکت جوامع محلی، استفاده از مدل و الگوی مشارکتی پروژه «مدیریت مشارکتی منابع طبیعی و توسعه پایدار روستایی (ترسیب کرین)» می‌باشد. در این حالت شکل و قالب مشارکت جوامع

محلی (با توجه به مرحله شکل‌گیری پروژه ترسیب کربن) می‌تواند از طریق گروه‌های توسعه، صندوق‌های خرد اعتباری و تا تعاونی‌های موجود باشد.

به دلیل پویایی و جامعیتی که مدل مذکور دارا می‌باشد، در صورت وجود سایر تشکلهای مردمی و یا تعاونی‌های مرتبط، نیز می‌توان با مشابه‌سازی دستورالعمل مراحل و ارکان اجرایی پروژه با سایر تشکلهای موجود، فرایند بسیج جوامع محلی و جلب مشارکت آنان (تشکل‌ها و تعاونی‌ها) را عملیاتی نمود.

با توجه به موارد ذکر شده میزان توانایی و درصد مشارکت جامعه محلی در اجرای مراحل هر پروژه در جدول (۴-۵) ارائه گردیده است.

جدول ۵-۴- توانایی جامعه محلی در اجرای پروژه‌های بیابان‌زدایی

نوع پروژه	مراحل اجرای پروژه	توانایی جامعه محلی در اجرای مراحل هر پروژه	درصد مشارکت
جمع آوری بذر	تعیین نوع و مقدار بذر مورد نیاز شناسایی گونه های مناسب جمع آوری بذر جمع آوری بذر با روش مناسب نگهداری بذر	تعیین نوع و مقدار بذر مورد نیاز شناسایی گونه های مناسب جمع آوری بذر جمع آوری بذر با روش مناسب نگهداری بذر	۱۰۰
بذرکاری و بذریشی	تهیه بذر فراهم نمودن بستر کاشت بذرکاری و بذریشی	جمع آوری بذر گونه های بومی اجرای کامل پروژه	۱۰۰
تولید نهال گلدانی	ایجاد نهالستان فراهم نمودن نهاده های لازم (خاک، کود، بذر) مراقبت و آبیاری	ایجاد نهالستان فراهم نمودن نهاده های لازم (خاک، کود، بذر) مراقبت و آبیاری	۱۰۰
نهال کاری	انتقال نهال به عرصه چاله کنی و ایجاد بستر کاشت کاشت	انتقال نهال به عرصه چاله کنی و ایجاد بستر کاشت کاشت	۱۰۰
آبیاری	تامین آب انتقال آب به عرصه آبیاری	تامین آب انتقال آب به عرصه آبیاری	۱۰۰
حفاظت و قرق	شناسایی آفات و امراض مقابله با آفات و بیماری قرقبنی	مقابله با آفات و بیماری قرقبنی	۷۰
احداث هلالی آبگیر	احداث هلالی در جهت شیب بذریشی	احداث هلالی در جهت شیب بذریشی	۱۰۰
احداث بادشکن زنده	تولید نهال کاشت ردیفی در جهت باد	تولید نهال کاشت ردیفی در جهت باد	۱۰۰
احداث بادشکن غیرزنده	فراهم نمودن مواد و مصالح در دسترس احداث باد شکن با استفاده از مصالح	فراهم نمودن مواد و مصالح در دسترس احداث باد شکن با استفاده از مصالح	۱۰۰
مدیریت چرا	تعیین سیستم چرای کنترل زمان ورود و خروج دام کنترل تعداد دام چرای تناوبی	کنترل زمان ورود و خروج دام کنترل تعداد دام چرای تناوبی	۷۰
مالچ پاشی همراه با نهال کاری	تحويل و انتقال مالچ به عرصه فراهم نمودن امکانات مالچ پاشی از جمله اسکی و بولدوزر پاشیدن مالچ تولید نهال گلدانی کاشت نهال	تولید نهال گلدانی ایجاد بستر کاشت کاشت نهال	۴۰

۴-۵ نتیجه‌گیری کلی

روند فزاینده تخریب سرزمین و بیابان‌زایی و محدودیت‌های تشکیلاتی و اعتباری مدیریت منابع طبیعی کشور از یک سو، و وجود قابلیت‌ها و ظرفیت‌های کمتر دیده شده‌ی جامعه محلی در این راستا از سوی دیگر، ضرورت ارائه و بکارگیری یک الگوی مشارکتی موفق جهت مدیریت پایدار پروژه‌های مقابله با بیابان‌زایی را بیش از پیش نمایان ساخته که چارچوب و هدف طرح حاضر را شکل داده است.

الگو یا شیوه‌نامه‌ی مشارکت جوامع محلی در راستای مدیریت پایدار پروژه‌های مقابله با بیابان‌زایی (الگوی پروژه ترسیب کربن)، از طریق توانمندسازی، نهادسازی، ارائه طرح مدیریت مشارکتی و پایش و ارزیابی آن محقق خواهد گردید. مراد از توانمندسازی در این الگو، یعنی فراهم نمودن زیرساخت‌های لازم جهت تفویض اختیار مدیریت ادارات منابع طبیعی به جامعه محلی جهت اجرای کامل پروژه‌های احیایی است. در این راستا ابتدا لازم است ضمن شناخت منابع پایه منطقه و وضعیت اقتصادی و اجتماعی جامعه هدف، با برگزاری کارگاه‌های آموزشی، دانش، آگاهی و توانایی جامعه محلی در راستای مدیریت مشارکتی و اجرای فعالیت‌های احیایی تقویت گردد.

در ادامه برای فراهم نمودن زیرساخت‌های لازم جهت کار با جامعه محلی و عملی نمودن یک مشارکت پایدار، نیاز به نهادسازی است. در این راستا سه نهاد اجتماعی (گروه توسعه روستا)، اقتصادی (صندوق اعتباری خرد) و حقوقی (تعاونی توسعه پایدار) شکل خواهد گرفت. گروه‌های توسعه، محلی برای مشورت و تصمیم‌سازی بوده و با هدف تقویت اعتماد، انسجام و مشارکت در جامعه هدف شکل می‌گیرند. از آنجا که بر اساس تجارب موجود، مشارکتی پایدار خواهد ماند که به نوعی با منبع و انگیزه مالی گره خورده باشد و همچنین از آنجا که هدف از مدیریت مشارکتی انجام کار توسط جامعه محلی بوده و یکی از رویکردهای مهم اجرایی آن، انتقال درصدی از صرفه جویی در هزینه‌ها توسط جامعه محلی به حساب خود آنهاست، لذا ایجاد و استقرار یک نهاد مالی مانند صندوق اعتباری خرد ضروری به نظر می‌رسد. صندوقی که همچنین با اعطای منابع مالی پس‌انداز شده به شکل وام‌های سریع الوصول و کم‌بهره می‌تواند نقش مهمی در ایجاد معیشت جایگزین و کاهش وابستگی جامعه محلی به منابع طبیعی ایفا نماید. در ادامه برای ایجاد یک نهاد حقوقی که بتواند موانع مرتبط با انعقاد قرارداد با جامعه محلی را از میان بردارد، تعاونی توسعه پایدار در سطح حوزه آبخیز ایجاد خواهد گردید.

در گام بعد می‌بایست طرح مدیریت مشارکتی پروژه‌های مقابله با بیابان‌زایی با مشارکت کامل جامعه محلی در تمام مراحل برنامه‌ریزی، اجرا، نظارت و بهره‌براری تهیه گردیده و تمام فعالیت‌های احیایی در آن دیده شود. در ادامه با انعقاد قرارداد با نهادهای ایجاد شده (بخصوص تعاونی توسعه پایدار روستایی)، اجرای پروژه‌ها به جامعه محلی محول خواهد گردید.

در ادامه، پایش و ارزیابی این الگو، منجر به شناسایی نقاط قوت و رفع نقاط ضعف خواهد شد.

مهمترین مزیت الگوی معرفی شده، کاهش هزینه‌های اجرایی پروژه‌ها بوده که با توجه به محدودیت‌های اعتباری و تشکیلاتی منابع طبیعی کشور، ضمن ایجاد نوعی معیشت جایگزین برای جوامع محلی سطح بیشتری از اراضی را تحت پوشش فعالیت‌های احیایی قرار خواهد داد. تولید نهاده‌های لازم برای اجرای پروژه‌ها (مانند خاک، کود، بذر، نهال و...) توسط جامعه محلی، حفاظت بهتر از عرصه‌های احیایی، کاهش چشم‌گیر تخلف و تعرض به اراضی ملی، تقویت حس هویت و تعلق مکانی، تلفیق دانش بومی و نوین، مشارکت زنان، تقویت اعتماد، انسجام، مشارکت و افزایش کارایی و بهره‌وری از دیگر مزیت‌های مهم این نوع الگوی اجرایی خواهد بود.

۶ منابع

- ابراهیمی، ا. ۱۳۸۰. مطالعه میدانی- آزمایشگاهی نقش فراورده های بوم آورد در تثبیت و استحکام بخشی خشت خام و اندود کاهگل (مطالعه موردی، ذیقورات چغازنبیل). پایان نامه کارشناسی ارشد مرمت تاریخی، دانشکده هنر دانشگاه اصفهان.
- ابطحی، سید مرتضی. ۱۳۹۵. بررسی افزایش تولید مراتع از طریق انتخاب گونه های مناسب و تاثیر روش های مختلف کاشت بر میزان تولید آنها (مطالعه موردی: مراتع شوراب کاشان)، فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران، ۷(۱): ۴۵-۵۵.
- احمدی، حسن. ۱۳۶۷. ژئومورفولوژی کاربردی انتشارات دانشگاه تهران - شماره ۱۹۵۴.
- احمد، حسن. ۱۳۸۳. بررسی عوامل مؤثر در بیابان زایی - فصلنامه جنگل و مرتع - شماره ۶۲.
- احمدی، حسن. ۱۳۷۲. محاسبه آستانه فرسایش بادی با استفاده آن در طراحی شبکه بادشکن در مناطق خشک و بیابان ها، مجله منابع طبیعی ایران شماره ۴۶ سال ۱۳۷۲.
- احمدی، حسن. ۱۳۸۷. ژئومورفولوژی کاربردی - جلد ۲ (بیابان - فرسایش بادی) - چاپ سوم - انتشارات دانشگاه تهران.
- احمدی، حسن، اختصاصی محمد رضا، ۱۳۷۷. بررسی اثر مالج سنگریزه ای در کاهش فرسایش بادی اراضی دق میر قابل کنترل بیولوژیکی، مجله بیابان، ۶(۱): ۱ - ۱۴.
- احمدی، حسن، اختصاصی، محمد رضا، فیض نیا، سادات، قانع بافقی، محمد جواد. ۱۳۸۱. بررسی روش های کنترل فرسایش بادی برای حفاظت راه آهن مطالعه موردی منطقه بافق، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۵(۳): ۳۲۷-۳۳۹.
- احمدی، حسن، علی محمد طهماسبی بیرگانی، حسینقلی رفاهی و محمد رضا اختصاصی. ۱۳۷۸. بررسی منشاء رسوبات بادی دشت نگار، مجله منابع طبیعی ایران.
- اختصاصی، محمد رضا. ۱۳۷۵. منشاء یابی تپه های ماسه ای در حوزه دشت یزد - اردکان، چاپ اول موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.
- اختصاصی محمد رضا. ۱۳۸۴. پروپوزال طرح ملی احداث بادشکن اطراف مزارع در کشور.
- اختصاصی، محمد رضا و حسن احمدی. ۱۳۷۴. منشاء یابی تپه های ماسه ای در ایران (مطالعه موردی، منشاء یابی ارگ یزد)، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷ سال ۱۳۷۴ - ص ۲۲-۵.

- اختصاصی، محمدرضا. ۱۳۸۲. تعیین حداقل انبوهی نهال تاغ جهت طراحی بادشکن های درختی و کنترل فرسایش بادی در شرایط ایران مرکزی -همایش ملی تاغ و تاغکاری ایران.
- اختصاصی، محمدرضا. ۱۳۸۹. گیاهان مناسب تثبیت تپه ها و پهنه های ماسه ای ایران (ماسه رست های مهم در ایران، منشاء یابی ارگ یزد)، انتشارات دانشگاه یزد.
- اختصاصی، محمدرضا. ۱۳۹۹. جزوه کلاسی ژئومرفولوژی کاربردی، دانشگاه یزد.
- اختصاصی، محمدرضا، دانشور، محمدرضا، ابوالقاسمی، محمد، فیض نیا، سادات، صارمی نایینی، محمدعلی. ۱۳۸۵. اندازه گیری و تهیه نقشه جریان ماسه بادی به روش نصب تله های رسوبگیر (پژوهش موردی: دشت یزد- اردکان)، منابع طبیعی ایران، ۵۹(۴): ۷۷۳-۷۸۱.
- اخوان، جلال. ۱۳۸۰. مالچ و مالچ پاشی در ایران - دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی سازمان جنگل ها و مراتع کشور.
- آذرنیوند، حسین و زارع چاهوکی، محمدعلی، ۱۳۸۷. اصلاح مرتع، دانشگاه تهران، ۳۵۴ ص.
- اسدی، سید مجتبی، ۱۳۷۹. پیتینگ و کنترفارو دو روش ذخیره نزولات آسمانی و راه هایی برای مبارزه با خشک سالی، اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشک سالی، کرمان.
- آقازمانی، جمشید. ۱۳۸۳. انتخاب گونه و نیاز آبی در توسعه جنگل و فضای سبز -انتشارات راه سبحان.
- اکبرنیا، حسن، علایی ابراهیم. ۱۳۸۳. گزارش پیشرفت پروژه طرح بررسی و بهبود کیفیت مالچ های نفتی -پژوهشگاه صنعت نفت -پژوهشکده پالایش نفت -واحد قیرسازی
- انصاری، و.، ۱۳۸۸. اصول فنی -اجرای پروژه های اصلاح و احیاء مراتع، نشر پونه، ۱۶۸ ص.
- اویس، طیب، پرینز، دیترا، و ها شم، احمد، ۱۳۹۶. استحصال آب برای کشاورزی در مناطق خشک، ترجمه: بنی حبیب، محمدابراهیم، اسعدی مهربانی، مژگان، و عزتی امینی، مارینا، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۲ ص.
- ایوانی، م.ج.، عاطفی، م. و قاسم زاده محمدی، و.، ۱۳۹۱. هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای و راه های کاهش در محصولات غذایی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۵، ۸۴۵-۸۵۳.
- باباخانی، سجاد، ۱۳۹۱. کاربرد مالچ سنگریزه ای در کنترل فرسایش بادی و تثبیت شن های روان (مطالعه موردی خاک های دشت اڑیه اصفهان)، سومین همایش مقابله با بیابان زایی و توسعه پایدار تالاب های کویری ایران.
- بنهانی، نادر. ۱۳۷۵-۱۳۳۶. ایمنی و حفاظت فنی -مؤسسه چاپ و انتشارات یادواره اسدی.

- بهی، م، اوتادالعجم، ا، ملکوتی، م. ج. ۱۳۵۲، نشریه شماره ۱۴، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- بیروودیان، نادر. ۱۳۷۶. اصول مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- پاشایی، عباس. ۱۳۵۳. تثبیت بیولوژیکی تپه‌های شنی خوزستان، دانشگاه جندی‌شاپور، نشریه شماره ۷۲/۱۸.
- پتروف. ۱۳۵۶. شیوه‌های گوناگون تثبیت شن‌های روان در مناطق خشک حفاظت از اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی، مترجم علی خلدبرین، دفتر حفاظت خاک و آبخیزداری.
- پرویزپور، داریوش. ۱۳۸۰. حوادث ناشی از کار و طرق پیشگیری از آن‌ها، نشریه دانشکده بهداشت دانشگاه تهران.
- تدوین تجارب تثبیت شن‌های روان و کنترل بیابان زائی در ایران. ۱۳۷۵. دفتر تثبیت شن و کنترل بیابان‌زائی.
- ثروتی، محمدرضا. ۱۳۷۵. بیابان و ژئومورفولوژی آن، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی - سازمان جنگل‌ها با همکاری دانشگاه تهران، استانداری کرمان - دانشگاه کرمان.
- جزیره‌ای، محمدحسین. ۱۳۸۰. جنگل کاری در خشک‌بوم - انتشارات دانشگاه تهران.
- جعفری تختی نژاد، ابراهیم، ذاکری، امید، اسدپور، رحمان، سلطانی پور، محمدامین، و کمالی، مصطفی، ۱۳۹۷. پیتینگ سامانه ذخیره نزولات مؤثر بر حفظ رطوبت خاک در حوزه آبخیز دهگین استان هرمزگان، هفتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبخیز باران، تهران.
- جهان‌تیغ، منصور، ۱۳۹۶. مقایسه دو روش ذخیره نزولات آسمانی (کنتورفارو و پیتینگ) بر روی پوشش گیاهی در منطقه ایرانشهر، جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۲۲.
- جواد، نیما، پناه پور، حسن، فیروزی کرمجوان، عباس. ۱۳۹۶. بررسی آزمایشگاهی تاثیر رطوبت در پارامترهای مکانیکی مخلوط میکرو سیلیس با خاک رس شمال تبریز، سومین همایش بین‌المللی معماری عمران و شهر سازی در آغاز هزاره سوم، تهران.
- چکشی، بهاره، طباطبایی یزدی، جواد. ۱۳۹۱. استحصال آب باران شیوه‌ای جهت استفاده از دانش بومی به‌منظور تأمین آب در مناطق خشک، اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبخیز باران، مشهد، ایران.
- چکشی، بهاره، محمودی، عباسعلی، و پژمرده، مصطفی، ۱۳۹۱. استفاده از دانش بومی با تأکید بر روش کمان آبخیز جهت احیا و بهبود پوشش گیاهی در راستای شیوه‌های استحصال آب باران - مطالعه موردی استان خراسان جنوبی، اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبخیز باران، مشهد.

- حجازی، مجتبی، قربانی، منصور. ۱۳۷۳. زمین شناسی ایران، کائولن و رس های نسوز، انتشارات سازمان زمین شناسی، ۱۷۰ صفحه.
- حسینی مرنندی، ح.، خویفکر، ح. و عرب خدری، م.، ۱۳۸۴. مطالعه، شناسایی و ارزیابی روش های سنتی بهره برداری از سیلاب در سیستان و بلوچستان، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.
- حقانی. ۱۳۸۲. دستورالعمل فنی، اجرای پروژه مالچ پاشی، دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی، گروه حفاظت خاک.
- حقایقی مقدم، سیدابوالقاسم. ۱۳۸۳. بررسی امکان استفاده از مواد اصلاحی و نگه دارنده رطوبت در خاک جهت افزایش کارایی مصرف آب، روش های کاهش خسارت خشکی و خشکسالی، کمیته ملی مدیریت خشکی و خشکسالی کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی - معاونت زراعت.
- حکیمی بافقی، سمیه السادات. و سید فخرالدین افضل. ۱۳۹۰. اثر مالچ تهیه شده از ضایعات سنگبری بر میزان فرسایش بادی. مجموعه مقالات متن کامل اولین کنگره بین المللی پدیده گرد و غبار و مقابله با آثار زیانبار آن. ص ۹۷۵ - ۹۸۲.
- حیدری شریف آباد، حسین. ۱۳۸۳. پایداری تولید در مناطق خشک، روش های کاهش خسارت خشکی و خشکسالی.
- حیدری، محمد، حسن احمدی، محمدرضا اختصاصی، جواد درینی. ۱۳۸۹. بررسی مالچ سنگریزه های بر فرسایش بادی با استفاده از تونل باد، دومین کنفرانس فرسایش بادی و طوفان های گردوغبار، دانشگاه یزد.
- خلدبرین، علی. ۱۳۵۴. طرح جامع تثبیت شن های روان در استان سیستان و بلوچستا، دفتر حفاظت خاک و آبخیزداری.
- خلدبرین، علی. ۱۳۵۸. مقدمه ای بر فرسایش بادی و باد شکن، دفتر حفاظت خاک و آبخیزداری سازمان جنگل ها و مراتع کشور.
- خلدبرین، علی. ۱۳۷۲. دستورالعمل تدوین طرح های جامع بیابان زدایی، دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی.
- خلدبرین، علی. ۱۳۷۴. خشکی و خشکسالی و روش های مقابله با آن، دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی.
- خلدبرین، علی. ۱۳۷۴. مفاهیم و تعاریف در بیابان زایی و بیابان زدایی، دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی.
- خلدبرین، علی. ۱۳۸۰. برنامه اقدام ملی بیابان زدایی مطالعات فرسایش، دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی.
- خلدبرین، علی. ۱۳۸۰. تدوین سی سال تجربه در زمینه تثبیت ماسه های روان، دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی.
- خلدبرین، علی. ۱۳۶۴. مبانی تئوریک در فرسایش باد، مجموعه فرسایش بادی در تئوری جلد اول، دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی شماره ۱۵.

- خلدبرین، علی. ۱۳۷۳. توسعه پایدار و مناطق خشک، دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی.
- خلدبرین، علی. ۱۳۷۴. توسعه پایدار در مناطق خشک، دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی.
- خلدبرین، علی. ۱۳۸۰. برنامه اقدام ملی بیابان‌زایی (کتاب)، دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی.
- خلدبرین، علی. ۱۳۶۵. مجموعه فرسایش بادی در تئوری - انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.
- درویش، محمد. ۱۳۸۳. دستاوردهای تجربیات ایران در مهار بیابان‌زایی و خشکسالی، مجله جنگل و مرتع - شماره ۵۸.
- دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی - ۱۳۸۳ - تحلیل گزارش عملکرد فیزیکی - ریالی فعالیت‌های بیابان‌زدایی از گذشته تاکنون - گروه نظارت و ارزیابی طرح‌ها.
- دلخوش، مصطفی، ۱۳۸۳، احداث هلالی آبگیر، پروژه‌ای مناسب جهت احیاء و اصلاح مراتع خشک و نیمه‌خشک، سومین همایش ملی مرتع و مرتعداری ایران، کرج.
- دیانت نژاد حسن، به‌سفر علی‌اصغر. ۱۳۶۶. بررسی‌های بوم‌شناسی - گیاهان در محیط‌های شور، مرکز تحقیقات مناطق بیابانی ایران، شماره ۲۱.
- ذاکری، مسعود، ۱۳۹۱. ذخیره نزولات آسمانی (احداث کنتور فارو)، اولین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد.
- رحمتی، محمود. ۱۳۹۸. بررسی رفتار آسفالتین با ساختار N6 در حلال‌های آروماتیک به‌وسیله شبیه‌سازی دینامیک مولکولی - پژوهش نفت، ۱۰۵، ۱۴۸-۱۵۸.
- رستمی، نورالدین، کریمی، حاجی، توکلی، محسن، میرحسینی، مرزیه. ۱۳۹۸. ارزیابی کارایی استفاده از مالچ نفتی در فرسایش بادی و تثبیت شن‌های روان، منطقه ابوغویر دهلران، طرح پژوهشی دانشگاه ایلام، ۱۹۷ صفحه.
- رفاهی، حسینقلی. ۱۳۷۸. فرسایش بادی و کنترل آن، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.
- رفاهی، حسینقلی. ۱۳۹۱. فرسایش بادی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ ششم. ۳۲۰ ص.
- رهبر، اسماعیل. ۱۳۶۶. اثر توأم پاره‌ای از ویژگی‌های فیزیکی خاک، انبوهی و بارندگی روی رشد و سرسبزی جنس تاغ، وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع شماره ۵۰.
- رهبر، اسماعیل. ۱۳۸۴. اهمیت شنزارها در مناطق خشک، فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۶۶.

- روحی پور حسن، جمال قدوسی. ۱۳۷۳. تعادل رطوبت و وضعیت آب در شنزارهای مناطق خشک- مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع -نشریه شماره ۹۴.
- روحی پور، ح، ۱۳۶۷. گزارش مقدماتی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.
- زارع کیا، صدیقه، فیاض، محمد، زارع، محمدتقی، و ابوالقاسمی، محمد، ۱۳۹۷، بررسی روش‌های ذخیره نزولات آسمانی و فصل کشت در استقرار اولیه گونه *Astragalus squarrosus* در استان یزد (بررسی موردی: مراتع کالمند بهادران)، نشریه مدیریت بیابان، شماره ۱۱، صفحات ۳۹-۵۰.
- زارع، سلمان. ۱۳۹۴. بررسی کارایی مالچ‌های رزین، معدنی، پلیمری و بیوپلیمری جهت تثبیت تپه‌های ماسه‌ای و امکان سنجی جایگزینی آن‌ها با مالچ نفتی، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران، ۴۸۳ ص.
- زارع، سلمان، ۱۴۰۰. جزوه کلاسی کنترل فرسایش بادی از طریق ایجاد بادشکن، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۵۰ صفحه.
- زارع، سلمان، ۱۴۰۰. جزوه کلاسی مالچ و مالچ‌پاشی در ایران، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۶۵ صفحه.
- زارع، سلمان، اختصاصی، محمدرضا، احمدی، حسن، ممبنی، مریم، ترابی، علی. ۱۴۰۰. مروری بر خاک‌پوش سنگریزه‌ای و مقایسه اقتصادی آن با خاک‌پوش نفتی، مجله جنگل و مرتع.
- صالحی مورکانی، معصومه، زارع، سلمان، ممبنی، مریم، خوجون، لیو. ۱۴۰۱. مروری بر کاربرد باد شکن مکانیکی جهت کنترل فرسایش بادی، مجله جنگل و مرتع، شماره ۱۱۸.
- زهتابیان غلامرضا، آرش ملکیان و حسن خسروی. ۱۳۸۴. معیارها و شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی ایران، فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۶۶.
- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، ۱۳۸۷. دستورالعمل اصلاح مراتع با استفاده از روش‌های ذخیره نزولات آسمانی، ضابطه شماره ۴۱۹، ۶۰ ص.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. ۱۳۸۱. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، دستورالعمل استفاده از امولسیون‌های قیری در راه‌سازی، نشریه شماره ۲۰۷.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. ۱۳۸۳. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، تجدیدنظر دوم، نشریه شماره ۵۵.

- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. ۱۳۸۴. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی - پایش و ارزشیابی دستاوردهای طرح‌های مدیریت آب‌خیز. ترجمه نشریه شماره ۲۴ خواربار و کشاورزی.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. ۱۳۷۸. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، آیین‌نامه طرح مهندسی راه روستایی، نشریه شماره ۱۹۶.
- سالاری‌نیا، مصیب، مجید محمودآبادی. ۱۳۹۲، بررسی تاثیر سرعت‌های باد در پوشش سنگریزه سطحی بر شدت فرسایش بادی با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی، دوازدهمین همایش ملی آبیاری و کاهش تبخیر کرمان.
- سرگزی، حسین و همکاران. ۱۳۸۴. نقش باد شکن غیرزنده در حفاظت از منابع زیستی و تاسیسات اقتصادی سیستان- اولین همایش ملی فرسایش بادی.
- سلیمانی، فریدون، و عرب خدری، محمود، ۱۳۹۸. بررسی نقش گوراب در تأمین آب روستاهای مناطق بیابانی خوزستان، مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، دوره ۷، جلد ۳، صفحات ۳۷-۴۸.
- شادمهری طوسی، امیرحسین، دانش، شهناز، حسینی، سید محمود. ۱۳۹۶. بررسی پتانسیل جمع‌آوری آب باران از سطح ساختمان‌ها، چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، تهران، ایران.
- شرکت ملی نفت ایران. ۱۳۴۶. خلاصه اطلاعات جمع‌آوری شده درباره استفاده از فرآورده‌های نفتی در امور کشاورزی و تثبیت شن‌های روان و مطالبات مقدماتی، قسمت پخش فرآورده‌های نفتی.
- شینی، ی.، معتمدی، ح.، پور بابایی، ا.ع.، ۱۳۹۳. جدا سازی و شناسایی باکتری‌های تجزیه کننده پسماند نفت از مخزن بهره‌برداری شماره ۹ مسجد سلیمان، فصلنامه علمی-پژوهشی زیست‌شناسی میکروارگانیسم‌ها، ۳ (۱۰)، ۲۶-۱۳.
- طرح شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت‌های اجرایی کشور. ۱۳۸۱. (خلاصه کشوری)، دفتر تثبیت شن و کنترل بیابان زائی با همکاری شرکت مهندسی مشاور تاک سبز.
- طهما سبی بیرگانی، علی محمد و همکاران. ۱۳۸۴. طرح شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی کشور نمودی از تلاش تیم کارشناسی ایران در راستای مدیریت بحران، اولین همایش ملی فرسایش بادی.
- طهماسبی بیرگانی، علی محمد. ۱۳۸۰. احداث بادشکن در مناطق بیابانی ایران، نشریه دفتر تثبیت شن و بیابانزدایی.
- طهماسبی، ر. و رجبی ثانی، ر.، ۱۳۸۵. بهره‌برداری از منابع آب در بیابان، انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، ۲۳۷ص.

- عرب خدری، م. و کمالی، ک.، ۱۳۸۷، روش‌های سنتی حفاظت خاک و آب در ایران، راه سبحان، ۱۰۹ ص.
- عرب‌خدری، م. و کمالی، ک.، ۱۳۹۶. بندسار: روش سنتی حفاظت خاک و آب برای کشاورزی سیلابی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، کرج، ۷۰ ص.
- علوی بختیاروند، س.ن.، پارسه، ا.، احمدی مقدم، م.، جعفرزاده، ن.، ۱۳۹۱. بررسی کارایی گیاه پالایی برای آلاینده‌های نفتی در مقیاس گلخانه در خاک رسی و شور، مجله علمی پژوهشی تحقیقات نظام سلامت، ۸ (۷)، ۱۲۷۲-۱۲۷۹.
- علیپور، غلامرضا. ۱۳۸۰. معرفی گیاهان مناسب احیاء مناطق بیابانی و گرمسیری، انتشارات راه سبحان.
- علیزاده، امین. ۱۳۷۶. اصول هیدرولوژی کاربردی -دانشگاه امام رضا.
- فرزانه، روح اله. ۱۳۴۷. کاربرد مالچ جهت کاهش تلفات آب در حین انتقال در شبکه- دبیرخانه مالچ نفتی.
- فغانی، حشمت الله. ۱۳۷۵. ابعاد سیاسی امنیتی بحران آب در خاورمیانه‌ی عربی و آینده‌ی مذاکرات صلح اعراب و اسرائیل، تهران: وزارت امور خارجه، مرکز چاپ و انتشارات.
- فلاح عارفی، حسن، درویش محمد، بهره‌وری مطلوب از استعداد آبی کشور، آموزه مهار بیابان‌زایی، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، سازمان جنگل‌ها با همکاری دانشگاه تهران، استانداری کرمان، دانشگاه کرمان.
- قبادیان، عطاله، فلات مرکزی ایران، سیمای طبیعی استان کرمان در ارتباط با مسائل کویری، دانشگاه شهید چمران، اهواز (جندی‌شاپور).
- قربانیان، داریوش. ۱۳۸۴. بررسی و معرفی گونه‌های مهم درختی، درختچه ای و بوته ای به منظور احداث بادشکن در مناطق خشک و نیمه خشک، اولین همایش ملی فرسایش بادی.
- کردوانی، پرویز. ۱۳۸۹. مراتع مسائل و راه حل‌های آن در ایران. انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ۲۷۵ ص.
- کوهزاد، بنفشه، دستورانی، محمدتقی، و سپهر، عادل، ۱۳۹۴. بررسی تأثیر آبخیزهای خرد نگاریم در استحصال آب باران و تقویت بیلان رطوبتی خاک، چهارمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد.
- کیانوش، شادی، ۱۳۹۱. بنتونیت، خاک با هزار نوع مصرف، انتشارات گنج هنر، تهران.
- گزارش شش ماهه کمیته اجرایی طرح مالچ‌های نفتی به کمیته ستادی. ۱۳۴۷. دبیرخانه طرح مالچ نفتی.
- لقمان، حسین. ۱۳۶۲. شنزارهای کویر و روش‌های عملی احیاء آن، دفتر حفاظت خاک و آبخیزداری.

لقمان، حسین. ۱۳۷۵. مقایسه روش‌های بیولوژیک با استفاده و بدون استفاده از مالچ، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان اصفهان.

لقمان، ح. ۱۳۸۰. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

مالچ نفتی در ایران، از انتشارات مهندسی فرآورده‌های شرکت ملی نفت ایران پژوهشگاه صنعت نفت، سند ۴-۴۵۵.

مجدی، ه.، کریمیان اقبال، م.، کریم زاده، ح. و جلالیان، ا. ۱۳۸۵. "تاثیر انواع مالچ رسی بر میزان مواد فرسایش یافته بادی"، علوم و فنون کشاورزی، جلد ۱۰، ص ۱۵۰-۱۳۷.

مجموعه مقالات اولین همایش تاغ و تاغ کاری. ۱۳۸۲. سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور با همکاری دانشگاه تهران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، دانشگاه یزد، استانداری یزد.

محمدخان، ش.، نما شیری، ف. و اعتمادی، پ.، ۱۳۹۰. روش‌های سنتی تأمین آب جهت خودکفایی کشاورزی از طریق سامانه‌های دگار و هوتک (مطالعه موردی: منطقه دشتیاری - سیستان و بلوچستان)، همایش بین‌المللی دانش سنتی مدیریت منابع آب، یزد.

مسافری، محمد.، محمد فهمی نیا، رامین نبی‌زاده و حسن تقی پور. ۱۳۸۵. مدیریت زیست محیطی زایدات جامد صنایع سنگبری مطالعه موردی استان قم، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ج ۲، ص ۶۵-۷۴.

معتمد، احمد، نگاهی به انتشار و منشأ ماسه‌های ایران مرکزی، مجموعه مقالات بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران، جلد اول، مرکز تحقیقات کویری و بیابانی ایران وابسته به دانشگاه تهران.

معمارزاده، مهسا، امامی، حجت، کریمی، علیرضا. ۱۳۹۸. ارزیابی کارایی عملیات مکانیکی و زیستی بر فرسایش بادی در ایستگاه راه آهن تل حمید طیس، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۹(۳): ۱۱۳-۱۳۱.

مقیم، ح.، ۱۳۹۴. مهندسی آبخیز (روش‌های زیستی، زیست‌سازهای و مدیریتی)، انتشارات صبح انتظار، ۵۶۲ص.

ملکی، محسن، همتی، محسن، همتی، افسانه. ۱۳۹۵. تحلیل کاربرد روش‌های سنتی و نوین استحصال آب باران در مناطق خشک و نیمه‌خشک، پنجمین همایش سامانه‌های سطوح آبگیر باران، رشت، ایران.

منزوی، محمدتقی. ۱۳۷۵. آب‌رسانی شهری (چاپ دوم)، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

منوری، مسعود. ۱۳۸۰. راهنمای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پالایشگاه. سازمان محیط‌زیست، معاونت محیط‌زیست انسانی، مجموعه راهنمای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، شماره ۱۰.

مهاجری، سعید، اختصار صی محمد رضا. روش طبقه‌بندی و شدت بیابان‌زایی اراضی در ایران، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، سازمان جنگل‌ها با همکاری دانشگاه تهران-استانداری کرمان، دانشگاه کرمان.

مهدی زاده، منیژه، گلکاریان، علی، ناصری کمال الدین، طالبانفرد، علی اصغر. ۱۳۹۶. بررسی ارتباط رشد سیاه‌تاغ با خصوصیات خاک (مطالعه موردی: تاغ‌زارهای شمال گناباد و جنوب مه‌ولات)، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۴(۱): ۳۰-۳۸.

موحدان، محمد، عباسی، نادر، کرامتی طرقي، مجید. ۱۳۹۲. بررسی آزمایشگاهی اثر پلی‌وینیل استات بر فرسایش بادی خاک‌های مختلف در برابر ماسه. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۰: ۱-۷۵-۵۵.

موسوی نژاد، سید محمود. ۱۳۸۴. بررسی عملکرد بادشکن و نهال‌کاری در تثبیت تپه‌های ماسه‌ای فعال مجاور روستای رضا آباد در ارگ خارتوران استان سمنان، اولین همایش ملی فرسایش بادی.

موسوی، ل.، شاکری، ع.، نخعی، م.، ۱۳۹۶. مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، آلودگی، منشاء و ارزیابی ریسک سلامت هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی در خاک‌های بخش مرکزی شهرستان بندر عباس، ۲۸۰-۲۷۱.

مؤید، منصور، متن سخنرانی در انجمن نفت ایران ۱۳۴۸/۹/۲۶. انتشارات دبیرخانه مالچ‌های نفتی شرکت ملی نفت ایران.

مؤید، منصور. ۱۳۴۸. دانش خواص شن‌های روان و تپه‌های کویری، وزارت منابع طبیعی.

میرقانعی اردکانی، س. م. ۱۳۸۱. تأثیر برخی خصوصیات خاک سطحی بر قابلیت تشکیل سله و مقاومت آن در برابر فرسایش بادی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

ناطق، داود، محمدی، عبدالحمید. ۱۳۸۴. راهبردها، سیاست‌ها و برنامه‌های مقابله با بیابان‌زدایی در ایران. مجله جنگل و مرتع. فصلنامه علمی، اجتماعی، اقتصادی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور ۸۱: ۴۸-۵۶.

نخجوانی، فیروز. ۱۳۶۵. حفاظت خاک، جزوه درسی دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.

نشریه شماره ۲۳، سال ۱۳۴۹. دانشکده جنگلداری دانشگاه تهران.

نیک‌خو. مالچ، پژوهشکده صنعت نفت.

وهابی، جلیل، ۱۳۸۲. تحلیل سامانه‌های پخش سیلاب و معرفی نیازهای تحقیقاتی، نشریه پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۶۰.

یوسفی، هادی، حمیدرضا ناصری. ۱۳۹۳. نقش مالچ در کنترل فرسایش بادی، دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و کویری، سمنان، دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، مرکز بین‌المللی بیابان دانشگاه تهران،

A.E. Mohammed a, C.J. Stigter bs, H.S. Adam. On Shelterbelt Design for Combating Sand Invasion. Agriculture, Ecosystems and Environment 57 (1996) 81-90

Analytical chemistry of polycyclic Aromatic compounds, M. L. Lee and M. Novotny, Academic press, New York 1981. chap 3.

Armbrust, D. V. 1977. A Review of Mulches to Control Wind Erosion. Soil and Water Division of ASAE, ۲۰(۵), ۹۰۴-۹۱۰.

AspHalt Mulch Treatment, Jan.1973, the AspHalt Institute, IS-161.

Babaev A.G. - 1980- Shifting Sands In The Deserts Of The USSR: Stabilition And Afforestation- USSR Commission unep- Moscow.

Bagnold, R.A. 1945. The physics of blown sand and desert dunes. Londen: Chapman & Hall Ltd.

Belnap, J. and D. A. Gillette (1998). "Vulnerability of desert- biological Soil crusts to wind erosion: the influence of crust development". Soil texture and disturbance. *Journal of Arid Environments*. VOL 39, pp. ۱۳۳-۱۴۲.

Bente Foereid, Rasmus Bro, Vagn Overgaard Mogensena, John R. Porter. Effects of Windbreak Strips of Willow coppice—modelling and field experiment on barley in Denmark. Agriculture, Ecosystems and Environment 93 (2002) 25-32

Berko, H.N., 2002. Polycyclic aromatic hydrocarbons in Australia. Department of Environment and Heritage Perth, Western Astralia Technology Report No. 2.

Bitumen Attack By Microorganism, June 1966, R.W. Traxler, vol. 58, No.6.

Bitumen Emulsion, Technical, AKZONOBEL co.

Bituminous Material: AspHalt, 1979, Tars and Pitches, A, J. Hoibery, Vol. III.

Bruno, L., Horvat, M., & Raffaele, L. (2018). Windblown sand along railway infrastructures: A review of challenges and mitigation measures. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 177, 340-۳۶۵.

Chepil, W. S., Milen, R. A. 1941. Wind erosion of in relation to roughness of surface, *Journal of Soil Science*, 52(6), 417-434.

Chepil, W. S., Woodruff, N., P.Siddoway, F. H and Armbrust, D. V. (1963). Mulches for wind and water erosion control, United States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service (ARS), ۴۱-۸۴, ۲۳ □□.

Clayton, C. R. I., Matthews, M. C. and N. E. Matthews (1995). Site Investigation. Second Edition.; Blackwell Science.

Collinson J.D & D.B Thompson- 1989- Sedimentary Structures- London.

Davidson-Arnott, R.G.D., Yang, Y., Ollerhead, J., Hesp, P.A. & Walker, I.J. (2010). The effects of surface moisture on aeolian sediment transport threshold and mass flux on a beach. Earth Surface Proceeding Landforms. 33: 55-74.

Dong, Z., Liu, X., & Wang, X. (2002). Aerodynamic roughness of gravel surfaces. Geomorphology, 43(1-۲): ۱۷-۳۱.)

Dong, Z., Liu, X., and Wang, X. 2002. Aerodynamic roughness of gravel surfaces. Geomorphology, 43(1-۲): ۱۷-۳۱.

DUST CONTROL FOR RONADS, AIRFIELDS, AND ADJACENT AREASDEPARTMENTS OF THE ARMY AND THE AIR FORCE- U.S.A 1987.

E. Bergsma- TERMINOLOGY FOR SOIL EROSION AND CONSERVATIONprepared for Sub-Commission C, Soil and Water Conservation of the International Sof Soil Scence ISSS- AISS-IBG- ITC- ISRIC

Eric Roose- Land husbandry components and strategy land and water Development Division, FAO- FAO SOILS BULLETIN 70- Rome 1996.

F.A.O- 1976- Conservation in arid and semi-arid zones- Food And Agiculture Organization of The United Nations Rome.

F.A.O- 1976- Soil Conservation for developing countries- Food And Agriculture Organization of The United Nations Rome.

F.A.O- 1981- arid zone hydrology for agricultural development- Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

F.A.O- 1989- Arid zone forestry- A guide for field technicians- Food And Agriculture Organization Of The United Nations- Rome.

F.A.O Sand DUNE Fixation Report to the government of IRAN Rome 1974.

Fairbourn, M.L. 1973. Effect of gravel mulch on crop yields. Agronomy Journal 65(6), ۹۲۵-۹۲۸.

- Fryberger, S. G., AL-Sari, A. M. & Clisham, T. J. 1983. Eolian dune, interdune, sand sheet, and siliciclastic sabkha sediments of an offshore prograding sand sea, Dhahran area, Saudi Arabia. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.* 67, 280-312.
- Gillette, D. A., Adams, J. and R. Kihl (1982). "Threshold friction velocities and rupture module for crusted desert soil for the input of soil particles into the air". *Journal of Geophysical Research*. VOL 87, pp. 9003-9015.
- Gillette, D. A., Adams, J. Endo, A., Smith D. and R. khil (1980). "Threshold velocities for input of soil particles into the air by desert soils". *Journal of Geophysical Research* VOL 85. pp. 5621-5630.
- Gomes, L., Arrue, J.L., Lo'pez, M.V., Sterk, G., Richard, D., Gracia, R., Sabre, M., Gaudichet, A., Frangi, J.P. 2003. Wind erosion in a semiarid agricultural area of Spain: the WELSONS project. *Catena*, 52(3-4), ٢٣٥-٢٥٤.
- Gong, D., Mei, X., Hao, W., Wang, H., Caylor, K.K. 2017. Comparison of multi-level water use efficiency between plastic film partially mulched and non-mulched croplands at eastern Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management*, 179, 215-226.
- Grini, A.G., Myhre Zender, C.S., Sundet, J.K., and Isaksen, I.S.A. 2003. Model simulations of dust source and transport in the global troposphere: Effects of soil credibility and wind speed variability. Institute Report Series, 124. Norway, University of Oslo, Department of Geosciences.
- Guthrie, R. L. (1982). "Distribution of great groups of aridsols in the united states. In: yaalon, D. K. (Ed.)". *Aridic Soil. And Geomorphic Processes. Catena Supplement*. VOL 1, pp. 29-36.
- Hagen, L. G. 1996. Crop Residue Effects on Aerodynamic Processes and Wind Erosion Thear Appl. *Climatol* , 54: 39 –46
- Hagen, L. J1991. A wind erosion prediction system to meet user needs. *J. soil water conservation*. 46: 106: ١١١.
- Handbook of polycyclic Aromatic Hydrocarbons by: A. Bqrseth, 1983, Marcel Dekker, N. y.
- Hirokyu Torita , Hajime Satou. Relationship Between Shelterbelt Structure and Mean Wind Reduction. *Agricultural and Forest Meteorology* 145 (2007) 186–194
- Hojati, S., Khademi, H., Cano, A.F., & Landi, A. (2012). Characteristics of dust deposited along a transect between central Iran and the Zagros Mountains. *Catena*, ٨٨: ٢٧-٣٤.
- Horning, L. B. et. Al.(1998). Wind Erosion Protection, American society of Agricultural Engineers.
- Introduction to modern Liquid chromatographHy, by: L. R. Snyder; J. J. Kirkland, John wiley, N. Y., 1979.
- Jabbour. 1985. Technical Study the Fixation of Sand Dunes in Alkasra, Deirelzor, Syria. *Sand Transport and Desertification in Arid Land*, World Scientific.

- Jabbour. 1985. Technical study the fixation of sand dunes in Alkasra, Direlzor Syria, Sand transport & desertification in arid land. Woeld Scientific.
- K.H. Leea, R. Ehsania, W.S. Castle. A Laser Scanning System for Estimating Wind Velocity Reduction Through Tree Windbreaks. Computers and Electronics in Agriculture 2010.
- Lal, R. 2003. Soil erosion and the global carbon budget. Environment international, 29(4), 437-450.
- Lee, J.A. 2003. A field experiment on the role of small scale wind gustiness in aeolian sand transport, Earth Surface Proceeding Landforms. 12: 331-335.
- Leys, J. F. Eldridge, D. J. (1998). "Influence of cryptogammic to wind erosion on sand loam rangeland soils". *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol 23, pp. 963-974.
- Li, F. R., Zhang, H., Zhang, T. H., & Shirato, Y. 2003. Variations of sand transportation rates in sandy grasslands along a desertification gradient in northern China. *Catena*, 53(3), 255-272.
- Li, X. Y., Gong, J. D., & Wei, X. H. 2000. In-situ rainwater harvesting and gravel mulch combination for corn production in the dry semi-arid region of China. *Journal of arid environments*, 46(4), 371-382.
- Li, Xiao-Yan and Liu, Lian-You. 2003. Effect of gravel mulch on aeolian dust accumulation in the semiarid region of northwest China, *Soil and Tillage Research*, 70(1), 73-81.
- Li, Xiao-Yan, Liu, Lian-You and Gong, Jia-Dong. 2001. Influence of pebble mulch on soil erosion by wind and trapping capacity for windblown sediment, *Soil and Tillage Research*, 59(3-4), 137-142.
- Lian-You, L., Shang-Yu, G., Pei-Jun, S., Xiao-Yan, L. & Zhi-Bao, D. (2003). Wind tunnel measurements of adobe abrasion by blown sand: profile characteristics in relation to wind velocity and sand flux. *J. Arid Environ.* ۵۳: ۳. ۳۵۱-۳۶۳.
- Lyles, L. 1975. Possible Effects of Wind Erosion on Soil Productivity, *J soil water conservation*. 30: 279 – ۲۸۳
- Lyles, L. and Schrandet, R.L. (1971). "Wind erodibility as influence by rainfall and salinity". *Soil Science*. Vol 114, pp. 367-372.
- McKenna Neuman, C. Maxwell, C. D. (1999). "A wind tunnel study of the resilience of three fungal crusts to particle abrasion during Aeolian sediment transport". *Catena*, VOL 38, pp. 151-173 .
- McKenna Neuman, C. Maxwell, C. D. Boulton, J W. (1996). "Wind transport of sand surfaces crusted with photo autotrophic microorganisms". *Catena*. VOL 27, pp. 229-247.
- Mitchell, J. K., & Soga, K. 2005. *Fundamentals of soil behavior* (Vol. 3). New York: John Wiley & Sons.
- Monigque Mainguet, 1991- Desertificatiin- Natural Background and Human Mismanagement- Springer-Verlag- London.
- Muclching for Healthy Landscape, [www.persiadesert.com/ display paper.asp?id=96](http://www.persiadesert.com/display paper.asp?id=96).

Mulch and mulching, URL: <http://enviroment.act.gov.au/>.

Mulch types and usages, ChristopHer J. Starouck, Department of Horticulture, University of missori Columbia.

Nachtergaele, J., Poesen, J., & Van Wesemael, B. 1998. Gravel mulching in vineyards of southern Switzerland. *Soil and Tillage Research*, 46(1-2), 51-59.

Newman M.C. and Nikling W.G. 1989. A theoretical and wind tunnel investigation of the effect of capillary water on the entrainment of sediment by wind. *Canadian Journal of Soil Science*, 69(1), 79-96.

Newman,M.C. and W. G. Nikling (1989). A threshold and wind tunnel investigation of the effect of capillary water on the entrainment of sediment by wind. *Can . J. Soil Sci.*69:79-96.

Norman W.Hudson- 1987- *Soil and Water Conservation in Semi-arid areas- FAO soils Bulletin* 57 Rome.

Nyle c. Brady- *The Nature and properties Soils- Macmillan Pulishing Company- New York*.

Olga Vigiaka, Geert Sterka, Andrew Warrenb, Lawrence J. Hagen. *Spatial Modeling of Wind Speed Around Windbreaks. Catena* 52 (2003) 273–288

P. Campi, A.D. Palumbo, M. Mastroilli. Effects of Tree Windbreak on Microclimate and Wheat Productivity in a Mediterranean Environment. *Europ. J. Agronomy* 30 (2009) 220–227

P. R. Bird. 1998. Tree Windbreaks and Shelter Benefits to Pasture in Temperate Grazing Systems. *Agroforestry Systems* 41: 35–54, 199 8.

Pimental, D. J., et al. (1987). World Agriculture and Soil Erosion. *Bio. sci* 37 selected growing crops , *Agron. J* 77: 703-707

Poesen, J. W. A., & Lavee, H. 1991. Effects of size and incorporation of synthetic mulch on runoff and sediment yield from interrills in a laboratory study with simulated rainfall. *Soil and tillage research*, 21(3-٤), ٢٠٩–٢٢٣.

Qadir, M., Qureshi, A. S., & Cheraghi, S. A. M. 2008. Extent and characterisation of salt- affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. *Land Degradation & Development*, 19(2), 214-٢٢٧.

Qiu, Y., Xie, Z., Wang, Y., Malhi, S. S., & Ren, J. 2015. Long-term effects of gravel—sand mulch on soil organic carbon and nitrogen in the Loess Plateau of northwestern China. *Journal of Arid Land*, 7(1), 46-53.

R. K. Kohli, Daljit Singh and R. C. Verma. Influence of Eucalypt Shelterbelt on Winter Season Agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 33 (1990) 23 – 31.

Rababah, A. and Matsuzawa, S. (2002) Treatment system for solid matrix contaminated with fluoranthene
١١ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□ □٤: ٤٩–٥٧.

- [illegible]

- Tavakoli Ellen- 1982- Combating Desertification Around IRANS' Salt Desert- Deserting Desertification Control- The United Nations Environment Programme- Number 6.
- Troen, FR. J.A. Hobbs, and Donahue 1980. Soil and water conservation for productivity and environmental protection. Prentice – Hall, Englewood cliffs, NJ.
- U. Boldesa, A. Golberg, J. Mara, Di Leoa, J. Colmana, A. Scarabinoa,. Canopy Flow and Aspects of the Response of Plants Protected by Herbaceous Shelterbelts and Wood Fences. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 90 (2002) 1253–1270
- Unger, P. W. 1971. Soil profile gravel layers: I. Effect on water storage, distribution, and evaporation. Soil Science Society of America Journal, 35(4), 631-634.
- United State Department of Agriculture. 2017. Natural Resources Conservation Service conservation practice standard mulching.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2005. Mulches and mulching for erosion control, Washington.
- Valentin, C. (1996). "soil crust and sealing in West Africa and possible approaches to improved management". Soil tillage in Africa: needs and challenge. FAO.
- Valentin, C. and L. M. Bresson (1997). Soil Crusting. P.89-107 . In:Lair. W .H.Blum. C. Valentin and B. A. Stewart (Eds.). Methods for assessment of Soil degradation. New York.
- Vandevanetal (1989) Vegetation Characteristics and Soil Loss by Wind. J.of Soil and Water Consetvation.
- Vázquez, E. V., Miranda, J. V., & González, A. P. 2005. Characterizing anisotropy and heterogeneity of soil surface microtopography using fractal models. Ecological Modelling, 182(3-4), 337-353.
- W.M. Cornelis, D. Gabriels. Optimal windbreak design for wind-erosion control. Journal of Arid Environments 61 (2005) 315–332.
- Wang, D., Feng, H., Liu, X., Li, Y., Zhou, L., Zhang, A., & Dyck, M. 2018. Effects of gravel mulching on yield and multilevel water use efficiency of wheat-maize cropping system in semi-arid region of Northwest China. Field Crops Research, 218, 201-212.
- Wang, M., Sun, Y.W. 1986. Fruit trees and vegetables for arid and semi-arid areas in north-west China. Journal of arid environments, 11(1), 3-16.
- Will Brisbane etal (2000). The Effect of Vegetation on Erosion rates
- Williams, J. D. Dobrowolski, J. P. west. N. E. and D. A. Gillette (1995). "Microphytic crust and influence on wind erosion". *Transactions of the ASAE*, VOL 38, pp. 131-137.
- Woodruff, N. P and F. H siddoway 1965. A Wind Erosin Equation Eoid sci of Am. Proc. 29: 602 – 608

- X. M. Wang, C.X. Zhang, E. Hasi, Z.B. Dong. Has the Three Norths Forest Shelterbelt Program Solved the Desertification and Dust Storm Problems in Arid and Semiarid China. *Journal of Arid Environments* 74 (2010) 13–22
- Yuan, C., Lei, T., Mao, L., Liu, H., & Wu, Y. 2009. Soil surface evaporation processes under mulches of different sized gravel. *Catena*, 78(2), 117-121.
- Salman Zare, Mohammad Jafari, Hasan Ahmadi, Ali Tavili, Reza Khalil Arjomandi, Seyed Majid Mousavi, Maryam Mombeni. 2021. Effects of different mulches on soil and plant in desert. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(10).
- ZACHAR- 1982- SOIL EROSION- Oxford.
- ZHU ZHENDA- 1988- Desertification And Rehabilitation- Case Study In Horqin Sandy Land- Institute Of Desert Research- Academia Sinica- Lanzhou.
- Ziboon, A. R. T. 2008. The Determination of Desertification Phenomena Using Remote Sensing Techniques. *Engineering and Technology Journal*, ۲۶(۱۱), ۱۴۰۵-۱۴۱۰.
- Zobeck, T. M. (1991). "Abrasion of crusted soils: influence of abrader flux and soil properties". *Soil Science Society of America Journal* VOL 55, pp 1091-1097.
- Zobeck, T. M. (1991). "Soil properties affecting wind erosion". *Soil and Water Conserve*, pp. 112-118.
- Zribi, W., Aragüés, R., Medina, E. and Faci, J.M. 2015. Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control, *Soil and Tillage Research*, 148: 40–45.