جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور

ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن بیولوژیک

ضابطه شماره ۶۵۸

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

nezamfanni.ir

سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور

معاونت آبخیزداری، دفتر طرح‌ریزی و هماهنگی آبخیزداری

http://frw.org.ir

۱۳۹۳

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۹۳/۷۱۱۷۴
	تاریخ:	۱۳۹۳/۰۶/۲۳

موضوع : ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن بیولوژیک

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست ضابطه شماره ۶۵۸ امور نظام فنی، با عنوان « **ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن بیولوژیک**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی این معاونت دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

omoorepeyman.ir

ش ش: ۲۲۰۸۱۳

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- *شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.*

۲- *ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.*

۳- *در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.*

۴- *نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.*

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت 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 علی‌شاه - مرکز تلفن

۳۳۲۷۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی

Email:info@nezamfanni.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

حرکت ماسه‌های روان تحت تاثیر بادهای فرساینده در مناطق فرسایشی بادی فعال در ایران و جهـــان، همـواره خسارات سنگینی را متوجه مراکز اقتصادی، اجتماعی، نظامی، مواصلاتی، تـاریخی، زیسـت محیطـی نمـوده اسـت، به‌طوری‌که در برخی نقاط انهدام و مدفون شدن مراکز یاد شده توسط ماسه‌هـای روان را همـواره بـه‌دنبـال داشـته است. معضلات ناشی از این پدیده مخرب در طول هزاران سال زندگی اجتماعی جوامع بشری را متاثر نموده اسـت. این امر باعث ابداع روش‌های مختلفی جهت کنترل این پدیده شد کـه مهـم‌تـرین آن احـداث بادشـکن مـی‌باشـد. بادشکن‌ها از هر نوع آن که تاکنون احداث شده، کاهش سرعت بادهای فرساینده را به دنبال داشته‌اند، با این تفاوت که شاخص‌های فنی و اجرایی احداث آن با توجه به اهداف، امکانات، تجهیزات، منابع مالی، مصالح مورد نیاز، نیروی انسانی قابل دسترس، شرایط اکولوژیکی منطقه، کاربری و تاثیرپذیری سریع آن تفاوت های چشم‌گیری را در انـواع آن به‌وجود آورده است. تفاوت‌های فنی و اجرایی که باعث شده تا بخش‌های اجرایی کنترل فرسـایش بـادی کشـور به‌ویژه در رده کارشناسی، زمان طولانی را جهت دسترسی به شاخص‌هـای فنـی و اجرایـی احـداث انـواع بادشـکن مصروف نمایند.

با توجه به عدم وجود دستورالعملی اختصاصی برای احداث بادشکن بیولوژیک، معاونت آبخیزداری سازمان جنگـل‌هـا، مراتع و آبخیزداری کشور به عنوان مجری طرح تدوین ضوابط و معیارهای فنـی منـابع طبیعـی و آبخیـزداری، «ضـوابط و معیارهای فـنی احداث بادشکن بیولوژیک» را بـا همـاهنگی امـور نظـام فنـی معاونـت برنامـه‌ریـزی و نظـارت راهبـردی رییس‌جمهور تهیه نموده و پس از تهیه آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذی‌نفع نظام فنی اجرایی کشور بـه ایـن معاونـت ارسال نمود که پس از بررسی بر اساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین نامه اسـتانداردهای اجرایـی مصـوب هیـات محترم وزیران و طبق نظام فنی اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹ / ت ۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیـات محتـرم وزیران) تصویب و ابلاغ گردید. افزون بر آن، دیدگاه‌ها و نظرهای تعـدادی از منـابع سـازمان خواربـار و کشـاورزی جهـانی، همچنین پژوهش‌گران و کارشناسان خبره نیز مورد توجه قرار گرفت.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردیـده، معهـذا ایـن مجموعـه مصـون از وجـود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربـار شـدن ایـن ضـابطه از کارشناسـان محتـرم درخواسـت می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور ارسال کنند. کارشناسان معاونت پیشنهادات دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعـه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع رسانی نظام فنـی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیـدا کـردن آخـرین ضـوابط

omoorepeyman.ir

ابلاغی معتبر، در سمت میانی بالای صفحات ضابطه، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده‌است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ به روزرسانی آن نیز اصلاح خواهد شد. از اینرو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

معاونت نظارت راهبردی بدین وسیله از تلاش و جدیت رییس امور نظام فنی جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی، معاون محترم آبخیزداری وقت سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور جناب آقای مهندس پرویز گرشاسبی و مدیر کل محترم دفتر طرح ریزی و هماهنگی آبخیزداری و هماهنگ کننده طرح تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی منابع طبیعی و آبخیزداری، جناب آقای مهندس محمد عقیقی و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه، کمال تشکر و قدردانی می‌نماید و از ایزد منان توفیق روز افزون همه عزیزان را خواستار است.

امید است کارشناسان و متخصصان با ابراز نظرات خود در خصوص این ضابطه ما را در اصلاحات بعدی یاری فرمایند.

معاون نظارت راهبردی

تابستان ۱۳۹۳

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل«ضوابط و معیارهای فـنی احداث بادشکن بیولوژیک»

[ضابطه شماره ۶۵۸]

مجری: سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، معاونت آبخیزداری

مشاور پروژه: شرکت مهندسین مشاور پایداری طبیعت و منابع

اعضای گروه تهیه‌کننده:

سیدمحمدعلی حاجی میر صادقی	کارشناس علوم خاک
علی خلد برین	کارشناس آبخیزداری

اعضای گروه تایید کننده:

سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور:

بابک ربیعی‌فر	فوق‌لیسانس مدیریت مناطق بیابانی	مسوول گروه ضوابط و استانداردها
فرهاد سرداری	فوق لیسانس مرتعداری	معاون دفتر امور بیابـان و مسـوول کمیتـه فنی بیابان
محمد شرافتی	فوق لیسانس هواشناسی	معاون دفتر طرح ریزی و هماهنگی و عضو کمیته فنی
علی محمد طهماسبی	دکترای بیابان‌زدایی	عضو کمیته فنی دفتر بیابان
محمد عقیقی	فوق‌لیسانس آبخیزداری	مـدیر کـل دفتـر طـرح‌ریـزی و همـانگی آبخیزداری

اعضای گروه مدیریت اجرای پروژه:

محمد عقیقی	فوق‌لیسانس آبخیزداری	مـدیر کـل دفتـر طـرح‌ریـزی و همـانگی آبخیزداری
پرویز گرشاسبی	فوق لیسانس جغرافیای طبیعی	معاون آبخیزداری

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه:

فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
فصل اول- مطالعات تطبیقی و جمع‌بندی تجارب جهانی در زمینه احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده	**۳**
۱-۱- کاربرد بادشکن در تثبیت ماسه‌های روان	۵
۱-۱-۱- بررسی منابع خارجی (تجارب جهانی)	۵
۱-۱-۱- سرعت باد	۷
۱-۱-۲- سرعت باد	۷
۱-۲- بررسی منابع داخلی(تجارب کشور)	۲۳
فصل دوم - کاربرد بادشکن زنده و غیرزنده در تثبیت ماسه‌های روان ومزایای آن	**۳۱**
۲-۱- کاربرد بادشکن زنده و غیرزنده در تثبیت ماسه‌های روان	۳۳
۲-۲- تاثیرات مثبت و مزایای احداث بادشکن زنده و غیرزنده	۳۴
فصل سوم - ویژگی‌های عمومی بادشکن‌های زنده و غیرزنده	**۳۹**
۳-۱- ارتفاع بادشکن‌ها	۴۱
۳-۱-۱- ارتفاع بادشکن‌های غیرزنده	۴۱
۳-۱-۲- ارتفاع بادشکن‌های زنده	۴۱
۳-۲- تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن	۴۵
۳-۲-۱- تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن‌های غیرزنده	۴۶
۳-۲-۲- تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن‌های زنده	۴۶
۳-۳- تراکم (نفوذپذیری) بادشکن‌ها	۴۷
۳-۳-۱- تراکم (نفوذپذیری) در بادشکن‌های غیرزنده	۵۰
۳-۳-۲- تراکم (نفوذپذیری) در بادشکن‌های زنده	۵۰
۳-۴- ضخامت (عرض) بادشکن‌ها	۵۱
۳-۴-۱- ضخامت (عرض) بادشکن‌های غیرزنده	۵۲
۳-۴-۲- ضخامت (عرض) بادشکن‌های زنده	۵۳
۳-۴-۳- تاثیر مقطع عرضی بادشکن بر سرعت باد	۵۳
۳-۵- ناپیوستگی (رخنه) در بادشکن	۵۴
۳-۶- طول بادشکن‌ها	۵۶

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۷- طرز عمل بادشکن‌ها و تاثیر آنها در تقلیل سرعت باد	۵۹
فصل چهارم- انواع مصالح مورد استفاده و اشکال مختلف بادشکن‌ها	**۶۱**
۴-۱- انواع مصالح مورد استفاده در احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده	۶۳
۴-۱-۱- انواع مصالح مورد استفاده در احداث بادشکن‌های غیرزنده	۶۳
۴-۱-۲- انواع مصالح مورد استفاده در احداث بادشکن‌های زنده	۶۵
۴-۲- اشکال و ا نواع مختلف بادشکن‌های زنده و غیرزنده	۶۶
۴-۲-۱- اشکال (ا نواع) بادشکن‌های غیرزنده	۶۶
۴-۲-۲- اشکال (انواع) بادشکن‌های زنده، کاستی‌ها و محدودیت‌های احداث آنها	۶۹
فصل پنجم- بررسی تجارب موفق به‌کارگیری بادشکن‌های زنده و غیرزنده در مقابله با فرسایش بادی	**۷۳**
۵-۱- احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در کشور چین به منظور حفاظت از راه‌آهن و جاده‌ها	۷۵
۵-۲- احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده به‌صورت توام (روش بیومکانیکی) در کشور چین	۷۷
۵-۳- به‌کارگیری روش‌های سیستماتیک تثبیت بیولوژیکی تپه‌های ماسه‌ای در کشور چین	۷۹
۵-۳-۱- تثبیت بدنه و برش نوک قله تپه ماسه‌ای	۷۹
۵-۳-۲- تقسیم تپه‌های ماسه‌ای بزرگ به قطعات کوچک‌تر	۸۱
۵-۳-۳- متوقف کردن پیشانی تپه و کشیدن قسمت‌های بالایی به پشت تپه	۸۱
فصل ششم- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در مناطق بیابانی	**۸۳**
۶-۱- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های غیرزنده	۸۵
۶-۱-۱- ضوابط و معیارهای فنی احداث موانع با خاک رس برای تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال	۸۵
۶-۱-۲- ضوابط و معیارهای فنی احداث موانع چپری برای تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال	۸۷
۶-۱-۳- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های کوتاه برای تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال	۸۸
۶-۱-۴- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های بلند	۹۰
۶-۲- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های زنده	۹۱
۶-۲-۱- مشخص نمودن و تعیین جهت ردیف‌ها در احداث بادشکن‌های زنده	۹۱
۶-۲-۲- مشخص نمودن هدف از احداث بادشکن‌های زنده	۹۲
۶-۲-۳- بررسی و تعیین شرایط اقلیمی مناسب جهت احداث بادشکن‌های زنده	۹۴
۶-۲-۴- بررسی خصوصیات گونه‌های گیاهی جهت احداث بادشکن‌های زنده	۹۶

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۶-۲-۵- تعیین فواصل مناسب بین ردیف‌ها و گونه‌های کشت شده جهت احداث بادشکن زنده	۹۷
۶-۲-۶- انتخاب گونه‌های مناسب برای احداث بادشکن‌های زنده	۱۰۰
۶-۲-۷- نقش اقدامات ترویجی و آموزشی در توسعه و احداث بادشکن‌های زنده	۱۰۵
۶-۲-۸- نقش مشارکت مردم و دستگاه‌ها در توسعه و احداث بادشکن‌های زنده	۱۰۵
۶-۳- نحوه نگهداری و بازسازی بادشکن‌های زنده احداث شده	۱۰۵
فصل هفتم- شرح خدمات احداث بادشکن زنده و غیرزنده در مناطق بیابانی	**۱۰۷**
۷-۱- کلیات	۱۰۹
۷-۲- تعیین اهداف احداث بادشکن در منطقه طرح	۱۰۹
۷-۳- بررسی شرایط اقلیمی موثر در احداث بادشکن در منطقه طرح	۱۰۹
۷-۴- بررسی شرایط زمینی (ادافیکی) موثر در احداث بادشکن در منطقه طرح	۱۱۰
۷-۵- بررسی شرایط بوم‌شناختی (اکولوژی) موثر در احداث بادشکن در منطقه طرح	۱۱۰
۷-۶- بررسی و تعیین مصالح مورد استفاده به منظور احداث بادشکن	۱۱۰
۷-۷- بررسی و تعیین نوع، شکل و روش احداث بادشکن	۱۱۱
۷-۸- بررسی و تعیین زمان احداث بادشکن	۱۱۱
۷-۹- بررسی و تعیین آثار زیست‌محیطی بادشکن‌های احداث شده در منطقه طرح	۱۱۱
۷-۱۰- نگهداری و مراقبت ا ز بادشکن‌های احداث شده	۱۱۲
۷-۱۱- بررسی و تعیین میزان مشارکت مردم و دستگاه‌ها جهت احداث بادشکن	۱۱۲
۷-۱۲- بررسی و تعیین اثرات اقتصادی و اجتماعی بادشکن‌های احداث شده در منطقه طرح	۱۱۲
منابع و مراجع	**۱۱۵**

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها و عکس‌ها و نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار ۱-۱- منحنی تغییرات سرعت باد برروی یک سطح هموار و لخت و سطح پوشیده از گیاهان بلند	۷
عکس ۱-۱- نمایی از یک بادشکن زنده و نقش آن در میکرو کلیمای منطقه	۱۵
نمودار ۱-۲- تبعیت دمای هوا از فاصله از بادشکن	۱۵
نمودار ۱-۳- تبعیت سرعت باد از فاصله از بادشکن	۱۶
نمودار ۱-۴- میزان نسبی درجه حرارت و سرعت باد در نزدیکی بادشکن (در فاصله کم‌تر از ۴/۷ برابر بادشکن)	۱۶
نمودار ۱-۵- تبعیت تبخیر و تعرق از فاصله از بادشکن	۱۷
نمودار ۱-۶- تبعیت رطوبت نسبی از فاصله از بادشکن. (a) در طی چرخه گندم. (b) در طی ساعات بادی.	۱۷
نمودار ۱-۷- تبعیت اثر فاصله از بادشکن در تولید، درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد و تبخیر وتعرق	۱۸
عکس ۱-۲- وسیله نقلیه مجهز به وسایل اندازه‌گیری سیستم اسکن لیزری	۱۹
عکس ۱-۳- نمونه‌ای از احداث بادشکن جهت تعیین حدود اراضی وکاهش سرعت باد	۲۴
نمودار ۱-۸- مقدار حجم عملیات بادشکن زنده در سال‌های مختلف درکشور	۲۹
نمودار ۱-۹- مقدار حجم عملیات بادشکن غیرزنده در سال‌های مختلف درکشور	۲۹
نمودار ۱-۱۰- مجموع حجم عملیات بادشکن‌های زنده و غیرزنده در سال‌های مختلف در کشور	۳۰
شکل ۳-۱- بادشکن زنده با سه ردیف درخت	۴۳
شکل ۳-۲- بادشکن زنده با بیش از سه ردیف درخت	۴۳
شکل ۳-۳- بادشکن زنده با دو ردیف درخت	۴۴
شکل ۳-۴- نسبت تقلیل سرعت باد پس از بادشکن	۴۴
نمودار ۳-۱- اثر تراکم بادشکن در تقلیل سرعت باد	۴۹
شکل ۳-۵- مقایسه نقش بادشکن‌های با دیواره عمودی و دیواره مایل در تقلیل سرعت باد	۵۴
شکل ۳-۶- انواع روش‌های مورد استفاده برای کاهش اثر رخنه در بادشکن	۵۵
شکل ۳-۷- نحوه طراحی جاده‌های دسترسی با زاویه ۴۵ درجه در بادشکن	۵۶
شکل ۳-۸- بادشکن‌های عمود ی دردو طرف(دو انتهای) بادشکن اصلی	۵۸
عکس ۴-۱- استفاده از لاستیک‌های مستعمل خودرو جهت احداث بادشکن غیرزنده	۶۴
عکس ۴-۲- نمونه‌ای از بادشکن زنده اطراف مزارع در ارضی زراعی تحت تاثیر فرسایش بادی	۶۵
شکل ۴-۱- مقطع عرضی بادشکن قائم	۶۷

omoorepeyman.ir

فهرست شکل‌ها و عکس‌ها و نمودارها

عنوان	صفحه
شکل ۴-۲- مقطع عرضی بادشکن مایل	۶۷
شکل ۴-۳- مقطع عرضی بادشکن خوابیده	۶۸
شکل ۴-۴- مقطع عرضی بادشکن شطرنجی	۶۹
عکس ۵-۱- نمایی از احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اطراف ریل راه‌آهن در کشور چین	۷۶
شکل ۵-۱- چگونگی کنترل خسارات ناشی از اراضی ماسه‌ای در اطراف راه‌آهن در مناطق بیابانی در کشور چین	۷۶
نمودار ۵-۱- رابطه بین روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی تثبیت ماسه‌های روان در مدت ۵ سال	۷۷
عکس ۵-۲- نمایی از موانع ساقه گندم (Straw barier) برای تثبیت تپه‌های ماسه‌ای درمنطقه مین چین	۷۸
عکس ۵-۳- عملیات توام موانع رسی و کاشت گیاه برای تثبیت شن	۷۸
شکل ۵-۲- نمای یک تپه ماسه‌ای برای اجرای سیستم کنترل و تثبیت بیولوژیک آن	۷۹
شکل ۵-۳- ترکیب عملیات مکانیکی و بیولوژیک برای تثبیت تپه ماسه‌ای	۸۰
شکل ۵-۴- ادامه گام دوم و محل های پیشنهادی برای کاشت گیاه و تثبیت کامل تپه ماسه‌ای	۸۰
شکل ۵-۵- متوقف کردن پیشانی تپه و کشیدن قسمت‌های بالایی به پشت تپه	۸۱
عکس ۶-۱- عملیات احداث موانع خاک رس برای تثبیت ماسه‌های روان	۸۶
عکس ۶-۲- تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای با استفاده از ساقه‌های گندم	۸۹
عکس ۶-۳- تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای با استفاده از ساقه‌های برنج	۹۰
عکس ۶-۴- نمایی از تاثیر بادشکن بر شادابی گیاهان زراعی در مناطق گرم و خشک	۹۴
شکل ۶-۱- نحوه و فاصله قرارگیری درختان در طراحی بادشکن	۹۸

omoorepeyman.ir

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- کاهش سرعت باد نسبت به ارتفاع (h) دربادشکن غیرمتراکم (مطالعه موردی الباجی اهواز)	۲۵
جدول ۱-۲- کاهش سرعت باد نسبت به ارتفاع(h) در بادشکن متراکم (مطالعات موردی الباجی اهواز)	۲۵
جدول ۱-۳- مقدار بادشکن‌های زنده و غیرزنده احداث شده در کشور طی سی سال گذشته	۲۸
جدول ۲-۱- میزان تاثیر بادشکن در افزایش چند محصول در صورت وجود بادشکن و عدم وجود آن	۳۶
جدول ۳-۱- نسبت فاصله از بادشکن و درصد کاهش سرعت باد	۴۴
جدول ۳-۲- فاصله بین ردیف‌های بادشکن و تعداد نهال سیاه تاغ جهت احداث بادشکن زنده	۴۷
جدول ۳-۳- فاصله بین ردیف‌های بادشکن و تعداد نهال سفید تاغ جهت احداث بادشکن زنده	۴۷
جدول ۳-۴- نسبت سطح حفاظت شده به طول بادشکن به ارتفاع ۱۵ متر	۵۶
جدول ۶-۱- دامنه فاصله ردیف‌ها برای ساقه‌های گندم و سرشاخه درختان	۸۸
جدول ۶-۲- انواع فاصله‌های درون و بین ردیفی جهت احداث بادشکن‌های زنده بر حسب گونه	۹۸
جدول ۶-۳- مقایسه فاصله‌های پیش‌بینی شده بین ردیف‌ها و درون هر ردیف در طراحی بادشکن‌های زنده با توجه نوع درختان توسط دانشگاه نبراسکا	۹۹
جدول ۶-۴- گونه‌های توصیه شده جهت احداث بادشکن‌های زنده از طرف موسسه تحقیقات بین‌المللی محصولات نواحی نیمه خشک	۱۰۰

omoorepeyman.ir

مقدمه

حرکت ماسه‌های روان تحت تاثیر بادهای فرساینده در مناطق فعال از نظر فرسایش بادی در ایران و جهـــان، همـواره خسارات سنگینی را متوجه مراکز اقتصادی، اجتماعی، نظامی، مواصـلاتی، تـاریخی، زیسـت‌محیطـی و ... نمـوده اسـت، به‌طوری‌که در برخی نقاط انهدام و مدفون شدن مراکز یاد شده توسط ماسه‌های روان را به‌دنبال داشـته اسـت. معضـلات ناشی از این پدیده مخرب در طول هزاران سال زندگی اجتماعی و متمرکز جوامع بشری را به دنبال داشته است کـه ایـن امر سبب شده است تا پی مختلفی جهت کنترل این پدیده مدنظر قرار گیرد کـه احـداث بادشـکن یکـی از ایـن روش‌هـا می‌باشد. بادشکن‌ها از هر نوع آن که تاکنون احداث شده‌اند، کاهش سرعت بادهای فرساینده را به دنبال داشته‌اند، با ایـن ویژگی و تفاوت که شاخص‌های فنی و اجرایی احداث آن با توجه به اهداف، امکانات، تجهیزات، منابع مالی، مصـالح مـورد نیاز، نیروی انسانی قابل دسترس، شرایط اکولوژیکی منطقه، کاربری و تاثیرپـذیری سـریع آن و ... در انـواع بادشـکن‌هـا تفاوت چشم‌گیری وجود دارد. وجود این تفاوت‌های فنی و اجرایی سبب شده است کـه بخـش اجرایـی کنتـرل فرسـایش بادی کشور به‌ویژه در رده کارشناسی، زمان طولانی را جهت دسترسی به شاخص‌های فنی و اجرایی احداث انواع بادشـکن مصروف نماید. این اتلاف وقت به عقیده اغلب اهل فن یکی از علل رونـد کنـد اجـرای برخـی پـروژه‌هـا ازجملـه احـداث بادشکن می‌باشد.

یکی از عوامل تاثیرگذار بر فرسایش بادی پوشش گیاهی است که بر حسب ارتفاع، تراکم و نوع پوشش گیـاهی میـزان اثر آن متغییر 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 سـاختمان خـاک را اصـلاح و میـزان مـواد آلـی آن را افـزایش 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 می‌دهـد کـه میـزان فرسایش بادی با توان سوم سرعت باد متناسب بوده و کاهش ناچیز در سرعت باد کـاهش قابـل ملاحظـه‌ای را در میـزان فرسایش بادی به دنبال دارد.

تاج پوشش گیاهی در رابطه با فرسایش بادی دارای نقش افزایشی و کاهشی بوده و به شدت در پتانسیل رسـوب‌دهـی ناشی از فرسایش بادی تاثیر دارد. چنان‌چه تاج پوشش گیاهی از حد معینی تجـاوز نمایـد از اثـرات منفـی سـایر عوامـل (مانند بافت خاک، سرعت باد، صاف و مسطح بودن سطح زمین و ...) می‌کاهد و در مجموع باعث کاهش فرسایش بـادی و پتانسیل رسوب‌دهی ناشی از آن می‌گردد. این امر علاوه بر کاهش سرعت باد با ایجاد رطوبـت، چسـبندگی و پیوسـتگی 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 درصدی 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 بـادی از

omoorepeyman.ir

اهمیت شایان توجهی برخوردار است. درصورتی‌که تاج پوشش بالای گیاهی با توزیع یکنواخت همراه باشد، بهترین حالت را برای جلوگیری از فرسایش بادی و حفاظت خاک خواهد داشت.

به‌دلیل اهمیت پوشش بیولوژیک در فرسایش بادی در اغلب مدل‌های تجربی داخلی و خارجی برآورد شدت فرسایش بادی و تعیین پتانسیل رسوب‌دهی ناشی از آن امتیاز بالایی به این پارامتر (پوشش گیاهی) تعلق گرفته‌است.

با توجه به تاثیر بادشکن‌ها در کنترل و مقابله با آثار زیان‌بار باد و فرسایش ناشی از آن و به‌منظور دسترسی سریع کارشناسان و دست اندرکاران اجرایی جهت مقابله با فرسایش بادی در کشور، به شاخص‌های فنی و اجرایی احداث انواع بادشکن‌ها و سرعت بخشیدن به اجرای این پروژه‌ها در حداقل زمان ممکن، ضروری است دستورالعملی ساده و کاربردی تهیه تا بخشی از نیازهای فنی و اجرایی دست اندرکاران کنترل فرسایش بادی کشور تامین گردد.

بنابراین، در مجموعه حاضر سعی گردیده است تا با رویکردی اجرایی مسایل مرتبط با احداث بادشکن (زنده و غیرزنده) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت با عنوان «ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده» برای استفاده کارشناسان و دست اندرکاران بخش اجرایی کشور ارائه گردد.

omoorepeyman.ir

فصل ۱

مطالعات تطبیقی و جمع‌بندی تجارب جهانی در زمینه احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

متناسب با مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی و نوع فعالیت جوامع انسانی ساکن در آن نظیر مناطق مسکونی، صنعتی، کشاورزی، دام‌داری و ... تعاریف متنوع و مختلفی از بادشکن وجود دارد اما ساده‌ترین و گویاترین تعریف عبارت است از این‌که هر مانع زنده و یا غیرزنده‌ای که باعث کاهش و یا متوقف نمودن سرعت باد گردد، بادشکن نامیده می‌شود. این موانع می‌توانند دیواره‌ای از درختان، درختچه‌ها، بوته‌های پایا، سرشاخه‌های خشک درختان و درختچه‌ها، ساقه‌های محصولات کشاورزی، تراورس‌های چوبی و فلزی، دیواره‌های کاه‌گلی، بلوک‌های سیمانی و ... باشد که به‌طور طبیعی کاربری آنها در مناطق مختلف با توجه به اهداف متفاوت خواهد بود.

۱-۱- کاربرد بادشکن در تثبیت ماسه‌های روان

۱-۱-۱- بررسی منابع خارجی (تجارب جهانی)

بعد از خشک‌سالی‌های سال‌های ۱۹۲۰ و وقوع طوفان‌های شدید، در کشور آمریکا نهضت ایجاد بادشکن به‌خصوص در اطراف مزارع (به‌دلیل ابعاد و میزان خسارت‌ها) آغاز شد و طی ۱۰ سال بالغ بر ۳۲۱۸۰ کیلومتر بادشکن در ۱۰ ایالت احداث گردید به‌طوری‌که امروزه بیش از ۵ درصد مساحت اراضی زراعی این کشور به بادشکن اختصاص دارد (رفاهی ۱۳۷۸)، درحالی‌که این رقم در ایران به ۰/۵ درصد هم نمی‌رسد.

احداث بادشکن در مناطق برف‌خیز می‌تواند نقش موثری در زمینه انباشت برف و افزایش رطوبت خاک ایفاء نماید.

مارشال (۱۹۷۱) و فروسون ونانینگا (۱۹۸۶) در مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی خود دریافتند که ارتفاع، شکل و تراکم پوشش گیاهی در میزان فرسایش بادی تاثیر دارد. پوشش گیاهی به روش‌های مختلفی در فرسایش بادی موثر است. این تاثیرات را می‌توان به‌صورت خلاصه به شرح زیر ذکر نمود:

الف- پوشش گیاهی مانع از برخورد مستقیم باد با سطح خاک لخت می‌گردد.

ب- پوشش گیاهی تبخیر سطحی را کاهش می‌دهد و در نتیجه رطوبت خاک زیادتر شده و در مقابل فرسایش بادی مقاومت می‌کند.

ج- پوشش گیاهی جلوی حرکت ذرات ماسه به منطقه به‌وسیله باد را گرفته و در پشت خود نگه می‌دارد.

د- پس از برداشت محصول، سرعت باد افزایش می‌یابد و باعث تغییرات زیادی در میکروکلیمای سطح خاک می‌شود.

هـ- پوشش گیاهی مانع تغییر میکروکلیما در سطح خاک می‌شود.به‌علاوه باعث کاهش میزان تشعشع ورودی و خروجی از سطح زمین می‌گردد. گیاهان در واقع با ایجاد لایه‌ای تغییرات زیاد دما در نزدیکی سطح خاک را کاهش داده و علاوه بر آن به حفظ رطوبت خاک کمک می‌نمایند. برداشت کامل محصول سبب از بین رفتن این پوشش گشته و در نتیجه باعث تغییر درجه حرارت روزانه و فصلی سطح خاک می‌گردند.

omoorepeyman.ir

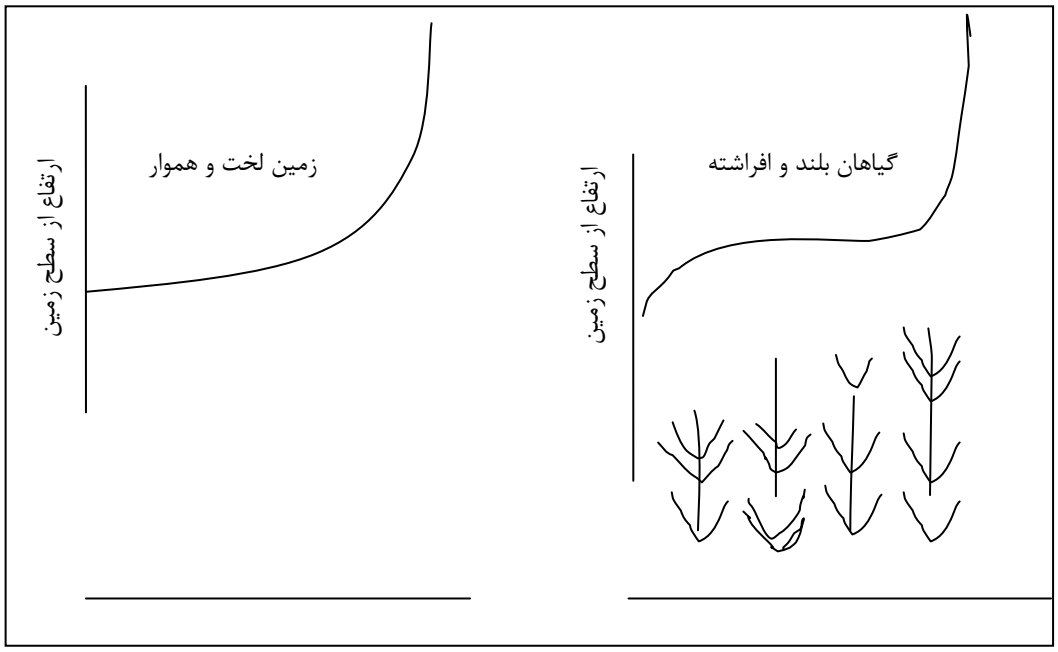
و- پوشش گیاهی با کاهش تلاطم هوا در مجاورت سطح خاک، منطقه‌ای را به‌وجود می‌آورد که دارای هوای نسبتا ساکن و آرام و با هدایت حرارتی کم است. این منطقه باعث می‌شود حرارتی که از اتمسفر به خاک می‌رسد کاهش یافته و به این ترتیب سطح خاک به‌خصوص در صبح روزهای فصول بهار و تابستان به آهستگی گرم شود.

ز- مهم‌ترین نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش بادی ایجاد ناهمواری است که به این وسیله سرعت باد را در نزدیکی سطح خاک کاهش می‌دهد. موثرترین شکل گیاه از این نظر، حالت ایستاده آن می‌باشد و گیاهانی خوابیده یا با قد کوتاه نقش کم‌تری دارند.

هر چند که برخی از خاک‌ها در برابر باد دارای فرسایش‌پذیری بیش‌تری نسبت به خاک‌های دیگر می‌باشند، ولی در این رابطه عامل اصلی که باعث برداشت خاک می‌شود، نبودن پوشش گیاهی کافی در سطح خاک است. در واقع پوشش فقیر زمین باعث می‌شود که بادهای قوی و تند خاک‌های لخت را مورد فرسایش قرار داده و آنها را به نقاط دیگر حمل نمایند. بنابراین بهترین، ارزان‌ترین و موثرترین روش برای جلوگیری از فرسایش بادی، پوشانیدن سطح زمین به وسیله پوشش گیاهی طبیعی زنده و غیرزنده بوده و هر قدر میزان پوشش گیاهی بیش‌تر باشد، نقش آن نیز بهتر و بیش‌تر نمایان می‌شود. اگر زمین همواره دارای پوشش گیاهی متراکم باشد، فرسایش بادی ناچیز خواهد بود. بنابراین نگهداری پوشش محافظ بر روی سطح خاک در کنترل فرسایش بادی حائز اهمیت است. مهم‌ترین نقش پوشش گیاهی کاهش سرعت باد است. البته ریشه گیاهان نیز با بهم پیوستن ذرات خاک، حساسیت آنها را به فرسایش کاهش می‌دهند.

اثر پوشش گیاهی در کاهش سرعت باد در سطح زمین در نمودار (۲-۱) نشان داده شده است. در این شکل منحنی تغییرات سرعت باد بر روی یک سطح هموار و لخت و سطح پوشیده از گیاهان بلند مقایسه شده است. به‌طوری که قبلا نیز ذکر شد، در یک زمین صاف و هموار، سرعت باد در سطح خاک عملا صفر است و با افزایش ارتفاع به طور نمایی افزایش می‌یابد. حال آنکه اگر در سطح زمین گیاهان و یا هرگونه برجستگی و زبری وجود داشته باشد، سرعت صفر به بالاتر از سطح خاک منتقل می‌گردد. در بالای این سطح مقدار سرعت باد با افزایش ارتفاع ابتدا سریع و سپس با سرعت کم‌تری افزایش می‌یابد که باد در این ناحیه متلاطم است.

omoorepeyman.ir



نمودار ۱-۱- منحنی تغییرات سرعت باد برروی یک سطح هموار و لخت و سطح پوشیده از گیاهان بلند

هرچه پوشش گیاهی بلندتر بوده و نسبت به جریان هوا غیر قابل نفوذتر باشد سطحی که در آن سرعت صفر پدید می‌آید بالاتر است و در نتیجه سرعت باد در مجاورت سطح زمین بیش‌تر کاهش یافته و فرسایش بادی کاهش خواهد یافت.

میزان تاثیر پوشش گیاهی در کنترل فرسایش بادی بستگی به تراکم بوته‌ها، مرحله رشد گیاه، نوع گیاه و جهت ردیف‌های کشت نسبت به باد غالب دارد. سرعت باد در یک پوشش گیاهی متراکم به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین گیاهان متراکم نسبت به گیاهان با تراکم کم، موثرترند. به عبارت دیگر تعداد بوته‌های پوشش گیاهی بیش‌تر از گسترش شاخه‌های هوایی آن اهمیت دارد. بنابراین گیاهانی که نزدیک به هم کشت می‌شوند تاثیرشان در کاهش فرسایش بادی بیش‌تر از نباتات ردیفی می‌باشد. این امر به‌ویژه در کشت و کارهای زراعی صادق است. به منظور افزایش تاثیر گیاهان ردیفی در کاهش فرسایش بادی باید ردیف‌های کشت عمود بر جهت باد غالب باشد. پوشش کامل گیاهان زنده، حداکثر حمایت را به‌عمل می‌آورند. البته گیاهان به‌صورت منفرد نیز فرسایش بادی را کاهش می‌دهند. به عنوان مثال، علف‌های هرز منفرد در اراضی زراعی در حال آیش ذرات جهشی موجود در عرصه را به دام می‌اندازند. این امر در مورد بوته‌های منفرد مناطق بیابانی که دارای پوشش تنک هستند نیز صادق می‌باشد. علاوه بر این، میزان فرسایش بادی تحت تاثیر گونه‌های گیاهی نیز قرار دارد. گیاهانی بیش‌ترین فرسایش بادی را کنترل می‌کنند که مقدار پوشش زیادی را در زمانی از سال که زمین حساس به فرسایش است تولید نمایند. در سیستم‌های زراعی که در نتیجه‌ی آن زمین برای مدت طولانی به صورت بایر در می‌آید و یا در مناطقی که پوشش گیاهی طبیعی (گیاهان مرتعی و جنگلی) از بین می‌روند خطر فرسایش بادی افزایش می‌یابد در چنین مناطقی باید به‌خصوص در فصول خشک و توام با باد پوشش گیاهی مستقر باشد. در این خصوص باید از گیاهی استفاده شود که باشرایط خاک و اقلیم محل سازگاری داشته و در کنترل باد موثر

omoorepeyman.ir

باشند. با برنامه‌ریزی مناسب و کشت گیاهان مقاوم و رعایت تناوب زراعی در اراضی مزروعی نمی‌توان در مناطقی که بادهای شدید و در دوره‌ای از سال وجود دارد، فرسایش بادی را با موفقیت کنترل نمود. استقرار پوشش گیاهی می‌تواند ساختمان خاک را نیز در طولانی مدت بهبود بخشیده و خاک حساس به فرسایش را نیز مقاوم نماید.

گیاهان نقش بسیار زیادی در کاهش جابه‌جایی ذرات ماسه دارند. از آنجایی که گیاهان بیش‌تر از رطوبت متاثر می‌باشند، بنابراین در تنظیم انتقال مواد به‌وسیله باد، موثرتر از رطوبت عمل می‌نمایند. وجود پوشش گیاهی ارتفاع Zo را بالا می‌برد و به این صورت می‌تواند در میزان انتقال ماسه نقش داشته باشد. ارتفاع، نوع و تراکم پوشش گیاهی در Zo موثر هستند. علاوه بر خود پوشش گیاهی، لاش برگ و بقایای گیاهی به‌عنوان بادشکن‌های غیرزنده نیز در کاهش فرسایش بادی و میزان رسوباتی که باد برروی زمین قرار می‌دهد نقش بسیار زیادی دارند.

مارشال، واسون و نانینگا در مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی خود دریافتند که شکل، طرز آرایش و تراکم پوشش گیاهی طبیعی مناطق بیابانی در میزان فرسایش بادی تاثیر دارد. با افزایش تراکم بوته‌ها از ۱۰ تا ۲۵ درصد افت شدیدی در میزان ماسه‌های منتقله ملاحظه شده و در تراکم حدود ۳۰درصد میزان ماسه‌های انتقال یافته در حد جزیی می‌باشد. در این تحقیقات تاثیر تراکم گیاهان بوته‌ای در مقدار ماسه منتقله در سرعت‌های مختلف باد مشخص گردیده است.

ارتباط بین بقایای گیاهان و حرکت ماسه‌ها، پیچیده و حالت دینامیکی دارد زیرا گیاهانی که لازم است حرکت ماسه را کنترل کنند باید خود در سطح زمین باقی بمانند. میزان و نقش بقایای گیاهی در کاهش فرسایش بادی به عوامل متعددی بستگی دارد. مهم‌ترین این عوامل شامل کمیت و کیفیت بقایای محصول، وضع قرار گرفتن بقایای گیاهی نسبت به سطح خاک و نوع خاک می‌باشند.

هرچه مقدار بقایای گیاهی بیش‌تر باشد، تاثیر آن در کاهش فرسایش بادی بیش‌تر است. در وزن ثابتی از بقایای گیاهی، آنهایی که ریزتر و انبوه‌تر هستند نسبت به بقایای گیاهی با بافت درشت بیش‌تر است. زیرا بقایای ریز بافت، سرعت باد را کم کرده و همچنین ذرات ماسه در حال جست و خیز را جذب می‌کنند. بنابراین به‌طوری که گفته شد انواع کمیت و کیفیت بقایای گیاهی در کاهش فرسایش بادی نقش‌های متفاوتی ایفاء می‌نمایند.

در این رابطه نقش وضع قرار گرفتن بقایای محصول در کاهش فرسایش بادی نیز از اهمیت شایان توجهی برخوردار می‌باشد. نقش یک کلش ایستاده یا بقایای عمودی در کاهش سرعت باد بسیار موثرتر از نقش خوابیده و یا خرد شده آنها بر روی سطح زمین است. معمولا برای یک میزان کاهش سرعت باد، مقدار محصول درحالت خوابیده دو برابر آن در حالت ایستاده است. Chepil and Woodruff تاثیر بقایای گیاهی سورگوم و گندم را در کاهش فرسایش بادی بررسی کرده و نشان داده‌اند که در مورد هر دو محصول بقایای گیاهی ایستاده بهتر از بقایای خرد شده آنها فرسایش بادی را کنترل می‌کنند.

حداقل بقایای محصول لازم برای کاهش فرسایش بادی در یک میزان قابل قبول برحسب نوع خاک متفاوت است. نتایج یک بررسی حداقل بقایای لازم برای کاهش فرسایش بادی در یک میزان قابل قبول در خاک‌های مختلف نواحی نیمه خشک دشت‌های وسیع ایالات متحده آمریکا را مشخص نمود. در این بررسی بقایای گیاهی به مقدارصفر تا ۶۷۲۶

omoorepeyman.ir

کیلوگرم در هکتار به ترتیب باعث ایجاد فرسایش بادی به میزان ۴۰/۲ تا ۰/۵ تن در هکتار گردیده‌اند. این امر نشان دهنده اهمیت بقایای گیاهی در کاهش فرسایش بادی می‌باشد.

از آنجایی‌که میزان فرسایش بادی با توان سوم سرعت باد متناسب است، کاهش ناچیزی در سرعت باد، کاهش قابل ملاحظه‌ای را در میزان فرسایش بادی به دنبال خواهد داشت (Hagen 1976). گیاهان زراعی بعد از برداشت محصول مقادیر قابل توجهی از بقایای خود را برجای می‌گذارند که مانع برخورد مستقیم باد به سطح خاک شده (Englehorn etal 1952) و فرسایش بادی را به‌صورت نمایی کاهش می‌دهد (Siddowlay 1978).

برای اولین بار اثر موانع گیاهی بر کنترل فرسایش بادی در سال ۱۹۱۱ توسط Bates مورد بررسی قرار گرفت (Skidmore and Siddoway 1978). بعد از آن نقش بقایای ایستاده و پخش شده گیاهی، موازی یا عمود بودن ردیف‌های بقایا با جهت جریان باد، تعداد بقایای لازم جهت کنترل فرسایش بادی، استفاده از وسایل خاکورزی مناسب برای حفظ حداکثر بقایای گیاهی و ... در بسیاری از مناطق جهان مورد بررسی قرار گرفت. اما این‌که بقایای گیاهی تا چه اندازه بر کنترل فرسایش بادی موثر هستند و نیز تعیین تاریخ کاشت، تراکم و نحوه کاشت مناسب برای این منظور، موضوع بسیار مهمی است که می‌بایست توجه ویژه‌ای بر روی آن معطوف نمود.

شدت فرسایش بادی خاک براساس عوامل متعددی تعیین می‌شود. عمده‌ترین این عوامل شامل سرعت تلاطم باد، ویژگی‌های فیزیکی خاک و پوشش گیاهی و شرایط ناهمواری سطح زمین می‌باشند. سرعت باد عامل رانش فرسایش بادی است. با افزایش سرعت باد، قابلیت حمل شدن ذرات افزایش می‌یابد. اگر پوشش روی سطح زمین موجود نباشد، یا پوشش کم باشد، سرعت‌های زیاد باد می‌تواند مقادیر زیادی خاک را در زمانی کوتاه جابه‌جا کنند. خواص فیزیکی مهم سطح خاک شامل پراکنش اندازه ذرات خاک و پایداری مکانیکی کلوخه‌ها و سله‌ها هستند. طبق بررسی‌های انجام شده ذرات با قطر کم‌تر از ۰/۸۴ میلی‌متر حساس‌ترین ذرات به فرسایش بادی هستند در این خصوص موثرترین روش عملی در کنترل فرسایش بادی باقی گذاشتن بقایای گیاهی بر روی سطح زمین می‌باشد. (Hornig , L.B.etal. 1998)

بادهای شدید و خشک همراه با درجه حرارت بالا، فرسایش را به‌خصوص در خاک‌هایی که حساس به فرسایش بادی هستند، تشدید می‌کنند. برای کنترل فرسایش در چنین شرایطی می‌توان از بقایای گیاهی در سطح خاک استفاده نمود. بقایای گیاهی قرار داده شده در سطح زمین به‌خصوص اگر بلند و انبوه باشند تقریبا به اندازه خود پوشش گیاهی زنده فرسایش بادی را کنترل می‌کنند.

بقایای گیاهی از یک سو سرعت باد را کاهش داده و فرسایش بادی را محدود می‌نماید و از سوی دیگر حرکت خاک فرسوده شده را متوقف می‌سازد. اثر بقایای گیاهی در سطح زمین هنگامی در کنترل فرسایش بادی بیش‌تر موثر است که همراه با زبری سطح زمین باشد. به‌طورکلی مدیریت بقایای گیاهی به‌خصوص در عر صه های زراعی می‌توانند فرسایش بادی در حد فاصل بین دو کشت را کاملا کنترل نمایند. استفاده از مالچ کلشی برای این منظور کاملا مناسب است. «شواب» و «فریورت» اظهار داشته‌اند که مخلوط کاه وکلش موثرتر از کاه یا کلش به تنهایی است.

omoorepeyman.ir

علل کنترل فرسایش بادی در اثر استفاده از بقایای گیاهی به شرح زیر می‌باشد:

الف- نیروی مستقیم باد به‌جای سطح خاک به بقایای گیاهی منتقل می‌گردد که این امر کاهش سرعت باد و در نتیجه کاهش قدرت فرسایندگی آن را به دنبال خواهد داشت. (Englhorn et al. 1952). زیرا همان‌گونه که گفته شد، میزان فرسایش بادی با توان سوم سرعت باد بیش‌تر از آستانه[۱] متناسب می‌باشد به‌طوری که کاهش ناچیز در سرعت باد، کاهش قابل ملاحظه‌ای را در میزان فرسایش بادی به دنبال دارد. به‌عنوان مثال در صورت نصف شدن سرعت باد بیش از آستانه، میزان فرسایش بادی معادل یک هشتم سرعت اولیه خواهد شد (Hayen 1996).

ب- بقایای گیاهی بدلایل 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).

ج- فعالیت بیش‌تر میکروارگانسیم‌های خاک به‌دلیل 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 (هاشمی‌نیا ۱۳۷۸). ذرات خاک باقطر بیش از ۰/۸۴ میلی‌متر در مقابل حرکت توسط باد مقاوم می‌باشند (Skidmore and Poowers, 1982).

د- بقایای گیاهی با به تله انداختن ذرات فرسایش‌پذیر خاک، از حرکت بهمن مانند یا تصاعدی آنها جلوگیری می‌نمایند (Nielsen and Aiken 1998).

تاکنون مطالعات زیادی در خصوص کاهش فرسایش بادی در اثر ایجاد موانع در مقابل باد به انجام رسیده است. Siddoway و همکاران مطالعه‌ای انجام داده‌اند که نشان داد که وجود بقایای گیاهی از سرعت باد می کاهد. Fryrear نیز بیان داشت که اگر ۳۰ درصد سطح خاک با بقایای گیاهی پوشانده شده باشد، میزان تلفات خاک تا ۸۰ درصد کاهش می‌یابد.

علاوه بر مقدار، نوع و نحوه استقرار بقایای گیاهی در کاهش فرسایش بادی، روش قرار گرفتن بقایای گیاهی در سطح خاک نیز در میزان کاهش فرسایش بادی نقش به‌سزایی دارد.

برای کنترل فرسایش بادی به وسیله بقایای محصول باید نوع خاصی از عملیات و وسایل تهیه زمین به کار برده شود که منجر به باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح خاک گردد (عمدتا در اراضی زراعی). برای کنترل فرسایش بادی معمولا بقایای گیاهی را یا به حالت خود در سطح خاک باقی می‌گذارند و یا آنها را بریده و در سطح خاک پخش می‌نمایند.

بقایای گیاهی علاوه بر تاثیر مستقیم در کاهش فرسایش بادی، به‌صورت غیر مستقیم نیز باعث کاهش فرسایش بادی می‌شوند، این تاثیر عمدتا به‌صورت تغییر در خصوصیات خاک صورت می‌گیرد. عمده‌ترین این خصوصیات به شرح زیر می‌باشند:

۱- سرعت آستانه سرعتی است که در آن سرعت ذرات خاک شروع به حرکت و جابجایی می‌نمایند.

omoorepeyman.ir

الف- ساختمان خاک

بقایای گیاهی به‌عنوان منبع تازه کربن برای تولید بیوماس میکروبی عمل کرده و موجب بهبود دانه‌بندی خاک می‌گردند. میکروارگانیسم‌های خاک می‌توانند به وسیله جذب بارهای غیرمشابه سطحی، ذرات خاک را به یکدیگر پیوند دهند و خاکدانه‌ای بزرگ و پایداری را تشکیل داده که علاوه بر ایجاد شرایط مناسب برای نفوذ آب به داخل خاک، در کنترل فرسایش بادی نیز موثر باشند. از طرفی بقایای گیاهی با جذب انرژی قطرات باران از پراکندگی ذرات و کاهش فرسایش آبی که خود در بیش‌تر نقاط کشور منشا و مبدا فرسایش بادی است جلوگیری نماید. این امر به‌علاوه منجر به بهبود نفوذپذیری خاک خواهد شد. فعالیت بیش‌تر میکروب‌های خاک و همچین افزایش مواد آلی خاک به‌دلیل وجود بقایای گیاهی، تراکم خاک را کاهش داده و در نتیجه باعث ایجاد حالت بالش در خاک می‌شود (یواس گوپتا ۱۳۷۶).

ب- شوری خاک

میزان نمک موجود در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک زیاد بوده و بعضی از این نمک‌ها در آب قابل حل می‌باشند و اگر نزولات آسمانی کافی باشد، می‌توان با شستشوی نمک‌ها آنها را از خاک خارج نمود. بقایای گیاهی به‌دلیل این‌که نفوذپذیری را افزایش و تبخیر را کاهش می‌دهند، می‌توانند اثرات نامطلوب شوری را در مراحل حساس رشد گیاه نظیر جوانه زدن و سبز شدن کاهش دهنده (یو، اس، گوتپا ۱۳۷۶)

ج- رطوبت خاک

افزایش نفوذپذیری خاک به‌دلیل بهبود دانه‌بندی آن، کاهش برخورد مستقیم قطرات باران به خاک و در نتیجه کاهش سله و سرعت جریان آب بر روی خاک، افزایش نفوذ آب، کاهش تبخیر و بازتاب اشعه خورشیدی بقایای گیاهی نسبت به خاک لخت و در نهایت کاهش قدرت تبخیری باد به دلیل کم کردن سرعت آن از فواید بقایای گیاهی بوده که به افزایش رطوبت خاک و کاهش فرسایش بادی از این طریق کمک می‌نماید (Adams 1970).

د- افزایش عناصر غذایی

بقایای گیاهی منبع قابل ملاحظه‌ای از کربن، ازت و سایر عناصر غذایی مهم به شمار می‌روند. در سال ۱۹۷۳، میزان تولید پس‌مانده‌های گیاهی حاصل از ۹ محصول زراعی در آمریکا بالغ بر ۳۶۳ میلیون تن بوده است که این مقدار بقایای محصول حاوی ۴ میلیون تن ازت، نیم میلیون تن فسفر و ۴ میلیون تن پتاس بوده است که به ترتیب ۱۰، ۴ و ۸۰ درصد از میزان کود مصرفی طی آن سال‌ها در آن کشور بوده است.

کلش غلات دانه ریز در دیم زارهای استرالیا عمدتا بین ۴ تا ۵ تن در هکتار می‌باشد. میزان کربن آلی این خاک‌ها بین ۱ تا ۲ درصد متغیر بوده بنابراین، استفاده از بقایای گیاهی به مقدار متوسط ۵ تن در هکتار، توانسته است ۵ تا ۱۰ درصد (معادل ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال) را تامین نماید. درصورتی‌که مقدار ریشه را نیز به حساب آوریم، این

omoorepeyman.ir

مقدار به ۱۰ تا ۴۰ درصد افزایش خواهد یافت. به‌علاوه این مقدار بقایای گیاهی حاوی ۳۳/۵ کیلوگرم ازت، ۳/۵ کیلوگرم فسفر، ۴۸/۵ کیلوگرم پتاس در هکتار خواهد بود. بنابراین مدیریت بقایای گیاهی نه تنها به میزان کربن خاک، بلکه بر سایر عناصر غذایی نیز تاثیر دارد.

بنابر آنچه تاکنون گفته شد علاوه بر پوشش گیاهی زنده بقایای گیاهی موجود در عرصه اعم از عرصه‌های طبیعی (مرتع، جنگل) یا زراعی و باغی می‌تواند نقش بسیار مهمی در کاهش فرسایش بادی به عهده داشته باشند.

در رابطه با بادشکن‌های زنده دو عامل اساسی و محدود کننده اکولوژیکی بر روی رشد گیاهان در ماسه‌های بیابانی وجود دارد که شامل رطوبت خاک و دوام و پایداری محیط رشد ریشه است. علاوه بر این دو عامل، عوامل متعدد دیگری نظیر مقدار ازت خاک وجود دارد که در رشد گیاهان بر روی ماسه‌های بیابانی موثرند (Buckley et al 1986) در مناطق خشک و نیمه خشک، ماسه‌ها دارای برخی خصوصیات هستند که در اثر آنها می‌توانند رطوبت خاک را بهتر از خاک‌های با بافت ریزتر ذخیره نمایند. از عمده‌ترین این خصوصیات می‌توان به نفوذپذیری، حرکت کند کاپیلاری، نفوذ ریشه به‌دلیل سست بودن ماسه و ... اشاره نمود. نفوذپذیری ماسه‌ها، ذخیره مقدار زیادی از آب را امکان‌پذیر می‌سازد. حرکت کُند رطوبت موجود در زیر زمین به سطح و یا عدم وجود حرکت در ماسه‌ها باعث ذخیره آب در لایه‌های کم عمق در زیر ماسه‌ها شده و برای ماه‌های متمادی ذخیره شده و از تبخیر در امان می‌ماند (Agnewand Gupta). در خاک‌های ماسه‌ای نفوذ ریشه تا اعماق زیاد و رسیدن به آب‌های زیرزمینی میسر است. کلیه پارامترهای فوق استقرار پوشش گیاهی پس از محافظت آنها در مقابل فرسایش بادی را میسر می‌سازد. بنابراین مهم‌ترین مرحله در مقابله با فرسایش بادی استقرار گیاهان در مراحل اولیه و مصون داشتن آنها از حرکت در مراحل اولیه رشد می‌باشد.

واسون اثبات نمودکه ارتباط بین گیاهان، رطوبت و حرکت ماسه‌های روان، درصورتی‌که ضریب تغییرات باران درمناطق بیابانی نیز در نظر گرفته شود بسیار پیچیده خواهد بود.

در بخش‌هایی از جهان که تغییرات اقلیم در اواخر دوره پلیستوسن موجب ایجاد پوشش گیاهی در تپه‌های ماسه‌ای شده است (همانند بسیاری از مناطق نیمه خشک فعلی)، در خیلی از مناطق کوچک، تپه‌های ماسه‌ای مجددا در اثر عوامل مختلفی فعال شده‌اند. عمده‌ترین عامل این پدیده در اکثر موارد، چرای بیش از حد دام بوده است.

باکلی (۱۹۸۷) با استفاده از نتایج حاصل از مطالعات تونل باد، رابطه زیررا که در آن نقش پوشش گیاهی در سرعت آستانه نشان داده شده است را ارائه کرده است.

$$\bar{u}_{vt} = \bar{u}_t(1 - kc)$$

که در آن:

$\bar{u}_{vt}$: سرعت آستانه در ماسه‌های پوشیده از گیاه که در ارتفاع z اندازه‌گیری شده است.

$\bar{u}_t$: سرعت آستانه در ماسه‌های سست و لخت

k: مقدار ثابتی است که به شکل گیاه بستگی دارد (برای گیاهان ایستاده یا پهن شده بر روی تپه‌های ماسه‌ای $k = 0.018$ و برای نباتات کوچک گرد شده بدون ساقه $k = 0.046$ است)

omoorepeyman.ir

c: درصد پوشش گیاهی (تا ۱۷ درصد) می‌باشد.

مطالعات و تحقیقات انجام شده توسط (Fryreur et al 1989) نشان داده است که گیاهان از سه طریق فرسایش بادی را کاهش می‌دهند:

الف- سطح خاک را می‌پوشانند.

ب- سرعت باد را کاهش می‌دهند.

ج- از حرکت ذرات خاک جلوگیری می‌نمایند.

این امر ثابت شده است که تعداد گیاهان در واحد سطح و ارتفاع و قطر گیاهان در کاهش فرسایش بادی نقش غیرقابل انکاری دارد. در مطالعه ای که توسط (Fryear et al 1989) انجام شده است بین اتلاف خاک، سرعت، باد و پوشش گیاهی رابطه زیر به دست آمده است:

$$SL = -3/396 + 298(uh - ut)/\sqrt{NDH}$$

که در آن:

N: تراکم پوشش گیاهی (m2 / تعداد)

D: قطر گیاه (میلی‌متر)

H: ارتفاع گیاه (میلی‌متر)

uh: سرعت باد در جریان آزاد

ut: سرعت باد در زمانی که خاک هدر نرود (سرعت بادکم‌تر از سرعت آستانه فرسایش بادی باشد)

در آزمایش دیگری (Will Brisbane et al, 2000) اثر درجات مختلف پوشش گیاهی (بدون پوشش، علف، بوته‌ای، درختی) در کاهش فرسایش بررسی و مشخص نمود که هرچه درصد تاج پوشش بیش‌تر بوده، فرسایش کم‌تر مشاهده شده است. در این بین گیاهان علفی، بوته‌ای و درختی به ترتیب کم‌ترین تا بیش‌ترین تاثیر را داشته‌اند. از این آزمایش این تئوری استخراج گردید که ساختار ریشه‌ها با توجه به نوع پوشش گیاهی متفاوت بوده و هرچه ریشه بزرگ‌تر باشد به همان نسبت فرسایش بادی کم‌تر است. همچنین گیاهانی که ساختار ریشه‌ای بزرگ‌تری دارند، سایه‌انداز بزرگ‌تری خواهند داشت بنابراین این گیاهان به‌عنوان مانع در کاهش فرسایش بادی نقش بیش‌تری ایفاء نموده و باعث کاهش بیش‌تر فرسایش بادی می‌شوند.

بنابر آنچه تاکنون گفته شد می‌توان اظهار داشت که تنها راه معقولانه در کاهش اثرات سرعت باد، استفاده از بادشکن‌های زنده و غیرزنده است. به‌طوری که با نصف کردن سرعت باد، میزان جابه‌جایی ذرات خاک ۸ برابر کاهش می‌یابد. به‌عنوان یک اصل، تحقیقات نشان داده است که یک بادشکن خوب، تا ده برابر ارتفاع خود می‌تواند منطقه پشت خود را حفاظت نماید. بررسی‌ها و آزمایشات انجام شده نشان داده است که یک یا دو ردیف گیاه علفی بلند و ضخیم که با فاصله ۹ متر از یکدیگر کشت شده است می‌تواند از سرعت باد کاسته و فرسایش بادی را تا ۹۰ درصد کاهش دهند.

omoorepeyman.ir

تحقیقات انجام شده در مرکز تحقیقات قره قوم در کشور ترکمنستان نشان داده است که احداث بادشکن در در دامنه تپه‌های ماسه‌ای و در شیب‌های (۵-۰)، (۱۰-۵) و (۱۵-۱۰) درصد به‌ترتیب با فاصله ردیفی حدود ۱۰، ۶ و۴ برابر ارتفاع بادشکن بیش‌ترین تاثیر را داشته که نشان دهنده تاثیرات شیب بر فواصل بادشکن‌ها می‌باشد. تجارب به‌دست آمده درخصوص احداث بادشکن در دامنه‌های شیب‌دار تپه‌های ماسه‌ای نشان می‌دهد که در این عرصه‌ها اولا احداث بادشکن قائم موثرتر بوده و ثانیا فاصله ردیف بادشکن‌ها باید به گونه‌ای باشد که اگر خطی فرضی از بالاترین نقطه ارتفاع بادشکن ردیف اول به سمت بادشکن ردیف بعدی رسم شود، این خط ازحدود ۱۵-۱۰ سانتی‌متر بالاتر از پی بادشکن ردیف بعدی عبور نماید. این امر برای سایر ردیف‌ها نیز به همین شکل خواهد بود. در هر حال فاصله ردیف‌های بادشکن باید به اندازه‌ای باشد تا سرعت باد از سرعت آستانه فرسایش بادی کم‌تر شود.

Richard L.Norton (۱۹۹۸) اعتقاد دارد که بادشکن‌ها مزایای قابل توجهی در تولید باغات و تاکستان‌ها دارند. بادشکن‌های بلند باعث متفاوت شدن خرد اقلیم داخل باغ از اتمسفر بالای باغ شده و شرایط را برای گرده افشانی و تولید بهتر می‌نمایند. کاهش سرعت باد در داخل باغ باعث کاهش صدمات مکانیکی به برگ‌ها، شاخه‌ها، جوانه‌ها، گل‌ها و میوه‌ها می‌شود. علاوه بر این، بادشکن‌ها تغییر شکل و شکستگی ریشه در درختان میوه جوان را به‌شدت کاهش می‌دهند. طراحی مناسب بادشکن و اتخاذ دقیق گونه‌ها برای بادشکن، انعطاف پذیری در مدیریت باغات و تاکستان‌ها را افزایش می‌دهد.

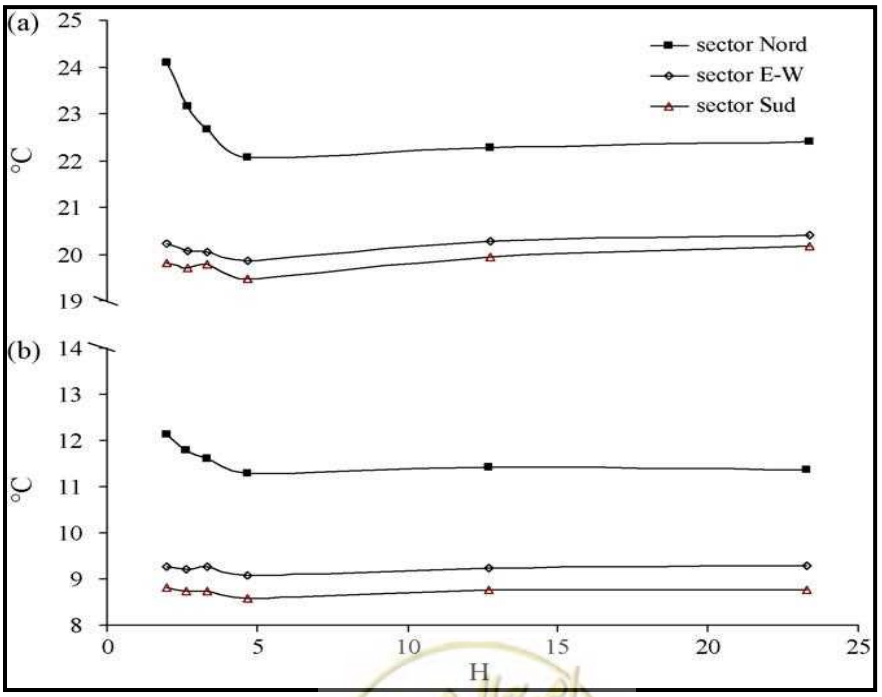
Bente Foereid و همکاران (۲۰۰۲) اثرات نوارهای بادشکن را در کشور دانمارک با استفاده از آزمایشات میدانی مدل‌سازی نموده‌اند در این تحقیق که طول ردیف‌های بادشکن به ۲۰۰ متر می‌رسید اثر این بادشکن‌ها درتغییرات مربوط به خرد اقلیم در ۱۱ نقطه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که در فاصله بیش از ۴ تا ۷ برابر ارتفاع بادشکن خرد اقلیم تعدیل و سرعت باد نیز کاهش یافته است. همچنین درجه حرارت و رطوبت نسبی نیز افزایش یافته ولی تابش خورشید کم‌تر شده است. به‌علاوه در حاشیه بادشکن نیز خرد اقلیم تعدیل شد ه است. یک مدل رگرسیونی چند متغیره برای پیش‌بینی خرد اقلیم پشت بادشکن‌ها از داده‌های اگرو اقلیمی استاندارد استخراج گردید که در آن دقت و صحت پیش‌بینی‌های به دست آمده از دقت و صحت داده‌های اندازه‌گیری شده قدری کم‌تر بود. داده‌های مدل نشان داد که تغییرپذیری اقلیم به علت اثرات تابش و درجه حرارت بوده است.

P. Campi و همکاران (۲۰۰۸) اثرات بادشکن درختی در میکرو اقلیم و تولید گندم در یک محیط مدیترانه‌ای را بررسی نمودند. آنالیز مشاهدات خرد اقلیمی نشان داد که وقتی باد از جهت شمالی می‌وزد وجود بادشکن سرعت باد را تا فاصله ۱۲/۷ برابر ارتفاع بادشکن تحت تاثیر خود قرار می‌دهد و درجه حرارت از فاصله ۴/۷ برابر ارتفاع بادشکن شروع به افزایش می‌نماید. به طور مداوم میزان آب خاک به وسیله تکنیک TDR اندازه‌گیری شده و تبخیر و تعرق روزانه و فصلی نیز محاسبه گردید. نتایج نشان داد که بادشکن‌ها، تبخیر و تعرق را تا فاصله ۱۲/۷ برابر ارتفاع بادشکن کاهش داده‌اند. در خارج از منطقه‌ای که بادشکن‌ها در آن احداث شده بودند، میزان تبخیر و تعرق ۱۶ درصد بیش‌تر از تبخیر و تعرق اندازه‌گیری شده در نزدیکی کمربند بادشکن (در فاصله کم‌تر از ۴/۷ برابر ارتفاع بادشکن) اندازه‌گیری شده است. در درون منطقه حفاظت شده، راندمان استفاده گندم از آب ۱/۱۵ و در بیرون از منطقه حفاظتی بادشکن ۰/۷ کیلوگرم بر

omoorepeyman.ir

متر مکعب اندازه‌گیری شده است. در عکس (۱-۱) نمایی از یک بادشکن زنده و نقش آن در میکرو کلیمای منطقه ارائه شده است همچنین در نمودار (۱-۲) تبعیت دمای هوا از فاصله بادشکن، در نمودار (۱-۳) تبعیت سرعت باد از فاصله از بادشکن، در نمودار (۱-۴) میزان نسبی درجه حرارت و سرعت باد در نزدیکی بادشکن، در نمودار (۱-۵) تبعیت تبخیر و تعرق از فاصله از بادشکن، در نمودار (۱-۶) تبعیت رطوبت نسبی از فاصله از بادشکن و در نمودار (۱-۷) تبعیت اثر فاصله از بادشکن در تولید، درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد و تبخیر و تعرق نشان داده شده است.

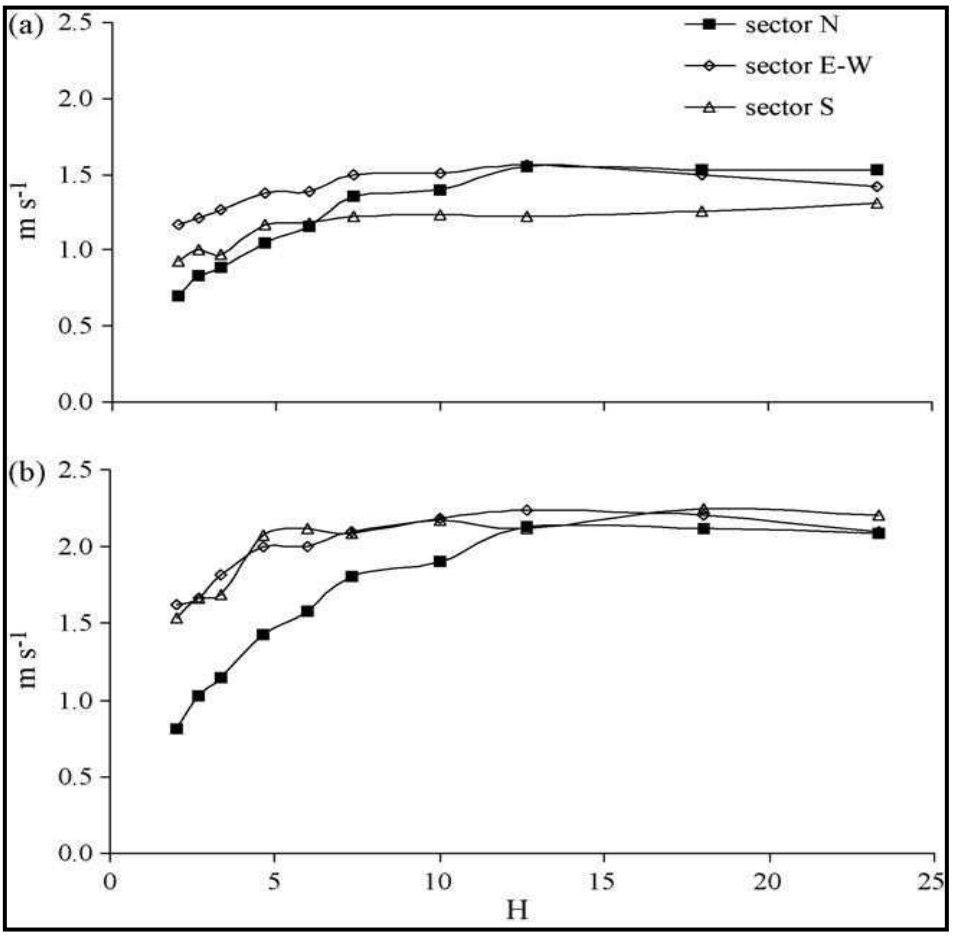
عکس ۱-۱- نمایی از یک بادشکن زنده و نقش آن در میکرو کلیمای منطقه



H = ارتفاع بادشکن

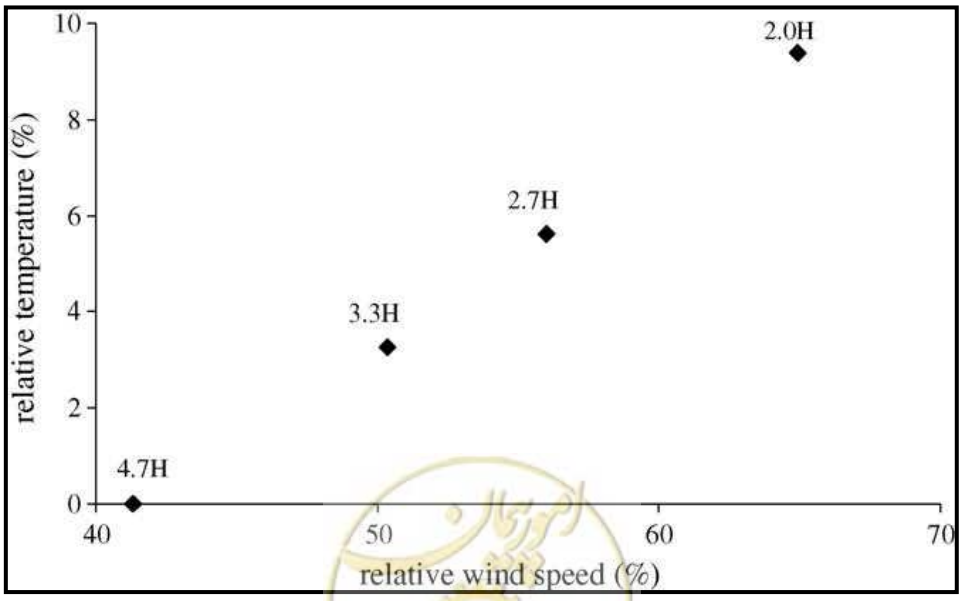
نمودار ۱-۲- تبعیت دمای هوا از فاصله از بادشکن (a) در طی ساعات گرم‌تر (بیش از ۱۶ درجه سانتی‌گراد) (b) در طول چرخه گندم

omoorepeyman.ir



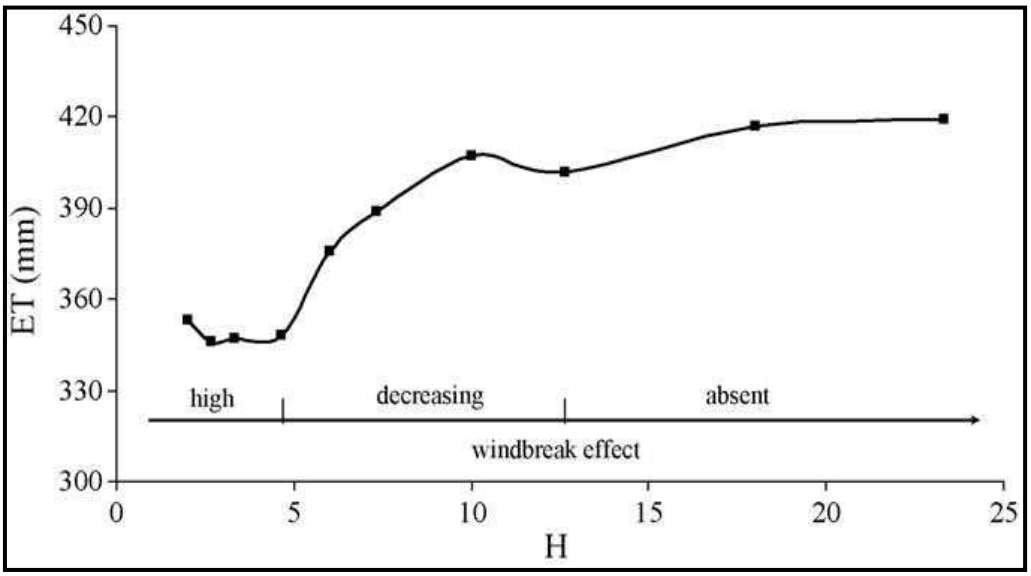
H ارتفاع بادشکن

نمودار ۱-۳- تبعیت سرعت باد از فاصله از بادشکن (a): در طی چرخه گندم (هر ساعت یک بار). (b) در طی ساعات بادی (سرعت بیش از ۲/۸ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲ متری).



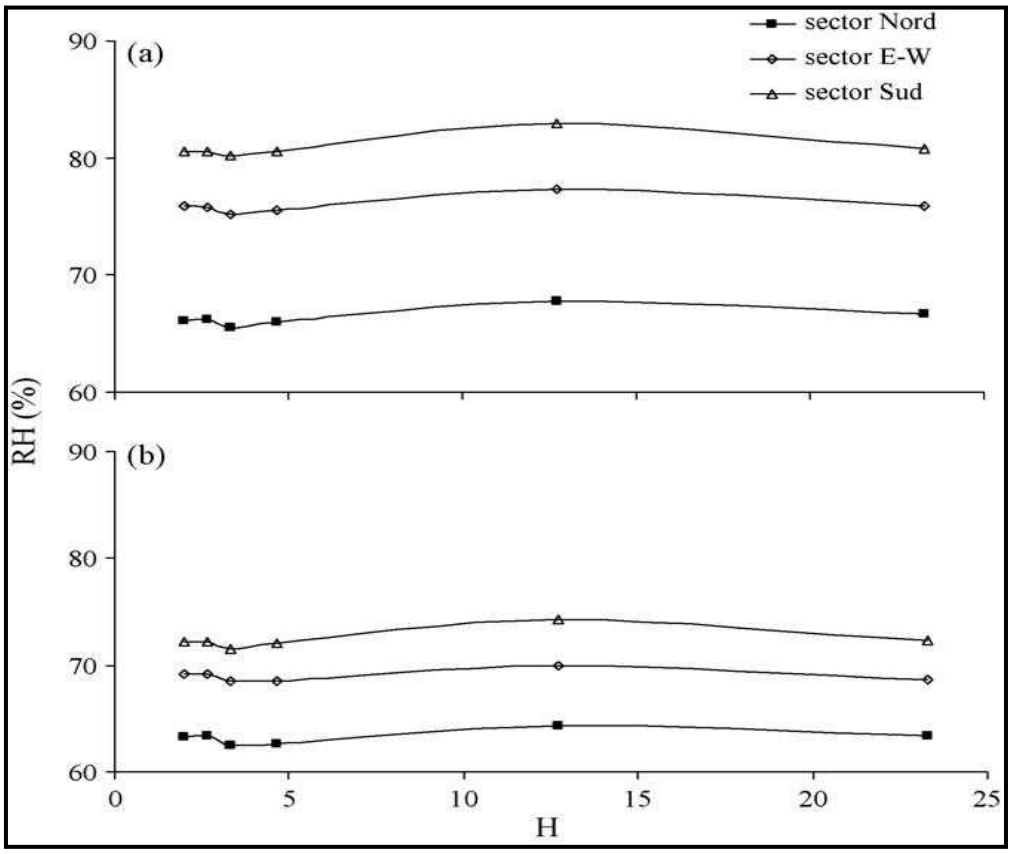
نمودار ۱-۴- میزان نسبی درجه حرارت و سرعت باد در نزدیکی بادشکن (در فاصله کم‌تر از ۴/۷ برابر بادشکن)

omoorepeyman.ir



H ارتفاع بادشکن

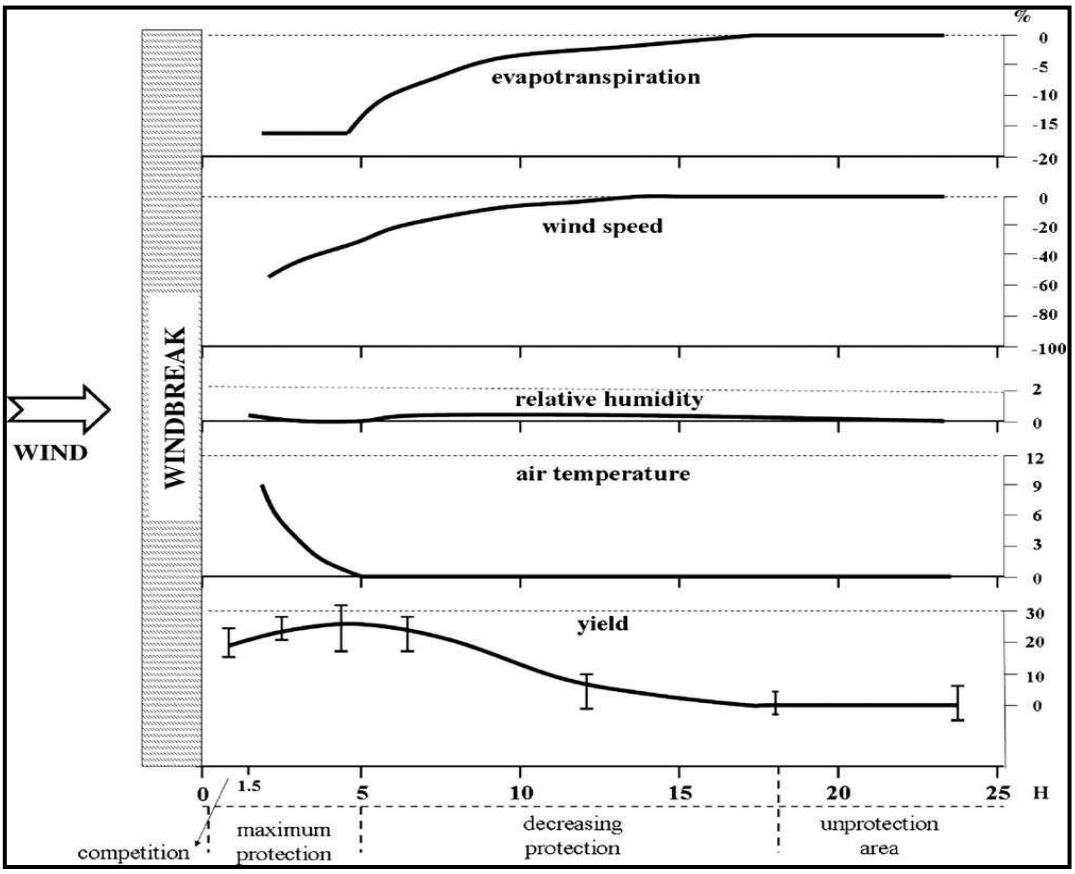
نمودار ۱-۵- تبعیت تبخیر و تعرق از فاصله از بادشکن



H ارتفاع بادشکن

نمودار ۱-۶- تبعیت رطوبت نسبی از فاصله از بادشکن. (a) در طی چرخه گندم. (b) در طی ساعات بادی.

omoorepeyman.ir



نمودار ۱-۷- تبعیت اثر فاصله از بادشکن در تولید، درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد و تبخیر وتعرق

W.M.Cornelis و D. Gabriels (۲۰۰۴) در تحقیقی که در آن طراحی مطلوب بادشکن‌ها مد نظر بوده است، توجه به مقدار و توزیع خلل و فرج در بادشکن یا میزان نفوذپذیری آن را، در ارتباط با ارتفاع و تعداد ردیف‌ها ضروری ارزیابی نموده و نشان دادند که خلل و فرج به اندازه ۰/ ۲ m^2/m^2 تا ۰/۳۵ در بادشکن برای کاهش سرعت باد مطلوب می‌باشد. با توجه به توزیع خلل و فرج با ارتفاع، توزیع مساوی خلل و فرج در ساقه و تاج پوشش باعث حفاظت طولانی‌تر منطقه شده‌است. این امر بدین معنی است که در بادشکن‌هایی که سرعت باد بیش از ۵۰ درصد کاهش یابد، نتایج برای ساخت بادشکن‌ها می‌تواند در جلوگیری و کاهش فرسایش بادی موثر و مفید باشد. طراحی مطلوب بادشکن تا حد زیادی بستگی به هدف حفاظت منطقه از فرسوده شدن یا حفاظت از منابع زیر بنایی از مدفون شدن دارد.

K.H.Lee و همکاران (۲۰۱۰) برای تخمین کاهش سرعت باد از طریق بادشکن‌های درختی از یک سیستم اسکن لیزری استفاده نموده‌اند. در این تحقیق عملکرد درختان به عنوان بادشکن به وسیله خصوصیات هندسی آنها تعیین شده است. در این بررسی از توسعه یک سیستم اسکن لیزری برای اندازه‌گیری خصوصیات هندسی درخت و استفاده از آن برای تخمین درصد کاهش سرعت باد در یک بادشکن، استفاده به‌عمل آمده است. این سیستم اسکن لیزری از یک سنسور لیزر، یک GPS و یک کامپیوتر تشکیل شده است که بر روی یک وسیله نقلیه نصب شده است. یک بادشکن به وسیله مجموعه منظمی از درختان بزرگ در یک الگویی که ۲ نوع خلل و فرج برای اندازه‌گیری سرعت باد فراهم نموده

omoorepeyman.ir

است، تشکیل گردیده است (بادشکن‌های I و II). در این دستگاه باد به وسیله یک دمنده در سرعت‌های زیاد و کم به طور مستقیم در مرکز بادشکن درختی ایجاد می‌شود. سرعت‌های باد در ۴ نقطه بادشکن هم در جهت باد و هم در خلاف جهت آن اندازه‌گیری شده و درصد کاهش سرعت باد بین حاشیه‌های بادپناه و بادخیز مورد محاسبه قرار گرفته‌است. سیستم اسکن لیزری خصوصیات هندسی تاج پوشش درختان در نقاط مشابه که سرعت باد در آنجا متمرکز می‌شود را اندازه‌گیری نموده و همبستگی خطی بین خصوصیات هندسی تاج پوشش درختان و درصد کاهش سرعت باد را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد.در عکس (۱-۲) وسیله نقلیه مجهز به وسایل اندازه‌گیری تخمین کاهش سرعت باد از طریق بادشکن‌های درختی از یک سیستم اسکن لیزری ارائه شده است. در بادشکن درختی نوع I، بالاترین ضریب همبستگی (r) در شرایط سرعت‌های کم (کم‌تر از ۱۶ متر بر ثانیه) و زیاد (کم‌تر از ۲۰ متر در ثانیه) به ترتیب ۰/۹۷ و ۰/۹۶ و در بادشکن درختی نوع II، بالاترین ضریب همبستگی (r) در شرایط سرعت‌های کم (کم‌تر از ۱۲ متر بر ثانیه) و زیاد (کم‌تر از ۱۸ متر بر ثانیه) به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۹۸ به دست آمده است.

عکس ۱-۲- وسیله نقلیه مجهز به وسایل اندازه‌گیری سیستم اسکن لیزری

جبار (۱۹۸۵) طی مطالعه‌ای که در الکسرای سوریه انجام داده است، به منظور کنترل فرسایش بادی، پیشنهادات زیر را برای احداث بادشکن ارائه داده است:

الف- احداث بادشکن عمود بر جهت باد غالب با عرض ۳۰ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۱۲ متر

omoorepeyman.ir

ب- در مناطق حمل یا انتقال ماسه، بادشکن با عرض ۵ متر با سه ردیف از گونه‌های درختی یا احداث بادشکن به عرض ۱۰ متر با ۵ ردیف از گونه‌های درختی و فاصله بین بادشکن‌ها ۱۰۰ متر.

P. R. Bird (۱۹۹۸) مزایای بادشکن‌های درختی برای مراتع کم پوشش و اراضی منابع طبیعی را در سیستم‌های چرایی متعادل مطالعه نموده‌است. در این تحقیق اثرات احداث بادشکن‌ها در چراگاه‌ها با تاکید بر سیستم‌های چرایی متعادل مورد بررسی قرار گرفته است. در تعداد کمی از گونه‌های گیاهی واکنش این گونه‌ها در مراتع به بادشکن در یک دوره ۲۵ ساله (از ۱۹۷۲ تا ۱۹۹۷) اندازه‌گیری شده است. در یک منطقه با بارندگی تابستانه در استرالیا، تولید پشم در طول یک دوره ۳ ساله در پلات‌های کوچک حفاظت شده با صفحات آهنی در فنس‌ها (بادشکن)، ۴۰ درصد افزایش یافته است. در مطالعه دیگری که به مدت ۳ ساله در نیوزیلند انجام شده است، نتایج نشان داد که بادشکن تراوا در یک محیط تابستانه خشک و با حکمیت فرسایش بادی باعث شده است که رشد چراگاه در منطقه حفاظت شده ۶۰ درصد افزایش یابد. اثرات بادشکن در مراتع و اراضی طبیعی با مقایسه تولید در پلات‌های کاملا حفاظت شده به‌وسیله بادشکن و پلات‌های باز، تعیین گردید. نتایج حکایت از اثرات بسیار مفید احداث بادشکن در زمینه کاهش فرسایش بادی و افزایش میزان تولید در اراضی مرتعی دارد.

Robert K. Grala و Joe P. Colletti (۲۰۰۳) مقایسه بین افزایش عملکرد ذرت را برای جبران هزینه‌های بادشکن‌های درختی در ایالت‌های غربی ایالات متحده را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که احداث بادشکن عملکرد محصول در داخل منطقه حفاظت شده را به‌شدت افزایش می‌دهد. هرچند که در بادشکن‌های زنده، بخشی از فضای تولید محصول اشغال شده و گونه‌های درختی با محصولات کشت‌شده رقابت می‌کنند، اما افزایش عملکرد ذرت برای جبران هزینه‌های صرف شده برای ۴ نوع بادشکن در ایالت‌های غربی آمریکا کافی بوده ضمن اینکه به‌شدت از هدر رفت خاک که در هزینه‌ها مد نظر قرار نگرفته است نیز جلوگیری نموده است. این ۴ نوع بادشکن شامل صنوبر (Populus spp)، ترکیب درخت و بوته‌ها (Populus spp., Acer saccharinum/Physocarpus spp.، Viburnum spp., Cornus spp.)، و بادشکن‌های صنوبر ۲ و ۴ ردیفه (Picea spp.). بوده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین افزایش عملکرد به ترتیب مربوط به بادشکن صنوبر ۴ ردیفه و بادشکن ترکیبی درخت و بوته‌ای‌ها می‌باشد.

Olga Vigiak و همکاران (۲۰۰۳) یک مدل برای اثرات حفاظتی بادشکن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه داده‌اند. در این بررسی اثر حفاظتی بادشکن تابعی از سرعت و جهت باد، فاصله از مانع، ارتفاع بادشکن، خلل و فرج، عرض و جهت در نظر گرفته شده است. اولین کاربرد این مدل، مطالعه منطقه وسیعی از شبکه بادشکن‌ها در انگلستان (در مناطق Thetford، شرق Anglia) بوده است. در این تحقیق کلیه خصوصیات بادشکن (نوع بادشکن، ارتفاع، عرض، خلل و فرج و موقعیت) در سیستم اطلاعات جغرافیایی ثبت گردید. برای ارزیابی اثر بخشی شبکه، یک شاخص حفاظتی شبکه بادشکن (SI) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاهش سرعت در منطقه به دلیل اثر حفاظتی شبکه بادشکن بوده و همچنین شبکه بادشکن حفاظت خوبی از منطقه به‌عمل آورده اما توزیع شبکه بادشکن نسبت به توزیع جهت باد مناسب نبوده است.

omoorepeyman.ir

A.E.Mohammad و همکاران (۱۹۹۶) مطالعه‌ای تحت عنوان طراحی بادشکن برای مقابله با هجوم ماسه در مرز شمال غربی سودان به انجام رسانده‌اند. منطقه مورد تحقیق یک منطقه با تخریب شدید اراضی و حرکت ماسه‌های روان محسوب می‌شود. در این تحقیق بهترین روش مقابله با آثار زیان‌بار فرسایش بادی طرح احداث بادشکن درختی برای حفاظت منطقه در مقابل حرکت ماسه‌های روان تشخیص داده شد. بادشکن پیشنهادی می‌بایست چند ردیفه، طویل، عریض، بلند، با تراوایی پایین باشد، شکل هندسی تاج پوشش آن مناسب و بدون منفذ بوده و جهت آن عمود بر جهت باد غالب باشد. گونه‌های انتخاب شده می‌باید دارای رشد سریع، طول عمر زیاد و تحمل بالا در مقابل خطرات موجود باشند.

Hiroyuki Torita و Hajime Satou (۲۰۰۷) رابطه بین ساختار بادشکن و میانگین کاهش باد را مورد مطالعه قرار داده‌اند. آنها اظهار داشتند که خلل و فرج مهم‌ترین ویژگی ساختاری بادشکن‌های مصنوعی (غیرزنده) دو بعدی و بادشکن‌های باریک محسوب شده ولی این امر برای بادشکن‌های سه بعدی و عریض صادق نمی‌باشد. برای تعیین ویژگی‌های مهم بادشکن‌های عریض، میانگین سرعت باد در اطراف ۸ بادشکن طبیعی با عرض‌های (W) و مجموع تراکم سطوح (Ad) مختلف اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که حاصلضرب(W و Ad) برای پیش‌بینی اثر باد پناهی در اطراف بادشکن‌های سه بعدی مفید می‌باشد. همچنین یک رابطه منفی بین حاصلضرب(W و Ad) و حداقل سرعت باد وجود داردکه باعث می‌شود که فاصله تحت حفاظت بادشکن با افزایش حاصلضرب(W و Ad)، افزایش یابد.

U. Boldes و همکاران (۲۰۰۲) برای بررسی اثر انواع مختلف بادشکن‌ها بر خصوصیات باد و پارامترهای رشد گندم (Triticum aestivum, Buck Charrua variety) در یک منطقه حفاظت شده توسط بادشکن مطالعاتی رادر مناطق نیمه خشک جنوب غربی La Pampa در کشور آرژانتین به انجام رسانده‌اند. نتایج نشان داد که بادشکن‌ها سرعت باد و آسیب به محصولات را به‌شدت کاهش داده و میزان تولید و کیفیت محصول را نیز بهبود می‌بخشند. بادشکن‌ها با ایجاد تغییر در شرایط خرد اقلیمی، شرایط مساعدی را برای رشد گیاه ایجاد نموده و خاک را در برابر فرسایش بادی حفاظت می‌کنند. این محققین ۴ نوع بادشکن مختلف را مورد آزمایش قرار داده‌اند. این مناطق شامل بادشکن‌های علفی یک و دو ردیفه (Tritio secale) و دو بادشکن مصنوعی مختلف (بادشکن غیرزنده) با میانگین خلل و فرج مساوی اما با توزیع متفاوت خلل و فرج بوده است. در این بررسی تولید گندم و شاخص برداشت این مناطق با مزارع بدون بادشکن مقایسه گردید. نتایج نشان داد که در منطقه تحت حفاظت بادشکن‌های یک و دو ردیفه، تولید گندم افزایش یافته ولی رشد گیاهان حفاظت شده توسط بادشکن‌های مصنوعی (بادشکن غیرزنده) تحت تاثیر توربولانس قرار گرفته است.

X.M. Wang و همکاران (۲۰۰۹)، یک برنامه جنگل‌کاری در سطح وسیع را برای مبارزه با بیابان‌زایی و کنترل طوفان‌های گرد و غبار تحت عنوان «Three Norths Forest Shelterbelt» از اواخر دهه ۱۹۷۰ در چین آغاز نموده‌اند. اگر چه محققان چینی ادعا دارند که این جنگل‌کاری به طور موفقیت‌آمیزی توانسته‌است بیابان‌زایی و طوفان‌های گرد و غبار را کنترل کند، اما آنها شواهد قابل طرح اندکی برای اظهارات خود دارند. این محققین از اطلاعات پایه جنگل‌کاری، بیابان‌زایی و طوفان‌های گرد و غبار استفاده نموده تا اثرات این جنگل‌کاری در مبارزه با بیابان‌زایی و کنترل طوفان‌های گرد و غبار را

omoorepeyman.ir

ارزیابی نمایند. اگر چه برنامه جنگل‌کاری ممکن است دارای اثرات مفیدی بر روی کاهش طوفان‌های گرد و غبار و کنترل بیابان‌زایی در چین باشد، اما نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان می‌دهد که در رابطه با این پروژه اغراق شده است.

R. K. Kohli و همکاران (۱۹۹۰) اثرات احداث بادشکن با استفاده از گونه اکالیپتوس را بر اکوسیستم‌های کشاورزی زمستانه مورد مطالعه قرار داده‌اند. اخیرا در هند، اکالیپتوس‌ها در مقیاس وسیع به عنوان محصول تک‌کشتی یا به عنوان بادشکن در اراضی کشاورزی کشت می‌شوند. در این مطالعه، اثر بادشکن اکالیپتوس بر ۶ محصول زمستانه از لحاظ تراکم گیاه، رشد ریشه، حجم زیتوده و عملکرد اقتصادی، تا فاصله بیش از ۱۱ متری در جنوب بادشکن‌ها در سه موقعیت جغرافیایی مختلف تاثیر منفی در پی داشته‌است. بادشکن‌ها از فاصله ۱۱ متری به بعد هیچ اثر قابل توجهی بر محصول نداشته ضمن اینکه یک همبستگی منفی مستقیم بین پارامترهای اندازه‌گیری شده از محصول و فاصله از بادشکن نیز وجود دارد.

همان‌گونه که قبلا نیز گفته شد، گیاهان از طریق شاخه و برگ خود اثرات محسوسی در کاهش نیروی مقاومت باد دارند، به‌طوری‌که باد به‌جای فرسایش در اطراف گیاهان سبب تجمع ماسه در پای بوته‌ها می‌گردد. زمانی که جریان باد با مانعی روبرو می‌شود، بخشی از آن از دو طرف مانع عبور کرده و این در حالی است که اگر باد با مانع نفوذپذیری مانند گیاه مواجه شود به‌صورت یک جریان پخش شده (با نیروی کم‌تر) از لابلای آن مانع عبور می‌نماید. در این میان می‌توان از ضریبی بنام ضریب نیروی مقاومت (C) که ناشی از اثر پوشش گیاهی بر جریان هوا می‌باشد، استفاده نمود. رابطه عمل نیروی باد به‌صورت زیر ارائه شده است:

$$p = 2ACqV$$

که در آن:

q= تراکم هوا، V= سرعت باد و A= سطح بادگیر مانع می‌باشد.

بر اساس تجربیات دانشمندان ژاپنی مقدار C برای موانع مختلف به‌شرح زیر پیشنهاد شده است:

موانع شلجمی۰/۳-۰/۱

موانع مربع شکل ۱/۲۵-۱/۲

موانع استوانه‌ای شکل ۱/۵-۱/۲

موانع گلوله‌ای شکل ۰/۵-۰/۴

موانع گرد ۱/۱۶ و

موانع احجام مربعی ۲/۰۳-۱/۵۴

اگر از فاکتورهایی مثل حرارت باد روی حرکت ماسه‌ها صرف‌نظر شود، اثر بوته‌های گیاه را می‌توان به‌وسیله فرمول‌های زیر محاسبه نمود. برحسب قانون بقای انرژی، نیروی عمل برابر با نیروی عکس‌العمل است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$2 - p1PX = p$$

$$2p2 * q * V1.2 = p1$$

omoorepeyman.ir

$$*A*k*H2*qV1.2C* = p2$$

$$*A*k*H2*q*V1.2 - C*2q*V*1.2 = PX$$

که در آن:

PX= تغییر نیروی باد پس از عبور از مانع (بوته‌های گیاه)

p1= توان باد در فضای باز

P2= توان مقاومت پوشش گیاهی که به‌وسیله تراکم بوته‌ها (k) تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

H= طول مسیر عبور باد از میان بوته‌های گیاه

C= ضریب نیروی مقاومت که برای اشکال شلجمی مساوی ۱/۵- ۱/۲ در نظر گرفته می‌شود.

بر اساس محاسبات انجام‌شده به‌وسیله فرمول فوق در مناطق مختلف نتایج زیر حاصل شده است:

الف- اثرات جلوگیری و تثبیت بیولوژیکی ماسه‌ها بستگی به رشد گیاه در سال اول دارد. هرچه رشد گیاه بیش‌تر باشد سطح بادگیر بوته‌های گیاه بیش‌تر شده و در نتیجه کاهش نیروی باد بیش‌تر خواهدبود.

ب- برای جلوگیری از فرسایش بادی و انباشته شدن ماسه‌ها نیاز به تراکم معینی از گیاهان خواهد بود. در این حالت تراکم جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف و میزان رشد گیاهان متفاوت خواهد بود. بنابراین گونه‌هایی که رشد بیش‌تری دارند باید تراکم کم‌تری داشته باشند.

ج- توانایی تثبیت بیولوژیکی ماسه‌های روان با افزایش سطح بادگیر گیاه افزایش می‌یابد. همچنین فروکش کردن نیروی باد با طول عبور جریان باد از منطقه جنگل‌کاری شده رابطه مستقیم دارد.

۱-۲- بررسی منابع داخلی(تجارب کشور)

درخصوص تاریخ و زمان دقیق استفاده از بادشکن‌های زنده و غیرزنده از نظر تاریخی منبع موثق و قابل استنادی وجود ندارد. این امر هم در کاربرد بادشکن‌ها در قرون و اعصار گذشته که کشاورزی به صورت کاملا سنتی انجام می‌شده است و هم پس از رشد صنعتی کشاورزی و روی آوردن کشاورزان به کشاورزی مدرن در کشور صادق است. لیکن شواهد و اطلاعات موجود حاکی از آن است که از گذشته های دور کشاورزان و باغداران به منضور تعیین حدود و حریم اراضی خویش اقدام به ایجاد حصاری از درختان و یا سرشاخه‌های خشکیده آن نموده که تاثیرات بادشکن را نیز به همراه داشته است. به‌علاوه در مناطق بادخیز و نواحی تحت تاثیر فرسایش بادی نیز کشاورزان و دامدان برای جلوگیری از آثار زیان‌بار بادهای فرساینده که ذرات ماسه را با خود حمل می‌نموده‌اند و همچنین جلوگیری از سرمازدگی و گرمازدگی که هر دو باعث کاهش محصول می‌شده است، اقدام به احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اطراف اراضی زراعی و باغی خود می‌نموده‌اند. از آنجا که ایجاد چنین دیواره‌ای از گیاهان و اجزای گیاهی و غیرگیاهی (بادشکن‌های زنده و غیرزنده) در مناطق بادخیزی نظیر سیستان، یزد، کرمان و... معمولا عمود بر جهت باد یا بادهای غالب و فرساینده در یک یا چند

omoorepeyman.ir

جهت بوده، می‌توان استنباط نمود که هدف کشاورزان از احداث این موانع احداث بادشکن بوده است. در عکس (۱-۳) نمونه‌ای از احداث بادشکن جهت تعیین حدود اراضی وکاهش سرعت باد ارائه شده است.

عکس ۱-۳- نمونه‌ای از احداث بادشکن جهت تعیین حدود اراضی وکاهش سرعت باد

در خصوص تاریخچه احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اراضی غیرکشاورزی (اراضی ملی) نیز هر چند اطلاعات اندکی به صورت مکتوب در دسترس می‌باشد، ولی اظهارات کارشناسان دفتر حفاظت خاک (دفتر امور بیابان) سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور حکایت از شروع عملیات احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده از اواخر دهه سی هجری خورشیدی به صورت مدون و علمی در کشوردارد. بنابراین در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که قدمت احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اراضی غیرزراعی یا اراضی ملی با کاربری‌های مرتع تخریب شده و اراضی لخت با حاکمیت فرسایش بادی در کشور قدمتی شصت ساله دارد. علاوه بر مواردی که با عنوان تاریخچه ذکر گردید، متعاقب فعالیت‌های اجرایی مرتبط با احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اراضی زراعی و ملی با حاکمیت فرسایش بادی تحقیقات ارزنده‌ای نیز در این ارتباط در کشور به انجام رسیده است. هر چند که این تحقیقات و تجارب اندک است، ولی بررسی‌ها نشان می‌دهد که فعالیت‌های بسیار ارزنده‌ای در رابطه با اهمیت و پارامترهای موثر بر کارآیی بادشکن در کشور وجود دارد که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌شود:

یکی از تجارب با ارزش در کشور استفاده از روش اصلاح شده نگلی (Naegli) توسط آقایان دکتر حسن احمدی و دکتر فیروز نخجوانی اساتید محترم دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران می‌باشد که نتایج آن در قالب جداول (۱-۱) و (۱-۲) ارائه شده است. براساس نتایج ارزشمند این محققین که در منطقه الباجی اهواز و در سال ۱۳۴۸ صورت پذیرفته است، در بادشکن‌های غیرزنده غیرمتراکم، درصورتی‌که شیب عرصه کم و اراضی منطقه به‌صورت تپه‌های ماسه‌ای کم

omoorepeyman.ir

ارتفاع باشد، هر ردیف بادشکن حدود ۱۰ برابر ارتفاع خود را در پشت بادشکن پوشش می‌دهد. این امر در مورد بادشکن‌های متراکم به حدود ۸ برابر رسیده و این در حالی است که چنان‌چه شیب افزایش یابد منطقه تحت حفاظت بادشکن‌ها سطح کم‌تری را پوشش داده و به تبع آن فاصله ردیف‌های بادشکن کاهش می‌یابد.

از این تجربه و تحقیق موفق روابط ریاضی زیر حاصل گردیده است:

$$A = \frac{V}{V_{max}}$$

$$L = Bh$$

که در آن

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

V= سرعت آستانه فرسایش بادی در ارتفاع ۱۰ متری برحسب m/s (مطالعه موردی الباجی اهواز ۲۳ کیلومتر در ساعت)،

V_{max}= ماکزیمم سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری در دوره برگشت مورد نظر برحسب m/s (مطالعه موردی الباجی اهواز ۸۰ کیلومتر در ساعت)،

B= ضریب فاصله بادشکن برحسب ارتفاع،

h= ارتفاع موثر بادشکن برحسب متر و

L= فاصله ردیف‌های بادشکن برحسب متر

می‌باشد.

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

	جلوبادشکن						بادشکن	پشت بادشکن								
ضریب فاصله بادشکن برحسب ارتفاع (B)	۱۶	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۶	۴	۱	۲	۴	۶	۷	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۲۰	۲۲
درصد کاهش سرعت باد (A)	۱۰۰	۸۸	۷۵	۶۵	۵۵	۴۷	۴۰	۳۲	۲۵	۲۱	۱۲	۲۴	۲۸	۳۶	۴۵	۸۷	۱۰۰	

جدول ۱-۲- کاهش سرعت باد نسبت به ارتفاع(h) در بادشکن متراکم (مطالعات موردی الباجی اهواز)

	جلوبادشکن								بادشکن	پشت بادشکن										
ضریب فاصله بادشکن برحسب ارتفاع (B)	۲۵	۲۰	۱۶	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۷	۶	۴	۲	۱	۱	۴	۶	۷	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۲۰	۲۵	۴۰
درصد کاهش سرعت باد (A)	۱۰۰	۷۵	۶۲	۵۵	۵۰	۴۵	۴۱	۳۷	۳۲	۲۵	۲۰	۱۷	۲۱	۲۶	۲۹	۳۲	۳۷	۴۱	۶۲	۸۲	۱۰۰		

omoorepeyman.ir

بررسی‌های انجام شده در کشور در قالب طرح شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت‌های اجرایی نشان می‌دهد که حدود بیست میلیون هکتار از اراضی کشور در محدوده استان‌های بیابانی تحت تاثیر فرسایش بادی بوده که از این میزان نزدیک به شش و نیم میلیون هکتار آن به منابع زیستی و اقتصادی کشور خسارت وارد نموده بنابراین در زمره کانون‌های بحرانی فرسایش بادی محسوب می‌شوند. بر مبنای مطالعات صورت گرفته در سال ۱۳۷۹ در کشور میزان کل خسارت سالانه از ناحیه فرسایش بادی حدود ۶۷۰ میلیارد ریال بوده که بخش قابل توجهی از این خسارات در کشور (حدود ۴۴ درصد از کل خسارت‌ها) به بخش کشاورزی، خاصه عرصه‌های تحت امر زراعت که در فصولی از سال بدون پوشش می‌باشند وارد می‌شود که هم به صورت باد بردگی خاک و هم به صورت برخورد ذرات و هجوم ماسه‌های روان باعث خسارت بسیار زیادی به محصولات زراعی کشور می‌شوند (بیش از ۶۰۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی کشور تحت تاثیر فرسایش بادی هستند). که در این مورد باید چاره جویی اساسی صورت گیرد. یکی از راه‌کارهای مناسب در این زمینه احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده اطراف مزارع می‌باشد (طهماسبی بیرگانی ۱۳۸۷). به‌علاوه در بسیاری از موارد مشاهده شده است که در اراضی مخروبه مرتعی و اراضی ماسه‌ای و با پوشش اندک یا بدون پوشش برا موفقیت در امر نهال کاری چاره‌ای جز به‌کارگیری و استفاده از بادشکن غیرزنده وجود ندارد این مناطق شامل نواحی با فرسایش بادی شدید و کانون‌های بحرانی فرسایش بادی درجه یک می‌باشند (طهماسبی بیرگانی ۱۳۸۸).

بر مبنای طرح بازنگری کانون‌های بحرانی فرسایش بادی که در سال۱۳۸۸ در کشور و توسط دفتر امور بیابان سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور صورت گرفته است، میزان خسارت‌های وارده به کشور از ناحیه فرسایش بادی در محدوده‌ای نزدیک به هفت میلیون هکتار کانون بحرانی فرسایش بادی، قریب به ۲۱۴ میلیارد ریال برآورد گردیده است. مقایسه میزان خسارت‌ها در نزدیک به یک دهه (۱۳۸۸-۱۳۷۹) در کشور بر اثر فرسایش بادی حکایت از افزایش سیصد درصدی این خسارت‌ها دارد که در این زمینه رویکرد افزایش عملیات مقابله با فرسایش بادی از طریق انجام عملیات بیومکانیکی (انجام عملیات نهال‌کاری توام با احداث بادشکن زنده و غیرزنده) در محدوده کانون‌های بحرانی فرسایش بادی درجه یک (که عمدتا اراضی کشاورزی، تاسیسات زیربنایی، منابع زیستی و اقتصادی، روستاها و شهرهای مناطق بیابانی در قالب اراضی ملی و مستثنیات در آنها قرار دارند) که بیش‌ترین خسارت‌ها را به منابع زیستی و اقتصادی کشور وارد می‌نمایند می‌تواند جزء راهکارهای اساسی در زمینه مقابله با فرسایش بادی و کاهش خسارت‌های ناشی از آن محسوب گردد (طهماسبی بیرگانی ۱۳۸۹).

بر اساس بررسی‌های انجام شده در مناطق بیابانی ایران در بسیاری از دشت‌های زراعی کشور از جمله دشت‌های زابل، قم، یزد، ایرنشهر، کرمان، ورامین، سرخس، دشت‌های واقع در نواحی جنوبی و جنوب غربی استان خوزستان و ... اراضی زراعی وسیعی وجود دارد که حتی یک تک درخت به عنوان سایه انداز نیز در آنها مشاهده نمی‌شود. این مسئله موجب می‌شود که 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 شرقی کشور بیان‌گر بادبردگی حدود۵۰-۲۵ تن خاک زراعی در هر هکتار در سال است. (اختصاصی ۱۳۸۱).

omoorepeyman.ir

فرسایش بادی نه تنها خاک را از عناصر میکرو و ماکرو خالی می‌کند، بلکه موجب افت محصول نیز می‌شود و متعاقب آن انگیزه استفاده از کودهای شیمیایی و دامی را زیادتر می‌کند. هر ساله زارعین مناطق بیابانی بین ۱۰-۵ تن کود دامی و یا ۱-۰/۵ تن کود شیمیایی با هزینه‌های گزاف به زمین زراعی خود اضافه می‌کنند، غافل از این‌که در هنگام وزش باد و یا آیش اراضی به دلیل عدم بادشکن در اطراف مزارع خود و یا مدیریت غلط خاک، بیش از این مقدار توسط باد حمل شده و از منطقه خارج می‌گردد. اکنون نیز این دور باطل در بسیاری از نقاط کشور همچنان ادامه دارد.(اختصاصی و طهماسبی بیرگانی ۱۳۸۷).

بررسی‌های انجام شده در کشور نشان می‌دهد که در طی بیست سال گذشته تحت عنوان پروژه‌های یکپارچه سازی اراضی، پوشش انهار، پروژه‌های آبیاری تحت فشار وخشک‌سالی‌ها، 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. لذا ضروری است تا با نگرش همه جانبه نسبت به مسئله بادشکن‌ها (اعم از زنده و یا غیرزنده) توجه جدی صورت پذیرد. (اختصاصی ۱۳۷۹).

تحقیقات انجام شده در کشور نشان می‌دهد که بادشکن‌ها اعم از غیرزنده و زنده تا فاصله حدود ۱۲-۱۰ برابر ارتفاع خود، میزان تبخیر از سطح خاک را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهند و به‌طور متوسط ۱/۵ برابر افزایش محصول را به‌دنبال دارند (رفاهی ۱۳۷۸). درصورتی‌که بسیاری از زارعین ما به دلیل عدم آموزش و یا اقدامات ترویجی نامناسب به این مهم واقف نبوده و عموما به احداث بادشکن در اطراف مزارع خود تمایلی نشان نمی‌دهند. هر چند که بعضا تا شعاع ۱/۵ برابر ارتفاع بادشکن ممکن است افت محصول دیده شود، ولی افزایش قابل توجه محصول در فاصله تا بیش از ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن این نقیصه را بخوبی جبران می‌کند (اختصاصی و طهماسبی بیرگانی ۱۳۸۷).

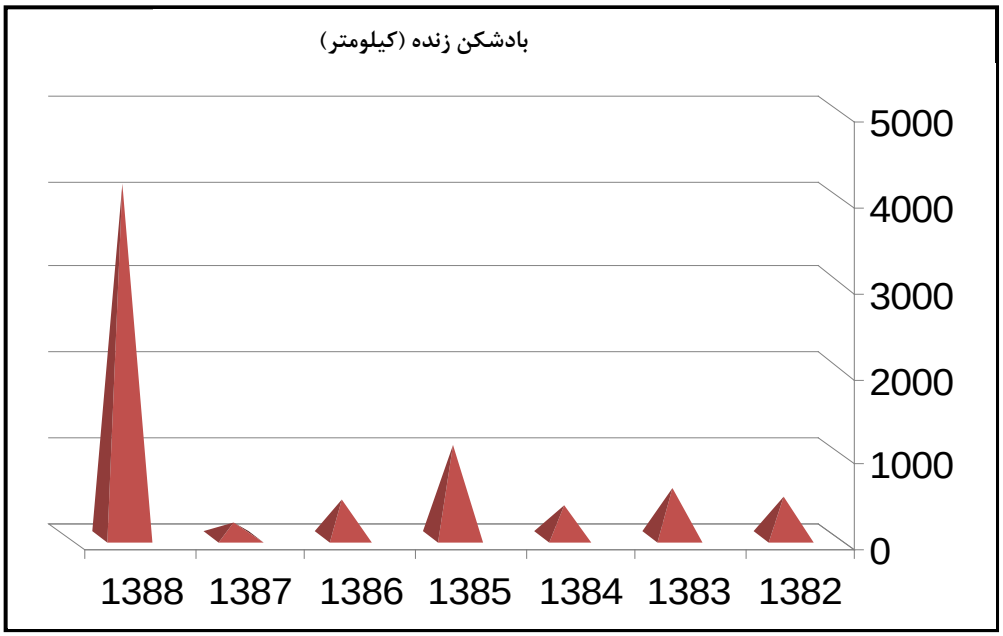
هر چند که گاهی اوقات اقدامات انجام شده تحت عنوان فعالیت‌های بیولوژیک و به عبارت دقیق‌تر نهال‌کاری‌های انجام شده در اراضی بیابانی که الزاما تحت تاثیر فرسایش بادی نیز نبوده و یا انجام عملیات نهال‌کاری حتی در مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی و کانون‌های بحرانی بدون رعایت اصول بادشکن، با بادشکن‌های زنده احداث شده مطابق با اصول حاکم بر این عملیات تداخل یافته و سهوا این دو پروژه با یکدیگر تجمیع می‌گردند، اما براساس 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 جدول (۱-۳) مقدار بادشکن‌های زنده و غیرزنده احداث شده در کشور طی سی سال گذشته (۱۳۸۸-۱۳۵۸) ارائه شده است. همچنین در نمودارهای (۱-۸)، (۱-۹) و (۱-۱۰) به ترتیب مقدار حجم بادشکن‌های زنده، غیرزنده و مجموع بادشکن‌های زنده و غیرزنده در سال‌های مختلف درکشور به تصویر کشیده شده است.

omoorepeyman.ir

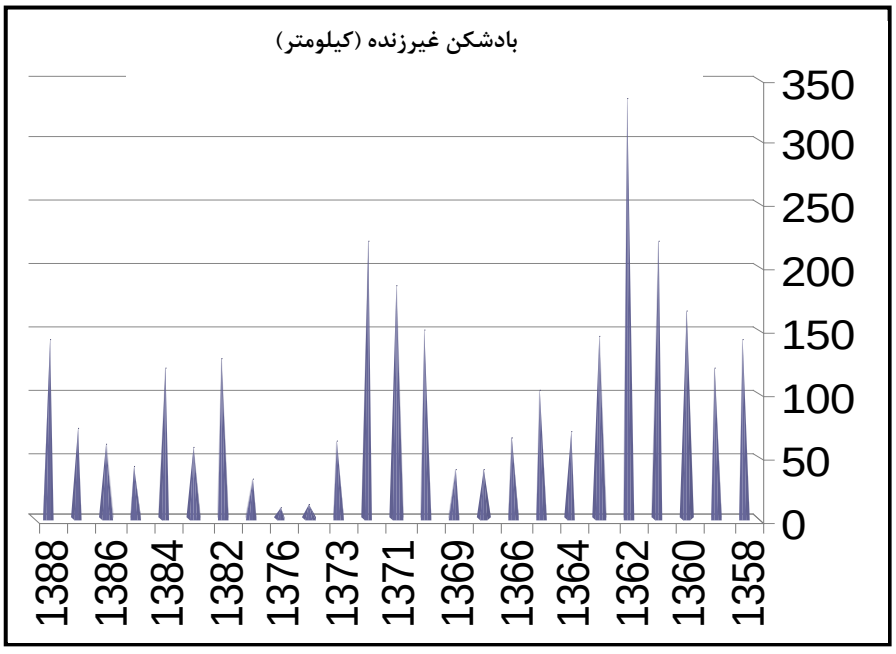
جدول ۱-۳- مقدار بادشکن‌های زنده و غیرزنده احداث شده در کشور طی سی سال گذشته

سال	بادشکن زنده (کیلومتر)	بادشکن غیرزنده (کیلومتر)	جمع کل بادشکن (کیلومتر)
۱۳۵۸	-	۱۴۱	۱۴۱
۱۳۵۹	-	۱۲۰	۱۲۰
۱۳۶۰	-	۱۶۶	۱۶۶
۱۳۶۱	-	۲۲۱	۲۲۱
۱۳۶۲	-	۳۳۳	۳۳۳
۱۳۶۳	-	۱۴۴	۱۴۴
۱۳۶۴	-	۶۸	۶۸
۱۳۶۵	-	۱۰۳	۱۰۳
۱۳۶۶	-	۶۳	۶۳
۱۳۶۸	-	۳۹	۳۹
۱۳۶۹	-	۳۸	۳۸
۱۳۷۰	-	۱۵۰	۱۵۰
۱۳۷۱	-	۱۸۵	۱۸۵
۱۳۷۲	-	۲۲۰	۲۲۰
۱۳۷۳	-	۶۲	۶۲
۱۳۷۴	-	۱۲	۱۲
۱۳۷۶	-	۸	۸
۱۳۸۱	-	۳۲	۳۲
۱۳۸۲	۴۸۶	۱۲۷	۶۱۳
۱۳۸۳	۵۹۷	۵۷	۶۵۴
۱۳۸۴	۳۸۶	۱۲۰	۵۰۶
۱۳۸۵	۱۰۸۷	۴۲	۱۱۲۹
۱۳۸۶	۴۴۱	۵۹	۵۰۰
۱۳۸۷	۱۸۷	۷۱	۲۵۸
۱۳۸۸	۴۱۶۶	۱۴۳	۴۳۰۹

omoorepeyman.ir

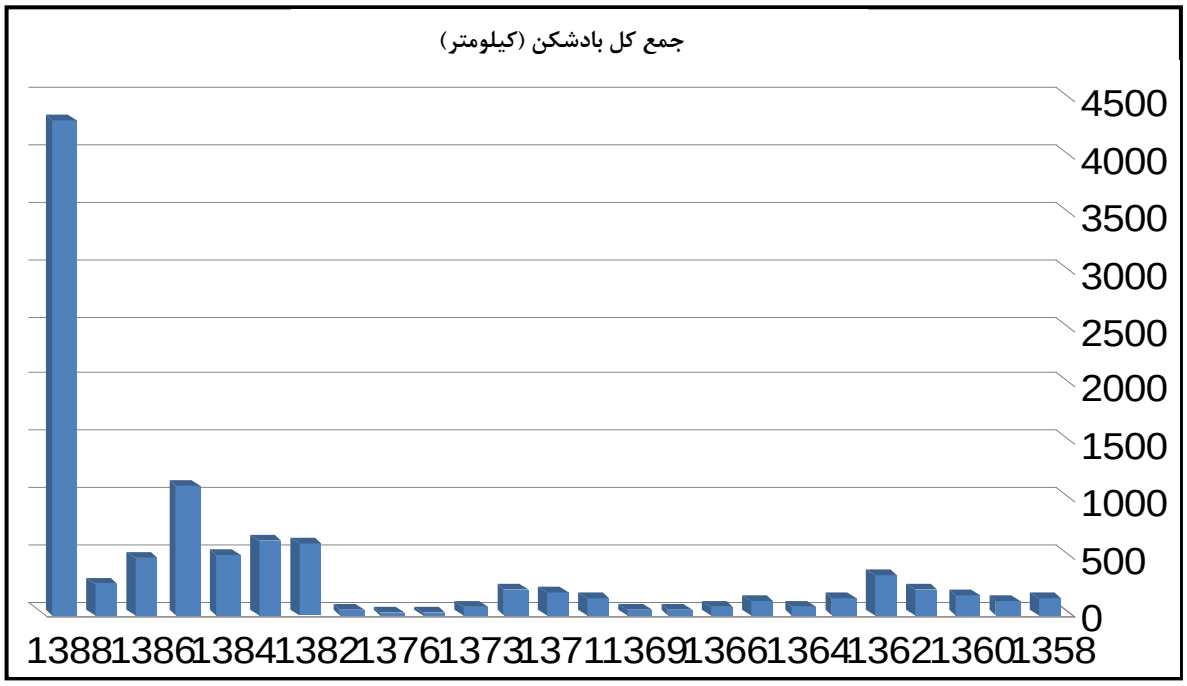


نمودار ۱-۸- مقدار حجم عملیات بادشکن زنده در سال‌های مختلف درکشور



نمودار ۱-۹- مقدار حجم عملیات بادشکن غیرزنده در سال‌های مختلف درکشور

omoorepeyman.ir



نمودار ۱-۱۰- مجموع حجم عملیات بادشکن‌های زنده و غیرزنده در سال‌های مختلف در کشور

همان‌گونه که از جدول‌ها و نمودارهای ارائه شده قابل استنباط می‌باشد، مجموع عملیات احداث بادشکن‌های زنده و به‌ویژه بادشکن‌های غیرزنده در مقایسه با سایر عملیات اجرایی مقابله با فرسایش بادی در کشور بسیار اندک ارزیابی می‌گردد. این در حالی است که کشور ایران در جهان به عنوان پیشرو و سرآمد کشورهای جهان در مقابله با فرسایش بادی به حساب می‌آید. وسعت مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی و به‌ویژه کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در کشور نیز شاهدی بر این ادعا می‌باشد. و این در حالی است که مناطق تحت تاثیر و کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در کشور خسارات وصدمات بسیار زیادی به منابع زیستی و اقتصادی کشور وارد می‌نمایند. بنابراین، یکی از عملیاتی که می‌توانست کاهش فرسایش بادی و به تبع آن کاهش حجم خسارات به این منابع را باعث گردد، عملیات بادشکن‌های زنده و به‌ویژه بادشکن‌های غیرزنده بوده است. ولی به‌طوری که گفته شد، حجم این عملیات بسیار کم‌تر از حد انتظار می‌باشد. کم بودن حجم عملیات بادشکن‌های زنده و غیرزنده تا حد زیادی به دلیل استفاده از مالچ‌های نفتی جهت تثبیت ماسه‌های روان در کشور بوده است. بنابراین می‌توان گفت که به‌نوعی در گذشته احداث بادشکن‌های زنده و به‌خصوص بادشکن‌های غیرزنده در سایه و سیطره مالچ نفتی قرار داشته ولی به دلیل افزایش هزینه خرید، حمل و پاشش مالچ نفتی در سال‌های اخیر (همان‌گونه که از نمودارهای ارائه شده استنباط می‌گردد) در مجموع روند استفاده از انواع بادشکن‌های زنده و غیرزنده رو به افزایش است.

omoorepeyman.ir

فصل ۲

کاربرد بادشکن زنده و غیرزنده در تثبیت ماسه‌های روان ومزایای آن

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- کاربرد بادشکن زنده و غیرزنده در تثبیت ماسه‌های روان

از آنجایی که بادشکن‌ها تحت تاثیر عوامل مختلف طبیعی و غیرطبیعی قرار می‌گیرند، لذا به منظور آشنایی دقیق با روش‌های طراحی و پیاده‌سازی بادشکن و بررسی تاثیرات متقابل آنها ضرورت دارد برخی از خصوصیات مرتبط با انواع بادشکن‌ها، عناصر مهم تشکیل دهنده آن و همچنین مزیت‌ها و نقاط ضعف آنها مورد بحث قرار گیرد و اما قبل از آن لازم است بحث مختصری در خصوص مسایل مرتبط با فرسایش بادی ذکر گردد، چرا که اصولا 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 نیمه خشک محسوب می‌شود. این پدیده عموما در مناطق خشک و نیمه خشک و عمدتا در مناطقی با بارندگی کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر و اراضی مسطح، با بافت غیرپیوسته و بدون ساختمان اتفاق می‌افتد. در جهان به دلیل وسعت مناطق خشک و بیابانی و همچنین وجود خصوصیاتی چون میزان کم بارندگی، پوشش گیاهی اندک، حاکمیت باد و استفاده غیر اصولی از اراضی، فرسایش بادی تاثیر عمده‌ای بر منابع زیستی و اقتصادی این نواحی دارد. از کل سطح کشور بالغ بر ۲۰ میلیون هکتار متاثر 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 غیرزراعی می‌باشد. بادهای خشک و فرساینده تاثیرات منفی بسیاری را بر محصولات کشاورزی وارد می‌سازند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف- شکستن شاخ و برگ درختان.

ب- ریختن شکوفه و میوه‌ی درختان قبل از رسیدن.

ج- دور کردن گرده‌های درختان که منجر به عدم گرده افشانی می‌شود.

د- بادخشک باعث افزایش تبخیر آب و رطوبت زمین شده و باعث خشکی غیرعادی می‌شود، زمین‌های رسی و ماسه‌ای که در معرض بادخشک قرار می‌گیرند معمولا بسیار سخت هستند.

هـ- پراکنده نمودن مواد آلی و یا خشک نمودن آنها به حدی که نتوانند تجزیه شوند.

و- افزایش تبخیر خاک و تعرق درگیاهان.

ز- خشک نمودن پوشش زنده‌ی مزارع و در نتیجه تسهیل در آتش سوزی.

ح- کج شدن تاج درختان و ایجاد تنه‌ی نامنظم.

ط- سرمازدگی درختان با بادهای سرد.

ی- شکستن و ریشه کن شدن درختان یا سست کردن ریشه آنها.

omoorepeyman.ir

۲-۲- تاثیرات مثبت و مزایای احداث بادشکن زنده و غیرزنده

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 می‌باشند. 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.

احداث بادشکن اعم از زنده و غیرزنده دارای مزایای متعدد و تاثیرات مثبت فراوانی بر فاکتورهای محیطی می‌باشد که از جمله این مزایا می‌توان به تاثیر بادشکن بر درجه حرارت خاک، رطوبت هوا و خاک، میزان انباشتگی برف، میزان تبخیر، انباشتگی گازکربنیک و... اشاره نمود. در این بخش به شرح مختصری از برخی از این عوامل پرداخته می‌شود:

الف- تاثیر بادشکن در تعدیل درجه حرارت محیط

علاوه بر تاثیرات مستقیم بادشکن در تقلیل درجه حرارت، اثرات بادشکن بر مجموعه عوامل دیگری مانند سرعت و وزش باد، رطوبت هوا، رطوبت خاک، تشعشع و... نیز موثر می‌باشد. بنا بر تحقیقات انجام شده در مرکز تحقیقات آسیای میانه، متوسط میزان تغییر درجه حرارت محیط تحت تاثیر بادشکن در اوایل بهار ۰/۶ تا ۰/۹ و در تابستان ۱/۲ تا ۳/۶ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با منطقه بدون بادشکن ارزیابی شده است.

ب- تاثیر بادشکن بردرجه حرارت خاک

درجه حرارت خاک در مناطق حفاظت شده با بادشکن کم‌تر از مناطقی است که فاقد بادشکن می‌باشند. طبق بررسی‌های انجام شده توسط Burnacki در سال ۱۹۵۵، میانگین اختلاف درجه حرارت حاصل از اندازه‌گیری‌های متعدد بیش از یک درجه سانتی‌گراد بوده است. این امر در عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری باعث افزایش میزان تغییر درجه حرارت به ۳ و در سطح خاک حتی به ۷ تا ۸ درجه سانتی‌گراد نیز شده است. به طور کلی بادشکن سبب تعدیل تغییرات درجه حرارت شدید خاک می‌گردد.

ج- تاثیر بادشکن بر رطوبت هوا

آزمایشات انجام شده در مناطق مختلف جهان نشان داده است که میزان رطوبت هوا در مناطقی که بادشکن احداث شده بیش‌تر بوده و میانگین این اختلاف به ۲ تا ۴ درصد بالغ می‌گردد. همچنین این تاثیر در مناطق گرم و خشک تا فاصله‌ای بیش از ۴۰۰ متر بعد از بادشکن نیز مشهود می‌باشد. در مناطق حفاظت شده توسط بادشکن علی‌رغم میزان مصرف بیش‌تر آب موجود در خاک به علت ازدیاد محصول از یک سو و آب مصرف شده توسط درختان که به عنوان بادشکن زنده کشت شده‌اند، از سوی دیگر، میزان آب و رطوبت باقی‌مانده در خاک بیش‌تر از مقدار مشابه برای اراضی

omoorepeyman.ir

فاقد بادشکن است. طبق تحقیقات انجام شده در روسیه، میزان رطوبت خاک تا عمق یک متری در بخش‌های میانی اراضی حفاظت شده توسط بادشکن حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد بیش‌تر بوده و با نزدیک شدن به ردیف درختان این مقدار کاهش می‌یابد.

د- تاثیر بادشکن بر انباشتگی برف

به طور کلی میزان تراکم بادشکن و ساختمان آن عامل تعیین کننده‌ای در اندازه و چگونگی توزیع برف قبل با بعد از آن می‌باشد. بادشکن‌های نفوذپذیر امکان بیش‌تری را در جهت توزیع یکنواخت برف و در نتیجه پراکنش همگن رطوبت در خاک و همچنین سهولت در شخم و کشت و کار را به‌وجود می‌آورند. علاوه بر این توزیع یکنواخت برف باعث کاهش هزینه و انرژی مصرفی می‌شود.

ه- تاثیر بادشکن بر میزان تبخیر

نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان می‌دهد که با ایجاد بادشکن، از میزان تبخیر کاسته می‌شود. بیش‌ترین مقدار کاهش میزان تبخیر در منطقه‌ای به فاصله ۱۰ تا ۱۵ و حتی ۲۴ برابر ارتفاع بادشکن صورت می‌گیرد. همچنین مقدار کاهش تبخیر در مناطق تحت حفاظت بادشکن در روزهای گرم بیش‌تر از میزان مشابه برای ایام سرد سال است. مطالعات دیگری در دشت بزرگ آمریکا نشان داده است که وجود پرچین‌هایی به ارتفاع ۲ متر در اطراف مزرعه سویا، مقدار مصرف آب را تا ۲۰ درصد نسبت به مزارع فاقد بادشکن کاهش داده‌است.

و- تاثیر بادشکن در انباشتگی گازکربنیک

بر طبق پژوهش‌های انجام شده توسط Ruesch در سال ۱۹۵۵، میزان گازکربنیک موجود در منطقه تحت تاثیر بادشکن در روز کمی نقصان یافته به‌طوری که در منطقه‌ای حدود ۳ برابر ارتفاع بادشکن، میزان تراکم گازکربنیک در روز بین ppm ۹+ تا ppm ۱۲- اختلاف داشته است. در این خصوص، میانگین آن از ppm۱ کم‌تر بوده است. میزان تراکم گازگربنیک در شب و در منطقه تحت اثر بادشکن در وسعتی حدود ۴ تا۲۰ برابر ارتفاع بادشکن اختلافی بین ppm ۱۶+ تا ppm ۲- را نشان می‌دهد که میانگین آن برای دوره اندازه‌گیری شده از ppm ۳ بیش‌تر می‌باشد. همچنین مطابق با آمار به دست آمده از هر یک میلیون ایکر بادشکن کاشته شده، معادل ۲۱/۲ میلیون تن گازکربنیک در درختان با سن ۲۰ سال ذخیره می‌گردد. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاشت ۶۰،۰۰۰ ایکر بادشکن، مصرف سوخت فسیلی را تا ۳۰۰،۰۰۰ گالن در سال کاهش می‌دهد.

omoorepeyman.ir

ز- تاثیر بادشکن در میزان تابش اشعه خورشید

سایه ایجاد شده توسط بادشکن سبب کاهش مقدار تابش اشعه خورشید بر زمین خواهد شد. بیش‌ترین میزان اختلاف تابش در سیستم بادشکن‌های جنوبی- شمالی مربوط به هنگام طلوع و غروب خورشید می‌باشد. بادشکن‌هایی که ردیف‌های آنها به صورت شرقی- غربی احداث گردیده است، تاثیر بیش‌تری در این زمینه خواهند داشت.

ح-تاثیر بادشکن در بازده محصول

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 جدول (۲-۱) میزان تاثیر بادشکن در افزایش چند محصول در صورت وجود بادشکن و عدم وجود آن ارائه شده است.

جدول ۲-۱- میزان تاثیر بادشکن در افزایش چند محصول در صورت وجود بادشکن و عدم وجود آن

نوع محصول	با بادشکن (کیلوگرم در هکتار)	بدون بادشکن (کیلوگرم در هکتار)
گندم بهار	۱۵۲۵	۱۱۶۰
گندم پاییز	۱۱۷۰	۹۱۰
یولاف	۱۰۸۵	۹۳۰

همچنین بر اساس مطالعات Kuhns در سال ۱۹۹۸، بادشکن‌ها می‌توانند محصول را تا ۴۴ درصد یا بیش‌تر افزایش دهند. بادشکن‌ها نه تنها نیاز آبی مورد مصرف برای محصول را کاهش می‌دهند، بلکه از طریق توانایی تولید محصول با کاهش سوختگی و پژمردگی نیز به محصول کمک می‌نمایند. پژوهش‌های انجام شده در موسسه تحقیقات محصولات بین‌المللی نواحی نیمه خشک (ICRISAT) در سال ۲۰۰۳ برروی افزایش تولید محصول با استفاده از بادشکن، ثابت کرده که تولید گوجه فرنگی در فصل آبیاری ۱۲۵ درصد و در فصل پاییز ۱۰۰ درصد افزایش داشته است. مطالعات انجام شده توسط zhaomin و ling در سال ۱۹۹۸ به منظور شناسایی رابطه بین بادشکن و میزان محصول نشان داد که کاهش $1\frac{m}{s}$ سرعت باد محصول گندم را $18/75\frac{g}{m^2}$ افزایش داده و میانگین وزن ۱۰۰۰ دانه را نیز ۰/۷۴ گرم افزایش می‌دهد. همچنین کاهش فشار هوای اشباع به میزان ۱ mb توسط کمربند حفاظتی سبب افزایش محصول به میزان $\frac{g}{m^2}$ ۱۷/۲۷ خواهد شد.

ط- نقش بادشکن در کاهش تلاطم هوا و خسارت به محصول در سطح مزرعه

تلاطم هوا و ضربات متوالی باد بر سطح مزرعه به خصوص در قسمت‌های فوقانی و اندام‌های مولد گیاهان، یکی از عوامل مهم در شکستگی ساقه‌های جوان، خوابیدگی یا ورس ساقه‌ها، ریزش بذر و نهایتا کاهش محصولات زراعی و باغی

omoorepeyman.ir

می‌باشد. یک بادشکن نیمه متراکم قادر خواهد بود تا فاصله ۶ برابر ارتفاع خود تلاطم باد را در حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد کاهش دهد. این پدیده می‌تواند در کاهش خسارت به محصول موثر باشد.

علاوه بر موارد ذکر شده در فوق بادشکن‌ها دارای مزایای بسیار زیاد دیگری چون ایجاد زیستگاه و پناهگاه برای حیات وحش، ارزش زیبایی‌شناختی، کاهش آلودگی صوتی، تولید چوب، هیزم و غذا، بهبود کیفیت و سطح آب و تعدیل شرایط زیستی نیز هستند. مطالعات انجام شده در این خصوص در دشت بزرگ آمریکا نشان می‌دهد که به رغم کاهش محصول در نزدیک بادشکن‌های درختی، عملکرد خالص در واحد سطح اراضی دارای بادشکن درختی بیش از اراضی فاقد بادشکن می‌باشد. مقدار افزایش محصول از جمله چغندر قند در پاره‌ای از مزارع تا ۲ برابر و صیفی‌جات تا ۱/۵ برابر افزایش نشان داده است. مشاهدات انجام شده در دشت یزد نیز نشان داده است که پاره‌ای از اراضی زراعتی فاقد، بادشکن بر اثر طوفان سیاه خرداد ۸۲ به کلی محصول خود را از دست داده‌اند (اختصاصی۱۳۸۴).

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۳

ویژگی‌های عمومی بادشکن‌های زنده و غیرزنده

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

به‌طور کلی بادشکن‌ها به دو دسته بیولوژیک (زنده) و غیربیولوژیک (غیرزنده) تقسیم می‌شوند و از هر نوعی که باشند دارای ویژگی‌های مشترکی هستند. از مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک بادشکن‌ها می‌توان به ارتفاع بادشکن‌ها، فاصله بین ردیف‌های بادشکن‌ها، عرض (ضخامت) بادشکن‌ها و در نهایت به تراکم بادشکن‌ها اشاره نمود. ویژگی‌های یاد شده در طراحی و احداث بادشکن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. در زیر شرح مختصری از ویژگی‌های مورد اشاره ارائه می‌گردد:

۳-۱- ارتفاع بادشکن‌ها

۳-۱-۱- ارتفاع بادشکن‌های غیرزنده

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 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. 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 ۵۰ و حداکثر ۱۵۰ سانتی‌متر، بدون احتساب پی (قسمتی که در داخل خاک قرار می‌گیرد) در نظر گرفته شود. البته در مواردیکه مقاومت مصالح به‌کار رفته خوب باشد، حداکثر ارتفاع بادشکن برابر ۲۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود، مشروط بر این‌که هزینه مصالح به‌کار رفته دارای توجیه اقتصادی باشد.

۳-۱-۲- ارتفاع بادشکن‌های زنده

کاهش سرعت باد، با ارتفاع بادشکن رابطه مستقیم دارد. ارتفاع در بادشکن‌های زنده در مراحل اولیه احداث بادشکن ثابت نبوده و به مرور زمان با رشد اندام‌های هوایی گیاه کاشته شده افزایش می‌یابد. این افزایش ارتفاع تا رسیدن به رشد نهایی گیاه ادامه خواهد داشت. در این‌گونه موارد لازم است خواهش‌های اکولوژیکی و ویژگی‌های مورفولوژیکی گونه‌های به‌کار رفته برای احداث بادشکن دقیقا شناسایی و با شرایط اکولوژیکی و ادافیکی عرصه‌ها مطابقت داشته باشد. در این زمینه به‌کارگیری گونه‌های بومی از اولویت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. در خصوص بادشکن‌های زنده مهم‌ترین مشکل در رابطه با تعیین ارتفاع بادشکن، عدم کارایی ارتفاع این بادشکن‌ها در مراحل اولیه کاشت به‌دلیل کوتاه بودن اندام هوایی نهال‌های کاشته شده می‌باشد که عملا تاثیر چندانی در کاهش سرعت باد، به‌ویژه در تپه‌های ماسه‌ای فعال،

omoorepeyman.ir

نخواهد داشت. در این زمینه به‌کارگیری راهکارهای مناسب ضروری می‌باشد. از عمده‌ترین این راهکارها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

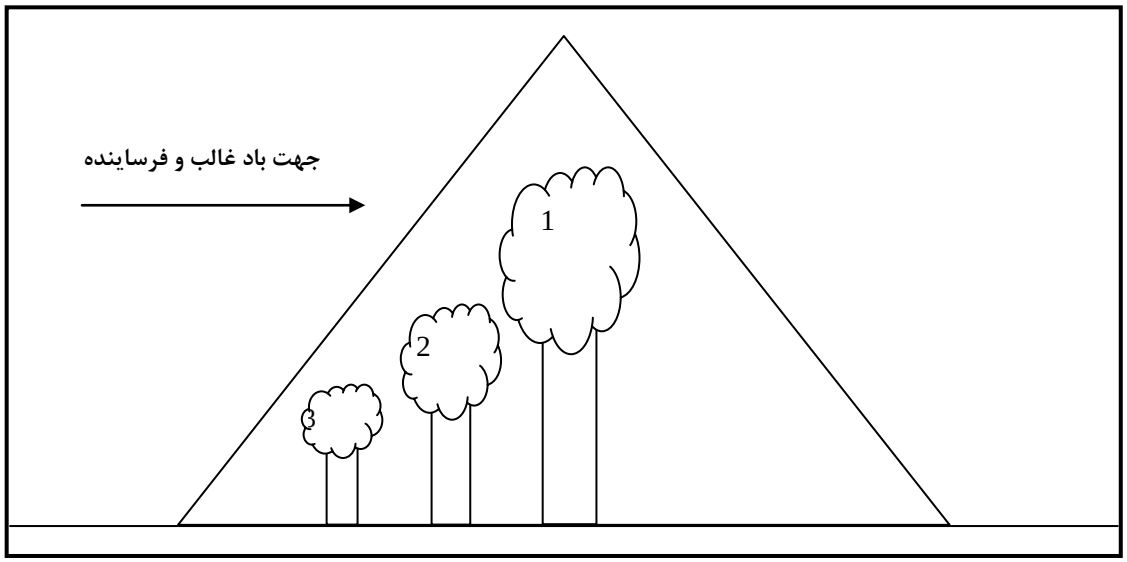
الف- در ناهمواری‌های ماسه‌ای فعال به‌دلیل تحرک سریع ماسه‌های روان و خطر مدفون شدن نهال‌ها، پیشنهاد می‌شود که بادشکن زنده در پیشانی ارگ احداث نشده و در صورت احداث باید عملیات نهال‌کاری، در پناه بادشکن‌های غیرزنده صورت پذیرد.

ب- در ناهمواری‌های ماسه‌ای نیمه فعال و یا کم فعال اگر لازم است که حتما بادشکن زنده احداث شود، باید برای این منظور از گونه‌های سریع‌الرشدی بهره گرفته شود که علاوه بر سازگاری با شرایط اکولوژیکی و ادافیکی منطقه و مقاومت در مقابل خشکی، نهال‌ها در زمان کاشت دارای اندام‌های هوایی حداقل به ارتفاع یک متر بوده و در سال سوم رشد نیز به حداقل ارتفاع مورد نظر جهت احداث بادشکن برسند.

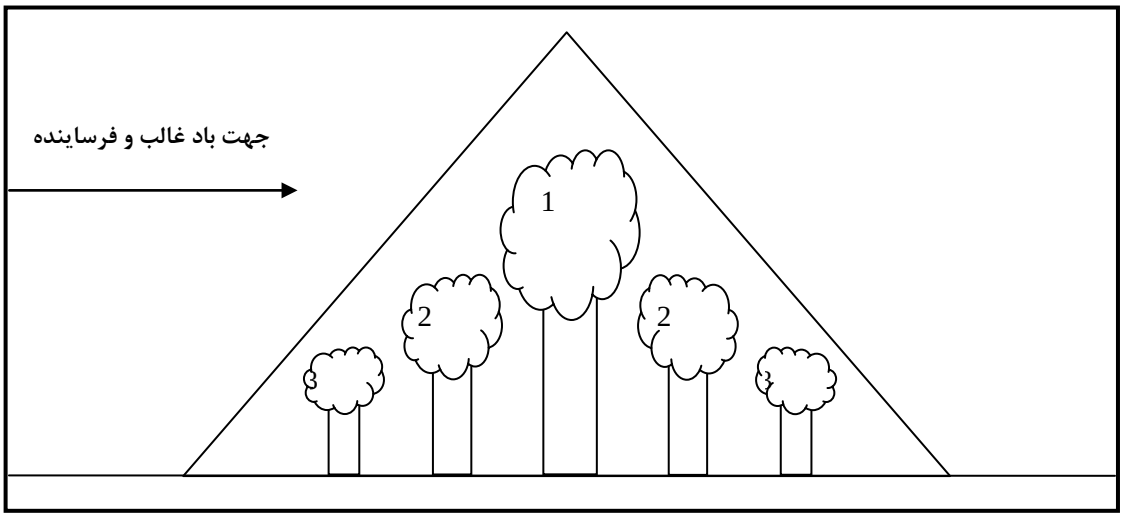
ج- در اطراف اراضی زراعی باید از گونه‌های سریع‌الرشد سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه استفاده شود که پس از رشد متوسط اندام‌های هوایی در کوتاه مدت، ارتفاعی را ایجاد نماید که سطح قابل توجهی از اراضی را در مقابل بادهای فرساینده، به‌منظور کاهش تعداد ردیف‌های بعدی و افزایش سطح حفاظت شده، پوشش دهد. همچنین، فرآورده‌های تولیدی اصلی و فرعی بادشکن‌های زنده، می‌تواند منبع مناسبی جهت تامین درآمد و یا برخی از مایحتاج جوامع محلی باشد. ضمنا، از آنجایی‌که در اغلب موارد عرض و یا ضخامت شبکه بادشکن زنده اطراف مزارع شامل بیش از ۲ ردیف درخت می‌باشد، بنابراین به منظور رعایت تنوع گونه‌ای در کاشت درختان، بهتر است درختان ساقه بلند در ردیف وسط قرار گرفته وحتی المقدور از گونه‌هایی باشند که ارتفاع متوسط اندام هوایی آنها بیش از ردیف‌های طرفین باشد. درصورتی‌که ۲ ردیف درخت مدنظر باشد درختان ساقه بلند در ردیف دوم و درختان یا درختچه‌های ساقه کوتاه در ردیف اول قرار گیرند. این امر نقش موثری در حفاظت ردیف‌های بعدی، افزایش مقاومت بادشکن و کنترل مناسب‌تر بادهای فرساینده خواهد داشت. در نهایت، چنان‌چه استفاده از یک گونه مدنظر باشد، بهتر است زمان کاشت درخت متغیر باشد بدین ترتیب که سال اول ردیف وسط و سال‌های بعد ردیف‌های کناری کاشته شوند تا ارتفاع بادشکن در عرض به‌صورت مطبق درآید (شکل‌های ۳-۱، ۳-۲ و ۳-۳)

بنابرآنچه که تا کنون گفته شد، ارتفاع بادشکن، مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در اندازه یا فضای حفاظت شده می‌باشد.

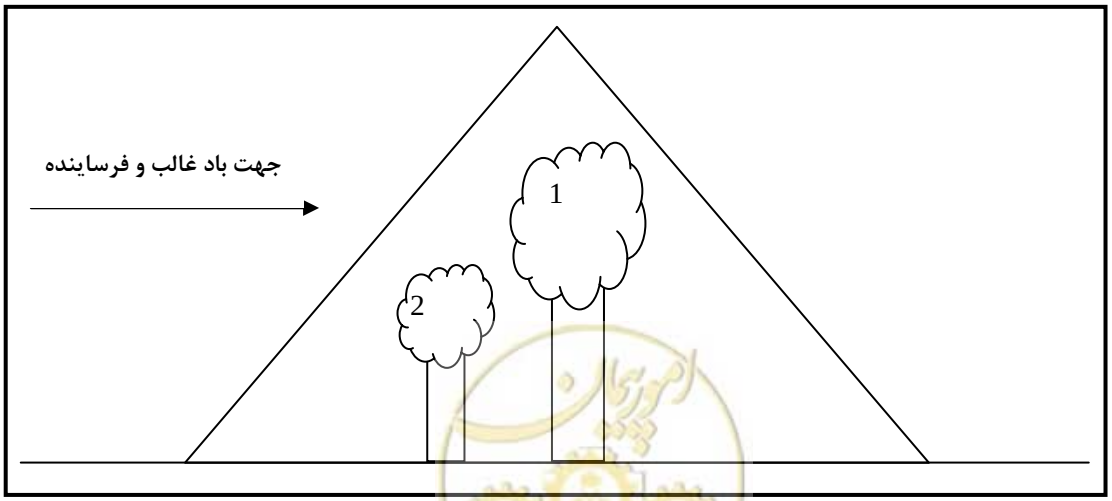
omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱- بادشکن زنده با سه ردیف درخت



شکل ۳-۲- بادشکن زنده با بیش از سه ردیف درخت

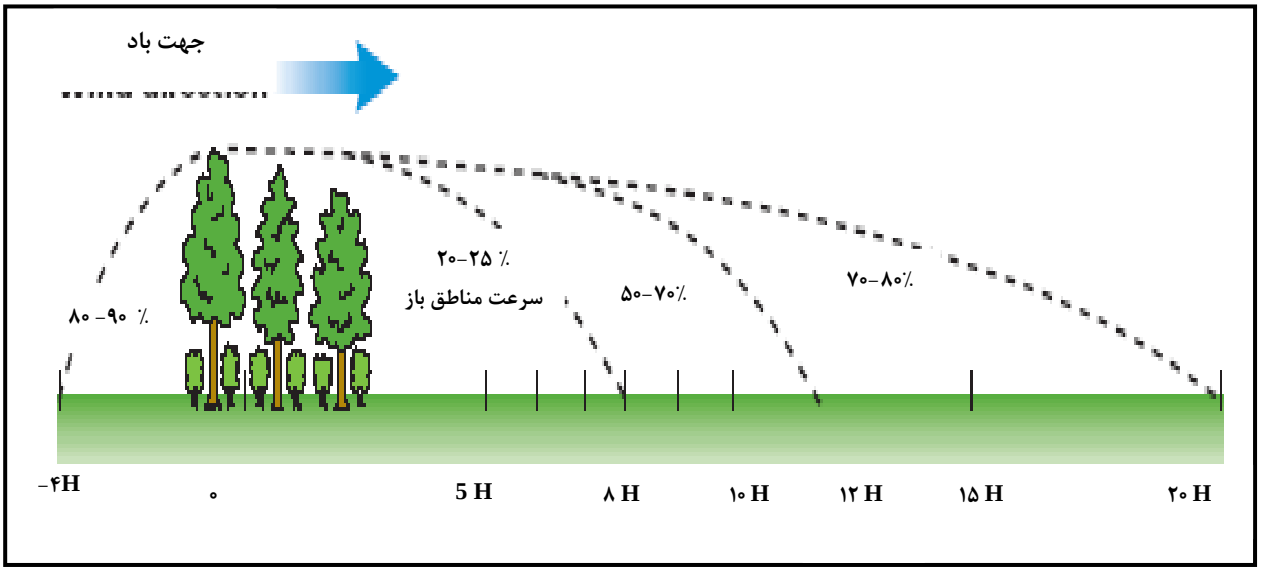


omoorepeyman.ir

شکل ۳-۳- بادشکن زنده با دو ردیف درخت

لازم به یادآوری است که درصد تقلیل سرعت باد مستقل از میزان سرعت است. مثلا بادشکنی که سرعتی معادل ۳۰ کیلومتر در ساعت را به ۱۰ کیلومتر در منطقه‌ای به فاصله‌ی ۸ برابر ارتفاع بادشکن تقلیل می‌دهد، همانند بادشکنی است که بادی با سرعت معادل ۴۰ کیلومتر در ساعت را به ۲۰ کیلومتر در ساعت در همان فاصله کاهش دهد. ارتفاع متوسط درختان بادشکن ۱۰/۵ متر است و چون در سال‌های اول درختان به چنین ارتفاعی نخواهند رسید اثر آن ها نیز کم‌تر خواهد بود. معمولا ارتفاع نهایی بادشکن را به جای ارتفاع بلوغ، ارتفاع درختان و درختچه‌ها در سن ۲۰ سالگی در نظر می‌گیرند. در مورد مسافتی که در جلو و پشت بادشکن سرعت باد در آن کاهش می‌یابد، اختلاف نظر زیادی وجود دارد، به طوری که «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 «تاهال»، 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 تاکید 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 دانشگاه ایالتی آیوا در رابطه با کاهش سرعت باد نسبت به ارتفاع به صورت خودکار شکل (۳-۴) و جدول (۳-۱) ارائه شده است.



شکل ۳-۴- نسبت تقلیل سرعت باد پس از بادشکن

جدول ۳-۱- نسبت فاصله از بادشکن و درصد کاهش سرعت باد

فاصله از بادشکن	۵H	۱۰H	۱۵H	۲۰H	۲۵H	۳۰H
درصد کاهش سرعت باد	درصد۷۸	درصد۶۶	درصد۳۵	درصد۱۴	درصد۱۰	درصد۴

omoorepeyman.ir

لازم به یادآوری است که در مجموع هر چند که اختلافاتی جزیی 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 عمدتا فاصله موثر 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.

۳-۲- تعیین 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، به‌طوری‌که هر اندازه ارتفاع بادشکن زیاد باشد، فاصله بین ردیف‌ها نیز بیش‌تر خواهد بود. همچنین هر چه شیب دامنه‌ها بیش‌تر باشد فاصله بین ردیف‌های بادشکن کم‌تر بوده و بالعکس هر چه شیب کم‌تر باشد، فاصله بین ردیف‌های بادشکن بیش‌تر خواهد بود. 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.

در مورد تعیین فاصله بین بادشکن‌ها بررسی‌های زیادی انجام گرفته است و «دراف» و «زینک» بر اساس آزمایش‌های تونل باد به این نتیجه رسیده‌اند که طولی که یک بادشکن حمایت می‌کند از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$d = 17h(vm / v)\cos\alpha$$

که در آن:

d= طول حفاظتی بادشکن (فاصله بین ردیف‌های بادشکن) بر حسب متر

h= ارتفاع بادشکن بر حسب متر

v_m= سرعت آستانه فرسایش در ارتفاع ۴۵ متری (حداقل سرعت باد بر حسب کیلومتر بر ساعت در ارتفاع ۱۵ متری که برای انتقال مواد لازم است)

V= سرعت باد موجود در ارتفاع ۱۵ متری بر حسب کیلومتر در ساعت

α= زاویه انحراف جهت باد غالب از خط قائم 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 به‌وجود آمدن و تشکیل زاویه‌ای بین جهت بادشکن با جهت باد غالب می‌گردد. بدیهی است که در این صورت تاثیر بادشکن کم‌تر خواهد بود و باید فاصله دو بادشکن را کم‌تر در نظر گرفت. از این‌رو لازم است که عدد به‌دست آمده در Cos آن زاویه ضرب گردد.

در فرمول ارائه شده زیر سرعت آستانه حرکت ذرات قابل محاسبه است:

$$V_m = \sqrt{(\delta - p) / pgD}$$

omoorepeyman.ir

که در آن:

V_m= سرعت آستانه فرسایش

σ= وزن مخصوص ذرات

ρ= وزن مخصوص هوا

g= نیروی ثقل

D= قطرات ذرات

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

سرعت (V) در فرمول فاصله بادشکن‌ها از هم، از طریق ایستگاه‌های هواشناسی محل احداث بادشکن به دست می‌آید.

۳-۲-۱- تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن‌های غیرزنده

در بادشکن‌های غیرزنده ابتدا باید ارتفاع بادشکن ردیف اول که عمود بر باد غالب منطقه می‌باشد، مشخص شود. سپس جهت تعیین ردیف‌های بعدی، سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه مورد محاسبه قرار می‌گیرد. در این خصوص، بهترین روش، استفاده از روش اندازه‌گیری مستقیم است که در این روش در منطقه مورد عمل با تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه و محاسبه نسبت آن به حداکثر سرعت وزش باد در دوره برگشت مورد نظر، میزان درصد کاهش سرعت باد در پشت و جلو بادشکن مشخص می‌گردد. این روش که در واقع روش اصلاح شده نگلی (Naegli) است، توسط آقایان دکتر حسن احمدی و دکتر فیروز نخجوانی، در بخش مرور منابع داخلی (تجارب کشور) تشریح و ارائه گردیده است.

۳-۲-۲- تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن‌های زنده

تعیین فاصله بین ردیف‌های بادشکن‌های زنده تقریبا مشابه بادشکن‌های غیرزنده می‌باشد، با این تفاوت که در مراحل اولیه کشت نهال‌ها، به‌دلیل کوتاه بودن اندام هوایی آنها تعیین فاصله بین ردیف‌ها به‌سادگی 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 براساس 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 موثر بوده که در تعیین فاصله ردیف‌های بادشکن زنده نقش بسیار موثری دارد.

omoorepeyman.ir

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 ژئومرفولوژی شامل تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای و مناطق برداشت مشخص شده است که در جدول‌های (۳-۲) و (۳-۳) نتایج این بررسی جهت طراحی واحداث 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 اوکالیپتوس، کهور، گز، آکاسیا، کنار، استبرق و ... جهت احداث بادشکن زنده به‌ویژه برای تثبیت ماسه‌های روان استفاده می‌شود، بهتر است جهت تعیین فاصله ردیف‌ها و به‌منظور افزایش کارایی بادشکن‌ها، متوسط ارتفاع درخت در دروه رشد مورد نیاز که عمدتا 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 ۳-۲- فاصله بین ردیف‌های بادشکن و تعداد نهال سیاه تاغ جهت احداث بادشکن زنده

رخساره ژئومرفولوژیکی	سرعت باد ماکزیمم km/h	سرعت آستانه فرسایش بادی km/h	ارتفاع موثر (m)	قطر موثر (m)	فاصله ردیف‌های بادشکن (m)	تعداد نهال برآورد شده در هکتار	درصد تاج پوشش موثر
تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای	۸۰	۲۱/۶	۲	۳/۵	۲۰	۱۴۳	۱۴
مناطق برداشت	۸۰	۲۸/۸	۲	۳/۵	۲۴	۱۱۸	۱۱/۳

جدول ۳-۳- فاصله بین ردیف‌های بادشکن و تعداد نهال سفید تاغ جهت احداث بادشکن زنده

رخساره ژئومرفولوژیکی	سرعت باد ماکزیمم km/h	سرعت آستانه فرسایش بادی km/h	ارتفاع موثر (m)	قطر موثر (m)	فاصله ردیف‌های بادشکن (m)	تعداد نهال برآورد شده در هکتار	درصد تاج پوشش موثر
تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای	۸۰	۲۱/۶	۳/۵	۲	۳۵	۱۴۳	۴/۵
مناطق برداشت	۸۰	۲۸/۸	۳/۵	۲	۴۲	۱۲۰	۳/۸

۳-۳- تراکم (نفوذپذیری) بادشکن‌ها

تراکم یا نفوذپذیری بادشکن عبارت است از نسبت سطح قسمت جامد بادشکن به سطح کل آن می‌باشد. تراکم بادشکن نقش موثری 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. براساس تحقیقات انجام شده توسط پروفسور Naegli، بادشکن‌هایی که ۲۰-۰ درصد فضای خالی دارند متراکم، آنهایی که بین ۴۵-۲۰ درصد فضای خالی دارند نیمه متراکم و در نهایت بادشکن‌هایی که بین ۴۵ تا ۵۵ درصد فضای خالی دارند غیرمتراکم نامیده می‌شوند. براساس این تحقیقات نوسانات سرعت باد در این‌گونه بادشکن‌ها به‌گونه‌ای است که در بادشکن‌های متراکم سرعت باد قبل از بادشکن (جلوی بادشکن)

omoorepeyman.ir

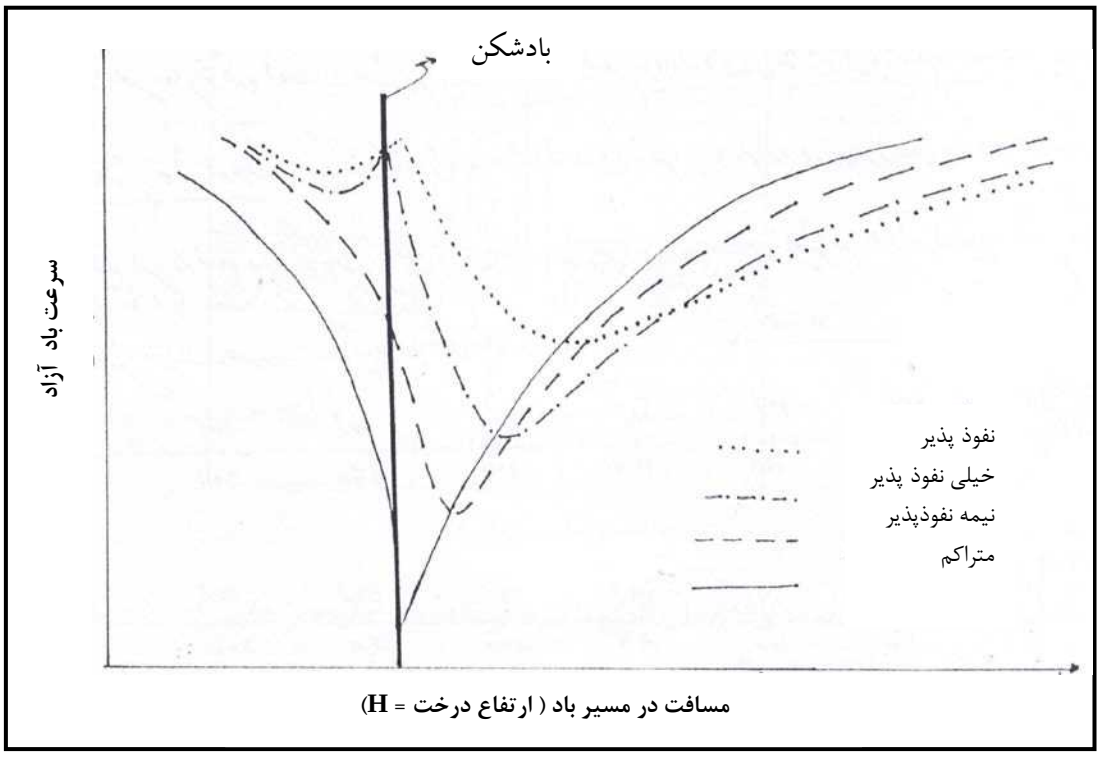
به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و بعد از بادشکن (پشت بادشکن) تا مسافت کوتاهی خیلی سریع کم می‌شود ولی پس از آن در فاصله کم خیلی سریع به سرعت اولیه بر می‌گردد، درصورتی‌که در بادشکن‌های غیرمتراکم کاهش سرعت باد قبل از بادشکن (جلوی بادشکن) نسبت به تراکم کم‌تر بوده ولی بعد از بادشکن (پشت بادشکن) علیرغم این‌که به‌تدریج کاهش می‌یابد ولی اثرات آن از نظر فاصله نسبت به بادشکن‌های متراکم بیش‌تر است. بنابراین بادشکن‌های متراکم باعث کاهش بیش‌تر سرعت باد در نزدیکی بادشکن شده، درصورتی‌که اثر بادشکن‌های غیرمتراکم در کاهش سرعت باد کم‌تر بوده ولی تاثیرات آن تا فاصله بیش‌تری ادامه می‌یابد. بنابراین، در مواردی که به کاهش حداکثر سرعت باد در نزدیک بادشکن نیاز باشد، از بادشکن متراکم و در غیر این‌صورت از بادشکن غیرمتراکم استفاده می‌شود. در برخی مناطق که اغلب فرسایش بادی توام با طوفان گرد و غبار می‌باشد، در پشت بادشکن متراکم احتمال بروز گرد و غبار و افزایش سرعت باد در حاشیه بادشکن وجود دارد که در چنین مناطقی 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. درصورتی‌که بادشکن متراکم نباشد، بادشکن قسمتی از جریان باد را از خود عبود 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 همچنین مصالح مورد استفاده جهت طراحی بادشکن بستگی دارد. درصورتی‌که بادشکن کاملا 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 به‌وجود 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 به‌وجود آید. بنابراین، هر چند که یک بادشکن متراکم سرعت باد را در طرفین بادشکن به‌شدت کاهش داده و از این نظر بیش‌ترین تاثیر را دارد، ولی از طرف دیگر باعث ایجاد جریانات متلاطم هوایی در دو طرف بادشکن، به ویژه بلافاصله بعد از آن شده و در نتیجه اثرات مثبت آن را تا حدود زیادی کاهش می‌دهد. بنابراین تراکم بادشکن نباید خیلی بالا بوده و بادشکن یک مانع غیرقابل نفوذ در برابر باد ایجاد نماید. بنابراین درصورتی‌که 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 به اندازه‌ای باشد که یک پدیده در طرف دیگر آن بدون آنکه شناخته شود، قابل مشاهده و دیدن باشد. در این حالت بادشکن‌ها معمولا دارای تراکمی بین ۴۰ تا ۵۰ درصد خلل و فرج می‌باشند. در نمودار (۳-۱) اثر بادشکن در تقلیل سرعت باد نشان داده شده است. 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.

omoorepeyman.ir

تراکم مناسب بادشکن می‌تواند توسط انتخاب دقیق گونه‌های درختی و درختچه‌ای حاصل شود. درختانی مانند اوکالیپتوس 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 تاثیر قرار گیرد.



نمودار ۳-۱- اثر تراکم بادشکن در تقلیل سرعت باد

براساس نظر Kuhns، تراکم بادشکن‌ها بسته به هدف از طراحی آنها متغیر می‌باشد. بنابر این با توجه به هدف‌های مختلف برای تراکم بادشکن‌ها طبقه‌بندی ها و توصیه‌های زیر ارائه شده است:

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

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

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

بر طبق این تقسیم‌بندی، بادشکن‌های با تراکم کم‌تر از ۲۰ درصد، کاهش بسیار کمی را در سرعت وزش باد ایجاد نموده و از تاثیر چندانی برخوردار نمی‌باشند. Slusher (۱۹۹۹) در پژوهشی تراکم بادشکن‌ها را از نظر میزان رشد درختان مورد بررسی قرار داده و معتقد است که تراکم سطح میانی بادشکن‌ها به‌وسیله درختان سریع‌الرشد برای ۱۵ سال اول تامین شده و سپس درختان همیشه سبز این نقش را به عهده می‌گیرند. همچنین وی اعتقاد دارد که درختان جوان سطح پایینی از تراکم را فراهم می‌نمایند.

omoorepeyman.ir

جدیدترین طبقه بندی ارائه شده برای تراکم بادشکن‌ها توسط دانشگاه ایالتی آیوا نیز بر حسب هدف از طراحی بادشکن ارائه شده است. بر این اساس، بیش‌ترین سودهی برای بادشکن‌هایی محاسبه شده است که تراکم آنها بین۵۵ تا ۸۵ درصد در نظر گرفته شده است. در این خصوص، این مهم برای کارکردهایی مانند برف‌گیری تراکم بین۳۰ تا۴۰ درصد مناسب تشخیص داده شده است. بنابراین در مورد تراکم مناسب بادشکن‌ها اختلاف نظر زیادی وجود نداشته و تراکم متوسط ۵۰ تا۶۰ درصد در مناطق وسیع به‌عنوان یک تخمین میانه مناسب به‌نظر می‌رسد.

۳-۳-۱- تراکم (نفوذپذیری) در بادشکن‌های غیرزنده

میزان تراکم در بادشکن‌های غیرزنده بستگی به مصالح قابل دسترس و هدف از احداث بادشکن دارد. درصورتی‌که از تراورس‌های چوبی و فلزی و یا بلوک‌های سیمانی و این‌گونه مصالح استفاده شود، بادشکن حاصله متراکم خواهد بود. اما درصورتی‌که از سرشاخه‌های خشک گیاهی استفاده شود، بادشکن حاصله با توجه به میزان خلل و فرج موجود در بادشکن (که توسط طراحان بادشکن در طرح پیش‌بینی می‌شود)، می‌تواند نیمه متراکم و غیرمتراکم باشد. بنابراین احداث هر کدام از انواع بادشکن‌ها از نظر تراکم بستگی به هدف و مصالح قابل دسترس جهت احداث بادشکن دارد. 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 یاد آوری است که درمورد احداث بادشکن‌های غیرزنده و در استفاده از مصالح به‌ویژه استفاده از سرشاخه‌های خشک گیاهی، بایستی نظارت کافی به‌عمل آید تا از قطع درختان و درختچه‌های زنده اکیدا خودداری گردد، چرا که در بسیاری از موارد مشاهده شده است که به منظور احداث بادشکن‌های غیرزنده اقدام به قطع درختان و درختچه‌های بیابانی برای تامین مصالح بادشکن‌های غیرزنده می‌شود. این مهم در مورد درختان و درختچه‌های نواحی کوهستانی وتپه ماهوری (به‌ویژه در آبراهه‌ها) مجاور مناطق بیابانی نیزباید رعایت شود.

۳-۳-۲- تراکم (نفوذپذیری) در بادشکن‌های زنده

میزان تراکم در بادشکن‌های زنده بستگی به وضعیت مرفولوژیکی اندام‌های هوایی و ترکیب گونه‌های مورد استفاده و همچنین تعداد درختان کشت شده در ردیف‌های کاشت و در هر نوار بادشکن دارد. بررسی‌های انجام شده در کشور روسیه نشان داده است که بهترین تاثیر ناشی از بادشکن‌های زنده در ناحیه مورد حفاظت زمانی صورت می‌پذیرد که بادشکن در قسمت تاج خود متراکم و در قسمت تنه متخلخل باشد. تجربیات حاصل از احداث بادشکن‌های زنده در مناطق بیابانی و درتپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای ایران نشان می‌دهد که گونه‌های گیاهی مورد استفاده جهت احداث بادشکن، به‌ویژه در ماسه‌زارها، به‌دلیل محدودیت‌های شدید اکولوژیکی در این مناطق، اغلب دارای ساقه‌های کوتاه و یا متوسط و درصد تاج پوشش کمی می‌باشند. این ویژگی‌ها موجب می‌شود که در چنین مناطقی بادشکن‌ها به‌عنوان

omoorepeyman.ir

بادشکن‌های نیمه متراکم کارایی موثرتر و بهتری داشته باشند. به‌طورکلی، در رابطه با تراکم یا نفوذپذیری بادشکن‌های زنده باید به نکات زیر توجه ویژه‌ای مبذول گردد:

الف- اگر هدف از احداث بادشکن، کاشت یک ردیف درخت و صرفا به منظور حفاظت نمودن عرصه‌ها در مقابل فرسایش بادی باشد بهتر است از گونه‌هایی استفاده شود که دارای ساقه کوتاه، شاخه و برگ انبوه تا نیمه انبوه و به‌صورت درختچه‌ای و یا ترکیبی از درختچه‌ای و بوته‌ای پایا و چندساله باشند. گونه‌هایی نظیر تاغ، اسکنبیل، کهور پاکستانی(سُمر)، استبرق، کُنار، آتریپلکس و دیگر گونه‌های مشابه در این دسته از گونه‌ها قرار می‌گیرند.

ب- اگر احداث بادشکن با کاشت یک ردیف درخت سریع‌الرشد و با هدف دو منظوره حفاظتی و تولید چوب و یا سایر فرآورده‌های جانبی درختان مد نظر باشد، بهتر است از گونه‌هایی استفاده شود که علاوه بر رشد سریع اندام‌های هوایی، دارای قطر تاج پوشش گیاهی کم باشند تا بتوان آنها را با تراکم زیاد در یک ردیف کشت نمود. لازم به یاد آوری است که بهره‌برداری از این گونه‌ها جهت تامین چوب باید به‌صورت تک گزینی و یک در میان باشد. به‌علاوه، لازم است برش از نقطه‌ای صورت پذیرد تا جست زنی سریع امکان‌پذیر باشد. گونه‌هایی نظیر اوکالیپتوس، آکاسیا ویکتوریا و گزشاهی در این دسته قرار می‌گیرند.

ج- اگر هدف از احداث بادشکن کاشت دو و یا بیش از دو ردیف درخت از یک گونه باشد. بهتر است زمان کشت متغیر در نظر گرفته شود. بدین ترتیب که اگر از دو ردیف استفاده می‌شود، ردیف دوم در سال اول و ردیف اول در سال دوم کشت شود. آرایش کشت در ردیف‌ها باید بگونه‌ای باشد که هر درخت فضای بین دو درخت در ردیف بعدی را در مقابل فرسایش بادی پوشش دهد (آرایش باید زیگزاگی باشد) و چنان‌چه کشت سه ردیف و یا 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. در این شیوه کشت آرایش ردیف‌ها باید به گونه‌ای باشد که ردیفی که دارای درختان مسن‌تر می‌باشد، در وسط سایر ردیف‌ها قرار گرفته و آرایش درختان در ردیف‌ها نسبت به ردیف‌های مجاور به‌صورت زیگزاگ باشد تا هر درخت فضای خالی بین درختان ردیف‌های قبل و بعا از خود را پوشش دهد و عرصه را از آثار زیان‌بار فرسایش بادی مصون دارد.

د- اگر هدف از احداث بادشکن کشت دو 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 گیرند و آرایش کشت درختان در ردیف‌ها به گونه‌ای باشد که هر درخت ساقه کوتاه در ردیف خود فضای بین دو درخت ساقه بلند در ردیف مجاور خود را پوشش دهد.

۳-۴- ضخامت (عرض) بادشکن‌ها

عرض بادشکن به معنای تعداد ردیف‌های درختان و درختچه‌های به‌کار رفته در بادشکن می‌باشد. عرض بادشکن صرف‌نظر از تاثیری که ممکن است در میزان تراکم بادشکن داشته باشد، عامل تعیین کننده‌ای در کاهش سرعت باد

omoorepeyman.ir

نمی‌باشد. به‌دلیل اینکه بادشکن‌های یک ردیفه بیش‌تر در معرض خطر تخریب قرار داشته و با جزئی‌ترین انهدام در قسمتی از آنها ممکن است خسارت سنگینی به بار آورد، به این دلیل سعی می‌شود که این بادشکن‌ها ضخیم طراحی شوند. بر اساس نظر «ناهال» بهترین ضخامت برای یک بادشکن، ۴ تا ۱۰ ردیف درخت بوده و این در حالی است که «گروه» و همکارانش بادشکن‌های ۷ ردیفه را به عنوان بهترین بادشکن‌ها پیشنهاد می‌کنند. حداقل تعداد ردیف‌های بادشکن که توسط سازمان کشاورزی استرالیا پیشنهاد شده است، برابر سه ردیف می‌باشد. این مورد در راهنمای کشت بادشکن در کشور امریکا نیز سه ردیف در نظر گرفته شده است. همچنین «ودراف» و «زنیک» بادشکن‌های ۳، ۵ و ۷ ردیفه را پیشنهاد نموده‌اند، به شرطی که بلندترین درختان آنها به ترتیب در ردیف‌های 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 ردیف از هر گونه درختی، به شرطی که تراکم کافی ایجاد نماید، کافی می‌باشد. اما به دلیل کندی رشد درختان باید از درختچه‌های سریع‌الرشد و متراکم نیزاستفاده نمود. درصورتی‌که شرایط سخت بوده و باد شدید در منطقه حاکم باشد، استفاده از بادشکن‌های با حداقل سه ردیف توصیه می‌گردد. به دلیل رشد کند و جلوگیری از بروز مشکلاتی که ممکن است به‌وجود آید، تعداد ردیف‌ها را می‌توان ۳، ۵ و حتی تا ۷ ردیف نیز افزایش داد.

۳-۴-۱- ضخامت (عرض) بادشکن‌های غیرزنده

ضخامت و یا عرض هر ردیف بادشکن غیرزنده چنان‌چه مصالح مورد استفاده در احداث بادشکن از مقاومت مناسبی برخوردار باشد، 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 بادشکن‌ها در مقابل بادهای شدید بسیار محتمل است. بنابراین، در زمان طراحی بادشکن‌های غیرزنده و هنگام انتخاب مصالح مورد نیاز جهت اجرای طرح باید به استحکام این مصالح توجه ویژه‌ای مبذول نمود. برای تعیین ضخامت بادشکن با توجه به مقدار مصالح قابل دسترس و ارتفاع بادشکن، رابطه زیر ارائه شده است که طبق بررسی‌های انجام شده این رابطه از نظر اجرایی کاربرد مناسبی دارد:

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

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

omoorepeyman.ir

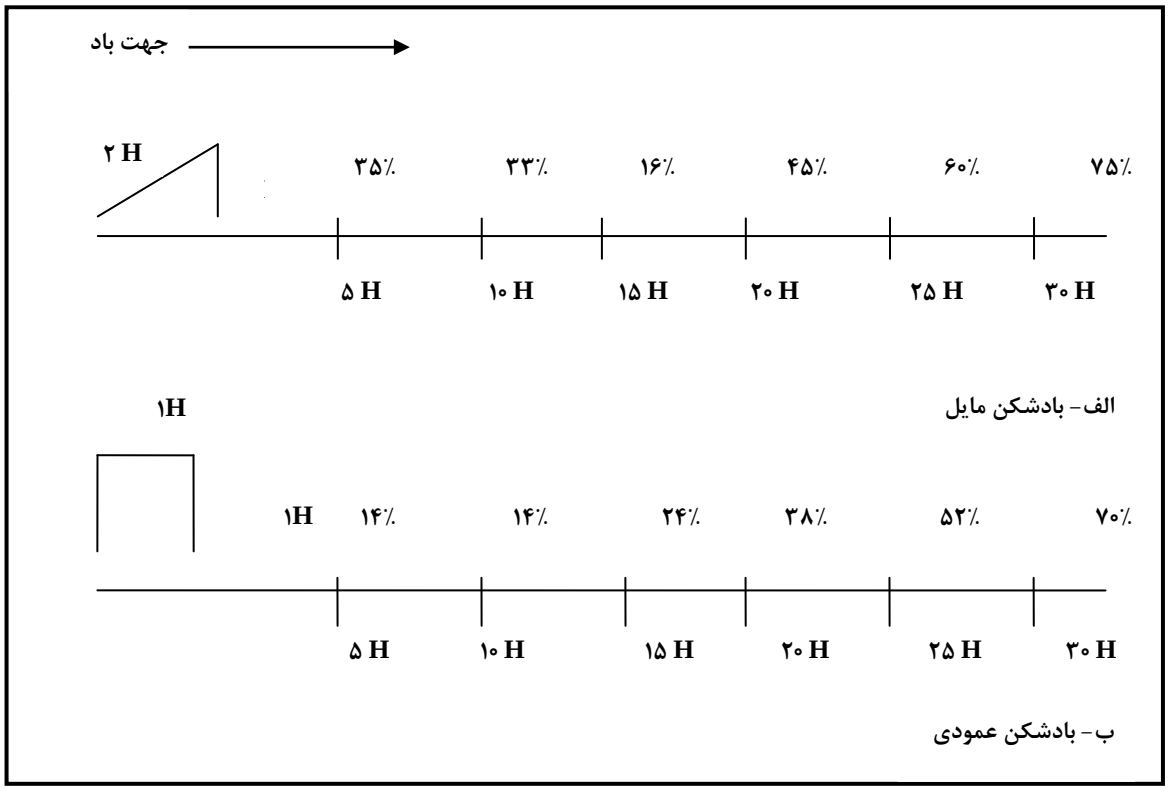
۳-۴-۲- ضخامت (عرض) بادشکن‌های زنده

در بادشکن‌های زنده عرض یا ضخامت آن عموما بستگی به وضعیت مورفولوژیکی اندام‌های هوایی درختان، به‌ویژه قطر تاج آنها دارد. در هر حال، در این گونه بادشکن‌ها ضخامت و یا عرض بادشکن‌ها چندان مورد توجه نبوده، بلکه تعداد ردیف‌های بادشکن درختی و چگونگی همپوشانی ردیف‌های درختان جهت کنترل بادهای فرساینده مدنظر می‌باشد. برای نمونه، در بادشکن‌های زنده با ضخامت یک ردیف درخت بایستی از گونه‌هایی استفاده نمود که دارای تاج چتری و به‌صورت درختچه‌ای باشند. به‌علاوه، فواصل درختان باید به گونه‌ای انتخاب شوند که تراکم لازم در ردیف بادشکن‌ها به‌وجود آید. مزیت انتخاب گونه‌های درختچه‌ای و یا بوته‌ای در این‌گونه 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 موثرتری در کاهش سرعت بادهای فرساینده دارند. اشکال این بادشکن‌ها در این است که فاصله ردیف بادشکن‌ها به‌دلیل ارتفاع کم آنها کاهش می‌یابد. درصورتی‌که در بادشکن‌های زنده‌ای که ضخامت آنها با استفاده از دو و یا سه ردیف 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 این‌که آرایش کاشت آنها در ردیف‌ها به‌صورتی باشد که درختان ساقه بلند در ردیف وسط و درختچه‌ها و بوته‌ها در طرفین آن قرار گیرند.

۳-۴-۳- تاثیر مقطع عرضی بادشکن بر سرعت باد

بررسی‌ها نشان داده است که مقطع بادشکن و شکل آن نیز در میزان کاهش سرعت باد و به تبع آن در راندمان بادشکن موثر می‌باشد. به‌طوری که بادشکن با دیواره‌ی عمودی موثر تر از بادشکنی است که دیواره‌ی جهت باد آن شیب‌دار باشد. حداکثر کاهش سرعت باد در بادشکن‌های با دیواره عمودی در نزدیکی بادشکن اتفاق می‌افتد در حالی که این فاصله در بادشکن‌های با دیواره شیب‌دار بیش‌تر بوده و در مسافتی بیش از ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن صورت می‌گیرد. در شکل (۳-۵) مقایسه نقش بادشکن‌های با دیواره عمودی و دیواره مایل در تقلیل سرعت باد نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۵- مقایسه نقش بادشکن‌های با دیواره عمودی و دیواره مایل در تقلیل سرعت باد

لازم به یادآوری است که کاربری رابطه ارائه شده دوگانه می‌باشد. بدین ترتیب که با داشتن حجم مشخصی از مصالح، تعیین ارتفاع و تعداد ردیف‌ها در یک هکتار می‌توان ضخامت و یا قطر ردیف‌های بادشکن را محاسبه نمود همچنین چنان‌چه ارتفاع و تعداد ردیف‌های بادشکن در یک هکتار ونیز ضخامت بادشکن از قبل تعیین شده باشد، می‌توان حجم مصالح مورد نیاز را برای احداث بادشکن در منطقه مورد عمل محاسبه و برآورد نمود.

۳-۵- ناپیوستگی (رخنه) در بادشکن

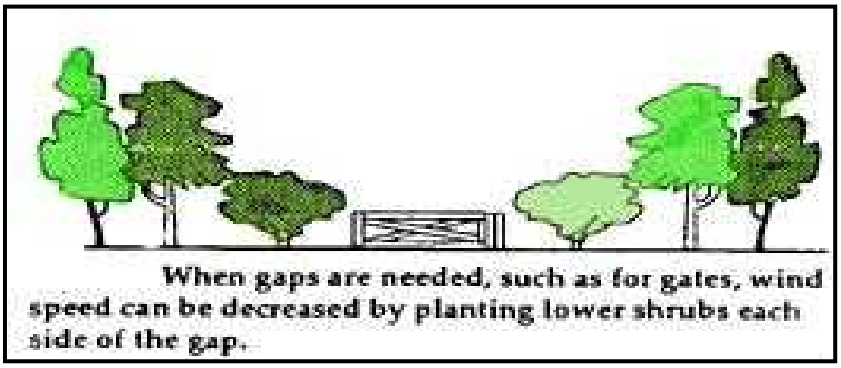
ناپیوستگی یا رخنه در بادشکن‌ها در حد معمول آن برای ورود و خروج و جاده سازی در بادشکن ضروری است. اما درصورتی‌که در یک ردیف بادشکن ناپیوستگی غیر معمولی به‌وجود آید، سرعت جریان باد در فاصله ایجاد شده بسیار بیش‌تر از سرعت باد در منطقه بدون بادشکن خواهد بود، هر چند این وضعیت تا فاصله زیادی دوام نخواهد داشت. به هر صورت، چنین وضعیتی سبب خواهد شد تا از اثرات مفید بادشکن‌ها به میزان قابل توجهی کاسته شود. به منظور حل این مشکل در بادشکن‌های چند ردیفه می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

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

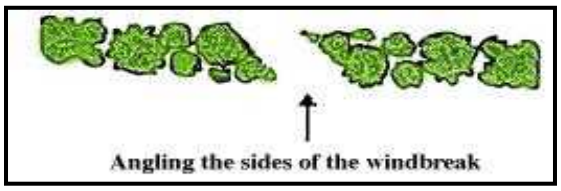
ب- استفاده از کاشت تعداد کمی درخت یا درختچه در دو طرف مدخل ورودی یا جاده.

omoorepeyman.ir

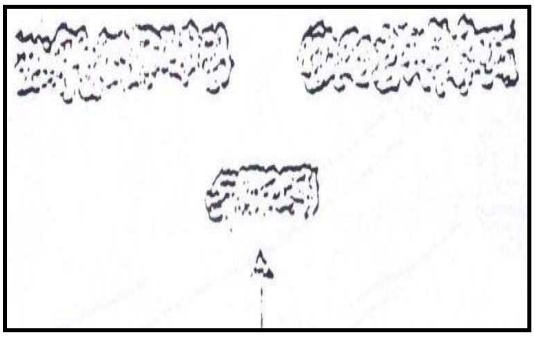
ج- استفاده از کاشت ۵ یا ۶ درخت در یک زاویه نسبت به کمربند اصلی و به صورت بال و یا کاشت یک ردیف گیاه کوتاه قد ثانویه برای پوشش دادن رخنه‌ها. در شکل‌های شماره (۳-۶) و (۳-۷) نحوه استفاده از موارد فوق به تصویر کشیده شده است.



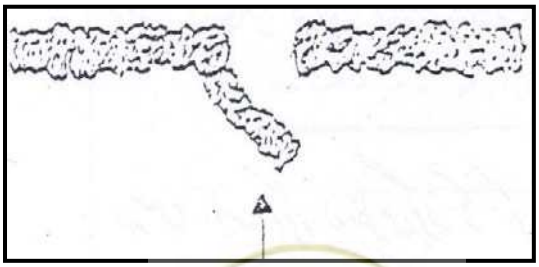
الف- کاشت درختچه‌های کوتاه در دو طرف مدخل



ب- زاویه بندی رخنه‌ها



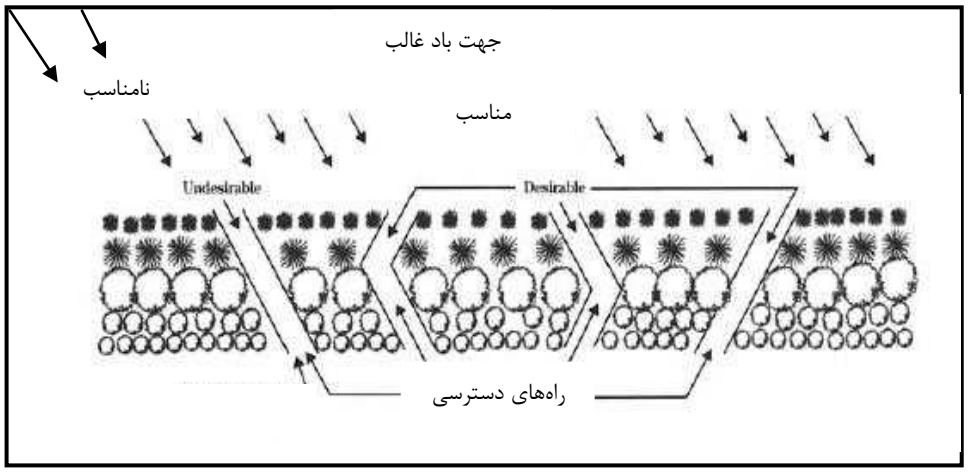
ج- کاشت یک ردیف کوتاه ثانوی



د- کاشت درخت در زاویه ای نسبت به کمربند اصلی

شکل ۳-۶- انواع روش‌های مورد استفاده برای کاهش اثر رخنه در بادشکن

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۷- نحوه طراحی جاده‌های دسترسی با زاویه ۴۵ درجه در بادشکن

۳-۶- طول بادشکن‌ها

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 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. بر اساس نظر دکتر حسینقلی رفاهی باید از هر طرف بادشکن حدود ۶ برابر ارتفاع بادشکن به طول آن اضافه نمود. درصورتی‌که 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. این در حالی است که Kuhns در این زمینه حداقل طول موثر را ۱۰ برابر ارتفاع بادشکن می‌داند. راهنمای طراحی بادشکن در آمریکا نیز حداقل طول موثر 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 کارآیی بادشکن‌ها را افزایش داد. علاوه بر موارد فوق جدول (۳-۴) 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 سردسیر و برای حفاظت از بادهای سرد زمستانی کاربرد دارد.

جدول ۳-۴- نسبت سطح حفاظت شده به طول بادشکن به ارتفاع ۱۵ متر

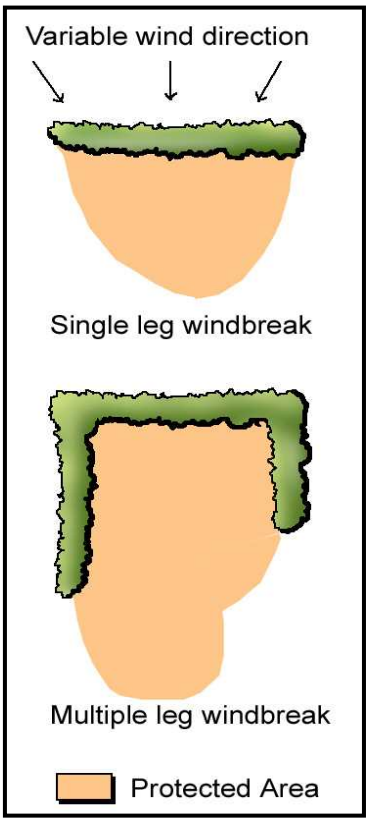
طول بادشکن (متر)	سطح حفاظت شده (متر مربع)
۳۰	۲۲۵
۶۰	۹۰۰
۳۶۰	۳۲۴۰
۸۰۰	۱۱۱۶۰۰

omoorepeyman.ir

بنابراین در مجموع طول بادشکن با توجه به عرض منطقه مورد حفاظت و ارتفاع بادشکن محاسبه می‌شود و حداقل تا ۶ برابر ارتفاع بادشکن از هر طرف بیش‌تر از طول منطقه تحت حفاظت است. به عبارت دیگر طول بادشکن به طور متوسط ۱۰ تا ۱۵ برابر ارتفاع بادشکن در نظر گرفته می‌شود. این طول باید پیوستگی لازم را داشته و از به‌وجود آمدن فضاهای خالی در بین آن اجتناب گردد.

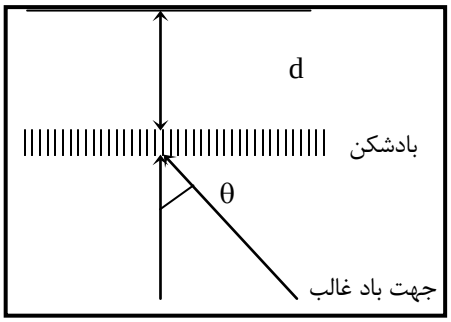
طول بادشکن‌ها اعم از زنده و غیرزنده بستگی به طول منطقه مورد حفاظت دارد. اما تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که باد به‌صورت عمودی و با زاویه قائم با بادشکن برخورد می‌نماید، بنابراین سرعت باد در دو انتهای بادشکن بیش از سرعت اولیه خواهد بود و علاوه بر این جهت آن به سمت فضا و محوطه حفاظت شده پشت بادشکن انحراف پیدا می‌نماید. در نتیجه محوطه حفاظت شده پشت بادشکن به‌صورت مثلثی خواهد بود. (معمولا در دو انتهای بادشکن گردبادی تولید می‌شود که سرعت حرکت آن بیش‌تر از سرعت عادی باد است و حتی تا باد اولیه هم افزایش می‌یابد بنابراین برای حل این مشکل باید طول بادشکن را بیش‌تر از طول ناحیه‌ی مورد حفاظت در نظر گرفت. طبق محاسبات به طور متوسط۲۵درصد اثر بادشکن در مقابل جریان باد محسوس بوده و ۷۵ درصدآن در طرف مخالف باد محسوس است). برای رفع این مشکل بهتر است در دو انتهای بادشکن اصلی، بادشکنی عمود بر انتهای هر طرف آن و به طول حدود ۲ تا ۳ برابر ارتفاع بادشکن اصلی احداث نمود. این امر سبب خواهد شد که انحراف جهت باد در طرفین بادشکن تا حدودی خنثی شده و منطقه حفاظت شده پشت بادشکن به‌صورت یکنواخت حفاظت شود. در برخی موارد جهت باد غالب نسبت به بادشکن عمودی نبوده و با زاویه‌ای غیرقائم با شبکه بادشکن برخورد می‌نماید، در این حالت تاثیر شبکه بادشکن کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی باید فاصله بین دو ردیف شبکه بادشکن را کم‌تر در نظر گرفت. در شکل (۳-۸) بادشکن‌های عمودی در دو طرف (دو انتها) بادشکن اصلی به تصویر کشیده شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۸- بادشکن‌های عمود ی دردو طرف(دو انتهای) بادشکن اصلی

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 فاصله ای است که برمبنای بادشکن عمود برجهت باد غالب (اصلی) به‌دست آمده و θ نیز زاویه ای است که بین جهت باد و خط قائم بادشکن تشکیل می‌شود. بنابراین هر چه زاویه θ بزرگ‌تر باشد (زاویه انحراف جهت باد از خط قائم بادشکن بیش‌تر باشد) فاصله بین بادشکن‌ها کم‌تر خواهد شد.



برای تعیین فاصله بادشکن‌ها در چنین شرایطی ودراف و زینگ رابطه زیر را ارائه نموده‌اند:

$$d = 1Vh(\frac{V_m}{V})Cos\theta$$

که در آن:

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

omoorepeyman.ir

h= ارتفاع بادشکن به متر.

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

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

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

۳-۷- طرز عمل بادشکن‌ها و تاثیر آنها در تقلیل سرعت باد

بادشکن‌ها بادی را که با آن بر خورد می‌نماید به سمت تاج (به سمت بالا) هدایت می‌نمایند که پس از طی مسافتی که بستگی به بلندی بادشکن دارد، مجددا به سطح زمین نزدیک می‌شود. در اثر این عمل منطقه‌ای آرام در هوای مجاور سطح زمین در مجاورت بادشکن و در سمت مخالف سمت وزش باد به‌وجود می‌آید. با دورشدن از بادشکن عرض منطقه‌ی آرام کم می‌شود، تا جایی که بادشکن به کلی اثرخود را از دست می‌دهد و جریان باد دوباره به سرعت اولیه‌ی خود می‌رسد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۴

انواع مصالح مورد استفاده و اشکال مختلف بادشکن‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

نوع مصالح مورد استفاده در بادشکن‌ها بستگی به نوع آنها (زنده و غیرزنده) دارد. بادشکن‌ها معمولا زنده یا غیرزنده هستند که با توجه به هدف از طراحی آنها احداث می‌گردند. در مواقعی که هدف‌های متعددی مدنظر باشد، بادشکن‌ها ممکن است به‌صورت مکمل و یا تلفیقی نیز احداث شوند. در هر حالت، هدف نهایی از احداث بادشکن‌ها کاهش سرعت بادهای فرساینده در مناطق مختلف به منظور حفاظت از مراکز اقتصادی، اجتماعی، نظامی، کشاورزی، زیست محیطی و ... می‌باشد.

۴-۱- انواع مصالح مورد استفاده در احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده

۴-۱-۱- انواع مصالح مورد استفاده در احداث بادشکن‌های غیرزنده

این نوع بادشکن‌ها اغلب در مناطقی کارایی دارند که سطح عرصه مورز نظر گسترده نبوده و کمبود شدید رطوبت در تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای وجود داشته باشد. همچنین این نوع بادشکن‌ها عموما در مناطقی احداث می‌شوند که شدت فرسایش بادی در حدی است که امکان استقرار پوشش گیاهی بدون احداث این سازه‌ها بر روی تپه‌ها و یا پهنه‌های ماسه‌ای 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 بر روی ناهمواری‌های ماسه‌ای اقدام می‌گردد. به‌علاوه، در برخی مناطق خشک و بیابانی که امکان استقرار درختان جهت بادشکن اطراف مزارع مقدور نباشد، با استفاده از مصالح ساختمانی نظیر سنگ‌لاشه، دیوارهای گلی، پرچین‌های حاصل از بوته‌های خشک بیابانی، سرشاخه‌های درختانی نظیر نخل، لاستیک‌های فرسوده ماشین‌آلات و ... اقدام به احداث دیواره‌هایی عمود بر جهت باد غالب و فرساینده به‌عنوان بادشکن غیرزنده اطراف مزارع می‌شود. به‌طورکلی بادشکن‌های غیرزنده علیرغم نقش موثری که در تثبیت ماسه‌های روان در کوتاه مدت دارند، متاسفانه در درازمدت به‌دلیل انباشت رسوبات ماسه‌ای در پای آنها به‌تدریج توسط این رسوبات مدفون شده و کارایی خود را از دست می‌دهند. بنابراین، توصیه می‌گردد که پس از احداث این بادشکن‌ها و یا هم زمان 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 بادشکن‌های مصنوعی از ترکیب بقایای گیاهی و انواع پلیمرها در حال ساخت بوده و مراحل آزمایشی خود را سپری می‌نمایند. درصورتی‌که 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 به‌وجود خواهد آمد. مزیت ویژه این نوع از بادشکن‌ها سازگاری آنها با محیط زیست است که در قرن حاضر، با توجه به آلودگی‌های زیست‌محیطی یک امتیاز مهم محسوب می‌گردد.

omoorepeyman.ir

نظر به متغیر بودن انواع بادشکن غیرزنده براساس شرایط منطقه اجرایی (مانند عکس (۴-۱) که از لاستیک‌های مستعمل خودروها برای احداث بادشکن استفاده شده است)، پس از تعیین محل و با توجه به شرایط و روش کار مشخص، براساس آن مصالح مورد نیاز تعیین، برآورد و تهیه می‌گردد. در حالتی که بادشکن غیرزنده مد نظر باشد، بایستی شرایط و ضوابط زیر رعایت گردد:

الف- نوع مصالح با توجه به قیمت و فراوانی آن در منطقه در دو ماه اول انتخاب شود.

ب- ارتفاع مفید سرشاخه حداقل ۱/۵ متر باشد.

ج- سرشاخه‌ها استحکام لازم را در مقابل باد و پوسیدگی داشته باشند.

د- محل تامین سرشاخه‌ها، حتی‌الامکان در نزدیکی منطقه احداث بادشکن باشد.

هـ- محل تامین سرشاخه‌ها، حساس به فرسایش بادی و آبی نباشد.

و- زمان تامین سرشاخه (قطع) بایستی بعد از اتمام فصل رویش و قبل از شروع احداث بادشکن باشد و یا از بقایای قابل استفاده نخل باشد.

ز- انتقال مصالح به محل احداث حتی‌المقدور قبل از شروع فصل بارش باشد، به نحوی که در انجام کار احداث بادشکن خللی ایجاد نشود (خراب شدن جاده‌ها و کمبود سرشاخه).

ح- قطع سرشاخه با نظر کارشناس ناظر به نحوی باشد که رشد رویشی درخت صدمه نبیند.

عکس ۴-۱- استفاده از لاستیک‌های مستعمل خودرو جهت احداث بادشکن غیرزنده

omoorepeyman.ir

۴-۱-۲- انواع مصالح مورد استفاده در احداث بادشکن‌های زنده

این نوع بادشکن‌ها اغلب در اطراف اراضی کشاورزی، غیرکشاورزی و مناطقی کارایی دارند که رطوبت عامل محدود کننده به شمار نرفته و امکان استقرار پوشش گیاهی بر روی تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای در کوتاه مدت وجود داشته باشد. در این حالت، با استفاده از گونه‌های گیاهی نظیرتاغ، گز، سنجد، اکالیپتوس، کهور پاکستانی، کرت و سایر گونه‌های درختی و درختچه‌ای مناسب برای مناطق بیابانی نسبت به احداث بادشکن زنده برروی ناهمواری‌های ماسه‌ای و اطراف اراضی زراعی و باغات اقدام می‌گردد. در عکس (۴-۲) نمونه‌ای از بادشکن زنده اطراف مزارع در اراضی زراعی تحت تاثیر فرسایش بادی نشان داده شده است. 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 پیش‌بینی شده جهت احداث بادشکن.

$50 \geq 100$

عکس ۴-۲- نمونه‌ای از بادشکن زنده اطراف مزارع در ارضی زراعی تحت تاثیر فرسایش بادی

omoorepeyman.ir

۴-۲- اشکال و ا نواع مختلف بادشکن‌های زنده و غیرزنده

بادشکن‌ها دیواره‌هایی هستند که عمدتا به کمک سرشاخه‌های خشک و درختان و درختچه‌ها و یا دیگر مصالح قابل دسترس با استفاده از گونه‌های گیاهی مثمر و غیرمثمر در اطراف مزارع و سایر اراضی طبیعی ساخته شده و مانع از جابه‌جایی ذرات خاک و ماسه‌ای و به‌طورکلی موجب کاهش اثر باد، افزایش راندمان، حفظ خاک و تقویت پوشش گیاهی در پناه باد می‌شوند.

بادشکن‌ها به دو نوع عمده شامل بادشکن زنده یا درختی و بادشکن غیره زنده، مصنوعی و یا مکانیکی تقسیم می‌شوند. بادشکن‌های مصنوعی شامل دیوارهای سنگی، فلزی، چوبی، پلاستیکی، حصیری یا دیواره‌های تهیه شده از سرشاخه‌های بریده شده درختان موجود در منطقه یا دیوارهایی از جنس سنگ‌لاشه، دیواره‌های گلی و ... می‌باشد. انتخاب نوع بادشکن به شرایط محل احداث، هدف از کاربرد آن و نوع و میزان دسترسی به مصالح مورد نیاز بستگی دارد.

به لحاظ شکلی، بادشکن‌های زنده و غیرزنده دارای حالات و انواع مختلفی به شرح زیر می‌باشند:

۴-۲-۱- اشکال (ا نواع) بادشکن‌های غیرزنده

بادشکن‌های غیرزنده از نظر نحوه احداث به سه گروه عمده شامل بادشکن‌های قائم، مایل و خوابیده و از نظرشکل ظاهری به دو دسته موازی و شطرنجی تقسیم می‌شوند. این بادشکن‌ها از نظر ارتفاع و تراکم دارای ویژگی‌های متفاوتی هستند که در زیر شرح مختصری از آنها ارائه می‌گردد:

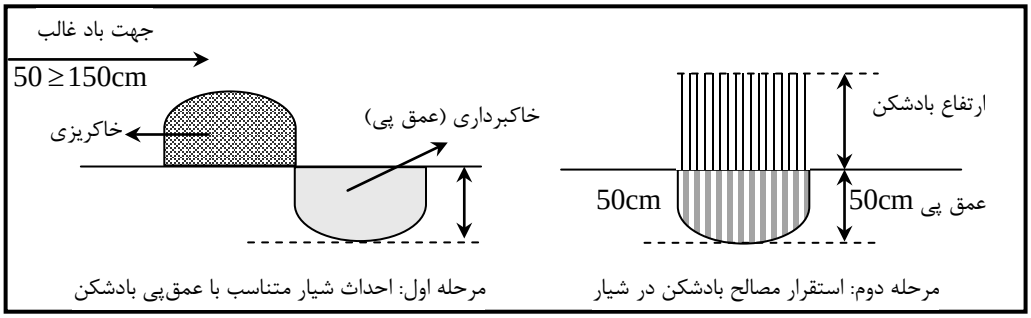
۴-۲-۱-۱- اشکال(ا نواع) بادشکن‌های غیرزنده از نظر نحوه احداث

- بادشکن‌های قائم

این بادشکن‌ها دیواره‌های عمودی هستند که ارتفاع آنها اغلب بین ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و حداکثر تا ۱۵۰ سانتی‌متر بوده و با استفاده از مواد خشک گیاهی همانند نی، سرشاخه‌های درختان و درختچه‌ها، تراورس و ... و عمود بر جهت باد غالب و فرساینده در تپه‌های ماسه‌ای فعال احداث می‌گردند. این بادشکن‌ها به‌دلیل وضعیت قائم آنها، در کاهش سرعت باد و کنترل ماسه‌های روان نقش موثرتری نسبت به سایر انواع بادشکن‌های غیرزنده دارند. برای پایداری این بادشکن‌ها در مقابل بادهایی با سرعت شدید در منطقه، معمولا حدود ۵۰ سانتی‌متر مصالح مورد استفاده بدون احتساب ارتفاع مفید بادشکن در زیر سطح عرصه‌های ماسه‌ای قرار می‌گیرد که در واقع به‌عنوان عمق پی دیواره بادشکن تلقی می‌گردد. برای این منظور بهتر است شیار و یا کانال‌هایی احداث و سپس مصالح بادشکن با رعایت عمق پی و ضخامت مورد نیاز به‌صورت قائم در آن قرار داده شود. سپس دو طرف آن را خاک ریخته و به‌وسیله ضربات بیل و یا پافشرده می‌شود. بادشکن‌های قائم غیرزنده را در هر فصلی می‌توان احداث نمود، اما بهترین زمان احداث بادشکن غیرزنده قائم زمانی است که رطوبت ماسه‌ها پس از بارندگی تا عمق مورد نظر کافی باشد، چرا که در این حالت تثبیت ماسه‌ها تحت

omoorepeyman.ir

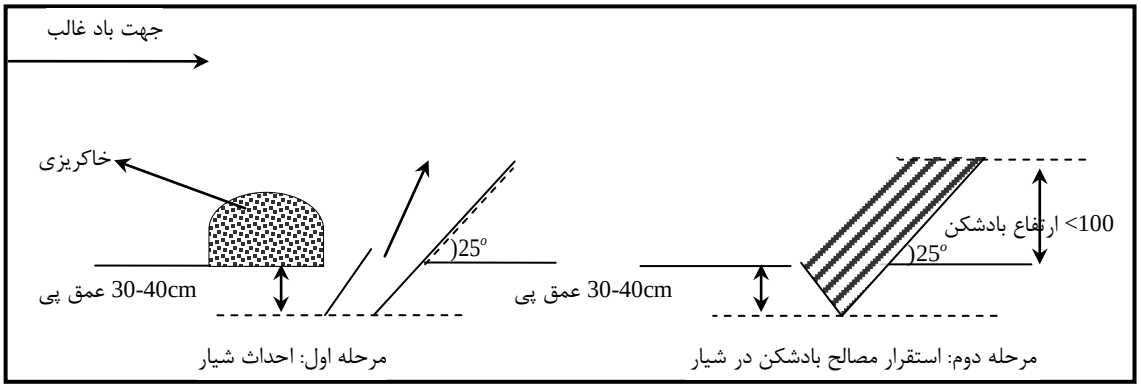
تاثیر رطوبت مانع از فعالیت کارگران نمی‌گردد. همچنین، چنان‌چه عملیات تکمیلی یعنی غرس نهال نیز مدنظر باشد، می‌توان هم‌زمان به کاشت نهال و یا بذر در پشت دیواره بادشکن اقدام نمود. به‌طورکلی رعایت این امر نقش موثری در پایداری اولیه بادشکن دارد. در شکل (۴-۱) مقطع عرضی بادشکن قائم به تصویر کشیده شده است.



شکل ۴-۱- مقطع عرضی بادشکن قائم

- بادشکن‌های مایل

این نوع بادشکن‌ها حد واسط بادشکن‌های قائم و خوابیده تلقی می‌شوند که معمولا بر روی ناهمواری‌های ماسه‌ای نیمه فعال، به‌صورت ردیف‌های موازی، عمود بر جهت باد غالب منطقه و با زاویه‌ای حدود ۲۵ درجه نسبت به سطح زمین احداث می‌شوند. معمولا به‌منظور پایداری این بادشکن‌ها در مقابل بادهای شدید، با احداث شیار و یا کانال، مصالح بادشکن با رعایت ضخامت مورد نظر در یک طرف شیار و یا کانال قرار داده شده، سپس طرف دیگر آن را خاک ریخته و در آخر با ضربات پا و یا بیل اطراف آن را فشرده می‌نمایند. در شکل (۴-۲) مقطع عرضی بادشکن مایل به تصویر کشیده شده است.



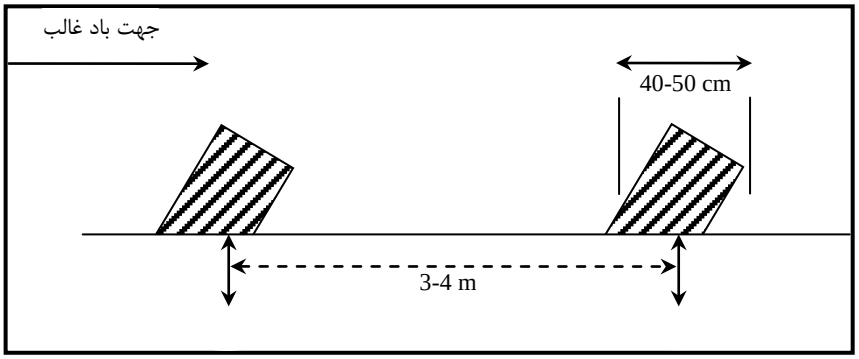
شکل ۴-۲- مقطع عرضی بادشکن مایل

- بادشکن‌های خوابیده

این نوع بادشکن‌ها معمولا در پهنه‌های ماسه‌ای کم فعال، به‌صورت ردیفی در سطح عرصه و با هدف حفاظت از نباتات و جلوگیری از ریشه‌کن شدن آنها در اثر وزش باد احداث می‌گردند. پایه مصالح به‌کار گرفته شده برخلاف بادشکن‌های قائم و مایل در خاک قرار نمی‌گیرد و در واقع نوعی پوشش خشک و یا غیرزنده بر سطح پهنه‌های ماسه‌ای قرار می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

در این روش ردیف‌های بادشکن را به‌صورت طولی و به پهنای ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر در کنار یکدیگر قرار داده و سپس با ریختن ماسه در محل اتصال مصالح با سطح عرصه، امکان استقرار آنها را در سطح زمین بیش‌تر فراهم می‌نمایند. در شکل (۴-۳) مقطع عرضی بادشکن خوابیده نشان داده شده است.



شکل ۴-۳- مقطع عرضی بادشکن خوابیده

۴-۲-۱-۲- انواع بادشکن‌های غیرزنده از نظر شکل ظاهری

- بادشکن‌های موازی

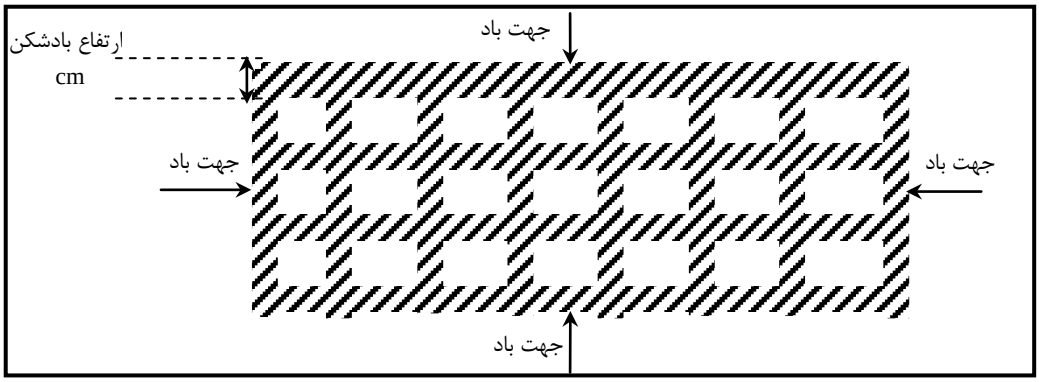
در مناطقی که بادهای غالب و فرساینده دارای یک جهت و یا دو جهت عمود بر هم باشند در این صورت از بادشکن‌های موازی استفاده به‌عمل می‌آید. نحوه احداث این‌گونه بادشکن‌ها همانند سایر انواع بادشکن‌های زنده و غیرزنده باید عمود بر جهت باد غالب و فرساینده باشد. این نوع بادشکن‌ها در کشور از معمول‌ترین بادشکن‌هایی هستند که از آنها برای تثبیت ماسه‌های روان استفاده می‌گردد. ارتفاع این بادشکن‌ها معمولا ۸۰ تا حداکثر ۱۳۰ سانتی‌متر، بدون احتساب پی می‌باشد. فاصه بین ردیف‌ها با توجه به حداکثر سرعت باد وسرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه طرح متفات بوده ولی به‌طور معمول این نوع از بادشکن‌ها بین ۱۰ تا ۱۲ برابر ارتفاع خود را در مقابل بادهای فرساینده پوشش می‌دهند. روش احداث این نوع بادشکن عمدتا در قالب بادشکن‌های قائم می‌باشد.

- بادشکن‌های شطرنجی

در مناطقی که بادهای فرساینده دارای جهات مختلفی باشند، معمولا از بادشکن‌های شطرنجی استفاده به‌عمل می‌آید. روش کار بدین صورت است که ردیف‌های بادشکن عمود بر یکدیگر بوده و منظره‌ای شبیه به صفحات شطرنج را به‌وجود می‌آورد. ارتفاع این بادشکن‌ها معمولا ۵۰ تا حداکثر ۱۰۰ سانتی‌متر بدون احتساب پی می‌باشد. فواصل ردیف‌ها از ارتفاع ردیف‌های بادشکن تبعیت می‌کند. به‌طور هر ردیف تا حدود ۱۰ برابر ارتفاع خود را در مقابل سرعت بادهای فرساینده پوشش می‌دهد. روش احداث این نوع بادشکن عمدتا در قالب بادشکن‌های قائم بوده، با این تفاوت که

omoorepeyman.ir

ردیف‌های بادشکن متقاطع و عمود بر یکدیگر می‌باشند. در شکل (۴-۴) مقطع عرضی بادشکن شطرنجی به تصویر کشیده شده است.



شکل ۴-۴- مقطع عرضی بادشکن شطرنجی

۴-۲-۲- اشکال (انواع) بادشکن‌های زنده، کاستی‌ها و محدودیت‌های احداث آنها

۴-۲-۲-۱- اشکال (انواع) بادشکن‌های 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 پوشش‌گیاهی (اعم از علفی، درختی و درختچه‌ای) عنصر کلیدی در احیای اراضی ماسه‌ای می‌باشد. درخت‌کاری به‌صورت موثری 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 چرایی 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 عمدتا 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 موثر و حفظ رطوبت اندک ناشی از قطرات باران است. در این زمینه توصیه می‌شود که گیاهان در نهالستان به ارتفاع حداقل ۳۰- ۲۵ سانتی‌متر رسیده و سپس به عرصه اصلی منتقل شوند تا هم سیستم ریشه‌ای آنها قوی شده و هم به ارتفاع مناسبی برسند. این مسئله در زمان کاشت دو مزیت دارد، اول این‌که هر چه ریشه‌ها قوی‌تر و بلندتر باشند، استقرار نهال‌ها سریع‌تر و از سرعت رشد مناسب‌تری برخوردار خواهند شد و دوم این‌که استفاده از گیاهان بلندتر مانع موثری در برابر فرسایش بادی خواهد بود.

omoorepeyman.ir

براساس موارد یاد شده در فوق انواع بادشکن‌های زنده شامل دو گروه عمده بادشکن‌های زنده خالص و تلفیقی هستند:

الف- بادشکن‌های زنده خالص

این نوع بادشکن در واقع دیواره‌ای از گیاهان درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای است که در اطراف اراضی زراعی، به‌ویژه اراضی دیم و در سطح ناهمواری‌های ماسه‌ای با قابلیت کشت مستقیم گیاهان، احداث می‌گردند. البته این نوع بادشکن‌ها با هدف‌های متفاوتی احداث می‌شوند. به‌طوری‌که در برخی موارد علاوه بر کاهش سرعت بادهای فرساینده، نقش موثری در ایجاد میکروکلیما و همچنین افزایش تولیدات زراعی و تولید چوب برای مالکین این‌گونه اراضی را به‌دنبال دارند. در بحث تثبیت ماسه‌های روان و کنترل بیابان‌زائی علاوه بر توجه به نقش موثر بادشکن‌های خالص زنده در تثبیت ماسه‌های روان و تسریع در احیا و توسعه پوشش گیاهی در کانون‌های بحرانی، به سایر ویژگی‌های آنها نظیر تداوم پایداری و پایین بودن هزینه‌های اجرایی آن نسبت به بادشکن‌های غیرزنده نیز توجه ویژه‌ای مبذول می‌شود، مشروط بر این‌که شرایط اکولوژیکی و محیطی این عرصه‌ها، به‌ویژه ریزش‌های جوی منطقه، امکان استقرار بادشکن زنده را بدون نیاز به آبیاری حداقل پس از سال دوم به بعد میسر سازد. در غیر این‌صورت عملیات مراقبت و آبیاری نهال‌ها هزینه‌های سنگینی را متوجه مجری خواهد نمود که اغلب توجیه اقتصادی پروژه را با تردید مواجه می‌سازد.

ب- بادشکن زنده تلفیقی (مختلط)

در برخی از مناطق بیابانی که شرایط سخت اکولوژیکی این مناطق توام با اراضی ماسه‌ای محدویتهای شدیدی را جهت استقرار اولیه نهال‌ها و یا بذور و قلمه‌های تازه کشت شده ایجاد می‌نماید، بادشکن تلفیقی با ترکیبی از بادشکن زنده و غیرزنده احداث می‌شود. روش کار بدین صورت است که در ابتدا بادشکن غیرزنده با استفاده از مصالح قابل دسترس، که ترجیحا سرشاخه‌های خشک گیاهی می‌باشد احداث، سپس نهال‌ها، قلمه‌ها و یا بذور مورد نظر در پشت بادشکن که مخالف جهت وزش باد غالب منطقه است کشت می‌شوند. مزیت این روش آن است که ضریب موفقیت استقرار گونه‌های کاشته شده به‌شدت 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 بادشکن غیرزنده پناه دهنده آنها شود. چرا که تجربیات در این زمینه نشان داده است که تجمع سریع رسوبات بادی در جلو بادشکن غیرزنده به‌ویژه در کانون‌های بحرانی با شدت زیاد، به گونه‌ای است که معمولا از سال سوم به بعد رسوبات از لبه بادشکن غیرزنده به پشت آن ریزش نموده و خطر مدفون شدن گونه‌های کاشته شده‌ای را که ارتفاع آنها کم‌تر از ارتفاع بادشکن غیرزنده است، به‌دنبال دارد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد جهت احداث بادشکن‌های مختلط (تلفیقی) ایجاد یک رابطه بین رشد اندام هوایی گیاه مورد نظر در حالت معمول در دوره دو تا سه ساله و ارتفاع بادشکن غیرزنده مد نظر قرار گیرد. بدین‌ترتیب، در ابتدا مشخص

omoorepeyman.ir

شود که رشد اندام هوایی گونه استفاده شده در دوره مورد نظر بـه چـه ارتفـاعی خواهـد رسـید، سـپس ارتفـاع بادشـکن غیرزنده را تعیین نموده، که قاعدتا می‌بایستی ارتفاع آن از ارتفاع اندام هوایی گونه مورد نظر کم‌تر باشد.

۴-۲-۲-۲- کاستی‌ها و محدودیت‌های احداث بادشکن‌های زنده

با توجه عوامل متعدد تاثیرگذار بر اقدامات اجرایی، هرنوع فعالیت در عرصه‌های طبیعی حاصل تاثیر 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 ادافیکی با گونه‌های کشت شده در قالب عملیات احداث بادشکن زنده عامل تعیین کننده‌ای به شمار می‌روند که از جنبه‌های مختلف زیر قابل بررسی هستند:

الف- کاستی‌ها و محدودیت‌های فنی

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

هر یک از گونه‌های مورد استفاده نیز مشکلات خاص خود را دارند. گونـه گـز از طریـق جـذب امـلاح و ریـزش بـرگ موجب انتقال شوری از عمق خاک و یا آب‌های زیرزمینی به سطح خاک می‌شوند و این در حالی است کـه ایـن گونـه در اراضی با شوری زیاد که توام با اراضی ماسه‌ای هستند، از قا بلیت بسیار زیادی نسبت به سایر گونه‌ها برخوردار مـی‌باشـد. اوکالیپتوس و سنجد نیز موجب تجمع پرندگان و افزایش خسارت آنها به محصولات زراعی می‌گردند. کهور ایرانی و کـرت سرعت رشد بسیار پایینی داشته و کهور پاکستانی نیز در برخی مناطق به شدت زادآوری و تکثیر یافته و مهاجم محسوب می‌شود (به‌ویژه در نواحی شرقی هرمزگان و جنوب سیستان و بلوچستان).

ب- کاستی‌ها و محدودیت‌های مالی

بادشکن زنده نسبت به سایر اقدامات بیولوژیک در مناطق بیابانی از هزینه کم‌تری برخوردار است، امـا در حـال حاضـر نُرم هزینه معینی نداشته و در مناطق مختلف بسیار متفاوت است. کاستی و محدودیت موجود این عملیـات از نظـر مـالی عمدتا مربوط به عملیات مراقبت و آبیاری بوده که هزینه بسار زیادی را به مجریان تحمیل می‌نماید.

در شرایط اجرای پیمانی هر متر طولی بادشکن غیرزنده به‌طور متوسط بین ۱۲ تا ۱۵ هزار ریال و هر کیلـومتر آن ۱۲ تا ۱۵ میلیون ریال هزینه در بر دارد. این مبلغ در بادشکن‌های زنده به ۴ تا ۵ میلیـون ریـال، یعنـی ۳۰ درصـد بادشـکن غیرزنده رسیده و در صورت احداث بادشکن‌ها توسط مردم، این مبلغ به مقـدار قابـل‌ملاحظـه‌ای کـاهش مـی‌یابـد. علـت کاهش هزینه در شرایط اجرای مردمی این است که اقداماتی مانند حفر گودال، کشت نهال و آبیاری نهال‌های کشت شده به راحتی و با هزینه ناچیز توسط مردم محلی انجام می‌گیرد و نیازی به منبع تامین آب جدیدی هم ندارد.

omoorepeyman.ir

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. به عنوان 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 و ... به عنوان گونه‌های حدواسط در مناطقی که الگوی مصرف و یا پتانسیل صادرات محصولات آنها را دارند، بهره‌برداری اقتصادی را نیز مد نظر قرار داد.

د- کاستی‌ها و محدودیت‌های زیست‌محیطی

از نظر زیست‌محیطی استفاده از برخی گونه‌های گیاهی به عنوان بادشکن زنده موجب افزایش شوری در سطح خاک، تجمع آفات و امراض و نیز پرندگان می‌شود که البته تجمع پرندگان را می‌توان تاثیر مثبت بر اکوسیستم و زنجیره غذایی دانست، هر چند که از دیدگاه کشاورزان این امر بسیار نکوهیده است.

در مقابل محدودیت‌ها و کاستی‌های ذکر شده مزایایی همچون جلوگیری از فرسایش و جابه‌جایی خاک، جلوگیری از کاهش حاصل‌خیزی و تجمع ماسه بادی بر روی خاک حاصل‌خیز کشاورزی، تلطیف هوا، تقویت پوشش گیاهی و... را می‌توان ذکر نمود.

هـ- 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 تاثیرات مثبت بادشکن زنده بر تولیدات کشاورزی و مرتعی و همچنین تبعات زیست‌محیطی آن اشاره نمود. به همین منظور و جهت آشنا نمودن زارعین، مرتعداران، دامداران و حتی مسوولین دولتی، لازم است تجارب موفق در زمینه احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در داخل و خارج از کشور معرفی تا انگیزه لازم در بین بهره‌برداران از منابع و همچنین دست اندرکاران ایجاد گردد. در همین راستا، در بخش آینده به معرفی چند پروژه موفق در زمینه احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده پرداخته می‌شود.

omoorepeyman.ir

فصل ۵

بررسی تجارب موفق به‌کارگیری بادشکن‌های زنده و غیرزنده در مقابله با فرسایش بادی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵-۱- احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در کشور چین به منظور حفاظت از راه‌آهن و جاده‌ها

سیستم کنترل ماسه‌های روان برای حفاظت از راه‌آهن با توجه به وضعیت اقلیمی و وجود یا عدم وجود تپه‌های ماسه‌ای و میزان تحرک آنها، در مناطق مختلف با یکدیگر تفاوت دارد. در این مورد شرح یکی از پروژه‌های موفق کشور چین که برای حفاظت بخشی ازخطوط سراسری راه‌آهن این کشور درمنطقه شاپاتو (Shapoto) اجرا شده است، ارائه می‌گردد. منطقه مورد نظر همواره و از زمان‌های دور در معرض هجوم ماسه‌های روان قرار داشته است. ارتفاع تلماسه‌های متحرک موجود در منطقه ۱۰۰-۵۰ متر بلندتر از سطح آب رودخانه بوده و بیش‌تر این تلماسه‌ها که بر روی جلگه ماسه‌ای بدون پوشش و به شکل تلماسه‌های متقاطع و زنجیره‌ای پراکنده شده‌اند، تحت تاثیر باد غالب شمال غرب و بادهای فرعی جنوب شرق قرار داشته وسرعت حرکت میانگین سالانه آنها بین ۵-۳ متر می‌باشد. به‌طوری‌که احداث راه‌آهن در این منطقه غیرممکن به‌نظر می‌رسیده و بسیاری از مشاوران خارجی نیز احداث آن را در این منطقه که بین دو بیابان معروف تنگالی و گبی قرار دارد، غیر ممکن تصور می‌دانسته‌اند. ولی بالاخره کارشناسان چینی با پیشنهاد یک طرح موثر نسبت به تثبیت تپه‌های ماسه‌ای این منطقه به طول حدود ۱۶۰ کیلومتر در حاشیه مناطقی که راه‌آهن از آن می‌گذرد، اقدام کرده‌اند. عرض کمربندهای حفاظتی که در دو طرف خطوط راه‌آهن احداث شده است، در سمت رو به باد به طور متوسط ۵۰۰ متر و در سمت مقابل آن ۳۰۰ متر در نظر گرفته شده و دارای ۵ نوع عملیات متفاوت به‌شرح زیر می‌باشد:

الف- با فاصله کمی از راه‌آهن به مسافتی در حدود ۵ تا ۱۰ متر با استفاده از سنگ‌ریزه و قلوه‌سنگ به‌طور مکانیکی ماسه‌های اطراف ریل را تثبیت نموده‌اند، بدون این‌که گیاهی در این قسمت کاشته شود. این ناحیه‌ی باز در دو طرف راه‌آهن برای جلوگیری از سرایت آتش‌سوزی‌های احتمالی به جنگل احداث شده در پشت آن در نظر گرفته شده که در عین حال می‌تواند فضای لازم جهت احداث تاسیسات مورد نیاز راه‌آهن در این قسمت را در آینده تامین نماید.

ب- بعد از این ناحیه در مسافتی به عرض ۴۰ تا۵۰ متر درختان سازگار کشت گردیده که به آن ناحیه‌ی کمربند سبز اطلاق می‌گردد. در بخش‌هایی از این ناحیه که بارندگی کم‌تر از ۱۸۰ میلی‌متر می‌باشد، درختان کاشته شده سالی دو تا سه بار آبیاری شده ولی در مناطق با بارندگی بیش از آن، هیچ‌گونه آبیاری نیز صورت نمی‌گیرد.

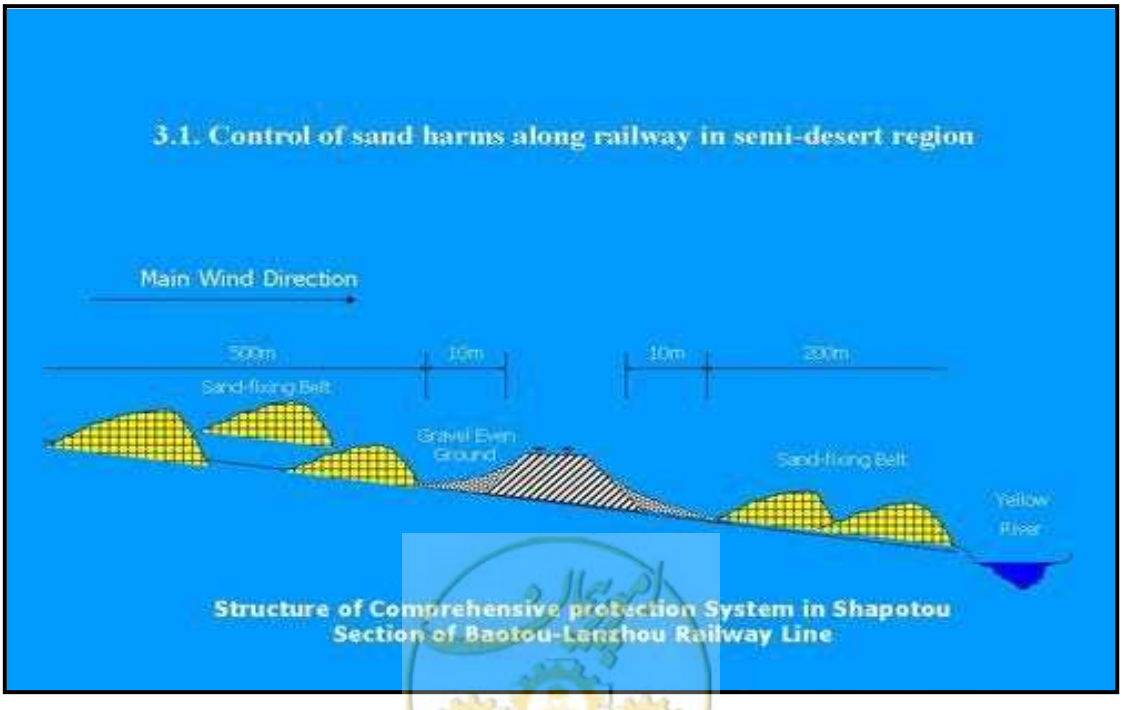
ج- بعد از ناحیه کمربند سبز مسافتی درحدود ۲۰۰ متر را که معمولا از تپه‌های ماسه‌ای نسبتا مرتفع یا مرتفع پوشیده شده است، به‌طور مکانیکی تثبیت نموده و سپس در بین بادشکن‌های احداث شده بوته‌های ماسه پسند و مقاوم به خشکی مانند هدی ساروم، کاراگانا، بید، صنوبر و آکاسیا (به‌منظور تثبیت بیولوژیک) کشت نموده‌اند. این ناحیه بنام کمربند محافظت کننده خوانده می‌شود.

د- بعد از ناحیه کمربند محافظت کننده ناحیه‌ای درحدود ۲۸۰ متر را مجددا با احداث بادشکن با استفاده از ساقه‌های برنج به‌صورت مکانیکی تثبیت نموده که به ناحیه کمربند تثبیت معروف می‌باشد.

omoorepeyman.ir

هـ- بعد از ناحیه کمربند تثبیت ناحیه دیگری را که تحت عنوان کمربند متوقف کننده (Stopping Belt) از آن یاد شده است ایجاد نموده که با قلوه سنگ یا پوشش کاه و کلش به فواصل ۱ تا ۱/۵ متر عملیات تثبیت در آن صورت گرفته است عکس (۵-۱) نمایی از احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اطراف ریل راه‌آهن در کشور چین را نشان می‌دهد. همچنین در شکل (۵-۱) چگونگی کنترل خسارات ناشی از اراضی ماسه‌ای در اطراف راه‌آهن در مناطق بیابانی چین ارائه شده است.

عکس ۵-۱- نمایی از احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در اطراف ریل راه‌آهن در کشور چین

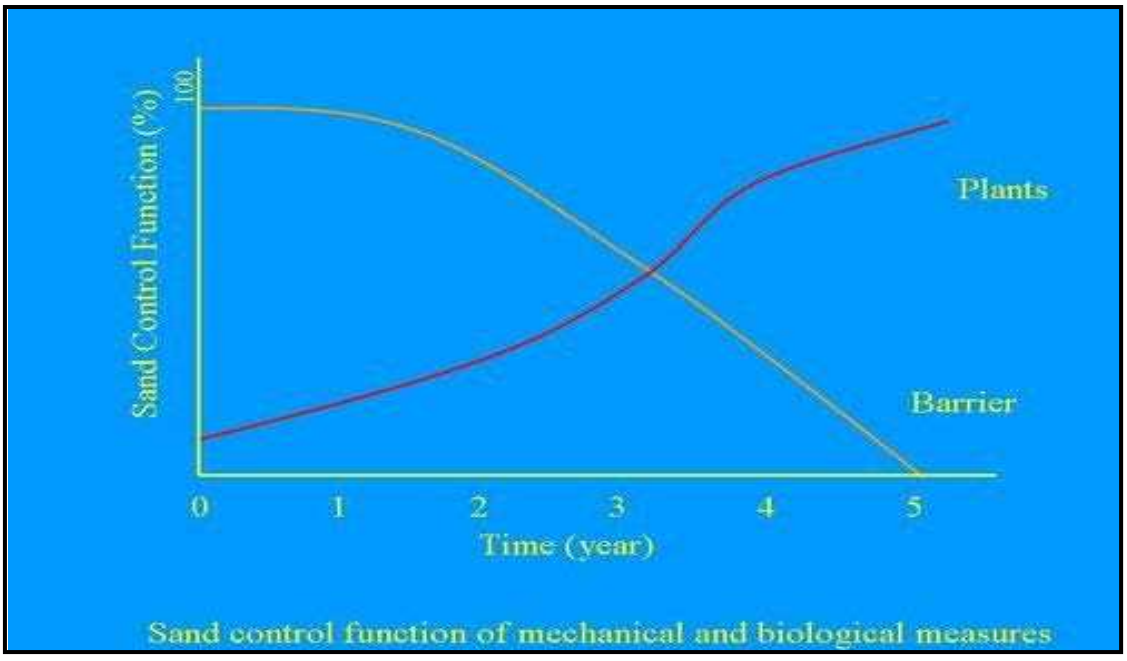


شکل ۵-۱- چگونگی کنترل خسارات ناشی از اراضی ماسه‌ای در اطراف راه‌آهن در مناطق بیابانی در کشور چین

omoorepeyman.ir

۵-۲- احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده به‌صورت توام (روش بیومکانیکی) در کشور چین

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 به‌تدریج پس از آن کارایی خود را از دست می‌دهند. از یک طرف، در بسیاری از موارد کارایی روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی به تنهایی رضایت بخش 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 به‌تدریج 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 توام استفاده گردد. مخصوصا در ۵ سال اول، این دو روش تواما به‌صورت مکمل یکدیگر برای کنترل فرسایش بادی عمل می‌نمایند. در نمودار (۵-۱) رابطه بین روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی تثبیت ماسه‌های روان در مدت ۵ سال نشان داده شده است.



نمودار ۵-۱- رابطه بین روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی تثبیت ماسه‌های روان در مدت ۵ سال

برای احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده به‌صورت توام (روش بیومکانیکی) در کشور چین ابتدا با استفاده از روش خاک رس و کُلش گندم، تپه‌های ماسه‌ای متحرک تثبیت شده سپس نسبت به کشت درختچه‌هایی بر روی این تپه‌های ماسه‌ای به منظور افزایش پایداری آنها اقدام می‌نمایند. در این روش موانع ایجاد شده قبل از جنگل‌کاری می‌توانند از حرکت ماسه‌های روان جلوگیری نموده و همچنین نهال‌های کشت شده را در مقابل آثار زیان‌بار فرسایش بادی حفاظت

omoorepeyman.ir

نمایند. در این حالت و پس از پایان یافتن عمر موانع (Bariers)، در ختان کشت شده جایگزین آنها شده و نقش کاهش سرعت باد و حفاظت اراضی حساس به فرسایش بادی رابر عهده می‌گیرند. بررسی‌ها نشان داده است که این شیوه یک روش موثر و ضروری برای کنترل فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه خشک در مقابله با فرسایش بادی محسوب می‌گردد. عکس (۵-۲) نمایی از موانع ساقه گندم (Straw barier) برای تثبیت تپه‌های ماسه‌ای درمنطقه مین چین و همچنین عکس (۵-۳) عملیات توام موانع رسی و کاشت گیاه برای تثبیت ماسه‌های روان در کشور چین را نشان می‌دهد.

عکس ۵-۲- نمایی از موانع ساقه گندم (Straw barier) برای تثبیت تپه‌های ماسه‌ای درمنطقه مین چین

عکس ۵-۳- عملیات توام موانع رسی و کاشت گیاه برای تثبیت شن

omoorepeyman.ir

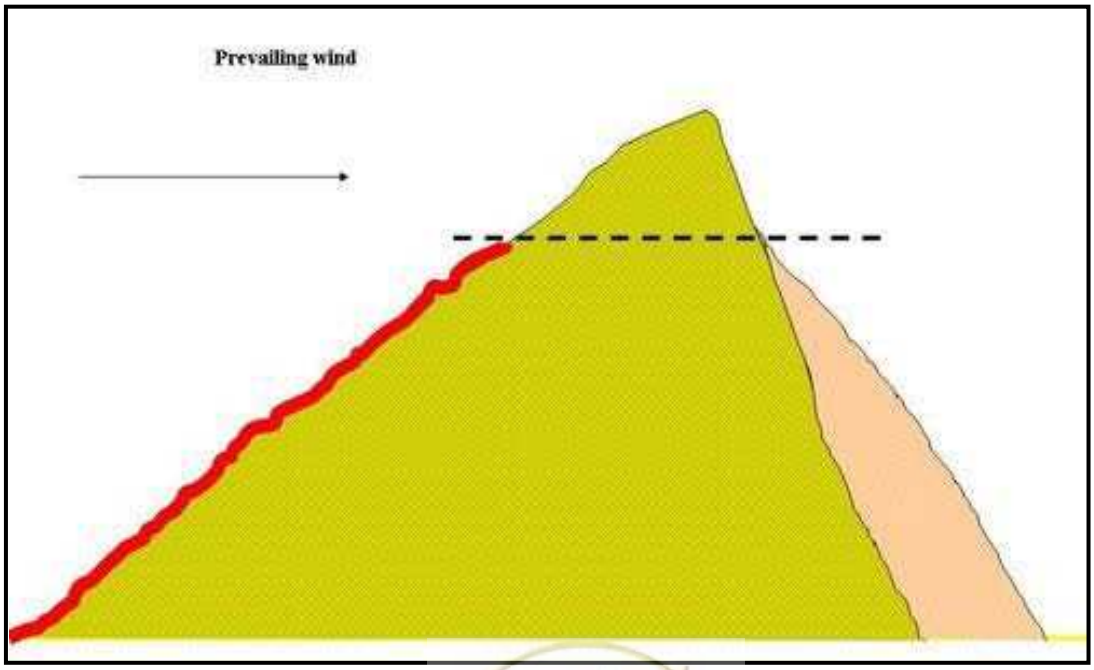
۵-۳- به‌کارگیری روش‌های سیستماتیک تثبیت بیولوژیکی تپه‌های ماسه‌ای در کشور چین

به منظور کاهش تاثیر فرسایش بادی و ایجاد بادشکن زنده و غیرزنده در کشور چین از روش‌های مختلفی استفاده به‌عمل می‌آید. این روش‌ها در واقع تسریع کننده و افزایش دهنده میزان موفقیت عملیات اجرایی احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده بر روی تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای محسوب می‌گردند.

از عمده‌ترین روش‌های سیستماتیک تثبیت بیولوژیکی تپه‌های ماسه‌ای در کشور چین می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

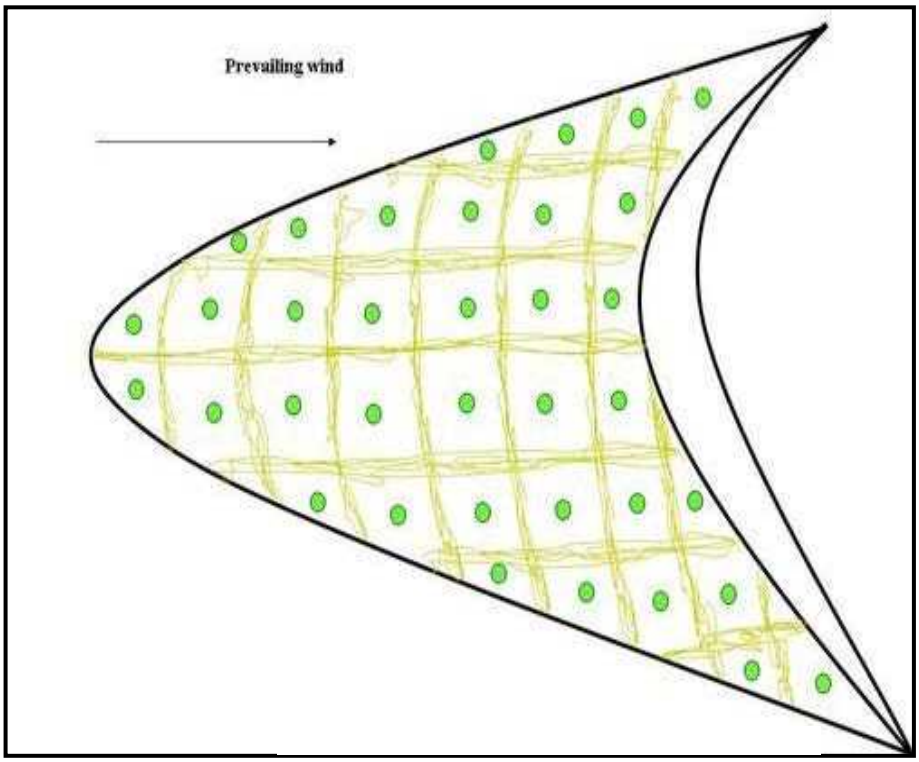
۵-۳-۱- تثبیت بدنه و برش نوک قله تپه ماسه‌ای

این روش برای تپه‌های بارخانی کوچک تا متوسط مقیاس (ارتفاع کم‌تر از ۶ متر) با تحرک بسیار زیاد به‌کار گرفته می‌شود. در این روش ابتدا در شیب رو به باد تپه ماسه‌ای و به ارتفاع ۲/۳ پایین آن (۷۵ درصد ابتدایی تپه ماسه‌ای) موانعی از خاک رس ایجاد می‌گردد. سپس در داخل این موانع اقدام به کاشت گیاه شده و به‌تدریج این قسمت از تپه ماسه‌ای تثبیت شده و هم‌زمان با آن ۱/۳ قسمت انتهایی نوک تپه (۲۵ درصد انتهای تپه) به‌وسیله نیروی باد هموار شده و بدین ترتیب کل تپه ماسه‌ای به وسیله عملیات بیو لوژیک تثبیت می‌گردد. در شکل (۵-۲) نمای یک تپه ماسه‌ای برای اجرای سیستم کنترل و تثبیت بیولوژیک، در شکل (۵-۳) ترکیب عملیات مکانیکی و بیولوژیک برای تثبیت تپه ماسه‌ای و در نهایت در شکل (۵-۴) ادامه گام دوم و محل‌های پیشنهادی برای کاشت گیاه و تثبیت کامل تپه ماسه‌ای با استفاده از روش تثبیت بدنه و برش نوک قله تپه ماسه‌ای در کشور چین عرضه شده است.

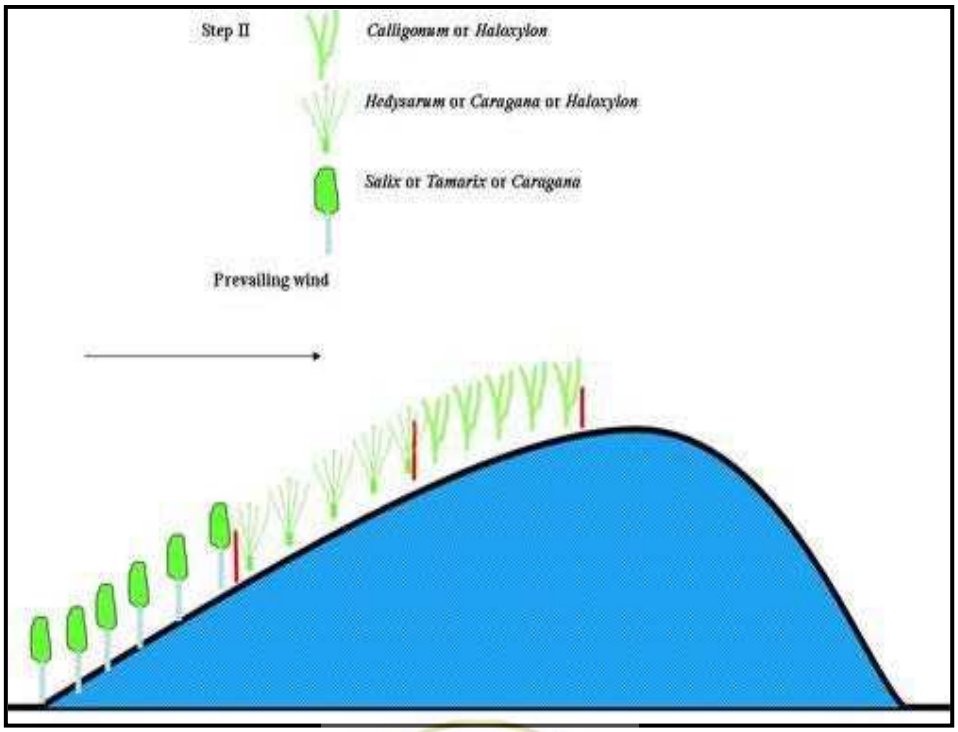


شکل ۵-۲- نمای یک تپه ماسه‌ای برای اجرای سیستم کنترل و تثبیت بیولوژیک آن

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۳- ترکیب عملیات مکانیکی و بیولوژیک برای تثبیت تپه ماسه‌ای



شکل ۵-۴- ادامه گام دوم و محل های پیشنهادی برای کاشت گیاه و تثبیت کامل تپه ماسه‌ای

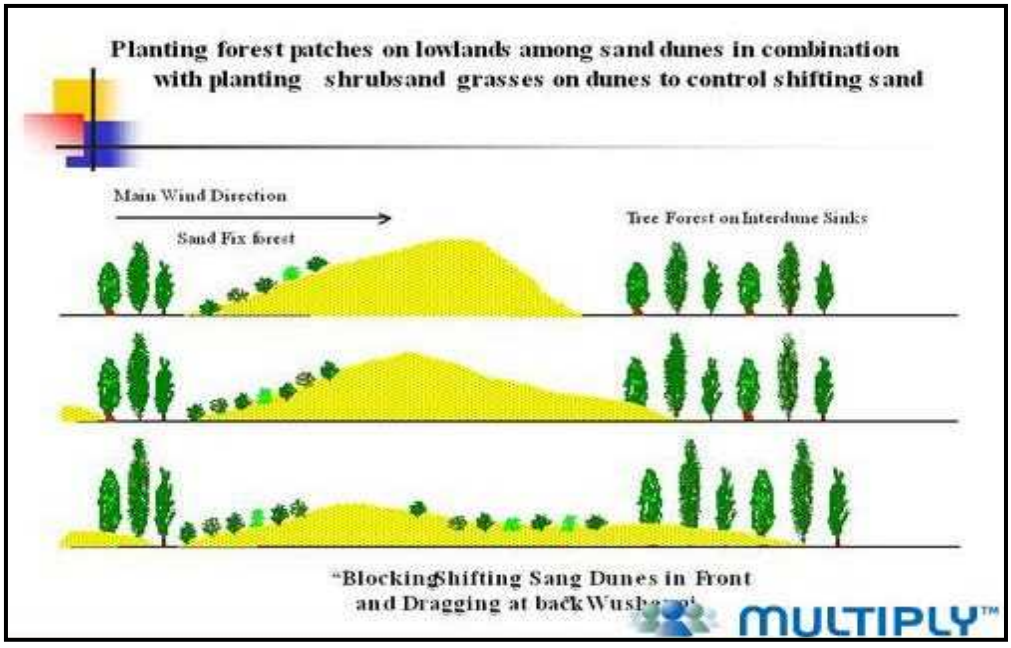
omoorepeyman.ir

۵-۳-۲- تقسیم تپه‌های ماسه‌ای بزرگ به قطعات کوچک‌تر

این روش برای تثبیت تپه‌های ماسه‌ای مرتفع (۸ تا ۹ متر ارتفاع) به‌کار گرفته می‌شود. در این روش ابتدا موانع خاک رس بر روی تپه ماسه‌ای احداث شده و سپس گیاه تاغ در قسمت پایین شیب رو به باد تپه ماسه‌ای و تا حدود نصف ارتفاع آن کاشته می‌شود. به این ترتیب تپه‌های ماسه‌ای بزرگ‌تر به چند قسمت به‌صورت تپه‌های ماسه‌ای کوچک‌تر تقسیم می‌شوند. در روش حاضر و پس از انجام این مرحله مقدماتی و در ادامه روش تثبیت بدنه و برش نوک قله تپه ماسه‌ای (روش اول که در بند ۶-۳-۲ ارائه گردید)، بر روی این تپه‌ها اعمال می‌گردد که نتیجه نهایی آن تثبیت کامل تپه ماسه‌ای متحرک وفعال می‌باشد.

۵-۳-۳- متوقف کردن پیشانی تپه و کشیدن قسمت‌های بالایی به پشت تپه

در این روش ابتدا در قسمت پشت به باد تپه ماسه‌ای در قسمت‌های گود فواصل بین تپه‌ها برای جلوگیری از پیشرفت تپه ماسه‌ای اقدام به کاشت گیاه میشود و سپس برای کشیدن ماسه‌ها به پشت تپه، در قسمت رو به باد تپه ماسه‌ای تا نصف طول شیب از قسمت پایین درخت‌کاری می‌شود. پس از مدتی، نیمه بالایی تپه به‌وسیله باد به پشت تپه منتقل شده و هموار می‌گردد. این روش با دو روش قبلی به‌طور وسیعی در مناطق ماسه‌ای به‌کار گرفته می‌شود. در شکل (۵-۵) متوقف کردن پیشانی تپه و کشیدن قسمت‌های بالایی به پشت تپه نشان داده شده است.



شکل ۵-۵- متوقف کردن پیشانی تپه و کشیدن قسمت‌های بالایی به پشت تپه

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۶

ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در مناطق بیابانی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۶-۱- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های غیرزنده

۶-۱-۱- ضوابط و معیارهای فنی احداث موانع با خاک رس برای تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال

در این روش از احداث بادشکن‌های غیرزنده موانع رسی در قالب ردیف‌های موازی به‌عنوان بادشکن‌های کوتاه مد نظر قرار می‌گیرند. در بسیاری از مناطق قبل از کاشتن گیاهان ماسه پسندی مانند تاغ، سبد، پنی‌زیتوم، اسکنبیل و سایر درختان، درختچه‌ها، بوته‌ها و گونه‌های علفی برای جلوگیری از حرکت ذرات ماسه، ابتدا موانع خاک رس را بر روی تپه‌های ماسه‌ای ایجاد نموده که این موانع نقش بادشکن‌های کوتاه را ایفا می‌نمایند. کارایی موانع خاک رس برای کنترل ماسه‌ها در نزدیک مزارع و کانال‌های آبیاری بسیار رضایت بخش گزارش شده است. بادشکن‌های خاک رس برای کنترل ماسه به‌وسیله مردم محلی که در این‌گونه محل‌ها زندگی می‌کنند به‌خوبی پذیرفته شده و به‌کار گرفته می‌شوند. این امر به‌دلیل سادگی عملیات ارزیابی می‌گردد.

به‌طور معمول، موانع خاک رس در قسمت‌های پایین‌تر تپه‌های ماسه‌ای وتقریبا در ۲/۳ پایینی تپه (۷۵ درصد از ارتفاع تپه از قسمت پایینی آن) در شیب‌های رو به باد ایجاد می‌شوند. قبل از احداث موانع، خطوط کاری باید با توجه به جهت وزش باد، شکل تپه‌های ماسه‌ای، اندازه و فاصله ردیف‌ها و مقطع تپه ماسه‌ای تعیین شوند. پشته‌های باریک رسی در طول خطوط طراحی با خاک‌هایی که از مناطق پست و رسی ما بین تپه‌های ماسه‌ای جمع‌آوری می‌شود، احداث می‌گردند. چنین شرایطی از محیط در رخساره‌های توام جلگه‌های رسی و تپه‌های ماسه‌ای در بسیاری از دشت‌سرهای پوشیده و چاله‌های (پلایا های) مرکزی از مناطق بیابانی کشور قابل مشاهده بوده بنابراین در چنین مناطقی از کشور که مصالح این روش (خاک رس) به فراوانی و به مقدار زیاد وجود دارد، می‌توان از این روش برای تثبیت غیرزنده تپه‌های ماسه‌ای بهره گرفت. در چنین مناطقی به‌دلیل نزدیکی این مصالح، انجام عملیات با صرفه اقتصادی همراه خواهد بود. معمولا فواصل بین ردیف‌های ایجاد شده به این روش سه متر وارتفاع پشته‌ها حدود ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. در عکس (۶-۱) عملیات احداث موانع خاک رس برای تثبیت ماسه‌های روان ارائه شده است.

پشته‌های رسی به دلیل جمع‌آوری آب باران می‌توانند شرایط رطوبتی را در ماسه‌زارها بهبود بخشند. بر اساس بررسی‌های انجام شده، با یک بارندگی ۲۵ سانتی‌متری در طول چهار روز، آب نفوذ یافته در روی تپه‌های محافظت شده و با اثر گذاری پشته‌های رسی در جلوگیری از هدر رفت آب در روی شیب تپه‌های ماسه‌ای، باعث نفوذ آب در این تپه‌ها تا عمق ۲۸/۵ تا ۳۵/۶ سانتی‌متری آنها شده است. این در حالی است که در روی تپه‌های ماسه‌ای لخت، عمق نفوذ آب از همان میزان بارندگی بین ۱۸/۵ تا ۲۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری شده است. میزان رطوبت خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری برای ماسه‌های محافظت شده به‌وسیله بادشکن‌های بلند ۱۳/۳۵ میلی‌متر، برای بادشکن‌های کوتاه ۱۰ میلی‌متر و برای تپه‌های ماسه‌ای با موانع خاک رس ۱۶/۶۵ تا ۱۶ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. عمق لایه‌های خشک ماسه در تپه‌های ماسه‌ای که به‌وسیله پشته‌های رسی و موانع ساقه گندم محافظت شده‌اند، به ترتیب معادل ۱۰-۸ و ۲۰-۱۸ سانتی‌متر

omoorepeyman.ir

اندازه‌گیری شده است. بنابراین، پشته‌های رسی نسبت به روش‌های دیگر شرایط بهتری را برای ایجاد پوشش گیاهی و حفظ رطوبت در اعماق مختلف خاک به‌وجود آورنده‌اند.

به‌علاوه، در ۲۰ سانتی‌متری بالای سطح زمین، پشته‌های رسی توانسته‌اند سرعت باد را بین ۳۳-۲۷ درصد کاهش دهند و این در حالی است که افت سرعت باد در بادشکن‌های بلند تا ۴۲ درصد و در بادشکن‌های کوتاه بین ۱۷-۸ درصد اندازه‌گیری شده است. در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین، پشته‌های رسی سرعت باد را تا ۴۰ درصد و بیش‌تر کاهش داده‌اند درحالی‌که موانع ساقه گندم سرعت باد را بین ۴۰ -۱۰ درصد کاهش می‌دهند. بنابراین، از جنبه عمل حفاظتی برای نهال‌کاری، پشته‌های رسی از روش‌های دیگر کارایی بهتری از خود به نمایش گذاشته‌اند. در عکس (۶-۱) عملیات احداث موانع خاک رس برای تثبیت ماسه‌های روان نمایش داده شده است.

عکس ۶-۱- عملیات احداث موانع خاک رس برای تثبیت ماسه‌های روان

بر طبق بررسی‌های انجام شده، هزینه احداث موانع رسی نیز در مقایسه باسایر روش‌ها ارزان‌ترا ست، زیرا فقط به نیروی کارگری احتیاج دارد. مصالح مورد نیاز برای احداث موانع رسی همان‌گونه که گفته شد، در مناطق پست و رسی بین تپه‌های ماسه‌ای وجود دارد. بدین ترتیب در مناطقی که منبع خاک رس وجود داشته ولی تهیه ساقه‌های گندم یا سرشاخه‌های درختان به سادگی میسر نیست، ایجاد پشته‌های رسی می‌تواند بهترین انتخاب در جهت تثبیت غیرزنده تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال محسوب گردد. به‌طور معمول اگر موانع خاک رس به درستی ایجاد شوند، دوام آنها به ۵-۴ سال می‌رسد. از طرف دیگر، گیاهانی مانند تاغ که در ماسه‌زارها کاشته می‌شوند، کارایی موثر آنها برای عمل تثبیت وکنترل ماسه‌های روان بین ۳-۲ سال پس از کاشت می‌باشد. از این نظر در این روش گیاهان می‌توانند جایگزین خوبی برای آنها در زمینه کنترل و تثبیت حرکت ماسه‌های روان باشند. در زمینه کنترل مکانیکی و تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از روش‌های غیربیولوژیک در برخی کشورها از روش‌های دیگری مانند استفاده از سنگ ریزه و ساقه‌های سایر گیاهان نیز استفاده به‌عمل می‌آید. نتایج نشان داده است که تمام این روش‌ها می‌توانند برای تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های

omoorepeyman.ir

ماسه‌ای مورد استفاده قرار گیرند، ولی کارایی دو روش فوق را ندارند. این روش‌ها فقط در بعضی مناطق خاص و به‌طور محدود به‌کار گرفته می‌شوند.

۶-۱-۲- ضوابط و معیارهای فنی احداث موانع چپری برای تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال

موانع چپری از قدیم‌الایام توسط مردم محلی در نقاط مختلف برای کنترل ماسه‌های روان کاربرد داشته است. از این موانع حتی برای حفاظت از خطوط راه‌آهن، اراضی زراعی و کانال‌ها که در مناطق مورد هجوم ماسه قرار داشته‌اند نیز استفاده شده است. در سال‌های اخیر موانع خاک رس برای کم کردن سرعت باد برای حمل ذرات ماسه به‌طور وسیعی در مناطق بیابانی چین به‌کار گرفته شده ولی احداث موانع چپری را به‌دلیل هزینه آن با کاهش شدیدی مواجه کرده است. این امر در کشورمان ایران نیز به‌دلیل هزینه بالای بافت چپر و همچنین کمبود مواد اولیه به‌ندرت و به میزان بسیار محدودی مورد استفاده قرار گرفته است.

نکته‌ای که در احداث موانع یا بادشکن‌های غیرزنده بر روی تپه‌های ماسه‌ای باید در نظر داشت، فاصله آنها از یکدیگر است. اگر فاصله آنها بیش‌تر از حد معمول باشد، در اثر وزش باد دانه‌های ماسه توسط باد جابه‌جا شده و بادشکن‌های غیرزنده فوق کارایی قابل قبولی نخواهند داشت. برعکس، چنان‌چه فاصله آنها نزدیک‌تر از حد معمول باشد، مواد مورد استفاده زیاد شده و باعث افزایش هزینه احداث خواهد شد. فاصله ردیف‌ها در بادشکن‌های حصیری بستگی به عواملی چون سرعت باد، ارتفاع بادشکن و شیب تپه‌های ماسه‌ای دارد. هر قدر ارتفاع موانع ایجاد شده بیش‌تر باشد، فاصله آنها بیش‌تر شده و هر قدر شیب تپه‌های ماسه‌ای بیش‌تر باشد، فاصله آنها نزدیک‌تر می‌شود. به‌علاوه، هر قدر سرعت حداکثر باد بیش‌تر باشد نیز فاصله بادشکن‌ها نزدیک‌تر در نظر گرفته می‌شود. فاصله بادشکن‌ها در قسمت‌های مختلف یک تپه ماسه‌ای نیز متفاوت است. معمولا فاصله بادشکن‌ها در قسمت‌های بالای تپه بیش‌تر از قسمت‌های پایین تپه در نظر گرفته می‌شود.

در شرایط عادی در یک شیب ملایم و کم‌تر از ۴ درجه فاصله ردیف‌های احداث شده باید۱۰ تا ۱۵ برابر ارتفاع آن درنظر گرفته شود.

رابطه نزدیکی بین ارتفاع بادشکن و شیب تپه‌ها با فاصله چپرها وجود دارد. در این زمینه اعداد جدول (۶-۱) تحت عنوان دامنه فاصله ردیف‌ها برای ساقه‌های گندم و سرشاخه درختان به‌وسیله محققین چینی پیشنهاد شده است.

بهترین فصل برای احداث چپرها اواخر فصل پاییز و اوایل زمستان است که ماسه‌ها مرطوب هستند. چنان‌چه این موانع در تابستان یا بهار ایجاد شوند، پایه این موانع به‌سادگی به‌وسیله باد تخریب می‌شود چرا که ماسه‌ها در این فصل خشک بوده و احداث موانع در اراضی ماسه‌ای خشک مشکل خواهد بود.

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۱- دامنه فاصله ردیف‌ها برای ساقه‌های گندم و سرشاخه درختان

مشخصات چپرها		فاصله ردیف‌ها برای شیب‌های مختلف (متر)		
نوع	ارتفاع (سانتی‌متر)	۵ درجه	۵ تا ۱۰ درجه	۱۰ تا ۱۵ درجه
کوتاه	۲۰-۴۰	۳-۵	۲-۳	۱-۲
بلند	۶۰-۸۰	۷-۱۰	۵-۷	۳-۴

۶-۱-۳- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های کوتاه برای تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای فعال

برای احداث بادشکن‌های کوتاه معمولا از مصالحی چون گراس‌ها، بوته‌ها، سرشاخه‌های درختان، ساقه‌های گندم و پایه‌ها یا ساقه‌های سایر گیاهان استفاده به‌عمل می‌آید. روش‌های احداث بادشکن‌های کوتاه معمولا بر حسب مواد مورد استفاده به دو نوع به شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف- احداث بادشکن‌های کوتاه در فاروهای موازی

مصالح و مواد مورد استفاده در احداث بادشکن‌های کوتاه معمولا از مواد سختی مانند شاخه‌های گونه‌های بوته‌ای چون قره‌داغ، درمنه، خارشتر و ... تشکیل شده است. برای اجرای این بادشکن‌ها ابتدا شیاری به عرض ۱۵ و عمق ۲۰ سانتی‌متر ایجاد و سپس ریشه مواد یا مصالح مورد استفاده (درصورتی‌که زنده باشند) یا سرشاخه‌های خشک درختان به گونه‌ای در داخل شیارها جای‌گذاری می‌شوند که به صورت کلافی در هم تنیده شود. در این خصوص بهتر است که درجه تراکم بادشکن‌ها بین ۲۰ تا۳۰ درصد در نظر گرفته شود. ارتفاع این بادشکن‌های کوتاه در حدود ۳۰ سانتی‌متر بوده و سرانجام شیارها (اطراف بادشکن‌ها در داخل شیار) با ماسه پر شده و کوبیده می‌شوند. گاهی اوقات به منظور اجتناب از تخریب پای بادشکن‌ها به‌وسیله بادهای فرساینده، مقداری از ساقه‌های شکسته شده گندم را در داخل شیار و در قسمت جلوی بادشکن‌ها (رو به باد) قرار داده و سپس روی آنها را با ماسه می‌پوشانند.

ب- احداث بادشکن‌های کوتاه با استفاده از ساقه گندم و برنج

این روش در سال ۱۹۵۷توسط یکی از دانشمندان شوروی سابق در منطقه شاپاتو در کشور چین ابداع گردید. در اواخر همان دهه در استان گانسو نیز این روش به‌کار گرفته شد. در این روش عمدتا از ساقه‌های گندم استفاده شده ولی می‌توان از ساقه‌های سایر غلات مشابه مانند جو و برنج نیز استفاده نمود. تجربه به‌کارگیری این روش در کشور و در استان خوزستان (در منطقه چنانه در شهرستان شوش) در سطح محدود و به‌صورت آزمایشی با استفاده از ساقه‌های برنج و گندم وجود دارد. این تجربه به‌دلیل هزینه بسیار زیاد کارگری ادامه نیافت و در مجموع تجربه موفقی ارزیابی نمی‌شود. در روش احداث بادشکن‌های کوتاه با استفاده از ساقه گندم نیازی به کندن گودال یا ایجاد فارو نبوده و برای نصب این‌گونه بادشکن‌ها به ترتیب زیر عمل می‌شود:

ابتدا ساقه‌های دسته شده گندم را در ردیف‌های موازی یا شطرنجی با فواصل ۱ تا ۲ متر در سطح زمین پهن می‌کنند.

omoorepeyman.ir

سپس به‌وسیله بیل فشار ملایمی به‌صورت عمودی به قسمت‌های میانی ساقه‌های پهن شده گندم وارد شده به‌طوری‌که ساقه‌های گندم ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر در ماسه فرو روند. در این خصوص، نباید نوک بیل تیز باشد، چرا که این امر باعث شکسته شدن و قطع ساقه‌های غلات شده و بادشکن کارایی لازم را نخواهد داشت و با بادهای با سرعت بالا ساقه‌های قطع شده به سهولت از زمین بیرون می‌آیند.

برای بستن دو طرف ساقه‌های گندم، مقداری ماسه در اطراف آنها جمع کرده وسپس به‌وسیله پا کوبیده می‌شود. مزیت این روش این است که احداث آنها خیلی سریع در ماسه‌زارها صورت می‌گیرد و به‌طور موقت تپه‌های ماسه‌ای را تثبیت می‌کند. در عکس‌های (۶-۲) و (۶-۳) تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای با استفاده از ساقه‌های گندم و برنج نمایش داده شده است.

عکس ۶-۲- تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای با استفاده از ساقه‌های گندم

امورپیمان
omoorepeyman.ir

عکس ۶-۳- تثبیت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای با استفاده از ساقه‌های برنج

۶-۱-۴- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های بلند

این نوع از بادشکن‌ها از بلندترین بادشکن‌هایی محسوب می‌شوند که با استفاده از ساقه‌های نرم و قابل ارتجاع گونه‌هایی مانند نی و Achnatherum spendens احداث می‌شوند. بادشکن‌های بلند ارتفاعی بیش از ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متر دارند. روش احداث این‌گونه بادشکن‌ها به‌صورت زیر است:

الف- برای احداث این بادشکن‌ها ابتدا گودال یا شیارهایی در طول خطوط مشخص و در جهت عمود بر باد غالب و فرساینده حفر می‌شود.

ب- برای گذاشتن ساقه‌ها در داخل شیارها قسمت‌های پایین‌تر باید متراکم‌تر از قسمت‌های خارج شیار باشد. چنین بادشکن‌هایی باید متراکم بوده و فضایی در بین آنها وجود نداشته باشد. در غیر این صورت به‌وسیله باد تخریب خواهند شد.

ج- در پایان، با استفاده از سرشاخه‌های شکسته شده، قسمت پایین این بادشکن‌ها پوشانده شده و سپس مقداری ماسه از دو طرف روی آنها جمع کرده و ماسه‌های انباشته شده با وسیله‌ای مناسب کوبیده می‌شوند.

omoorepeyman.ir

۶-۲- ضوابط و معیارهای فنی احداث بادشکن‌های زنده

روش و مراحل کلی طراحی بادشکن‌های زنده با توجه به اصول مهمی چون نوع خاک، خصوصیات مختلف باد، مکان احداث بادشکن، انتخاب گونه مناسب، تراکم بهینه و ... صورت می‌گیرد. برای این منظور ابتدا و قبل از مکان‌یابی و جهت‌گیری بادشکن، باید موارد مهمی چون بادشکن‌های موجود، درختان و درختچه‌های موجود و درجه سازگاری آنها با شرایط اقلیمی و ادافیکی، مسایل و مشکلات خاک (PH بالا یا شوری)، بادهای مزاحم و غالب (جهت و سرعت)، مرز املاک، مسیر تاسیسات (برق و تلفن و ...) و ... مورد توجه و بررسی قرار گیرند. به‌طوری که گفته شد، برای طراحی و احداث بادشکن‌های زنده، قبل از انجام عملیات اجرایی باید به موارد مختلفی توجه نمود تا درصد موفقیت این عملیات بالا برود. در زیر این موارد مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

به‌طورکلی در احداث بادشکن‌های زنده به شکل‌های خالص، مختلط، ردیفی و یا شطرنجی، باید از اهرم مشارکت مردم و دستگاه‌ها استفاده نمود. این امر علاوه بر ایجاد اشتغال (هر چند موقت)، انگیزه حفظ و حراست از دست پرورده مردم که خود نسبت به آن آگاهی و شناخت دارند را در پی خواهد داشت. این امر باعث افزایش پوشش گیاهی در منطقه و بهره‌برداری مناسب‌تر و بهتر را برای ساکنین عرصه به ارمغان خواهد آورد. در این ارتباط می‌توان نسبت به عقد قرارداد با نماینده جوامع محلی به‌عنوان پیمانکار در قالب اجرای پروژه‌های پیمانکاری، و انعقاد تفاهم نامه همکاری با دستگاه‌های ذی‌نفع اقدام نمود.

۶-۲-۱- مشخص نمودن و تعیین جهت ردیف‌ها در احداث بادشکن‌های زنده

جهت بادشکن‌ها بستگی به جهتی دارد که بادهای غالب و فرساینده از آن طرف می‌وزند بنابراین جهت بادشکن‌ها باید عمود بر جهت بادهای غالب قرار گیرند. اگر باد غالب از یک جهت بوزد، یک بادشکن ساده یک جهته کافی است و می‌تواند به طور موثر بادهای فرساینده را کنترل نماید. تاثیر حفاظتی بادشکن یک جهته به صورت مثلثی بوده و ناحیه حفاظت شده بستگی به طول بادشکن دارد. البته بادشکن‌های یک ردیفه به طور معمول حفاظت کمی را ایجاد کرده و در بسیاری از موارد بادشکن‌های دو ردیفه جهت حفاظت بهتر استفاده می‌شوند. به عبارت دیگر در مناطقی که جهت وزش باد متغیر است، از بادشکن‌های چند ردیفه و با جهات مختلف استفاده می‌شود. اگرچه بادشکن‌های چند ردیفه حفاظت بهتری را ایجاد می‌نمایند، اما محصور کردن کامل محیط نیز از اثرات مثبت بادشکن در تابستان می‌کاهد. به‌علاوه، در مواردی که جهت باد بسیار متغیر است، جهت احداث بادشکن‌های زنده از الگوی شبکه‌ای استفاده می‌شود. به عنوان مثال، در منطقه میسوری که باد غالب در زمستان شمالی و شمال غربی است، بیش‌تر از بادشکن‌های زمستانی با اشکال E, L,U استفاده می‌گردد.

omoorepeyman.ir

۶-۲-۲- مشخص نمودن هدف از احداث بادشکن‌های زنده

عمده‌ترین اهداف مورد نظر در احداث بادشکن‌ها زنده عبارتند از:

الف- کنترل سرعت بادهای فرساینده در آن بخش از کانون‌های بحرانی فرسایش بادی که امکان احیای پوشش گیاهی در کوتاه مدت وجود نداشته و یا انجام عملیات مالچ پاشی غیرممکن و یا غیراقتصادی باشد.

ب- کاهش و یا متوقف نمودن شدت فرسایش بادی جهت حفاظت از مراکز زیستی، اقتصادی، اجتماعی، نظامی، زیست‌محیطی و ... در معرض خطر

ج- بسترسازی جهت احیاء پوشش گیاهی در پناه بادشکن‌ها در صورت فراهم بودن شرایط اکولوژیکی مساعد

د- افزایش پتانسیل تولیدی اراضی کشاورزی، باغات و... در معرض خطر فرسایش بادی با استفاده از بادشکن‌های زنده

مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی معمولا شامل سه منطقه برداشت، حمل و رسوب‌گذاری بوده که هر کدام از این مناطق دارای ویژگی‌های ادافیکی و اکولوژیکی خاصی هستند. مطالعات انجام شده در مناطق بیابانی کشور نشان می‌دهد که بهترین مرحله مبارزه با فرسایش بادی که خود از سه مرحله فوق تشکیل شده است، مبارزه در مرحله برداشت می‌باشد. مبارزه با فرسایش بادی در مرحله برداشت علاوه بر صرف هزینه کم‌تر، با موفقیت بسیار بیش‌تری نسبت به دو منطقه دیگر همراه خواهد بود، چرا که شرایط اکولوژیکی و مورفولوژیکی حاکم بر منطقه برداشت به گونه‌ای است که عملیات مبارزه با فرسایش بادی به‌خصوص مبارزه بیولوژیک، که همان احداث بادشکن‌های زنده می‌باشد، به دلیل استقرار گیاهان در چنین مناطقی با سهولت بیش‌تری صورت می‌پذیرد. لذا شناسایی این مناطق برای جلوگیری از آسیب به محیط‌زیست الزامی می‌نماید. همچنین شناخت این ویژگی‌ها نقش موثرتری در انتخاب روش‌های اجرایی به‌منظور تثبیت ماسه‌های روان دارد. احداث بادشکن یکی از روش‌هایی است که در اغلب کشورهای درگیر با فرسایش بادی جهت کنترل ماسه‌های روان مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی نکته مهم در نوع بادشکن تا حد بسیار زیادی بستگی به هر یک از مراحل سه گانه بوقوع پیوستن فرسایش بادی دارد (هر چند که در احداث انواع بادشکن‌های زنده و غیرزنده سایر عوامل مانند عوامل اقلیمی، زمینی، انسانی، نوع و میزان دسترسی به مصالح و ... نیز تاثیر به‌سزایی دارند). به‌طوری که عموما از احداث بادشکن‌های غیرزنده در مناطق برداشت اجتناب شده و برای چنین مناطقی از بادشکن‌های زنده استفاده به‌عمل می‌آید. این امر در خصوص مناطق حمل ماسه بینا بینی است، بدین ترتیب که در چنین مناطقی با توجه به نوع منطقه و میزان دبی ماسه، از هر دو نوع بادشکن زنده و غیرزنده استفاده به‌عمل می‌آید. بدین ترتیب که در مناطق حمل با شدت بالا و دارای ماسه زیاد، می‌توان از بادشکن‌های غیرزنده استفاده نمود. این در حالی است که در مناطق حمل با دبی ماسه کم تنها باید از بادشکن‌های زنده بهره گرفت. در مناطق رسوب‌گذاری فعال که میزان جابه‌جایی ماسه بالا می‌باشد، صرفا باید از بادشکن‌های غیرزنده استفاده نمود. در چنین مناطقی اگر از بادشکن زنده استفاده شود، نهال‌های کشت شده یا مدفون می‌گردند و یا در اثر حرکت ماسه‌ها توسط باد از زمین کنده شده و در سطح ماسه‌ها پراکنده خواهند شد. در مناطق ترسیبی که نیمه فعال یا کم فعال باشند، می‌توان از بادشکن‌های زنده یا عملیات نهال

omoorepeyman.ir

کاری استفاده نمود. به‌طوری که ملاحظه می‌شود، نوع و شدت هر مرحله از فرسایش بادی نقشی اساسی در انتخاب و اجرای نوع خاصی از بادشکن بر عهده دارد.

شاخص‌هایی نظیر دسترسی به ابزار و مصالح مورد نیاز جهت احداث بادشکن، بی‌تاثیر بودن عملیات بیولوژیکی در کوتاه مدت جهت کنترل ماسه‌های روان، هزینه‌های سنگین و یا عدم دسترسی به مالچ مورد نیاز جهت مالچ‌پاشی و هزینه‌های بسیار بالای مترتب بر آن به‌دلیل هزینه‌های بالای خرید، حمل و پاشش (مطابق بر آنچه هم‌اکنون اتفاق افتاده است) و لزوم حفاظت سریع از مراکز اقتصادی، زیستی، اجتماعی، نظامی، مواصلاتی، کشاورزی، زیست‌محیطی و ... در مقابل حرکت ماسه‌های روان، از مهم‌ترین عواملی است که احداث بادشکن‌های زنده و به‌ویژه بادشکن‌های غیرزنده را توجیه‌پذیر می‌سازد. اما در کنار شاخص‌های ذکر شده و قبل از احداث بادشکن، باید به نکات زیر نیز توجه کافی مبذول نمود:

الف- شناسایی مناطق سه گانه برداشت، حمل و رسوبگذاری تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای در منطقه تحت تاثیر فرسایش که باید در آن عملیات احداث بادشکن زنده صورت پذیرد.

ب- تعیین شدت فرسایش بادی در مناطق سه‌گانه برداشت، حمل و رسوب‌گذاری براساس روش‌های معمول کشور به منظور مشخص نمودن حساس‌ترین مناطق به فرسایش بادی.

ج- تعیین اشکال ناهمواری‌های ماسه‌ای (رخساره‌های ژئومرفولوژی) در ارگ و منطقه تحت تاثیر فرسایش بادی که باید در آن عملیات احداث بادشکن زنده صورت پذیرد.

د- تعیین ویژگی‌های اکولوژیکی و شرایط آب و هوایی و اقلیمی به‌ویژه شاخص‌هایی نظیر جهت باد غالب فرساینده اصلی و فرعی، حداکثر سرعت باد و سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه تحت تاثیر فرسایش بادی که باید در آن عملیات احداث بادشکن زنده صورت پذیرد.

هـ- مشخص نمودن منابع تامین مصالح مورد نیاز جهت احداث بادشکن‌ها پیش‌بینی شود.

و- گونه‌های گیاهی مناسب و منطبق با شرایط اکولوژیکی منطقه تحت تاثیر فرسایش بادی که باید در آن عملیات احداث بادشکن زنده صورت پذیرد. در این خصوص استفاده از گونه‌های بومی جهت احداث بادشکن زنده از اهمیت و اولویت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

ز- نوع و میزان مشارکت ساکنین محلی و بهره‌برداران عرفی در منطقه و همچنین سایر دستگاه‌های متاثر از فرسایش بادی جهت احداث بادشکن‌های زنده به منظور حفاظت از منابع زیستی و اقتصادی تعیین و مشخص شود.

ح- از اطلاعات و دانش بومی ساکنین منطقه طرح در زمینه احداث بادشکن استفاده به‌عمل آید.

ط- به منظور استفاده بهینه از عملیات بادشکن و افزایش موفقیت در احداث و نگهداری از شبکه بادشکن ایجاد شده باید برنامه‌های نظارتی و حفاظتی در مراحل احداث و پس از احداث بادشکن پیش‌بینی و اجرا گردد.

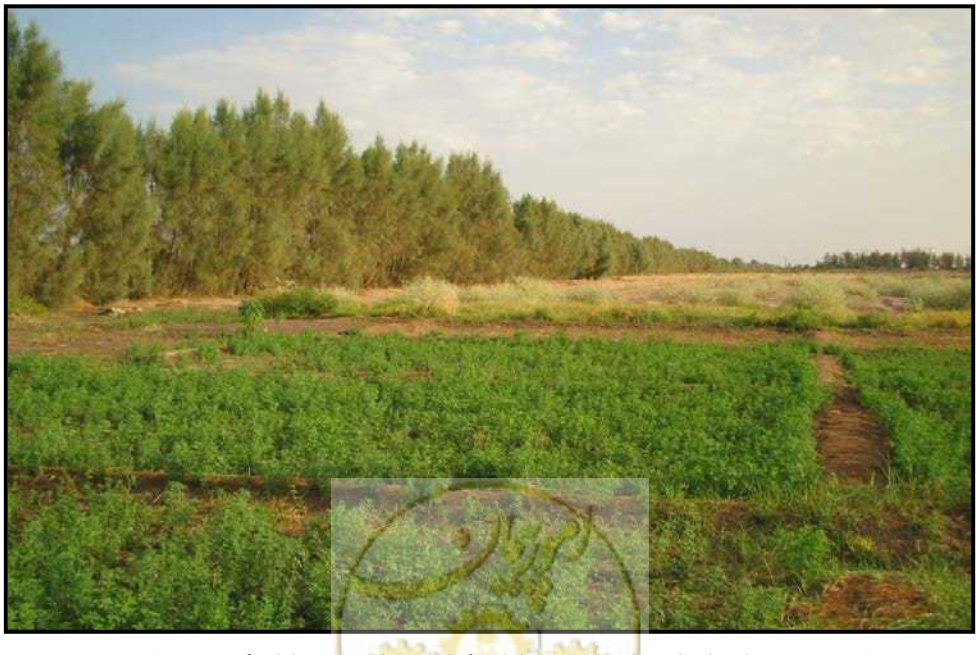
omoorepeyman.ir

ی- با توجه به آنچه تا کنون گفته شد، ضمن به‌کارگیری و رعایت کلیه نکات فنی و اجرایی، اصل مهم دیگری که توجه به آن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد، این است که پروژه احداث بادشکن باید دارای توجیه اقتصادی باشد.

۶-۲-۳- بررسی و تعیین شرایط اقلیمی مناسب جهت احداث بادشکن‌های زنده

همان‌گونه که از عنوان موضوع مورد بررسی یعنی بادشکن زنده استنباط می‌گردد احداث موانع بیولوژیک در برابر عامل باد مد نظر بوده و در این رابطه باید خصوصیات اقلیمی منطقه‌ای که عملیات احداث بادشکن در آن به اجرا درخواهد آمد مشخص گردد. با توجه به اینکه در این عملیات با موجود زنده سر و کار داریم ابتدایی‌ترین و مهم‌ترین عامل از عوامل اقلیمی تعیین میزان بارندگی منطقه اجرای طرح می‌باشد. بررسی‌های انجام شده در پروژه‌های تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور نشان می‌دهد که حداقل میزان بارندگی مورد نیاز جهت احداث بادشکن‌های زنده بین ۱۵۰ تا ۱۸۰ میلی‌متر در سال و با پراکنش مناسب می‌باشد. از دیگر عوامل مهم و تاثیر گذار در طراحی و اجرای شبکه بادشکن‌های زنده تعیین خصوصیات بادهای غالب و فرساینده از نظر سرعت، فراوانی و جهت می‌باشد.

جهت باد از این نظر اهمیت دارد که ردیف‌های بادشکن باید عمود بر آن باشد و چنان‌چه بادهای غالب و فرساینده منطقه دارای جهات مختلف باشند باید به‌جای بادشکن ردیفی، بادشکن شطرنجی احداث گردد. سرعت باد و به‌ویژه سرعت حداکثر باد غالب و فرساینده از نظر تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی و تعیین مقاومت گونه‌های مورد استفاده دارای اهمیت است. با آگاهی از سرعت باد می‌توان ضمن انتخاب گونه‌های مناسب، تراکم و قابلیت نفوذ لازم را نیز طراحی و انتخاب نمود. در عکس (۶-۴) نمایی از تاثیر بادشکن بر شادابی گیاهان زراعی در مناطق گرم و خشک عرضه شده است.



عکس ۶-۴- نمایی از تاثیر بادشکن بر شادابی گیاهان زراعی در مناطق گرم و خشک

omoorepeyman.ir

از آنجایی که عمده‌ترین هدف در احداث بادشکن زنده استقرار نهال‌ها جهت رشد و در نتیجه کاهش سرعت باد می‌باشد، در طراحی و اجرای این نوع بادشکن‌ها با گونه‌های گیاهی مثمر و غیرمثمر، لازم است در انتخاب گونه‌ها دقت زیادی به کار رود. به همین دلیل، لازم است کلیه ابعاد این موضوع مورد بررسی وتجزیه و تحلیل قرارگیرد.

بنابر آنچه که تاکنون گفته شد، عوامل زیادی در انتخاب درختان، درختچه‌ها و گونه‌های بوته‌ای و علفی برای کاشت در بادشکن موثر است. اگر چه اصلی‌ترین مساله در انتخاب گونه میزان سازگاری آن با شرایط اقلیمی و زمینی منطقه می‌باشد، ولی عوامل دیگری چون تراکم، مقاومت به بادهای مختلف، ارتفاع گسترش تاج، شکل تاج، شکل تنه، سازگاری محصولات مجاور و شرایط منطقه مانند خاک، آب و هوا، توپوگرافی و سایر عواملی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در استقرار و پایداری نها ل‌ها موثر می‌باشند نیز باید مورد توجه قرار گیرند. در زیر به بررسی مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در انتخاب گونه‌های گیاهی برای احداث بادشکن‌های زنده پرداخته می‌شود:

الف- آب و هوا، اولین عامل محدودکننده برای احداث بادشکن‌های زنده محسوب می‌شود. بادشکن‌ها در سراسر دنیا در آب و هواهای مختلف از فراخشک تا نیمه خشک کشت می‌شوند. در این مناطق به‌دلیل بارش و عومل اقلیمی متفاوتی چون بادهای شدید، کولاک، طوفان همراه با تگرگ، طوفان همراه با رعد و برق و... نیز ممکن است ایجاد محدودیت نماید. همچنین در مناطق خشک میزان مقاومت درختان به خشکی از اهمیت ویژه و فوق‌العاده زیادی برخوردار می‌باشد. اهمیت این مساله به‌خصوص در مناطقی که میزان بارندگی اندک بوده و خشکسالی‌های متناوبی نیز حادث می‌گردد بیش‌تر است.

ب- خاک‌های منطقه‌ای که در آن بادشکن زنده احداث می‌شود از دیگر عوامل محدود کننده محسوب می‌گردد. تعدادی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای برای طیف وسیعی از خاک‌ها مناسب هستند، در حالی که برخی دیگر ازگونه‌ها فقط برای شرایط خاصی مناسب می‌باشند. در اغلب مناطق بیش‌تر از یک نوع خاک وجود دارد در چنین شرایطی می‌توان از گونه‌های مقاومی که دامنه‌ی مقاومت گسترده‌تری دارند و با خاک‌های مختلف نیز سازگارند، استفاده نمود. همچنین می‌توان از انواع گونه‌هایی که نسبت به نوع خاک تخصصی‌تر عمل کرده ولی سازگاری بیش‌تری دارند بهره گرفت.

ج- عامل محدود کننده دیگری که جهت احداث بادشکن باید مد نظر قرار گیرد، شرایط توپوگرافی منطقه است. برای مثال تعدادی از گونه‌ها در شرایط دامنه‌های شیب‌دار بهتر عمل خواهند کرد و تعدادی دیگر در دشت‌های هموار عملکرد مناسب‌تری دارند. بنابراین و بر اساس میزان سازگاری گیاهان به شرایط پستی و بلندی، باید از گونه‌های مختلف برای نواحی مختلف استفاده نمود.

د- عامل محدود کننده دیگری که در احداث بادشکن‌های زنده مهم تلقی می‌شود، شامل موجودات زنده موجود در منطقه و میزان مقاومت گونه‌های انتخابی در برابر آفات و امراض می‌باشد. کلیه خسارات، آفت‌ها، حیوانات اهلی، حیات وحش و رقابت گیاهان علفی در این مورد باید مدنظر قرار گرفته و بر مبنای آنها نسبت به انتخاب گونه

omoorepeyman.ir

گیاهی برای احداث بادشکن اقدام شود. در این خصوص توجه به کاربری اراضی که قرار است در آن بادشکن احداث گردد و همچنین اراضی مجاور آن مهم می‌باشد. به‌علاوه، نیازها و خواسته‌های مردم محلی نیز در احداث بادشکن‌های زنده باید در نظر گرفته شود.

۶-۲-۴- بررسی خصوصیات گونه‌های گیاهی جهت احداث بادشکن‌های زنده

پس از بررسی محدودیت‌های موجود، خصوصیات گونه‌هایی که کاربردشان در بادشکن موثرتر است در رابطه با هر منطقه باید مورد توجه قرار گیرند. در زیر مهم‌ترین خصوصیات گونه‌های گیاهی که در طراحی بادشکن‌های زنده موثر می‌باشند ارائه شده است:

الف- ارتفاع گونه‌های گیاهی

چون تاثیر بادشکن مستقیما با ارتفاع آن در ارتباط است، بنا براین انتخاب گونه‌های گیاهی با توجه به هدف از احداث بادشکن، سطح مورد حفاظت و... با توجه به حداکثر ارتفاعی که گونه گیاهی در نهایت به آن خواهد رسید، باید مورد توجه قرار گیرد.

ب- خصوصیات مربوط به درجه‌ی رشد گونه

گونه‌های سریع‌الرشد و بلند برتری بسیار زیادی نسبت به گونه‌های کند رشد و کم ارتفاع دارند. چرا که گونه‌های سریع‌الرشد و بلند در دوره‌ی زمانی کوتاهی بادشکن موثری ایجاد خواهند نمود. البته به‌دلیل اینکه درختان سریع‌الرشد معمولا دارای عمر کوتاه‌تری نسبت به درختان کند رشد دارند، بنابراین باید کشت گونه‌های بلند و با رشد سریع، با گونه‌های کند رشد همراه باشد.

ج- خصوصیات شاخ و برگ درختان

شکل و خصوصیات شاخ و برگ درختان مورد استفاده جهت احداث بادشکن‌های زنده در تراکم آنها موثر بوده و شامل موارد زیر می‌گردد:

گونه‌های مورد استفاده برای احداث شبکه بادشکن باید تلفیقی از گونه‌های خزان کننده و همیشه سبز باشند، چرا که هر کدام‌دارای کاربردهای متفاوتی هستند. در فصول بهار و تابستان که بادهای غالب و فرساینده با سرعت بالای خود ماسه‌های روان را حمل می‌نمایند، وجود دو نوع گونه‌های خزان کننده و همیشه سبز با خصوصیات متفاوت شاخ و برگی خود، کنترل کامل فرسایش بادی در محدوده کانون‌های بحرانی فرسایش بادی را باعث می‌شوند. این در حالی است که در فصول پاییز و زمستان این گونه‌های همیشه سبز هستند که هم خطر سرمازدگی محصولات کشاورزی را (در بادشکن‌های اطراف مزارع) کاهش می‌دهند و هم از سرعت بادهای فرساینده پاییزی کاسته و از ایجاد فرسایش بادی در مناطق تحت حفاظت بادشکن جلوگیری می‌نمایند.

omoorepeyman.ir

موضوع دیگری که در مورد شکل و خصوصیات شاخ و برگ درختان مورد استفاده جهت احداث بادشکن‌های زنده مهم تلقی می‌شود، تغییرات تراکم درختان در طول سال‌های رشد آنها می‌باشد. در سنین پایین همه‌ی گونه‌های گیاهی به‌کار رفته جهت احداث بادشکن زنده دارای تراکم پایینی بوده و این در حالی است که وقتی این درختان از رشد کافی برخوردار شدند، با افزایش تراکم مواجه شده و احتیاج به هرس خواهند شد. با کاربرد ترکیبی از درختچه‌ها و درختان کوچک، متوسط و بلند می‌توان تراکم متوسطی را در تمام سطوح بادشکن و در طول حیات بادشکن‌های زنده ایجاد نمود لازم به یادآوری است که این امر نافی هرس و مرتب کردن بادشکن‌های احداث شده در طول حیات آنها نبوده و این امر در صورت ضرورت باید انجام شود.

در مورد انتخاب گونه‌ها برای بادشکن‌های زنده نکته دیگری که حائز اهمیت است، انتخاب گونه‌ها برای افزایش زیستگاه حیات وحش است. همچنین مساله دیگر چشم انداز حاصل از بادشکن می‌باشد. کیفیت دید در یک بادشکن با توجه به گل‌دهی، میوه‌دهی، فرم، رنگ، بافت و خصوصیات ارتفاعی گونه‌های مختلف می‌تواند افزایش یابد. عمده‌ترین نکات اصلی که هنگام توجه به کیفیت دید بادشکن باید مورد توجه قرار گیرد، شامل سازگاری به جنبه‌های دیداری موجود، مقدار تنوع اضافه شده توسط بادشکن، دیدگاه‌های زیبایی شناختی و ... می‌باشد.

۶-۲-۵- تعیین فواصل مناسب بین ردیف‌ها و گونه‌های کشت شده جهت احداث بادشکن زنده

مکان‌یابی درختان و درختچه‌ها در بادشکن شامل مکان‌یابی بین ردیف‌ها و داخل ردیف می‌باشد. این مهم با توجه به نواحی متفاوت جغرافیایی، نوع گونه‌های مورد استفاده برای احداث بادشکن زنده، تراکم مورد نظر و تعداد درختان متفاوت است. نکته‌ای که در تمامی موارد مشابه است، این است که بهتر است درختان کاشته شده در یک ردیف از یک گونه انتخاب شوند تا شرایط بازکاشت و مراقبت آنها ساده‌تر باشد.

در مجموع، در تعیین فواصل بین ردیف‌ها میزان بارش سالانه و عرض تجهیزات کشت و کار نیز تاثیر به سزایی دارند. معمولا فضای مناسب جهت استفاده از تجهیزات کشاورزی را برابر عرض تجهیزات به اضافه ۱/۳ متر در نظر می‌گیرند. اگرچه حداکثر فاصله بین ردیف‌ها تعیین نشده است، اما محدودیت‌ها باعث می‌شود که این فاصله حداکثر از ۷/۶ تا ۹ متر بیش‌تر نشود.

اغلب محققین فواصل بین ردیف‌ها را بین ۲/۴ تا ۴/۶ متر ترجیح می‌دهند. البته نوعی از طراحی نیز وجود دارد که به طراحی جفت ردیفی با تراکم بالا معروف است. در این روش دو ردیف از درختان و درختچه‌های با مشخصات رشد مشابه در نزدیکی یکدیگر کاشته می‌شوند. در این صورت، فاصله دو ردیف بین ۱ تا ۲ متر بوده و فاصله بین زوج ردیف‌ها ۸ تا ۱۵ متر در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر مکان‌یابی بین ردیف‌ها، مبحث دیگری که مطرح می‌شود مکان‌یابی درون ردیفی است.

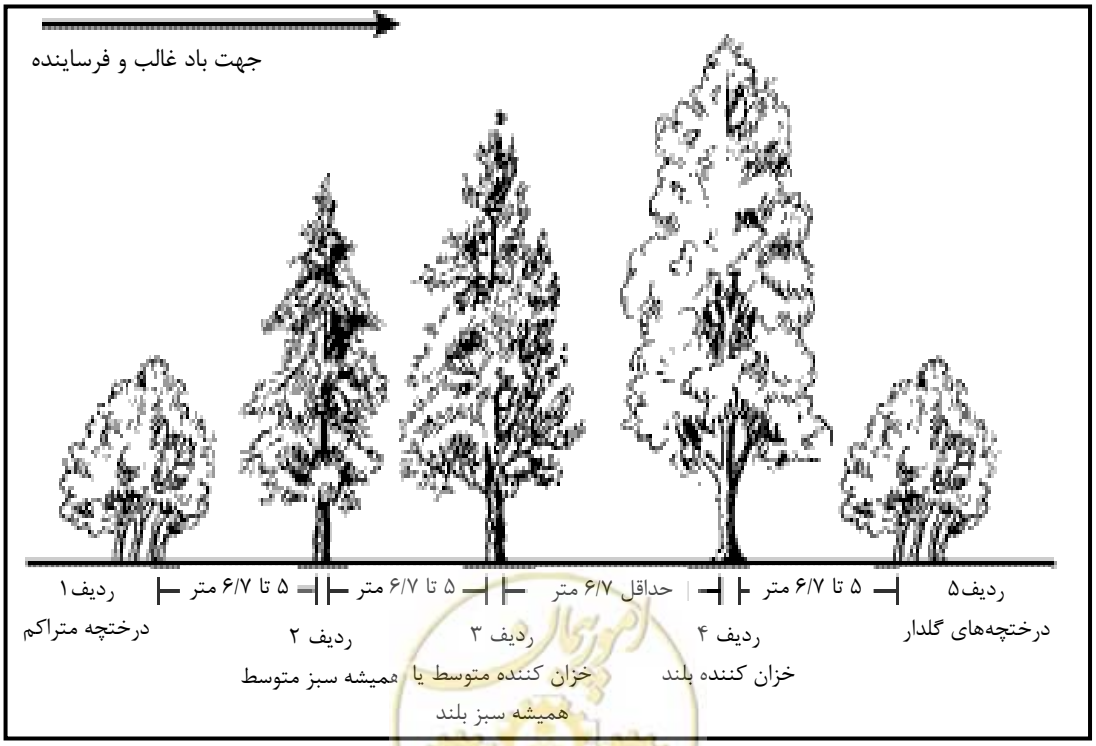
omoorepeyman.ir

مکان‌یابی درون ردیفی اغلب متنوع بوده و برای بیش‌تر گونه‌های درختچه‌ای بین ۱ تا ۲ متر در نظر گرفته می‌شود. این امر برای درختان کوچک ۱/۵ تا ۲/۵ متر، برای گونه‌های درختی همیشه سبز ۲ تا ۵ متر و برای درختان خزان کننده از ۲ تا ۶ متر متغیر است. در جدول (۶-۲) انواع فاصله‌های درون و بین ردیفی جهت احداث بادشکن‌های زنده بر حسب گونه ارائه شده است.

جدول ۶-۲- انواع فاصله‌های درون و بین ردیفی جهت احداث بادشکن‌های زنده بر حسب گونه

نوع گونه‌ها یا نوع بادشکن	فاصله درون ردیف‌ها(متر)	فاصله بین ردیف‌ها (متر)
درختچه‌ها و درختان خزان کننده با تاج باریک	۱ تا ۲	حداقل ۴ تا۶/۷ متر باضافه ۱/۳ متر عرض برای تجهیزات
درختان همیشه سبز کوچک‌تر	۲ تا ۴	حداقل ۴ تا۶/۷ متر باضافه ۱/۳ متر عرض برای تجهیزات
درختان همیشه سبز بزرگ‌تر	۲/۷ تا ۴/۷	حداقل ۴ تا۶/۷ متر باضافه ۱/۳ متر عرض برای تجهیزات
درختان خزان کننده کوچک	۲/۷ تا ۴	حداقل ۴ تا۶/۷ متر باضافه ۱/۳ متر عرض برای تجهیزات
درختان خزان کننده بزرگ یک ردیفه	۲/۷ تا ۶	حداقل ۴ تا۶/۷ متر باضافه ۱/۳ متر عرض برای تجهیزات۶/۷
همیشه سبز یا دو ردیف متراکم	۲ تا ۲/۷	مشابه مورد اول فقط برا ی دو ردیفی متراکم‌تر است

در مطالعه انجام شده توسط Slusher نحوه قرارگیری درختان و درختچه‌ها و فواصل آنها به صورت دیاگرام نمایش داده شده است. در این نمونه ارائه شده که برای بادشکن ۵ ردیفی طراحی شده است، فاصله‌های درون ردیفی برای درختچه‌های خزان کننده ۱/۳ تا ۲ متر، برای درختان همیشه‌سبز متوسط ۳/۳ تا ۶/۷ متر، برای درختان خزان کننده متوسط ۴ تا ۶/۷ متر، برای درختان سوزنی برگ بلند ۴/۷ تا ۶/۷ متر و برای درختان خزان کننده بلند ۵/۳ تا ۸ متر در نظر گرفته شده است. در شکل (۶-۱) نحوه و فاصله قرارگیری درختان در طراحی بادشکن‌های زنده عرضه شده است.



شکل ۶-۱- نحوه و فاصله قرارگیری درختان در طراحی بادشکن

omoorepeyman.ir

سازمان کشاورزی استرالیا به طور خلاصه فاصله درختان بزرگ را در ردیف‌ها معادل ۳ تا ۴ متر در نظر گرفته و همین فاصله را نیز بین درختان رعایت می‌کند. در این مورد برای درختان کوچک‌تر و درختچه‌ها فاصله کم‌تری را مورد استفاده قرار می‌دهد. به منظور کاهش رقابت بین ریشه درختان و گیاهان مزرعه حداقل ۵ متر فاصله از درختان الزامی است. در مورد فاصله بین گونه‌ها در طراحی بادشکن با توجه به اهداف و تنوع موجود، مطالعات بسیاری انجام گرفته و اعداد متنوعی ارائه گردیده است. به‌طوری که در مقاله دیگری از دانشگاه آیووا اشاره می‌شود که درصورتی‌که محدودیت مکانی وجود نداشته باشد، فاصله همه ردیف‌ها ۶/۷ متر در نظر گرفته شود و درصورتی‌که محدودیت مکانی وجود داشته باشد، برای سوزنی برگان فاصله ۵/۳ متری و برای درختان خزان کننده فاصله ۴/۷ متری را پیشنهاد می‌نمایند. همچنین فاصله درون ردیفی را برای سوزنی برگان بزرگ بین ۴/۷ تا ۸/۳ متر، برای سوزنی برگان کوچک ۲/۷ تا ۵/۳ متر، برای درختان خزان کننده ۲/۷ تا ۶/۷ متر و برای درختچه‌ها ۱ تا ۴/۳ متر در نظر می‌گیرند.

در جدول (۶-۳) مقایسه فاصله‌های پیش‌بینی شده بین ردیف‌ها و درون هر ردیف در طراحی بادشکن‌های زنده با توجه به نوع درختان توسط دانشگاه نبراسکا ارائه شده است.

جدول ۶-۳- مقایسه فاصله‌های پیش‌بینی شده بین ردیف‌ها و درون هر ردیف در طراحی بادشکن‌های زنده با توجه نوع درختان توسط دانشگاه نبراسکا

نوع ردیف‌ها	نوع درختان	فاصله بین درختان در یک ردیف(متر)	فاصله ردیف‌ها (متر)
ردیف‌های جلوی باد (۱یا ۲ردیف)	سوزنی برگ متراکم	۴-۲	۶/۷-۴
ردیف‌های پناه (بیش از ۳ردیف)	سوزنی برگ متراکم	۴-۲/۷	۶/۷-۴/۷
ردیف‌های پناه (بیش از ۲ ردیف)	پهن برگ / سوزنی برگ متوسط	۶-۳/۳	۶/۷-۴/۷
ردیف‌های پناه (بیش از ۳ ردیف)	درختان بلند	۶/۷-۴	۸/۳-۶/۷
ردیف جهت باد یا پناه باد	درختچه‌ها	۲-۱/۳	۳/۳-۲/۷

در یک جمع‌بندی و با توجه به کلیه موارد ارائه شده می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری نمود که فاصله بین ردیف‌ها در طراحی بادشکن‌های زنده بسته به نوع گونه‌های مورد استفاده متغیر است و این اختلاف به صورتی است که به‌طور متوسط برای درختچه‌ها و درختان خزان کننده کوچک بین ۲/۷ تا ۶/۷ متر، برای درختان سوزنی برگ کوچک ۴ تا ۶/۷ متر، برای خزان کننده‌های بزرگ و سوزنی برگان بزرگ ۴/۷ تا ۶/۷ متر در نظر گرفته می‌شود. در نهایت، در نظر گرفتن فاصله ۵ تا ۶/۷ متر در بین تمامی ردیف‌ها در صورت عدم وجود محدودیت مکانی، مناسب می‌باشد. به‌علاوه، تغییرات فاصله درون‌ردیفی نیز مشابه با فاصله ردیف‌ها بوده و در مجموع از ۱ تا ۲ متر برای درختچه‌ها تا ۶ الی ۶/۷ متر برای درختان بزرگ متغیر است.

omoorepeyman.ir

۶-۲-۶- انتخاب گونه‌های مناسب برای احداث بادشکن‌های زنده

انتخاب گونه‌های مناسب قابل کشت جهت احداث بادشکن‌های زنده بسیار حائز اهمیت است، زیرا در صورت عدم استفاده از گونه‌های مناسب بادشکن نه تنها عملکرد مناسبی را ارائه نمی‌کند، بلکه مضراتی بیش‌تر از فوائد آن خواهد داشت. انتخاب گونه‌ها همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر گردید، با توجه به هدف مورد نظر و شرایط محیطی موجود انتخاب و باید به گونه‌ای باشد که با خاک منطقه سازگار باشد، سیستم ریشه‌ای قوی و عمیقی داشته و نسبت به آسیب‌های وارده توسط حیوانات، آفات، باد، گرما، سرما و ... مقاوم باشد. به‌علاوه، بایستی استقرار گونه انتخابی راحت بوده، سریع‌الرشد و دارای شکل مشخص باشد، تا حد ممکن محصولات اقتصادی تولید نماید، حداقل در قسمتی از سال برگ‌های خود را حفظ کند و در نهایت به راحتی از طریق بذر تکثیر نشود.

اگر چه گونه‌های بومی به طور معمول برای استفاده در بادشکن‌های زنده توصیه می‌شوند، اما در صورت وجود محدودیت در این مورد می‌توان از گونه‌های غیربومی نیز استفاده نمود. به عنوان مثال بسیاری از درختان که در مناطق خشک به خوبی رشد می‌کنند، قابلیت تولید مثل در این مناطق را نداشته، بنابراین بهتر است از گونه‌های مناسب‌تر استفاده شود. در کشور ایران گونه‌های مورد استفاده و معمول به منظور احداث بادشکن‌های زنده در نواحی مختلف متفاوت می‌باشند. همچنین، با توجه به اهداف متعدد از احداث بادشکن نیز نوع گونه‌ها در مناطق مختلف متفاوت خواهد بود.

در مورد مناطق خشک بر اساس مطالعه‌ای که موسسه تحقیقات بین‌المللی محصولات نواحی نیمه خشک در سال ۲۰۰۳ انجام داده است، گونه‌های ارائه شده در جدول (۶-۴) را برای احداث بادشکن‌های زنده پیشنهاد نموده است.

جدول ۶-۴- گونه‌های توصیه شده جهت احداث بادشکن‌های زنده از طرف موسسه تحقیقات بین‌المللی محصولات نواحی نیمه خشک

نام فارسی	نام علمی
آتریپلکس کانیسنس	Atriplex canescens
آکاسیا سیانوفیلا	Acacia cyanophylla
آکاسیا سالیسینا	Acacia salicina
اکالیپتوس کامالدولنسیس	Eucalyptus camaldulensis
زیتون	Olive sp.
کهور	Prosopis sp.
گز شاهی	Tamarix aphylla
کاج الدار	Pinus eldarica
-	Casuarina
انواع سرو	Cupressus spp.
ارغوان	Celtis sliquastrum
سنجد	Elaeagnus angustifolia
زبان گنجشک	Fraxinus rotundifolia
رمس (تاغ ترات)	Hammada salicornica
انواع تاغ‌ها	Haloxilon persicum

omoorepeyman.ir

Robinia pseudoalau	اقاقیا
Melia indica	چریش

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، تعدادی از گونه‌های ذکر شده در جدول (۴-۷) بومی ایران بوده و سازگازی خوبی با شرایط کشور دارند. ولی برخی از گونه‌ها با توجه به تنوع خاک در کشور و محدودیت‌های موجود، اهداف مورد نظر را بر آورده نمی‌کند. در مقیاس منطقه‌ای (مزرعه آب شیرین در محدوده شهرستان آران و بیدگل از توابع استان اصفهان) نیز مطالعات با ارزشی به لحاظ طراحی منظر و فضای‌سبز در قالب بادشکن‌های زنده صورت گرفته است که در این مطالعات با توجه به شرایط سخت اکولوژیکی، خصوصیات خاک منطقه، فشردگی بالای خاک، وجود لایه‌های محدود کننده خاک و همچنین EC بالای آب آبیاری، گونه‌هائی مقاوم به شوری و خشکی و سازگار با شرایط حاکم بر منطقه جهت کشت، طراحی فضای سبز و احداث بادشکن‌ها معرفی و پیشنهاد شده‌اند. از جمله این گیاهان که می‌توان از آنها جهت احداث بادشکن زنده در مناطق بیابانی ایران استفاده نمود، می‌توان به گونه‌های کنار، اکالیپتوس، زیتون، خرزهره، شوره‌گز، گزشاهی، خرما، رزماری و ... اشاره نمود.

به‌طورکلی، از گونه‌های گیاهی قابل استفاده برای احداث بادشکن‌های زنده در مناطق خشک و بیابانی ایران می‌توان به گونه‌هایی چون آتریپکس کانیسنس، آکاسیا سالیسینا، اکالیپتوس کامالدولنسیس، داغداغان، زیتون، کهور، گزشاهی، کاج الدار، انواع سرو، ارغوان، سنجد، زبان‌گنجشک، رمس (تاغ ترات)، انواع تاغ‌ها، کنار، کهور پاکستانی یا سُمر، اقاقیا، چریش و ... اشاره نمود.

ذکر این نکته ضروری است که اگر چه گونه‌های پیشنهاد شده با شرایط محلی منطقه تطبیق دارند، ولی جواب‌گوی نیازهای یک بادشکن کامل نمی‌باشند، زیرا گونه‌های پیشنهادی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای کم ارتفاع تشکیل شده‌اند. درصورتی‌که برای حفاظت از باغات پسته (مطابق با هدف مطالعه) نیاز به درختان خزان کننده مرتفع می‌باشد. علاوه بر آن، استفاده هم‌زمان از چند گونه درختچه‌ای و درختی می‌تواند بمراتب موفقیت‌آمیزتر باشد. در هر صورت، اگر چه در این مرحله پیشنهادی کلی در مورد طراحی بادشکن‌های زنده و گونه‌های مناسب ارائه گردیده است، لیکن معرفی گونه‌های مشخص جهت احداث بادشکن‌های زنده برای هر منطقه مستلزم انجام مطالعات تخصصی محلی جهت احداث بادشکن می‌باشد.

خواهش‌های اکولوژیک گونه‌های گیاهی مهمی که به عنوان بادشکن بیولوژیک پیشنهاد شده‌اند به ترتیب عباتند از:

آتریپلکس کانی سنس Atriplex canescens: این گونه ویژه نواحی خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب است و در بارندگی ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر رشد کرده و به خشکی، شوری و قلیائیت مقاوم است و در اراضی باتلاقی و مرطوب و سطوح آبگیر توان رشد دارد.

omoorepeyman.ir

آکاسیا سیانوفیلا Acacia cyanophylla: این گونه که درختی است گرماپسند و رطوبت دوست، در مناطق خشک و نیمه خشک مرطوب در نواحی پست خلیج فارس و دریای عمان رویش داشته و دمای ۵ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد تحمل می‌کند و خاک عمیق را ترجیح می‌دهد.

آکاسیا سالیسینا Acacia salicina: این گونه ویژه نواحی خشک، فرا خشک و خشک نیمه مرطوب است و در سواحل خلیج فارس و دریای عمان رویش داشته و در بارندگی ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر رشد کرده و در خاک‌های عمیق و گچی رشد بهتری دارد.

اکالیپتوس کامالدولنسیس Eucalyptus camaldulensis: اکالیپتوس گیاهی گرماپسند و سازگار به مناطق گرم و مرطوب کشور بوده و در نواحی پست جنوب از سواحل خلیج فارس تا استان فارس بهتر رشد کرده، نسبت به pH حدود ۵/۵ تا ۹/۴ بردبار است. این گیاه بهترین رویش را در خاک‌های آبرفتی با تحت‌الارض رسی دارد و از آب و هوای خشک تا فراخشک و سرد تا فراسرد را تحمل می‌کند. بارندگی ۲۵۰ تا ۶۲۵ میلی‌متر با میانگین دمای سالانه ۱۳/۳ تا ۱۷/۸ و میانگین گرم‌ترین ماه سال ۱۸/۳ تا ۲۵ و سردترین ماه سال ۷/۸ تا ۹/۴ درجه سانتی‌گراد را می‌پسندد اما حداقل صفر و حداکثر ۵۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۱۰۰ را نیز تحمل می‌کند.

زیتون Olive sp: هر چند زیتون در آب و هوای متنوع رشد می‌کند اما اغلب در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل از رشد بهتری برخوردار است. این گیاه طالب نقاط آفتابگیر، خاک‌های عمیق و حاصل‌خیز و زهکش‌دار بوده و نسبت به خشکی و یخبندان مقاوم است.

کهور Prosopis sp: گونه‌های مختلف کهور گرماپسند بوده و در نواحی خشک و خشک نیمه مرطوب سواحل خلیج فارس و دریای عمان، آب و هوای گرم و مرطوب با بارندگی ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر و pH حدود ۷/۵ تا ۸/۵ رشد بهتری دارند، نسبت به سرما حساس هستند و معمولا دمای ۴ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند و در برابر خشکی فوق‌العاده مقاوم بوده ولی در برابر یخبندان تا حدی ایستادگی دارند. گونه کهور ایرانی تا ۴- درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند. کهورها عمدتا خاک‌های سنگین و عمیق را می‌پسندند ولی سمر در انواع اراضی و زمین‌های ضعیف و خشک و سنگلاخی و زمین‌هایی که دارای شن متحرک هستند به خوبی به عمل می‌آید. درخت سمر نسبت به شرایط سخت محیطی مانند خشکی، گرما و خاک‌های فقیر و تا حدی به شوری بردبار است و نسبت به غرقاب شدن زمین حساس است و سریع خفه می‌شود.

گز شاهی Tamarix aphylla: در ایران از کرانه‌های رودخانه اترک و ارس در شمال تا سواحل دریای عمان و خلیج فارس جمعا ۳۲ گونه درختی و درختچه‌ای وجود دارد که سه گونه گز شاهی در جنوب و یک گونه در عاشورا ده و ۲۸ گونه دیگر درختچه‌ای به‌صورت پراکنده روییده‌اند. این گیاه قادر به رشد در اراضی زه‌دار می‌باشد و قادر است آب شور و تلخ به‌جا مانده را مایه حیات خود قرار داده و در مقابل تند باد طوفنده و ویرانگر ایستادگی نماید. گز در مناطق گرم، خشک و خشک نیمه مرطوب با بارندگی ۶۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر با

omoorepeyman.ir

شرایط pH حدود ۷/۵ تا ۹ رشد خوبی دارد و خاک‌های شور و قلیایی و دمای تا ۵- درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند.

کاج الدار Pinus eldarica: کاج‌الدار برای مناطق نیمه خشک گونه با ارزشی است و در خاک‌های آهکی تا کمی شوربا بارندگی ۲۵۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر با پراکنش مناسب رویش خوبی دارد و دمای ۹/۵- تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند.

کازوارینا Casuarina: این گیاه در پهنه‌ها و تپه‌های ساحلی اقالیم خشک تا مرطوب و معتدل تا گرم رشد کرده و به بارندگی ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر نیاز دارد. شوری ۴ تا ۱۶ دسی زیمنس بر متر و pH حدود ۷ تا ۸/۵ و حداقل دمای ۱ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند.

انواع سرو Cupressus spp: انواع سرو با آب و هوای معتدل گرم تا معتدل سرد سازگار بوده و خاک‌های سیلتی-لوم قهوه‌ای مشتق از سنگ آهک تا خاک‌های خشک و سنگلاخی را می‌طلبند. سروها نسبت به خشکی و یخبندان و تا دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد مقاومت نشان داده و در ارتفاع ۹۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا گسترش دارند.

ارغوان Celtis sliquastrum: ارغوان گیاه بومی سرزمین‌های جنوبی اروپا و جنوب غربی آسیاست و در ایران در شاهرود، کرمان، مازندران، گیلان، همدان، لرستان و فارس به صورت خودرو می‌روید.در شهرهای شمالی استان خوزستان مانند دزفول، شوشتر، مسجدسلیمان و هفت تپه نیز این گیاه به وفور یافت می‌شود. ارغوان در خاک‌های آهکی پرقوت و در خاک‌های گچی و آهکی راحت رشد می‌کند و در برابر خشکی مقاوم است و به تابش مستقیم نور خورشید نیاز دارد و گرمای تند آفتاب و خشکی خاک را به آسانی تحمل می‌نماید. ارغوان هر جا که آب کم و خاک نامطلوب است سبز شده و محیط زیست ما راحیات بخشیده است.

این درخت به سرما حساس است و مناسب مناطق سردسیر نیست. در عوض در مناطق مرکزی کشور و در حاشیه کویر به آسانی می‌روید. راز سلامتی این گیاه در قابل نفوذبودنِ خاک است، هر قدر خاک زهکش بهتری داشته باشد ارغوان سالم‌تر می‌ماند.

سنجد Elaeagnus angustifolia: این گونه ویژه نواحی استپی، مناطق خشک و نیمه خشک با آب و هوای بیابانی خشک است و در بارندگی ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلی‌متر رشد کرده و به خشکی، شوری و قلیائیت مقاوم است. سنجد حداقل ۱۵- و حداکثر ۵۰ درجه سانتی‌گراد و pH حداقل ۶ را تحمل می‌کند.

رمس (تاغ ترات) Hammada salicornica: ترات در انواع اراضی بیابانی، خاک‌های نیمه سنگین، سنگریزه دار، اراضی خشک، دشت‌های ماسه‌ای گچ دار و پهنه های ماسه ای اقلیم های نیمه خشک مناطق مرکزی، خشک تا فرا خشک و سرد تا گرم گسترش و به ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر بارندگی نیاز دارد و تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد، شوری بیش از ۱۶ دسی زیمنس بر متر را تحمل می‌کند.

omoorepeyman.ir

انواع تاغ‌ها Haloxilon persicum: این گونه‌ها در آب و هوای خشک، نیمه خشک، فراخشک و سرد تا فراسرد گسترش دارند. در بین انواع تاغ، زرد تاغ با خاک‌های خیلی سبک و عمیق (تپه‌های ماسه‌ای) سازگاری دارد و در ۲۵- تا ۵۰+ درجه سانتی‌گراد با ۱۷۰-۳۰ میلی‌متر بارندگی مستقر شده و رشد مناسبی دارد و سیاه تاغ با اراضی پست و خاک‌های سنگین (دق مانند) سازگاری بیش‌تری دارد. تاغ جزء گیاهان نمک دوست (Halophile) و به شوری و خشکی فوق‌العاده مقاوم است. این گیاه نمک زیادی جذب کرده و موجب کاهش شوری خاک و شیرین شدن اراضی شور می‌گردد. تاغ در مقایسه با گز خاک‌هایی با بافت سبک، بدون شوری یا شور ی کم، خشک (سفره آب زمینی خیلی پایین) و رطوبت هوای اندک را می پسندد. گونه‌های تاغ در سنین اولیه (۵ - ۱ سال) دارای رشد سریع بوده و از آن به بعد ۱۵- ۱۰ سال رشد متوسط داشته و تدریجا کاسته و در۲۰- ۱۵ سال رشد متوقف می‌شود.

اقاقیا **Robinia pseudoalau**: درخت اقاقیا از درختان بومی جنگل‌های آمریکای شمالی است که بسیار به خشکی و سرما مقاوم و بردبار می‌باشد و به بارندگی ۳۰۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر نیاز دارد. اقاقیا در هر نوع خاک حتی خشک و فقیر به شرط آنکه غرقاب نباشد، رشد می‌کند و نیاز به مکان آفتابی دارد. حداقل دمای قابل تحمل آن ۱۵- درجه سانتی‌گراد است. این گیاه به خاک‌های اسیدی یا خنثی یا اندکی قلیایی ولی فاقد آهک فعال نیاز دارد. غالبا در خاک‌های آهکی برگ‌های گیاه به رنگ زرد مشاهده می‌گردند.

چریش Melia indica: درخت چریش بومی جنوب شرق آسیا (هندوستان، بنگلادش، سیریلانکا، میانمار، مالزی و اندونزی) می‌باشد ولی درحال حاضر این درخت به‌علت ویژگی‌های خاص و ارزنده در مناطق گرمسیر بسیاری از کشورهای آسیا، امریکا، آفریقا و استرالیا که نیازهای درخت را از لحاظ دمای مناسب برای رشد برآورده می‌کند استقرار یافته است. این درخت در ایران در نوار ساحلی جنوب به‌خصوص در شهرهای بندر عباس، میناب و چابهار کاشته شده که رشد بسیار خوبی نیز دارد. این درخت بیش‌تر در نواحی خشک گرمسیر و نیمه گرمسیر آسیا، آفریقا، استرالیا و جزایر جنوب پاسیفیک گزارش شده است. بهترین شرایط آب و هوایی برای آن مناطقی با میزان بارش ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌متر در سال است، اگرچه، شرایط کم‌تر از ۱۳۰ میلی‌متر بارندگی را نیز می‌تواند تحمل نماید. به‌طور کلی، این درخت به شرایط گرم و خشک بیش‌تر مقاوم است. مکان‌هایی که حداکثر دمای محیط در سایه بین ۴۰ تا ۴۷ درجه سانتی‌گراد باشد را می پسندد. درخت چریش نسبت به دمای زیر صفر و یا سرمای مستمّر مقاومت ندارد. درخاک‌های رسی، شور، قلیایی و اسیدی رشد می‌کند. درختی است نیمه اهلی و در مجاورت جوامع انسانی رویش پیدا می‌کند این درخت را می‌توان در پارک‌ها، منازل، معابد و در کنار جاده‌ها مشاهده نمود. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، تعدادی از گونه‌های ذکر شده در جدول (۶-۴) بومی ایران هستند.

omoorepeyman.ir

۶-۲-۷- نقش اقدامات ترویجی و آموزشی در توسعه و احداث بادشکن‌های زنده

به منظور توسعه احداث بادشکن زنده لازم است اقدامات ترویجی و آموزشی در مناطق مستعد به عمل آید و پس از آن در قالب عقد قرارداد با هزینه نسبتا کم در مقایسه با پیمانکاران رسمی مشارکت بهره‌برداران راجلب نمود.

از سوی دیگر، ضروری است تا در موقع عقد قرارداد بیمه محصولات به این مسئله توجه شده و راهکارهای تشویقی و یا اجباری احداث بادشکن در اطراف مزارع بررسی و اجرا شود.

در صورت عدم استقبال زارعین از بادشکن‌های درختی به هر دلیل ممکن، از جمله کمبود آب، آیش‌گذاری بخشی از اراضی و عدم امکان آبرسانی به تمام مزرعه، می‌توان از بادشکن‌های غیرزنده مانند دیوارهای گلی، پرچین‌ها، سرشاخه‌های درختی، چپرها و ... که در گذشته از آنها استفاده بیش‌تری توسط زارعین و دامداران صورت می‌گرفت، بهره جست تا به هر طریق ممکن، تاثیر طوفان و هجوم ماسه‌های روان بر سطح مزرعه و اراضی منابع ملی کاهش یابد. احداث بادشکن در اطراف مزارع نه تنها در زمینه کاهش خسارات طوفان موثر می‌باشد، بلکه در نیمه جنوبی کشور وجود بادشکن در اطراف مزارع تاثیر بسزایی در کاهش اثر بادهای گرم تابستان (آتش باد ها) و افزایش محصول خواهد داشت.

۶-۲-۸- نقش مشارکت مردم و دستگاه‌ها در توسعه و احداث بادشکن‌های زنده

گروه‌هایی که بیش‌ترین منافع را از احداث بادشکن می‌برند عموما کشاورزان و بهره‌برداران ساکن و همچنین دستگاه‌ها و تاسیسات مستقر در مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی هستند. با توجه به وسعت این گونه مناطق، تعدد دستگاه‌ها و تاسیسات، محدودت منابع مالی و برخورداری مردم و دستگاه‌ها از منافع و مزایای بادشکن‌های احداث شده باید روشی را پیش گرفت تا از مشارکت آنان حداکثر بهره‌برداری به عمل آید. برای این منظور لازم است آموزش‌های لازم به ذی‌نفعان داده شود و در سال‌های نخست با اعتبارات دولتی و پس از آن با جلب مشارکت مردم و دستگاه‌ها وقبول حداقل ۵۰ درصد از هزینه‌ها، این عملیات انجام شود. به‌علاوه، در سال‌های بعد باید زمینه‌ای فراهم گردد تا کل هزینه توسط بهره‌برداران و ذی‌نفعان پرداخت شده و دولت تنها وظیفه نظارت بر این عملیات را عهده‌دار باشد.

۶-۳- نحوه نگهداری و بازسازی بادشکن‌های زنده احداث شده

مواظبت از بادشکن‌های زنده به‌ویژه وجین کامل در ۳ تا ۵ سال اول کاشت آنها، لازم و ضروری می‌باشد. معمولا اگر فاصله بین ردیف‌های درختان بادشکن ۳/۶ متر باشد، مواظبت و وجین بیش‌تر از ۵ سال را ایجاب می نماید. درصورتی‌که بین ردیف درختان بادشکن فاصله کم‌تری وجود داشته باشد، از تعداد سال‌های مواظبت و وجین کاسته می‌شود. به طور کلی مدیریت و روشی که برای هر ردیف مورد استفاده قرار می‌گیرد، تحت تاثیر ارتفاع و شکل آن ردیف است.

مراقبت‌های مدیریتی بر روی دوام و پایداری بادشکن‌های زنده در مقابل بادهای قوی بسیار موثر است. آتش سوزی و چرای دام‌ها دو مساله اصلی در تخریب بادشکن‌های زنده محسوب می‌شوند، زیرا آتش سوزی گاهی تمام یا بخش اعظم

omoorepeyman.ir

بادشکن‌ها را از بین می‌برد. همچنین دام‌ها، با چرای قسمت‌های پایین درخت‌ها و درختچه‌ها راه را برای عبور جریان باد باز نموده و اگر چنین اتفاقی بیفتد می‌توان گفت که شروع اضمحلال بادشکن‌های زنده آغاز شده است. در چنین شرایطی بادشکن‌ها کاملا اثر خود را از دست داده و فرسایش بادی در منطقه تحت حفاظت بادشکن‌ها به‌شدت افزایش می‌یابد.

omoorepeyman.ir

فصل ۷

شرح خدمات احداث بادشکن زنده و غیرزنده در مناطق بیابانی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۷-۱- کلیات

(مقدمه، اهمیت و ضرورت، سابقه احداث بادشکن در منطقه توسط بهره‌برداران و دستگاه‌های دولتی ذیربط و دانش بومی موجود در منطقه در رابطه با احداث بادشکن)

در این بخش کلیاتی در رابطه با بادشکن، اهمیت و ضرورت احداث آن در منطقه مورد مطالعه ارائه می‌شود. همچنین به سابقه بادشکن در محدوده طرح و اطراف آن توسط بهره‌برداران برای مقابله با فرسایش بادی در اراضی زراعی و ملی پرداخته می‌شود. به‌علاوه دانش بومی ساکنین منطقه در مقابله با فرسایش بادی با احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. درصورتی‌که دستگاه‌های دولتی ذیربط از جمله اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان و یا شهرستان در زمینه احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده اقدامی را صورت داده است، با ذکر موفقیت و یا عدم موفقیت و علت‌های آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

۷-۲- تعیین اهداف احداث بادشکن در منطقه طرح

درابتدا و قبل از شروع سایر بخش‌های مطالعاتی مرتبط با احداث بادشکن، لازم است هدف یا اهداف ایجاد بادشکن با توجه به نیازها و شرایط منطقه اجرایی تعیین و تعریف و سپس مراحل اجرایی آن تشریح گردد.

در این رابطه باید مشخص شود که آیا هدف از احداث بادشکن مقابله با فرسایش بادی و جلوگیری از حرکت ماسه‌های روان است و اگر این هدف متصور است این عملیات برای اراضی زراعی صورت خواهد گرفت یا در اراضی ملی و غیرزراعی انجام خواهد شد. همچنین اگر هدف جلوگیری از آسیب‌های ناشی از سرمازدگی و یا گرما زدگی به محصولات کشاورزی است، این هدف نیز در ابتدا باید مشخص و معلوم گردد، چرا که این هدف از مطالعه است که چگونگی انجام آن را مشخص خواهد نمود.

۷-۳- بررسی شرایط اقلیمی موثر در احداث بادشکن در منطقه طرح

(بارندگی، درجه حرارت، باد، تبخیر و تعرق و اقلیم)

از آنجا که ایجاد بادشکن و به‌خصوص بادشکن زنده به طور مستقیم و غیر مستقیم از عوامل اقلیمی تاثیر پذیرفته و یا بر آنها تاثیر می‌گذارد، لازم است پارامترهای اقلیمی منطقه طرح مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. این امر میزان موفقیت بادشکن‌های زنده و غیرزنده را تا حد بسیار زیادی افزایش می‌دهد. از جمله این عوامل می‌توان به بارندگی (میانگین سالانه، فصلی و ماهانه)، درجه حرارت (میانگین، حداکثر و حداقل)، باد (جهت یا جهات بادهای غالب و فرساینده، سرعت‌های میانگین و حداکثر، فراوانی به تفکیک ماه‌های مختلف و فصول وزش باد و ...)، تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه با استفاده از روش‌های معمول و همچنین نوع اقلیم (گوسن و آمبرژه) عرصه مورد مطالعه مورد بررسی اشاره نمود.

omoorepeyman.ir

۷-۴- بررسی شرایط زمینی (ادافیکی) موثر در احداث بادشکن در منطقه طرح

(نوع رخساره ژئومورفولوژی، شدت فرسایش بادی، شدت مناطق برداشت، حمل و رسوب و نوع خاک)

با توجه به تنوع مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی از نظر نوع رخساره ژئومرفولوژی که می‌تواند نشان دهنده میزان حساسیت خاک در مقابل فرسایش بادی باشد، لازم است ضمن تعیین و تفکیک رخساره‌های ژئومرفولوژی به‌عنوان واحدهای کاری نسبت به تعیین شدت فرسایش بادی و شدت مناطق برداشت، حمل و رسوب در منطقه طرح اقدام لازم معمول گردد. همچنین تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی در هر یک از رخساره‌های تفکیک شده در منطقه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، چرا که این عامل در تعیین فواصل بین ردیف‌های بادشکن نقش کلیدی بر عهده دارد. به‌علاوه، نوع خاک از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مورد بررسی قرار گیرد. از آنجایی‌که نهال‌های بادشکن‌های زنده در خاک مستقر شده و باید تا رسیدن به ارتفاع مناسب برای جلوگیری از فرسایش بادی در منطقه طرح رشد و نمو نمایند، بنابراین تعیین بافت (به‌خصوص برای تعیین سرعت آستانه ذرات خاک) و ساختمان خاک، میزان املاح خاک و وجود یا عدم وجود لایه سخت و نوع و ضخامت لایه مزبور مورد بررسی قرار گیرد.

۷-۵- بررسی شرایط بوم‌شناختی (اکولوژی) موثر در احداث بادشکن در منطقه طرح

(نوع و تراکم پوشش گیاهی)

یکی از مهم‌ترین عوامل مورد بررسی در منطقه‌ای که قرار است در آن بادشکن و به‌ویژه بادشکن زنده احداث گردد، بررسی خصوصیات پوشش‌گیاهی آن منطقه است. در این بین مشخص کردن درصد تاج‌پوشش گیاهی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. زیرا تا رشد کامل نهال‌های غرس شده در قالب بادشکن‌های زنده این پوشش گیاهی طبیعی منطقه است که باعث کاهش و جلوگیری از فرسایش بادی در منطقه طرح می‌گردد. همچنین نوع پوشش گیاهی نقش مهمی در انتخاب گونه‌های مورد نظر برای احداث بادشکن بر عهده دارد. بدین ترتیب که با تعیین نوع گونه‌های بومی و مشخص نمودن خصوصیات و خواهش‌های اکولوژیک آنها می‌توان نسبت به انتخاب گونه مناسب و تا حدودی مشابه برای احداث بادشکن زنده در منطقه طرح اقدام نمود.

۷-۶- بررسی و تعیین مصالح مورد استفاده به منظور احداث بادشکن

منظور از تعیین مصالح مورد نیاز برای احداث بادشکن‌های زنده در واقع مشخص نمودن نوع گونه یا گونه‌های سازگار با محیط و منطبق با هدف از احداث بادشکن می‌باشد. برای این منظور باید با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی- خاکی منطقه طرح و انطباق آن با خصوصیات بوم‌شناختی گونه‌های گیاهی با توجه به آنچه که در بندهای قبل به آن اشاره شد، نسبت به انتخاب گونه مناسب برای احداث بادشکن زنده اقدام نمود. اما در خصوص تعیین مصالح مورد نیاز برای احداث بادشکن‌های غیرزنده در منطقه، نکته مهم و اساسی، فراوانی و سهولت دسترسی به مصالح مورد نیاز می‌باشد. همچنین

omoorepeyman.ir

انطباق خصوصیات مصالح مورد استفاده برای احداث بادشکن‌های غیرزنده، همچون ارتفاع، میزان انعطاف و سایر خصوصیات آن با اهداف مشخص شده برای بادشکن غیرزنده از مهم‌ترین مواردی است که در تعیین نوع مصالح باید مدنظر قرار گیرد.

۷-۷- بررسی و تعیین نوع، شکل و روش احداث بادشکن

در این بخش در ابتدا باید نسبت به تعیین نوع بادشکن اقدام گردد. انواع بادشکن از نظر نوع مصالح شامل بادشکن‌های زنده و غیرزنده می‌باشند. البته تحت شرایطی می‌توان از هر دو نوع بادشکن به‌صورت توام نیز استفاده نمود که در این صورت به آن بادشکن مختلط گفته می‌شود. به منظور تعیین نوع بادشکن باید با توجه به آنچه که در بخش‌های گذشته گفته شد، تصمیم به احداث یک نوع از بادشکن‌های زنده یا غیرزنده و یا بادشکن‌های مختلط که شامل هر دو نوع بادشکن است، گرفته شود. تصمیم‌گیری در مورد نوع بادشکن بستگی به شرایط اقلیمی، زمینی، بوم‌شناختی، اجتماعی- اقتصادی و نوع و میزان دسترسی به مصالح و ... دارد. در مورد شکل بادشکن نیز با توجه به جهت بادهای غالب و فرساینده می‌توان نسبت به احداث بادشکن به شکل ردیفی یا موازی و شطرنجی اقدام نمود. از نظر احداث نیز بادشکن‌ها به‌صورت‌های قائم، مایل و خوابیده احداث شده که تصمیم‌گیری در خصوص روش احداث نیز بستگی به شرایط، زمینی، بوم‌شناختی، اجتماعی- اقتصادی و نوع و میزان دسترسی به مصالح و ... دارد.

۷-۸- بررسی و تعیین زمان احداث بادشکن

یکی از عوامل مهم و موثر در میزان موفقیت بادشکن‌های زنده و غیرزنده، احداث آنها در مناسب‌ترین زمان است. در بادشکن‌های زنده رعایت زمان به منظور بهره‌گیری از بیش‌ترین نزولات آسمانی و همچنین استفاده از شرایط اقلیمی مناسب جهت حداکثر رشد در کم‌ترین زمان ممکن است. در بادشکن‌های غیرزنده رعایت زمان مناسب عمدتا شامل مناسب بودن فصل جهت تهیه مصالح به اندازه کافی و با کیفیت مطلوب است. به‌علاوه، احداث این‌گونه بادشکن‌ها، به‌ویژه در تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای، مستلزم وجود رطوبت کافی جهت جلوگیری از پخشیدگی ماسه‌ها در هنگام احداث بادشکن و ایجاد پایداری نسبی در بادشکن است تا به‌تدریج با وقوع بارندگی‌ها و دیگر عوامل، پایداری نهایی در شبکه بادشکن ایجاد شده و بتواند در مقابل بادهای فرساینده مقاومت نماید.

۷-۹- بررسی و تعیین آثار زیست‌محیطی بادشکن‌های احداث شده در منطقه طرح

از آنجایی‌که ایجاد بادشکن زنده می‌تواند به عنوان یکی از موثرترین اجزاء اکوسیستم شرایط محیطی مناسبی را برای سایر جانداران فراهم نموده و یا تاثیر منفی بر تعدادی از آنها داشته باشد، بنابراین بررسی این جنبه در احداث بادشکن‌های زنده باید مد نظر قرار گیرد. همچنین احداث بادشکن‌های زنده می‌تواند موجب تجمع ماسه‌های روان

omoorepeyman.ir

به‌دلیل کاهش سرعت باد در طرفین خود شده و تغییرات محیطی خاصی را به دنبال داشته باشد. بنابراین لازم است موارد مرتبط با آثار زیست‌محیطی احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده بررسی و مد نظر قرار گیرد.

۷-۱۰- نگهداری و مراقبت ا ز بادشکن‌های احداث شده

یکی از مهم‌ترین مواردی که در احداث بادشکن باید پیش‌بینی و مد نظر قرارگیرد، نگهداری و مراقبت‌های لازم از بادشکن‌های احداث شده در منطقه می‌باشد. در بسیاری از موارد مشاهده شده است که به‌دلیل عدم رعایت کامل اصول فنی در احداث بادشکن‌ها، بخش‌هایی از آنها توسط بادهای فرساینده تخریب گردیده است. این امر در مواقعی که بادهای غیرمعمول در منطقه طرح رخ دهد، حتی درصورتی‌که اصول فنی احداث بادشکن هم رعایت شده باشد، امکان وقوع دارد. تخریب در بادشکن‌ها عمدتا در بادشکن‌های غیرزنده رخ می‌دهد. بنابراین در احداث این‌گونه بادشکن‌ها باید دقت بیش‌تری صورت گیرد. بنابر آنچه گفته شد، در مطالعات طراحی و احداث بادشکن‌ها باید نسبت به پیش‌بینی مسایل مرتبط با نگهداری و مراقبت از بادشکن‌های احداث شده اقدام لازم صورت پذیرد.

۷-۱۱- بررسی و تعیین میزان مشارکت مردم و دستگاه‌ها جهت احداث بادشکن

بدون تردید در اجرای کلیه عملیات و فعالیت‌های مرتبط با منابع طبیعی، در نظر گرفتن نقش مردم، بهره‌برداران و ذی‌نفعان منطقه طرح مهم‌ترین اصل می‌باشد. در اجرای همه فعالیت‌ها، از جمله احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده، بیش‌ترین منافع مستقیم و غیرمستقیم نصیب کشاورزان، مرتع‌داران و بهره‌برداران ساکن در منطقه و همچنین دستگاه‌ها و تاسیسات مستقر در مناطق تحت تاثیر فرسایش بادی می‌شود. با توجه به وسعت این گونه مناطق، تعدد دستگاه‌ها و تاسیسات، محدودت منابع مالی و برخورداری مردم و دستگاه‌ها از منافع و مزایای بادشکن‌های احداث شده، باید روشی را در پیش گرفت تا از مشارکت آنان حداکثر بهره‌برداری به عمل آید. مزیت این امر علاوه بر کاهش بار مالی بر دولت، این حسن را نیز دارد که مردم محلی با مشارکت در احداث آنها، پروژه را متعلق به خود دانسته و در حفظ و نگهداری آن کوشا خواهند بود. بنابراین در مطالعه، طراحی و احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده باید نقش مردم در کلیه مراحل مورد توجه جدی قرار گیرد.

۷-۱۲- بررسی و تعیین اثرات اقتصادی و اجتماعی بادشکن‌های احداث شده در منطقه طرح

بدون تردید احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده در هر منطقه‌ای آثار اقتصادی و اجتماعی بسیاری را در پی خواهد داشت. در مطالعه و طراحی شبکه بادشکن در هر منطقه لازم است که موارد مستقیم و غیرمستقیم مرتبط با اثرات اقتصادی و اجتماعی احداث بادشکن‌های زنده و غیرزنده منطقه طرح در قالب افزایش تولید و به تبع آن، افزایش درآمد و همچنین افزایش ارزش افزوده منابع اقتصادی و ... مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. همچنین، ارتباط بین

omoorepeyman.ir

احداث این سازه‌ها با کاهش یا جلوگیری از وارد آمدن خسارت به منابع زیستی و اقتصادی منطقه، اعم از منابع بخش‌های خصوصی و دولتی، در اثر اجرای طرح شبکه بادشکن باید تشریح و تبیین گردد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

آقازمانی، جمشید. ۱۳۸۳- انتخاب گونه و نیاز آبی در توسعه جنگل و فضای سبز- انتشارات راه سبحان

احمدی، حسن۱۳۷۲- محاسبه آستانه فرسایش بادی با استفاده آن درطراحی شبکه بادشکن در مناطق خشک و بیابان‌ها، مجله منابع طبیعی ایران شماره۴۶ سال۱۳۷۲.

احمدی، حسن.۱۳۸۷- ژئومرفولوژی کاربردی - جلد۲ (بیابان- فرسایش بادی) - چاپ سوم- انتشارات دانشگاه تهران.

احمدی، حسن، علی محمد طهماسبی بیرگانی، حسینقلی رفاهی و محمدرضا اختصاصی. ۱۳۷۸- بررسی منشاء رسوبات بادی دشت نگار، مجله منابع طبیعی 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. ۱۳۷۵، منشاءیابی تپه‌های ماسه‌ای در حوزه دشت یزد- اردکان، چاپ اول موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

اختصاصی محمدرضا. ۱۳۸۴ا- پروپوزال طرح ملی احداث بادشکن اطراف مزارع در کشور.

اختصاصی، محمدرضا. ۱۳۸۲- تعیین حداقل انبوهی نهال تاغ جهت طراحی بادشکن‌های درختی و کنترل فرسایش بادی در شرایط ایران مرکزی- همایش ملی تاغ و تاغکاری ایران.

اختصاصی، محمدرضا و حسن احمدی. ۱۳۷۴- منشاءیابی تپه‌های ماسه‌ای در ایران (مطالعه موردی، منشاءیابی ارگ یزد)، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷ سال ۱۳۷۴ - ص ۲۲-۵.

تدوین تجارب تثبیت شن‌های روان و کنترل بیابان‌زائی در ایران. ۱۳۷۵- دفتر تثبیت شن و کنترل بیابان‌زائی.

جزیره‌ای، محمدحسین. ۱۳۸۰-جنگل‌کاری در خشکبوم- انتشارات دانشگاه تهران.

خلدبرین، علی. ۱۳۶۵- مجموعه فرسایش بادی در تئوری- انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.

رفاهی، حسینقلی. ۱۳۷۸- فرسایش بادی و کنترل آن، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.

سرگزی، حسین و همکاران ۱۳۸۴- نقش بادشکن غیرزنده درحفاظت از منابع زیستی و تاسیسات اقتصادی سیستان- اولین همایش ملی فرسایش بادی.

طرح شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت‌های اجرائی کشور. ۱۳۸۱- (خلاصه کشوری)- دفتر تثبیت شن و کنترل بیابان‌زائی با همکاری شرکت مهندسین مشاور تاک سبز.

طهماسبی بیرگانی، علی محمد. ۱۳۸۰- احداث بادشکن در مناطق بیابانی ایران- نشریه دفتر تثبیت شن و بیابان زدایی.

طهماسبی 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.

omoorepeyman.ir

علیپور، غلامرضا. ۱۳۸۰- معرفی گیاهان مناسب احیاء مناطق بیابانی و گرمسیری- انتشارات راه سبحان.

قربانیان، داریوش. ۱۳۸۴- بررسی و معرفی گونه‌های مهم درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای به منظور احداث بادشکن در مناطق خشک و نیمه خشک- اولین همایش ملی فرسایش بادی.

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.

نخجوانی، فیروز. ۱۳۶۵- حفاظت خاک - جزوه درسی دانشکده منابع‌طبیعی کرج- دانشگاه تهران..

نشریه شماره ۲۳- سال ۱۳۴۹- دانشکده جنگلداری 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

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

Hagen, L. J1991. A wind erosion prediction system to meet user needs. J. soil water conservation. 46: 106: 111.

Hagen, L. G. 1996. Crop Residue Effects on Aerodynamic Processes and Wind Erosion Thear Appl. Climatol , 54: 39 –46

Hiroyuki Torita , Hajime Satou. Relationship Between Shelterbelt Structure and Mean Wind Reduction. Agricultural and Forest Meteorology 145 (2007) 186–194

Horning, L. B. et. Al.(1998). Wind Erosion Protection, American society of Agricultural Engineers.

Jabbour. 1985. Technical Study the Fixation of Sand Dunes in Alkasra, Deirelzor, Syria. Sand Transport and Desertification in Arid Land, World 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.

Lyles, L. 1975. Possible Effects of Wind Erosion on Soil Productivity, J soil water conservation. 30: 279 – 283

Olga Vigiaka, Geert Sterka, Andrew Warrenb, Lawrence J. Hagen. Spatial Modeling of Wind Speed Around Windbreaks. Catena 52 (2003) 273–288

P. R. Bird. 1998. Tree Windbreaks and Shelter Benefits to Pasture in Temperate Grazing Systems. Agroforestry Systems 41: 35–54, 199 8.

P. Campi, A.D. Palumbo, M. Mastrorilli. Effects of Tree Windbreak on Microclimate and Wheat Productivity in a Mediterranean Environment. Europ. J. Agronomy 30 (2009) 220–227

Pimental, D. J., et al. (1987). World Agriculture and Soil Erosion. Bio. sci 37 selected growing crops , Agron. J 77: 703-707

Robert, K. Grala and Joe P. Colletti. Estimates of Additional Maize (Zea mays) Yields Required to Offset Costs of Tree-windbreaks in Midwestern. USA. Agroforestry Systems 59: 11–20, 2003.

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.

Richard L. Norton. Windbreaks: Benefits to Orchard and Vineyard Crops. Agriculture, Ecosystems and Environment. 22/23 (1988) 205 – 213.

omoorepeyman.ir

Skidmore, E. L. 1965. Assessing wind erosion forces: direction and relative magnitudes. soilsci. Am. proc. 29: 587 – 590

Sustainable Management, Wind Erosion and Control Environment Topics. June 2002

Sand Encroachment Control in Mauritania(1991), United Nations, Sudano – sahelian

Troen, FR. J.A. Hobbs, and Donahue 1980. soil and water conservation for productivity and environmental protection. Prentice – Hall, Englewood cliffs, NJ.

Vandevanetal(1989) Vegetation Characteristics and Soil Loss by Wind. J.of Soil and Water Consetvation.

U. Boldesa, A. Golbergb, 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

W.M. Cornelis, D. Gabriels. Optimal windbreak design for wind-erosion control. Journal of Arid Environments 61 (2005) 315–332.

Will Brisbane etal (2000). The Effect of Vegetation on Erosion rates

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

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency For Strategic Planning and Supervision

Living Windbreaks Implementation

“Technical Criteria”

Code No. 658

Office of Deputy for Strategic Supervision

Department of Technical Affairs

nezamfanni.ir

Range, Forest & Watershed Management Organization of IRAN

Watershed Management Deputy
Planning & Coordination Bureau

http://www.frw.org.ir

2014

omoorepeyman.ir

این ضابطه

با عنوان «**ضوابط و معیارهای فـنی احداث بادشکن بیولوژیک**» با بـهره گیری از جمع بندی نتایج موفق تجارب داخلی و خارجـی در زمـینه احداث بادشـکن‌های زنـده و غیرزنده، به ارزیابی کاربرد بادشکن‌های زنـده و غیرزنده در تثبیت ماسه‌های روان، و مزایای آن پرداخته است. همچنین با بـررسی ویـژگی‌های عمـومـی بادشکن‌های زنده و غیـرزنده به تشـریح انـواع مصالح مورد استفاده در اشکال مختلف بادشکن‌ها اشاره شده است، و در نهایت با تدوین ضـوابط و معیـارهای فنی در احداث بادشـکن‌های زنـده و غیرزنده در مناطق بیابانی به طراحی یک شرح خدمات جامع برای احداث بادشکن زنده و غیرزنده در مناطق بیابانی پرداخته است.

omoorepeyman.ir