

فصل پنجم

فرسایش بادی

اهداف 

در پایان فصل، دانشجو با مفاهیم زیر آشنا می‌شود:

۱. اصول و علل ایجاد فرسایش بادی
۲. چگونگی انتقال ذرات توسط باد
۳. نتایج حاصل از عملکرد باد
۴. چگونگی کنترل فرسایش بادی
۵. استفاده از مالچ در حفاظت خاک‌ها و تثبیت تپه‌های شنی

۵-۱) مقدمه

در فصل‌های قبل بیان شد که عمل فرسایش، پدیده‌ای است که در آن، مواد خاکی توسط عواملی از قبیل آب و باد انتقال می‌یابند. هر اندازه که در مناطق پُرباران، فرسایش آبی اهمیت دارد؛ در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیز فرسایش بادی عامل اصلی هدررفتن خاک است و آثار نامطلوب آن را می‌توان به صورت کویر و بیابان ملاحظه نمود. در واقع باد، یکی از عوامل بسیار مهم فرسایش می‌باشد که اغلب در مناطق خشک و عاری از موانع طبیعی و پوشش گیاهی، ذرات خاک را بر می‌دارد و با خود حمل می‌کند.

اگرچه در مقیاس جهانی، اهمیت و خطر فرسایش بادی، کمتر از فرسایش آبی است؛ ولی گاهی عظمت آن از فرسایش آبی بیشتر می‌باشد. برای نمونه، طی سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۳۴، باد توانست در ایالات متحده‌ی آمریکا بالغ بر ۳۰۰ میلیون تُن خاک را جابجا کند و روستاها و

شهرهای زیادی را مدفون نماید. در ایران (به‌ویژه فلات مرکزی) نیز فرسایش بادی، یکی از مسایل مهم به‌شمار می‌رود و تا به حال خسارت‌های زیادی را به بار آورده است. بادهای شدید و طوفانی خوزستان، سیستان و بلوچستان، دشت لوت و کویر، همه‌ساله میلیون‌ها تن خاک را از بین می‌برند. مواد و ذرات ریز (گرد و غبار) که گاهی در آسمان مناطق خشک ایران، ابرهای زرد تا خاکستری را تولید می‌کنند، نشان بارزی از عمل فرسایش هستند.

۵-۲) اصول و علل ایجاد فرسایش بادی

مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرسایش بادی را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- (۱) خصوصیات خاک
- (۲) آب و هوا
- (۳) پوشش گیاهی
- (۴) پستی و بلندی (توپوگرافی)

۵-۲-۱) خصوصیات خاک

به‌طور کلی، مقدار فرسایش بادی در خاک‌های مختلف، متفاوت است. دلیل این تفاوت را باید در خصوصیاتِ چون بافت، جرم مخصوص، ساختمان، ماده‌ی آلی، رطوبت و شکل ذرات خاک جستجو نمود.

۵-۲-۱-۱) بافت و جرم مخصوص خاک

اندازه و جرم مخصوص ذرات، دو عامل مهم در میزان فرسایش‌پذیری هر خاک محسوب می‌گردند. یک ذره‌ی خاک، هنگامی منتقل خواهد شد که اول، به اندازه‌ی کافی سبک و قابل حمل باشد و دوم، به اندازه‌ی کافی درشت باشد تا بخشی از آن در معرض باد قرار گیرد. ترکیب اندازه و جرم مخصوص هر ذره را با شاخصی به نام "قطر معادل"^۱ بیان می‌کنند که از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

1- Equivalent diameter

حفاظت آب و خاک تکمیلی/۱۵۴

$$E_d = \frac{\rho_b \cdot D}{2/65}$$

که در آن:

E_d = قطر معادل (بر حسب سانتی متر)

ρ_b = جرم مخصوص ظاهری خاک (بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب)

D = قطر ذرات خاک (بر حسب سانتی متر)

فرسایش پذیرترین ذرات خاک (که وزن مخصوص حقیقی آن‌ها ۲/۶۵ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد)، آن‌هایی هستند که قطر معادلشان در حدود ۰/۱ میلی متر است. ذراتی که قطر معادل آن‌ها کمتر و یا بیشتر از ۰/۱ میلی متر باشد؛ از فرسایش پذیری کمتری برخوردار هستند. بنابراین، اگر اندازه‌ی ذرات خاک، از یک حدی کوچک تر باشد؛ به وسیله‌ی باد منتقل نخواهند شد؛ چراکه این ذرات به دلیل برخورداری از سطحی صاف و همچنین نیروی همدوسی بالا، به سهولت از یکدیگر جدا نمی شوند و در نتیجه، توسط باد جابجا نخواهند شد. از سوی دیگر، اگر اندازه‌ی ذرات خاک به حد کافی بزرگ باشد، چون این ذرات درشت در مقابل فرسایش مقاوم هستند و توانایی حمایت از ذرات کوچک فرسایش پذیر را نیز دارا می باشند؛ در نتیجه، به وسیله‌ی باد منتقل نخواهند گردید.

۵-۲-۱-۲) ساختمان خاک

خاک‌های دارای بافت ریزی که به فرسایش حساس هستند، در صورتی که ساختمان دانه‌ای داشته باشند، به طور معمول، مقاوم به فرسایش می باشند؛ ولی اگر مواد آلی آن‌ها از بین برود، خاکدانه‌هایشان به ذرات ریزی خرد می شوند که قابلیت پراکنده شدن و حمل توسط باد را دارا می گردند.

به طور کلی، خاک‌های بدون ساختمان و یا دارای ساختمان توده‌ای^۱، در مقایسه با خاک‌های دارای ساختمان دانه‌ای، به فرسایش بادی حساس تر هستند.

1- Massive structure

۵-۲-۱-۳) ماده‌ی آلی خاک

با توجه به اینکه مواد آلی خاک، موجب افزایش چسبندگی ذرات و بالا رفتن ظرفیت جذب رطوبت خاک می‌شوند؛ در نتیجه، مقاومت خاک را در برابر نیروی باد افزایش می‌دهند. البته بایستی در نظر داشت که خاک‌های حاوی مقدار زیادی از مواد آلی نیز خاک را مستعد فرسایش بادی می‌سازند، به‌گونه‌ای که خاک‌های آلی مرداب‌ها، به‌علت سبکی زیاد، در برابر فرسایش بادی حساس می‌باشند.

۵-۲-۱-۴) رطوبت خاک

پس از باد، رطوبت خاک، مهم‌ترین عامل در فرسایش بادی محسوب می‌شود. در واقع، خاک‌هایی به فرسایش حساس‌تر هستند که خشک باشند. خاکی که سطح آن رطوبت کافی داشته باشد، منتقل نخواهد شد؛ زیرا ذرات و دانه‌های مرطوب خاک در اثر نیروی چسبندگی ناشی از پوسته‌ی آب بین ذرات، تقریباً پایدار هستند. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که اگر مقدار آب خاک، در حد رطوبت پژمردگی باشد؛ آنگاه، باد به‌ندرت قادر به برداشت و جابجایی ذرات خواهد بود. بنابراین، فرسایش بادی، زمانی در خاک‌های مرطوب رخ می‌دهد که رطوبت آن‌ها در اثر بادهای گرم و خشک به پایین‌تر از نقطه‌ی پژمردگی برسد.

۵-۲-۱-۵) شکل ذرات

هرچه تعداد سطوح نامنظم ذرات خاک بیشتر باشد، جابجایی آن‌ها به همان نسبت، آسان‌تر خواهد بود. ذرات گروی به خاطر داشتن شکل آئرودینامیکی، دیرتر به حالت معلق در می‌آیند.

۵-۲-۲) پوشش گیاهی

زمینی که پوشش گیاهی خوبی دارد، تقریباً از فرسایش بادی در امان است. تأثیر پوشش گیاهی در فرسایش بادی بر حسب ارتفاع، تراکم و نوع پوشش تغییر می‌کند. به عبارت دیگر، پوشش گیاهی به روش‌های مختلفی در فرسایش بادی مؤثر است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: (۱) مانع از برخورد مستقیم باد به سطح خاک می‌گردد (همانند آنچه که پوشش گیاهی از برخورد قطرات باران به سطح خاک جلوگیری می‌کرد).

حفاظت آب و خاک تکمیلی/۱۵۶

- ۲) ساختمان خاک را اصلاح می کند و با اصلاح آن، فرسایش بادی محدود می گردد.
- ۳) با افزایش مواد آلی به خاک، سبب به وجود آمدن ساختمان خوب و در نتیجه، کاهش فرسایش بادی می شود.
- ۴) جلوی حرکت ذرات انتقال یافته توسط باد را می گیرد و آن ها را در پشت خود نگه می دارد.
- به طور کلی، مهم ترین نقش پوشش گیاهی، این است که سرعت باد را در نزدیکی سطح خاک کاهش می دهد.

۵-۲-۳) پستی و بلندی (توپوگرافی)

پستی و بلندی، فرسایش بادی را محدود می سازد؛ زیرا سرعت باد به علت برخورد با ارتفاعات کاهش می یابد. بنابراین، زمین های مسطح، همواره بیشتر از اراضی دارای پستی و بلندی، فرسوده خواهند شد.

۵-۲-۴) آب و هوا

مهم ترین عوامل آب و هوایی که در فرسایش خاک تأثیر دارند، عبارتند از:

۱) بارندگی

۲) درجه ی حرارت

۳) باد

۵-۲-۴-۱) بارندگی

مقدار، شدت و توزیع بارندگی، در فرسایش بادی مؤثر است. به طور کلی، مناطق دارای بارندگی سالانه ی کمتر از ۲۵۰ میلی متر و یا دارای فصل خشک طولانی، بیشتر مستعد فرسایش بادی می باشند. چون توزیع بارندگی بر میزان رطوبت خاک اثرگذار است، بنابراین در فرسایش بادی تأثیر دارد. خیس و خشک شدن متناوب زمین، سبب خرد شدن پوسته ی سطحی زمین و کلوخه های موجود در آن می شود و در نتیجه، خاک را در مقابل فرسایش بادی مستعد می سازد.

۵-۲-۴-۲) درجه‌ی حرارت

از آنجا که با افزایش دما، میزان تبخیر از سطح خاک بیشتر می‌شود و به تبع آن، رطوبت خاک کاهش می‌یابد؛ بنابراین، با افزایش درجه‌ی حرارت، حساسیت خاک به فرسایش، بیشتر می‌گردد.

۵-۲-۴-۳) باد

نقش باد در ایجاد فرسایش، از دو جنبه دارای اهمیت است:
الف) با افزایش سرعت باد (همانند افزایش دما)، میزان تبخیر زیادتر می‌شود و در نتیجه، پس از کاهش رطوبت خاک، آن را مستعد فرسایش بادی می‌سازد.
ب) عامل اصلی انتقال ذرات خاک می‌باشد.
سرعت و جهت باد از مهم‌ترین خصوصیات باد می‌باشند که در فرسایش بادی مؤثر هستند. قدرت فرساینده‌ی باد، به انرژی جنبشی آن باد بستگی دارد و انرژی جنبشی باد از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

$$KE = \frac{\rho_a \cdot V^2}{2g}$$

که در آن:

KE = انرژی جنبشی باد (بر حسب ژول بر مترمربع بر ثانیه)

ρ_a = جرم مخصوص هوا (بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب)

V = سرعت باد (بر حسب متر بر ثانیه)

g = شتاب ثقل (بر حسب سانتی‌متر بر مجذور ثانیه)

بادهایی با سرعت بزرگ‌تر یا مساوی ۲۰ کیلومتر بر ساعت، فرساینده محسوب می‌شوند.

به‌طور کلی (با توجه به مطالب ارائه‌شده در بندهای بالا)، می‌توان گفت برای اینکه فرسایش

بادی در منطقه‌ای فعال باشد، باید شرایط زیر در آن منطقه وجود داشته باشند:

۱) ناحیه‌ی مورد نظر، خشک باشد.

۱) خاک، سست و بدون ساختمان باشد.

۲) منطقه‌ی مزبور، بدون پوشش گیاهی باشد و یا از پوشش گیاهی پراکنده برخوردار باشد

و مواد ریز در سطح خاک وجود داشته باشند.

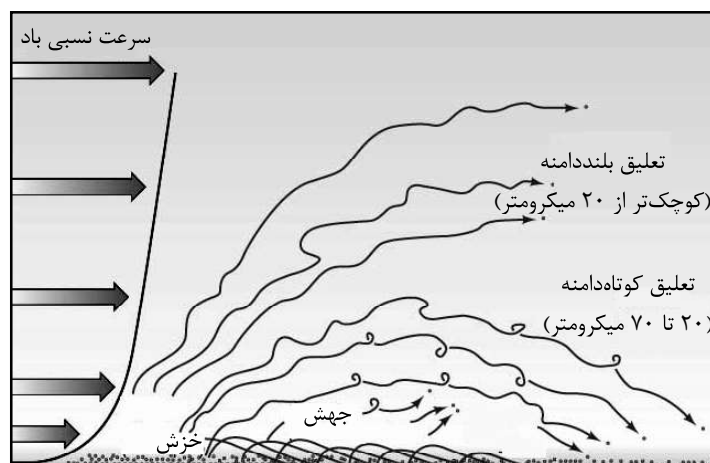
حفاظت آب و خاک تکمیلی/۱۵۸

(۳) منطقه‌ی مورد نظر، وسیع و عاری از پستی و بلندی باشد.

(۴) قدرت و حاکمیت باد در منطقه به حدی باشد که بتواند ذرات خاک را به حرکت درآورد.

۵-۳) نحوه‌ی انتقال ذرات خاک

به‌طور معمول، انتقال ذرات خاک توسط باد، بر حسب ابعاد آن‌ها، به شیوه‌ی کاملاً متمایز و به‌صورت معلق^۱، جهشی^۲ و خزشی^۳ انجام می‌گیرد (شکل ۵-۱).



شکل (۵-۱): نحوه‌ی انتقال ذرات خاک توسط باد

۵-۳-۱) معلق

به‌طور معمول، این نوع حرکت در ذرات خیلی‌ریز (قطر متوسط کمتر از ۰/۱ میلی‌متر) رخ می‌دهد. این ذرات، پس از بلند شدن توسط باد، ممکن است که برای یک مدت زیاد به حالت

-
- 1- Suspension
 - 2- Saltation
 - 3- Creeping

تعلیق باقی بمانند و تا مسافت‌های طولانی حمل گردند (تعلیق بلنددامنه) و یا اینکه پس از طی یک مسافت کم و با کاهش سرعت باد رسوب کنند (تعلیق کوتاه‌دامنه) (شکل ۵-۱).

۵-۳-۲ جهشی

در این حرکت، ذراتی از خاک که قطر متوسط آن‌ها بین ۰/۵ تا ۰/۵ میلی‌متر است با پَرش‌های کوتاه و بلند منتقل می‌شوند. البته به‌طور معمول، حرکت جهشی در ذراتی با قطر متوسط ۰/۱ تا ۰/۱۵ میلی‌متر انجام می‌گیرد.

در اثر حرکت جهشی، ابتدا ذرات به‌طور تقریباً عمودی تا چند سانتی‌متر به هوا بلند می‌شوند و پس از رسیدن به بالاترین نقطه‌ی صعود خود، شروع به سقوط می‌کنند؛ لیکن در اثر نیروی باد به حرکت جانبی خود نیز ادامه می‌دهند تا اینکه بالاخره با انرژی زیادی به خاک برخورد می‌کنند.

ذراتی که به‌صورت جهشی حرکت می‌کنند، پس از برخورد به سطح خاک، یا ذرات دیگری را به هوا پرتاب می‌کنند و یا کلوخ‌ها و سطح خاک را خراش می‌دهند. اگر این خراشیدگی شدید باشد، می‌تواند کلوخ‌ها را خرد کند و به ذرات کوچک‌تر (اما با قابلیت فرسایش بیشتر) تبدیل نماید.

۵-۳-۳ خزشی

این نوع حرکت، عبارت از سُر خوردن یا غلطیدن ذرات درشت‌تر بر روی سطح زمین می‌باشد. در واقع، به‌علت سنگینی این ذرات، باد نمی‌تواند آن‌ها را از جا بلند کند. به هر حال، علاوه بر فشار باد، برخورد ذرات دیگر به این ذرات (برای نمونه، ذرات جهش‌یافته) می‌تواند در خزش آن‌ها مؤثر باشد. قطر متوسط ذراتی که به‌صورت خزشی انتقال می‌یابند، بین ۰/۵ تا ۲ میلی‌متر متغیر می‌باشد.

مقدار خاک انتقال‌یافته به‌وسیله‌ی سه نوع حرکت گفته‌شده، متفاوت است. چپیل^۱ (۱۹۴۵) با ایجاد تونل‌های بادی مختلف، نشان داد که بیشترین مقدار مواد انتقالی که بین ۵۵ تا ۷۲ درصد کل مواد جابجاشده توسط باد می‌باشد، مربوط به ذراتی است که به‌صورت جهشی منتقل

1- Chepil

حفاظت آب و خاک تکمیلی/۱۶۰

می‌گردند. حرکت معلق ذرات در رده‌ی دوم قرار دارد که مقدار آن، بین ۳ تا ۳۸ درصد کل مواد جابجاشده توسط باد می‌باشد. در نهایت، حدود ۷ تا ۲۵ درصد کل مواد جابجاشده توسط باد نیز در سطح خاک می‌خزند. به عبارت دیگر، قسمت عمده‌ی مواد انتقال‌یافته توسط باد، در نزدیکی سطح زمین حرکت می‌کنند. نکته‌ی قابل توجه دیگر، آن است که هرچند مقدار مواد حمل‌شده به‌صورت معلق، کمتر از حالت جهشی است؛ لیکن از آنجا که مواد معلق، حاوی رس و هوموس حاصلخیز هستند، انتقال این مواد از درجه‌ی اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشد.

۵-۴) نتایج حاصل از عملکرد باد

به‌طور کلی، نتایج حاصل از عملکرد باد در یک منطقه را می‌توان در دو بخش زیر طبقه‌بندی نمود:

(۱) شکل‌های اراضی^۱ فرسایشی برجا مانده

(۲) شکل‌های اراضی رسوبی ایجادشده

۵-۴-۱) شکل‌های اراضی فرسایشی حاصل از باد

گاهی اوقات، انتقال ذرات مختلف توسط باد، منجر به ایجاد یک‌سری اراضی با شکل خاص در منطقه‌ی فرسایش‌یافته می‌شود که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

(۱) یاردانگ^۲: تپه‌های موازی برجا مانده از عملکرد باد در یک منطقه می‌باشند.

(۲) کلوت^۳: یک شکل اراضی حاصل از عملکرد مشترک و همزمان باد و آب در یک منطقه می‌باشد که به‌واسطه‌ی مقاومت بیشتر مواد مادری آن، به‌صورت یک‌سری ناهمواری‌های جداگانه و منفرد^۴ در ناحیه‌ی مورد نظر باقی مانده است.

(۳) حوضچه‌ی بادرفته^۵: حفره‌ها یا گودی‌های کوچکی هستند که در اثر فرسایش بادی شدید در یک منطقه ایجاد می‌شوند. گاهی اوقات، آن را "فرسایش چاله‌ای" نیز نامیده‌اند.

1- Landforms

2- Yardang

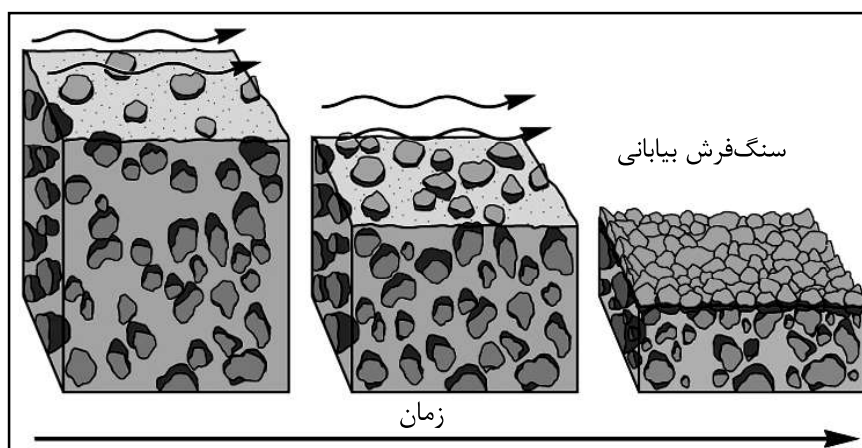
3- Kalut

4- Inselberg

5- Deflation basin

۴) سطوح صاف و صیقلی^۱: گاهی اوقات باد، سطح صخره‌ها و برجستگی‌ها را می‌فرساید و آن‌ها را به شکل‌های خاص با سطوح صیقلی و هموار در می‌آورد. البته باد به تنهایی نمی‌تواند این شکل‌ها را ایجاد کند، بلکه وقتی باد حاوی ذرات شن است قادر به انجام این کار می‌باشد.

۵) سنگ‌فرش بیابانی^۲: انتقال ذرات ریزتر و برجا ماندن ذرات درشت‌تر در یک منطقه، ممکن است که به ایجاد یک دشت ریگی^۳ منجر گردد (شکل ۵-۲). گاهی اوقات، به‌واسطه‌ی تشکیل اکسیدهای آهن و منگنز در سطح سنگ‌ریزه‌ها و قلوه‌سنگ‌های موجود در این دشت، نوعی جلای خاص به چشم می‌خورد که به آن "جلای بیابانی"^۴ گویند.



شکل (۵-۲): چگونگی ایجاد یک سنگ‌فرش بیابانی (دشت ریگی)

-
- 1- Ventifacts
 - 2- Desert pavement
 - 3- Reg
 - 4- Desert varnish

۵-۴-۲) شکل‌های اراضی رسوبی حاصل از باد

با کاهش سرعت باد و یا برخورد ذرات انتقالی به یک‌سری موانع، این ذرات رسوب می‌کنند. برجا ماندن ته‌نشست‌های بادی در یک منطقه، منجر به ایجاد شکل‌های اراضی خاصی می‌گردد که برخی از مهم‌ترین آن‌ها (شکل ۵-۳) به شرح زیر می‌باشند:

۱) تپه‌های شنی (تلماسه)^۱: انباشته شدن شن‌های روان در یک منطقه، منجر به تشکیل تپه‌های شنی می‌گردد. این تپه‌ها در نقاط مختلف جهان در صحاری و کنار دریاها وجود دارند. با توجه به اینکه سرعت و جهت باد در اغلب مناطق بیابانی تغییر می‌کند، بنابراین شکل فعلی این تپه‌ها حاصل ترکیب خصوصیات باد می‌باشد. انواع مهم شکل تپه‌های شنی عبارتند از:

الف) بارخان^۲: تپه‌های شنی هلالی‌شکلی هستند که دو بازوی آن‌ها در جهت ورش باد قرار می‌گیرند و در نتیجه، می‌توانند جهت باد را به‌خوبی نشان دهند.

ب) تلماسه‌های شلجمی (سهمی)^۳: تپه‌های شنی هلالی‌شکلی هستند که دو بازوی آن‌ها در خلاف جهت ورش باد قرار می‌گیرند. به دیگر سخن، برعکس برخان می‌باشند.

پ) سیف (تلماسه‌های طولی)^۴: تپه‌های شنی طولی و کشیده‌ای هستند که به موازات جهت وزش باد قرار می‌گیرند.

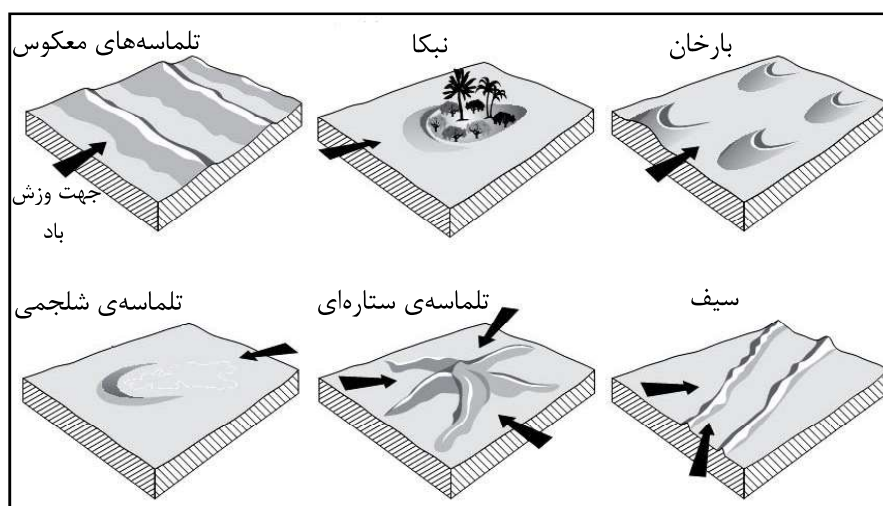
ت) سیلک^۵: این تپه‌ها، از اتصال چند سیف ایجاد می‌شوند و حالت موجی شکل دارند.

ث) تلماسه‌های معکوس (عرضی)^۶: تپه‌های شنی طولی و کشیده‌ای هستند که به‌صورت عمود بر جهت وزش باد قرار می‌گیرند. این نوع از تپه‌ها بسیار ناپایدار می‌باشند و ممکن است که در اثر وزش طولانی‌مدت باد، به یکی از دیگر شکل‌های تپه‌ای تبدیل شوند.

ج) تلماسه‌های ستاره‌ای^۷: تپه‌هایی به شکل ستاره‌ای دریایی می‌باشند که نشانگر متغیر بودن جهت وزش باد در یک منطقه هستند.

-
- 1- Sand dunes
 - 2- Barchan
 - 3- Parabolic dunes
 - 4- Seif or longitudinal dunes
 - 5- Silk
 - 6- Transverse dunes
 - 7- Star duns or stellate

چ) نیکا^۱: تپه‌های شنی که در اطراف گیاهان تجمع می‌یابند.



شکل (۵-۳): برخی از انواع مهم تپه‌های شنی

۲) اراضی تلماسه‌ای^۲: از تجمع تپه‌های شنی در یک منطقه، منظره‌ای ایجاد می‌شود که شبیه یک دریای شن است. به این منظر، "ارگ"^۳ یا "ورقه‌ها یا پهنه‌های شنی"^۴ می‌گویند.

۳) لس^۵: رسوبات لسی، گسترده‌ترین شکل رسوبات بادی هستند. به‌طور معمول، مواد لسی، لسی، غنی از ذراتی در حد و اندازه‌های سیلت می‌باشند و دارای رنگ زرد مایل به خاکستری هستند. این مواد، اغلب هوموس ندارند و به همین دلیل، سست و تُرد می‌باشند و به‌راحتی توسط باد منتقل می‌شوند. در دوران چهارم زمین‌شناسی (کواترنر)، در مراحل خشکی بین یخبندان‌ها، به‌واسطه‌ی فعالیت فرسایش بادی، نهشته‌های قابل ملاحظه‌ای از لس در قسمت‌های مختلف گِره‌ی زمین به‌وجود آمده‌اند. به این‌صورت که باد، مواد را از قسمت‌های ذوب‌شده-ی مناطق یخچالی برداشته است و به مناطق دورتر انتقال داده است.

-
- 1- Nebkha or coppice dunes
 - 2- Dune fields
 - 3- Erg
 - 4- Sand sheets
 - 5- Loess

حفاظت آب و خاک تکمیلی/۱۶۴

علاوه بر موارد ذکرشده، سایر نتایج حاصل از فرسایش بادی را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

(۱) خاک‌هایی که توسط باد حمل می‌شوند، می‌توانند راه‌های ارتباطی را قطع کنند؛ به بدنه‌ی اتومبیل‌ها خسارت وارد سازند؛ عمر وسایل موتوری را کم کنند و سبب تخریب شهرها گردند.

(۲) در اثر فرسایش بادی، رس و مواد آلی خاک از بین می‌روند و در نتیجه، از حاصلخیزی خاک کاسته می‌شود.

(۳) باد ممکن است که مواد با حاصلخیزی کم را بر روی خاک‌های حاصلخیز منطقه قرار دهد و از حاصلخیزی آن‌ها بکاهد.

(۴) فرسایش بادی به شیوه‌های مختلف به گیاهان صدمه می‌زند و سبب کاهش تولید می‌گردد.

(۵) باد با ایجاد طوفان‌های گرد و غبار، به دستگاه تنفس انسان و حیوان صدمه وارد می‌کند.

۵-۵) کنترل فرسایش بادی

شدت فرسایش بادی با سرعت باد و حساسیت خاک به فرسایش، رابطه‌ی مستقیم و با پوشش گیاهی، رابطه‌ی معکوس دارد. بنابراین، برای کاهش شدت فرسایش بادی، لازم است که حساسیت خاک به فرسایش و سرعت باد را کاهش و از طرفی، پوشش گیاهی را افزایش داد. به‌طور کلی، مبارزه با فرسایش بادی می‌تواند طی سه مرحله انجام پذیرد که عبارتند از:

(۱) مبارزه در مرحله‌ی برداشت

(۲) مبارزه در مرحله‌ی حمل

(۳) مبارزه در مرحله‌ی رسوب

بهترین راهکار مبارزه با فرسایش بادی، در مرحله‌ی اول (برداشت ذرات) نهفته است. مرحله‌ی دوم (انتقال ذرات)، مشکل‌ترین مرحله در کنترل فرسایش بادی محسوب می‌گردد. در ایران، بیشتر سرمایه‌گذاری‌ها در کنترل فرسایش، برای مرحله‌ی سوم (رسوب ذرات) صورت می‌پذیرند. در هر حال، فرسایش بادی را به روش‌های مختلف می‌توان کنترل نمود که در ادامه-ی مطالب کتاب، به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره گردیده است.

۵-۵-۱) استفاده‌ی صحیح از زمین

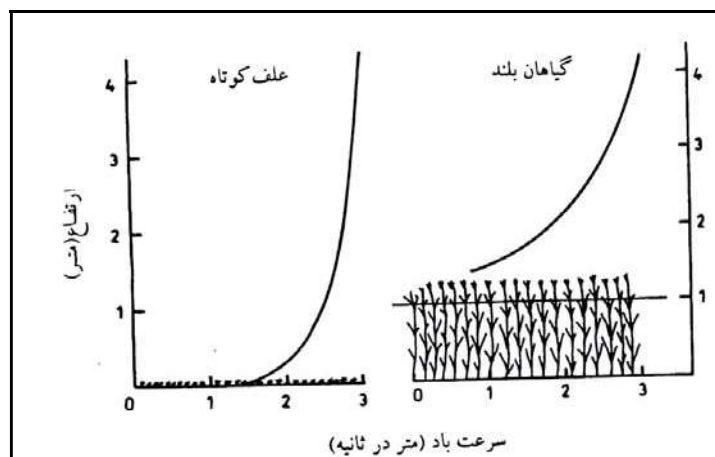
منظور از استفاده‌ی صحیح، آن است که از هر زمینی، متناسب با قابلیت و استعداد آن بهره‌برداری صورت گیرد. به عبارت دیگر، ابتدا باید مشخصات و محدودیت‌های موجود در اراضی را شناخت و سپس با توجه به آن‌ها اقدام به استفاده‌ی بهینه نمود تا ضمن بهره‌وری مناسب و کسب حداکثر درآمد، این اراضی برای نسل آینده نیز مورد حفاظت قرار گیرند و پایدار بمانند.

۵-۵-۲) حفظ رطوبت خاک

با توجه به اینکه تنها خاک خشک توسط باد منتقل می‌شود؛ بنابراین هر عملی که سبب حفظ رطوبت خاک گردد، برای کنترل فرسایش بادی مفید می‌باشد.

۵-۵-۳) استقرار پوشش گیاهی

شاید بتوان گفت که استقرار یک پوشش گیاهی محافظ در سطح خاک، مؤثرترین روش برای کنترل فرسایش بادی است. اگر زمین همواره دارای پوشش گیاهی باشد، فرسایش بادی ناچیز خواهد بود. این پوشش، علاوه بر اینکه در حفظ رطوبت خاک اهمیت دارد؛ بر کاهش سرعت باد در نزدیکی‌های سطح زمین نیز اثرگذار می‌باشد (شکل ۵-۴).
به‌طور معمول، گیاهانی که نزدیک هم کشت می‌شوند (مانند علف‌ها، گندم و جو)، تأثیرشان در کاهش فرسایش بادی، بیشتر از گیاهان ردیفی است که بین آن‌ها فاصله وجود دارد. برای اینکه تأثیر گیاهان ردیفی در کاهش فرسایش، زیادتر شود؛ بایستی ردیف‌های کشت، عمود بر جهت باد غالب طراحی شوند. همچنین، در هر سامانه‌ی زراعی که زمین برای مدت طولانی به‌صورت بایر رها شود، خطر فرسایش بادی افزایش می‌یابد.



شکل (۵-۴): چگونگی تغییرات سرعت باد با ارتفاع گیاه

۵-۵-۴ استفاده از بقایای محصول

اگر قرار دادن بقایای گیاهی در خاک، به‌طور صحیح انجام گیرد؛ این عمل می‌تواند فرسایش بادی را در حد فاصل دو کشت متوالی کنترل نماید. هرچه مقدار بقایای محصول، بیشتر باشد؛ تأثیرش در کاهش فرسایش بادی، زیادتر خواهد بود. بنابراین، محصولاتی مانند سویا که بقایای گیاهی کمی را فراهم می‌سازند، نقش اندکی در کاهش فرسایش بادی دارند.

در وزن ثابتی از بقایای محصول، اثر آن‌هایی که ریزتر و انبوه‌تر می‌باشند، بیشتر است؛ زیرا کُش ریزافت، سرعت باد را کم می‌کند و جلوی ذرات خاک در حال جست‌وخیز را می‌گیرد. نقش یک کُش ایستاده در زمین در کاهش سرعت باد، بسیار مؤثرتر از نقش کُش خوابیده یا خردشده و پخش‌شده بر روی سطح زمین است. هرچه ارتفاع گیاه، بیشتر باشد؛ تأثیر آن در کاهش سرعت باد زیادتر خواهد بود.

برای گذاشتن بقایای محصول در سطح زمین، از کولتیواتور پنجه‌غازی استفاده می‌شود. این وسیله، زیر خاک را بهم می‌زند و به این‌صورت، تمامی یا قسمتی از بقایای محصول را در سطح زمین رها می‌سازد.

۵-۵-۵ ایجاد زبری در سطح خاک

به طور معمول، در عملیات زراعی سعی می‌شود که بستر بذر، حتی‌الامکان نرم و صاف باشد؛ ولی اگر چنانچه احتمال وقوع فرسایش بادی وجود داشته باشد، بایستی برعکس این عملیات، عمل نمود. به عبارت دیگر، باید سطح زمین را تا حدی که در جوانه زدن بذر اشکالی پیش نیاورد، زبر و کلوخه‌ای نگه داشت. وجود چنین ناهمواری‌هایی در سطح زمین، موجب کاهش سرعت باد و کنترل فرسایش می‌شوند.

باید در نظر داشت که افزایش زبری، موقعی مؤثرتر خواهد بود که بقایای محصول نیز در سطح خاک باقی بمانند. بنابراین در عمل، برای تهیه‌ی زمین، از وسایلی استفاده می‌شود که هم سطح زمین را زبر کنند و هم پوشش گیاهی را در سطح خاک باقی گذارند. یکی از این ادوات، خیش اسکنه‌ای^۱ نام دارد.

۵-۵-۶ انجام شخم اضطراری^۲

شخم اضطراری، عبارت از شخم نمودن نوارهایی از زمین در راستای عمود بر جهت وزش باد می‌باشد. این کار به منظور ایجاد سطحی ناهموار و کلوخه‌دار انجام می‌گیرد تا بتوان حرکت ذرات سطحی (که به صورت جهشی و خزشی انجام می‌شود) را به طور موقت، متوقف ساخت. بدیهی است که اگر باد برای مدت طولانی ادامه داشته باشد، حد فاصل پشته‌های ایجادشده، به وسیله‌ی ماسه‌های بادی پُر می‌گردد و رأس پشته‌ها توسط باد کنده می‌شود. در نتیجه، پشته‌ها اثر خود را از دست می‌دهند و به یک زمین تقریباً هموار و یکنواخت تبدیل می‌شوند. به منظور انجام شخم اضطراری، در مواردی که فرسایش بادی شدید نمی‌باشد، می‌توان از خیش اسکنه‌ای استفاده نمود؛ لیکن هنگامی که فرسایش بادی شدید است، می‌توان از پشته-سازها بهره گرفت.

1- Chisel plow

2- Emergency tillage

۵-۵-۷) انجام کشت نواری

در این روش، گیاهان مقاوم به فرسایش (مانند محصولات دانه‌ریز) را به‌طور متناوب، همراه با گیاهان حساس به فرسایش (مانند پنبه، توتون، چغندر قند و غیره)، به‌صورت نوارهایی در راستای عمود بر جهت وزش باد غالب کشت می‌کنند. دقت داشته باشید که هرچه خاک، فرسایش‌پذیرتر باشد؛ عرض نوارها را بایستی کمتر در نظر گرفت.

۵-۵-۸) احداث بادشکن^۱

بادشکن، مانعی است که به‌طور معمول، عمود بر جهت وزش باد غالب منطقه ساخته می‌شود تا با کاهش انرژی و سرعت باد، فرسایش خاک را کاهش دهد و یا آن را محدود سازد. در واقع، بادشکن باید سرعت باد را تا کمتر از حد آستانه‌ی فرسایش (حداقل سرعت باد که قادر به حمل ذرات خاک می‌باشد) تقلیل دهد.

از مزایای دیگر بادشکن می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف) حفاظت از حیوانات اهلی و افزایش بازدهی دام‌ها

ب) افزایش تولید فرآورده‌های جنبی (مانند میوه، بذر، هیزم، علوفه و غیره).

پ) تغییر ریزاقلیم‌های^۲ محلی و افزایش عملکرد گیاهان زراعی

نقش بادشکن در تغییر ریزاقلیم، از دو جنبه‌ی زیر، قابل بررسی است:

(۱) کاهش میزان تبخیر و تعرق و در نتیجه، افزایش رطوبت خاک در قسمت حمایت‌شده

(۲) تأثیر در میزان بارندگی (به‌ویژه، وقتی که شبکه‌ی بادشکن‌ها وسیع باشد)

اما بادشکن‌ها معایبی نیز دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

الف) مداخله در استفاده از ماشین‌های کشاورزی

ب) اشغال شدن بخشی از سطح زیرکشت

پ) ایجاد رقابت با گیاهان زراعی و سایه‌اندازی روی آن‌ها

ت) ایجاد پناهگاهی برای گیاهان و حیوانات مضر

1- Wind break

2- Micro-clima

۵-۵-۸-۱) انواع بادشکن

انواع بادشکن را می‌توان در دو گروه کلی زیر طبقه‌بندی نمود:

(۱) بادشکن مصنوعی یا مکانیکی (غیرزنده)

این نوع از بادشکن‌ها شامل دیوارهای چوبی، سنگی، فلزی و یا دیوارهایی از شاخه‌های بریده‌شده از درختان موجود در منطقه، چپر و غیره می‌باشند. به‌طور معمول، احداث بادشکن‌های مصنوعی، هزینه‌های زیادی را به‌همراه دارد. بنابراین، در طراحی آن‌ها تلاش می‌گردد که از مواد اولیه‌ی قابل دسترس و ارزان‌قیمت استفاده شود. اغلب، از این بادشکن‌ها در مواقعی استفاده می‌شود که:

الف) شرایط محیطی، اجازه‌ی رشد پوشش گیاهی را ندهد.

ب) سطح حفاظتی مورد نظر، محدود باشد.

پ) محدودیت زمانی وجود داشته باشد.

(۲) بادشکن درختی (زنده)

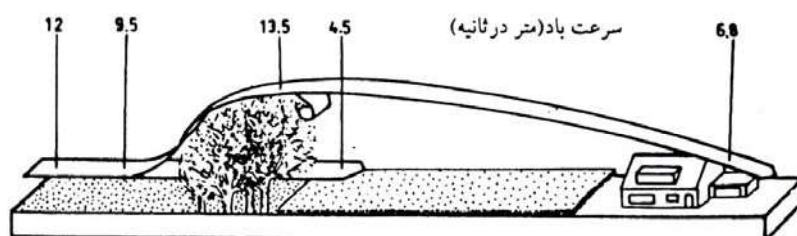
به‌طور معمول، این بادشکن‌ها از یک یا چند ردیف درخت یا درختچه تشکیل گردیده‌اند که عمود بر جهت وزش باد اصلی (غالب) منطقه قرار می‌گیرند. از آنجا که در مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب، محدودیت کم‌آبی و رقابت درختان بادشکن با محصولات و درختان دیگر بر سر نور، آب و مواد غذایی وجود ندارد؛ بنابراین، استفاده از بادشکن‌های درختی در این مناطق، عمومیت بیشتری دارد. مهم‌ترین عامل مؤثر در طراحی این نوع بادشکن‌ها، انتخاب درختان و گونه‌های سازگار و مناسب با محیط می‌باشد. همچنین، در طراحی آن‌ها بهتر است که ابتدا درختان را در نهالستان پرورش داد تا ضمن کنترل علف‌های هرز، با آفات درختان نیز مبارزه شود. سپس، این درختان را به منطقه‌ی مورد نظر انتقال داد.

۵-۵-۸-۲) چگونگی کاهش سرعت باد توسط بادشکن

شکل ۵-۵، نشان می‌دهد که سرعت باد، قبل از برخورد به بادشکن و در فاصله‌ای از آن، شروع به کاهش می‌کند و پس از عبور از بادشکن، به‌تدریج سرعت باد مجدداً زیاد می‌شود تا اینکه در فاصله‌ای دور از آن، به سرعت اولیه‌ی خود می‌رسد.

حفاظت آب و خاک تکمیلی/۱۷۰

در مورد یک بادشکن درختی با تراکم متوسط وقتی که باد به طور عمودی به آن برخورد می کند، سرعت باد بین ۶۰ تا ۸۰ درصد در پشت بادشکن کاهش می یابد. میزان این کاهش در فاصله ۲۰ برابری ارتفاع بادشکن، حدود ۲۰ درصد است. این در حالی است که در فاصله ۳۰ برابری ارتفاع بادشکن، هیچگونه کاهشی وجود ندارد.



شکل (۵-۵): اثر بادشکن در تغییر سرعت باد

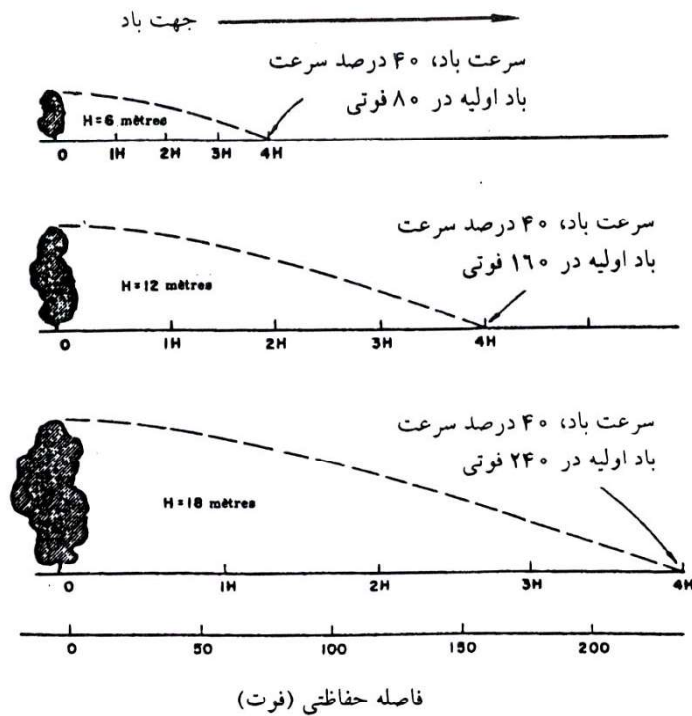
۵-۵-۸-۳ مشخصات شبکه‌ی بادشکن

مؤثر بودن بادشکن‌ها در کاهش سرعت باد به عوامل متعددی چون ارتفاع، طول، عرض، تراکم و فاصله‌ی بادشکن‌ها بستگی دارد.

۵-۵-۸-۳-۱ ارتفاع بادشکن

طول منطقه‌ی حفاظت‌شده، متناسب با ارتفاع بادشکن می‌باشد. به عبارت دیگر، هرچه ارتفاع بادشکن بیشتر باشد، طول منطقه‌ی حفاظتی بیشتر خواهد بود. از طرفی، هر قدر سن درخت افزایش یابد؛ به طور معمول، ارتفاع آن نیز افزایش می‌یابد.

اغلب، طول منطقه‌ی حفاظت‌شده را بر حسب مضربی از ارتفاع بادشکن (H) بیان می‌کنند. به طور کلی، بادشکن‌ها سرعت باد را در جلوی بادشکن تا بیش از ۲۰ برابر ارتفاعشان کاهش می‌دهند. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که میزان کاهش سرعت باد در بادشکن‌های با ارتفاع متفاوت، اما با خصوصیات یکسان، در فاصله‌ی چهار برابری ارتفاع بادشکن ($4H$)، یکسان خواهد بود. به دیگر سخن، کمترین سرعت باد، در فاصله‌ی چهار برابری ارتفاع بادشکن ملاحظه شده است (شکل ۵-۶).



شکل (۵-۶): رابطه‌ی میان ارتفاع بادشکن با فاصله‌ی حفاظتی باد در پشت بادشکن

۵-۸-۳-۲ طول بادشکن

برای پوشش کامل منطقه، طول بادشکن بایستی بیشتر از عرض منطقه‌ی مورد حفاظت باشد. از این رو، در حدود شش برابر ارتفاع بادشکن، به طول آن اضافه می‌کنند؛ لیکن این کار به دلیل مسأله‌ی مالکیت اراضی مجاور، همواره عملی نمی‌باشد. به همین منظور، در هر طرف بادشکن، بادشکنی عمود بر آن و به طول حدود دو تا سه برابر ارتفاع بادشکن ایجاد می‌کنند.

۵-۵-۸-۳ عرض (ضخامت) بادشکن

براساس نتایج پژوهش‌های انجام‌شده، مشخص شده است که عرض یا ضخامت بادشکن، تأثیری در کاهش سرعت باد ندارد؛ بلکه تراکم بادشکن است که در تقلیل سرعت باد دخالت دارد. با این وجود، در مورد عرض بادشکن‌ها بایستی نکته‌های زیر را در نظر گرفت:

الف) از آنجا که یک ردیف درخت به‌عنوان بادشکن، ممکن است در اثر باد، آسیب ببیند؛ ترجیح داده می‌شود که از چند ردیف درخت، برای احداث بادشکن استفاده گردد. در این حالت، درختان ردیف اول، درختان موجود در ردیف‌های بعدی را حمایت خواهند کرد و در نتیجه، دوام بادشکن بیشتر خواهد شد.

ب) اگر فقط از یک ردیف درخت، به‌عنوان بادشکن استفاده شود؛ در این صورت، چون ارتفاع درختان، تقریباً به یک اندازه است، بنابراین تنها تاج درختان در مقابل باد، مانعی ایجاد خواهد کرد و در قسمت ساقه‌ی درختان، فضای خالی وجود خواهد داشت. ولی در صورت استفاده از چند ردیف درخت، می‌توان با متفاوت گرفتن ارتفاع درختان، پوشش کاملی را در مقابل باد ایجاد نمود. به همین منظور، درختان در زمان‌های متفاوتی کاشته می‌شوند؛ به این ترتیب که ابتدا درختان ردیف اول را می‌کارند و سپس، به‌تدریج، کاشت درختان ردیف‌های بعدی انجام می‌گیرد.

۵-۵-۸-۴ تراکم بادشکن

تراکم بادشکن، بیانگر میزان یا درصد پوشش گیاهی (موانع) در مقابل باد می‌باشد. به‌طور کلی، بادشکن‌ها را می‌توان از نظر میزان تراکم به دو دسته‌ی زیر طبقه‌بندی نمود:

الف) نفوذناپذیر (متراکم)

ب) نفوذپذیر (غیر متراکم)

در بادشکن‌های متراکم، سرعت باد، قبل از بادشکن، به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد و بعد از آن نیز تا مسافت کوتاهی، خیلی سریع کم می‌شود؛ اما پس از آن فاصله، به سرعت اولیه‌ی خود می‌رسد.

در بادشکن غیر متراکم، سرعت باد قبل از بادشکن، نسبت به بادشکن‌های متراکم، کمتر کاهش می‌یابد و پس از بادشکن نیز سرعت باد به‌تدریج کاهش می‌یابد؛ اما اثر آن تا فاصله‌ی زیادتری وجود خواهد داشت.

به طور کلی، اثر بادشکن متراکم در کاهش سرعت باد، زیاد است؛ ولی این تأثیر، تا فاصله‌ی کوتاهی دوام خواهد داشت. به عبارت دیگر، بادشکن‌های متراکم باعث کاهش بیشتر سرعت باد در نزدیکی بادشکن می‌شوند. در صورتی که اثر بادشکن غیر متراکم در کاهش سرعت باد، کم است؛ ولی این تأثیر تا فاصله‌ی بیشتری پا برجا خواهد بود. بنابراین، در مواردی که به کاهش حداکثر سرعت باد نیاز باشد، از بادشکن‌های متراکم استفاده خواهد شد و در غیر این صورت، از بادشکن‌های غیر متراکم استفاده می‌گردد تا احتمال وقوع گردباد که خطر آن به مراتب زیادتر از باد اولیه است، کاهش یابد.

بایستی توجه داشت که تراکم بادشکن‌ها به شرایط اکولوژیکی محیط بستگی دارد. در شرایطی که امکان هر نوع تراکم وجود داشته باشد؛ آنگاه، نوع تراکم بر مبنای هدف تعیین خواهد شد.

در هر حال، تصمیم‌گیری در مورد انتخاب بادشکن متراکم و یا غیر متراکم، به نسبت "سرعت آستانه‌ی فرسایش به حداکثر سرعت باد" در منطقه‌ی مورد نظر، بستگی دارد. اگر این نسبت، کوچک‌تر یا مساوی $0/6$ باشد؛ آنگاه باید از بادشکن متراکم استفاده نمود که در این صورت، فاصله‌ی بادشکن‌ها نباید از ۱۱ برابر ارتفاع آن‌ها بیشتر باشد. اگر این نسبت، بین $0/6$ تا $0/8$ باشد؛ از بادشکن غیر متراکم استفاده می‌گردد که در این صورت، فاصله‌ی بادشکن‌ها نباید از ۲۱ برابر ارتفاع آن‌ها بیشتر باشد.

نکته‌ی قابل توجه در این راستا، چگونگی محاسبه‌ی حداکثر سرعت باد و سرعت آستانه‌ی فرسایش بادی است. حداکثر سرعت باد را می‌توان از ایستگاه‌های هواشناسی به دست آورد؛ اما برای محاسبه‌ی سرعت آستانه‌ی فرسایش بادی می‌توان یکی از راهکارهای زیر را مد نظر قرار داد:

الف) استفاده از فرمول:

برای اندازه‌گیری سرعت آستانه‌ی فرسایش بادی فرمول‌های تجربی متعددی ارائه شده‌اند. یکی از این فرمول‌ها، معادله‌ی ولیکنوف^۱ می‌باشد که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$U_k = 46/5 \sqrt{14d + 0/06}$$

که در آن:

¹ Veliknov

حفاظت آب و خاک تکمیلی/۱۷۴

U_k = سرعت آستانه‌ی فرسایش (بر حسب متر در ثانیه)

D = قطر متوسط ذرات خاک (بر حسب متر)

ب) استفاده از تونل باد:

در این روش، از یک چهارچوب آهنی به ابعاد نیم‌متر در نیم‌متر استفاده می‌شود که به وسیله یک‌سری پیچ به کیسه‌هایی از جنس پلی‌اتیلن وصل شده است و در روی پایه‌ای ثابت گردیده است. این دستگاه را در راستای عمود بر جهت وزش باد قرار می‌دهند و در نتیجه، باد مواد انتقالی خود را درون آن قرار می‌دهد. زمانی را که دستگاه در جلوی باد قرار می‌گیرد، به وسیله زمان‌سنج (کرونومتر) ثبت می‌کنند. از طرفی، کیسه‌ها که قبل از انجام آزمایش وزن شده‌اند، بعد از آن نیز دوباره وزن می‌شوند. از اختلاف وزن کیسه‌ها در قبل و بعد از انجام آزمایش، وزن مواد جمع‌شده در داخل هر کیسه تعیین می‌گردد.

آزمایش بالا را برای سرعت‌های مختلف باد تکرار می‌کنند و نتایج حاصل را بر روی محورهای X و Y موجود در یک دستگاه مختصات منتقل می‌نمایند. سپس، با استفاده از روابط رگرسیونی و تعیین معادله‌ی خط یا منحنی برازش داده‌شده بر داده‌ها، سرعت آستانه‌ی فرسایش را محاسبه می‌کنند.

به‌طور کلی، سرعت آستانه‌ی فرسایش، بسته به جنس خاک تغییر می‌کند. بنابراین، با تعیین سرعت آستانه‌ی فرسایش برای خاک‌های با جنس‌های مختلف (ریزی و درشتی ذرات آن‌ها) می‌توان در هر منطقه با دانستن بافت خاک، سرعت آستانه‌ی فرسایش را تخمین زد.

۵-۵-۸-۳-۵) فاصله‌ی بادشکن‌ها

همانگونه که گفته شد، هر بادشکن تا یک مسافت خاص، سرعت باد را کاهش می‌دهد؛ بنابراین برای حفاظت یک منطقه‌ی بزرگ بایستی از تعدادی بادشکن (شبکه‌ی بادشکن) استفاده نمود.

برای محاسبه‌ی فاصله‌ی بادشکن‌ها نیاز به حداکثر سرعت باد و سرعت آستانه‌ی فرسایش در منطقه‌ی مورد مطالعه است. اگر در منطقه‌ای، سرعت باد، کمتر از حد آستانه‌ی فرسایش باشد؛ نیازی به ایجاد شبکه‌ی بادشکن در آن ناحیه نمی‌باشد. نکته‌ی دیگر در تعیین فاصله‌ی

بادشکن‌ها، آن است که این فاصله را باید بر اساس ارتفاعی که درختان، پس از یک مدت معین (به‌عنوان مثال، پنج سال آینده) خواهند داشت، محاسبه نمود.

در مورد تعیین فاصله‌ی بین بادشکن‌ها بررسی‌های زیادی انجام گرفته‌اند. وودراف و زینگ^۱ (۱۹۲۵) براساس آزمایش‌های تونل باد، به این نتیجه رسیدند که طولی را که یک بادشکن حمایت می‌کند از رابطه‌ی زیر حاصل می‌شود:

$$d = 17h \left(\frac{V_m}{V} \right) \cos \theta$$

که در آن:

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

h = ارتفاع بادشکن (بر حسب متر)

V_m = سرعت آستانه‌ی فرسایش در ارتفاع ۱۵ متری (بر حسب کیلومتر در ساعت)

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

θ = زاویه‌ی انحراف جهت باد از خط قائم بر بادشکن (بر حسب درجه)

مثال:

اگر ارتفاع یک بادشکن، ۱۰ متر؛ سرعت آستانه‌ی فرسایش در ارتفاع ۱۵ متری، ۳۰ کیلومتر بر ساعت و سرعت باد موجود در ارتفاع ۱۵ متری، ۴۰ کیلومتر بر ساعت باشد؛ فاصله‌ی بین بادشکن‌ها را محاسبه نمایید (فرض کنید که زاویه‌ی انحراف جهت باد از خط قائم بر بادشکن، ۲۰ درجه باشد).

حل:

$$d = 17 \times 10 \times (30 \div 40) \times \cos 20^\circ = 119/8 \text{ (متر)}$$

۵-۵-۹) استفاده از مالچ

در فصل چهارم، به تعریف مالچ و برخی از اثرات آن در حفاظت خاک‌ها اشاره گردید. علاوه بر این، مالچ در کاهش فرسایش خاک، جذب حرارت آفتاب و نگهداری آن در خاک و در نتیجه، کاهش تبادل حرارتی زمین و محیط، نگهداری رطوبت و کاهش تبخیر مؤثر است. بررسی‌ها

1- Woodruff and Zingg

حفاظت آب و خاک تکمیلی/۱۷۶

نشان داده‌اند حاکی که روی آن، مالچی به ضخامت حدود ۲۰۰ میکرون پاشیده شده باشد، حدود چهار برابر بیشتر از زمین شاهد، در مقابل عوامل فرسایش‌زا پایدار است. از طرفی، باید در نظر داشت که مالچ، نباید درجه‌ی حرارت خاک را بیش از حد بالا ببرد؛ زیرا در این صورت، سبب فاسد شدن بذر می‌گردد. نتایج برخی دیگر از پژوهش‌ها حاکی از آن است که مالچ‌ها با وجود داشتن خلل و فرج فشرده، قادر می‌باشند که آب را از خود عبور دهند و از تبخیر شدید جلوگیری کنند. بنابراین، در نگهداری رطوبت خاک مؤثر هستند.

به‌طور کلی، مالچ‌ها را می‌توان در دو گروه زیر طبقه‌بندی نمود:

(الف) مالچ غیرنفتی (آلی و مصنوعی)

(ب) مالچ نفتی

منظور از مالچ‌های غیرنفتی، تمامی مواد یا پوشش‌هایی می‌باشند که به‌منظور جلوگیری از تبخیر آب و رشد علف‌های هرز به کار گرفته می‌شوند تا موجبات حاصلخیزی خاک و در نهایت، کاهش فرسایش بادی را فراهم سازند. از جمله‌ی مالچ‌های غیرنفتی می‌توان به کاه و کلش، خاک اره، کودهای حیوانی و آلی، پشم و شیشه، پلاستیک و صفحات فلزی اشاره نمود. مالچ‌های نفتی، مواد یا فرآورده‌های سنگین نفتی حاصل از پالایشگاه‌ها می‌باشند که اغلب به‌منظور جلوگیری از فرسایش خاک، تثبیت شن‌های روان و افزایش محصولات کشاورزی مصرف می‌شوند.

۵-۵-۹-۱ ویژگی‌های مالچ

برخی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی را که یک مالچ باید دارا باشد، می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود:

(۱) مالچ باید در روی خاک، قشر یکنواخت بهم چسبیده‌ای را به‌وجود آورد که مقاوم به باد و باران باشد. در واقع، باید دارای خاصیت الاستیسیته باشد تا باد نتواند آن را به‌صورت پوسته پوسته در آورد.

(۲) مالچ نباید مواد غذایی خاک را کاهش دهد.

(۳) مالچ، ضمن بی‌ضرر بودن برای گیاهان، باید برای سلامتی انسان، دام و سایر موجودات زنده نیز مضر نباشد.

۴) مالچ باید به گونه‌ای باشد که حداقل برای ۱۸ ماه دوام بیاورد. هرچه عمر مؤثر مالچ در زمین بیشتر باشد، ارزش آن بالاتر خواهد بود.

۵) مالچ باید بتواند آب و هوا را از خود عبور دهد و آن‌ها را در دسترس گیاهان قرار دهد.

۶) مالچ نباید بوی زننده‌ی باقی‌مانده‌های نفتی را به همراه داشته باشد.

باید در نظر داشت که مالچ همان‌طوری که در رشد گیاهان مؤثر است، در رشد علف‌های هرز نیز تأثیر دارد. بنابراین، لازم است که علف‌کش‌ها را نیز همراه با مالچ به کار برد. همچنین، قبل از استفاده از مالچ، باید بعضی از خصوصیات آن را بررسی کرد. مهم‌ترین این خصوصیات، عبارتند از:

۱) بررسی تأثیر ترکیبات زیان‌آور مالچ بر گیاهان و افراد استفاده‌کننده از آن

۲) بررسی تأثیر مالچ بر دما و رطوبت خاک

۳) بررسی مقاومت و پایداری مالچ در مقابل عوامل طبیعی، مصنوعی و حمله‌ی حشرات (زیرا این امکان وجود دارد که حشرات، مالچ را به مصرف تغذیه‌ی خود برسانند).

۵-۹-۲) نقش مالچ در جلوگیری از پیشروی شن‌های روان

همانگونه که اشاره شد، یکی از کاربردهای فرآورده‌های نفتی، در جلوگیری از پیشروی شن‌های روانی است که زمین‌های زراعی، شهرها، روستاها، جاده‌ها، قنات و سایر عوارض را تهدید می‌کنند. در جهان، بعد از جنگ جهانی دوم، مالچ‌های نفتی به‌منظور تثبیت شن‌های روان مورد آزمایش قرار گرفتند که نتایج آن‌ها مثبت بود. در ایران نیز از سال ۱۳۴۶ استفاده از این مواد آغاز شد که در آن هنگام، بخشی از اراضی تهران، قزوین و اهواز، مورد مالچ‌پاشی قرار گرفتند. این مواد، به‌دلیل بهم چسباندن ذرات شن، کم کردن تبخیر و نگهداری رطوبت، رشد گیاهان را تسریع می‌کنند.

منظور از تثبیت شن‌های روان، این است که جلوی حرکت آن‌ها را به‌طور موقتی گرفت تا بتوان طی این مدت، در آن‌ها پوشش گیاهی به‌وجود آورد و در نهایت، شن‌ها به‌وسیله‌ی ریشه‌ی گیاهان، به‌صورت پایدار بر جا بمانند.

برای تثبیت شن‌های روان، از روش‌های مختلفی مانند مالچ‌پاشی، استقرار پوشش گیاهی و ایجاد بادشکن استفاده می‌شود. اغلب برای به‌دست آوردن نتیجه‌ی مطلوب، این روش‌ها با هم به‌کار برده می‌شوند. به‌طور معمول، در طرف شیب‌های تند تپه‌ها که به‌صورت مستقیم در

معرض خطر باد قرار دارند، گیاهان مقاوم بوته‌ای (مانند گون) کاشته می‌شوند و در طرف شیب‌های ملایم آن‌ها، مرتع‌کاری و یا جنگل‌کاری می‌کنند. در صورت امکان، بهتر است از گیاهانی استفاده نمود که علاوه بر مقاوم بودن آن‌ها، از چوبشان نیز بتوان بعدها استفاده کرد. از گیاهان کشت‌شده، به‌خصوص در سال اول، بایستی به‌خوبی محافظت نمود. همچنین، بهتر است که محل عملیات را قُرق کرد؛ زیرا در غیر این‌صورت، در اثر چرای بی‌رویه، نتیجه‌ی اقدام‌های انجام‌گرفته که به‌طور معمول، مخارج زیادی را نیز در بر دارند، از بین خواهد رفت.

از جمله کارهایی که در تثبیت شن‌های روان باید انجام داد، می‌توان موارد زیر را برشمرد:
(۱) تعیین جهت، سرعت و دوره‌ی باد (که از نظر کشت گیاهان و ایجاد بادگیرها اهمیت دارد).

(۲) محاسبه‌ی مقدار بارندگی و تعیین توزیع آن

(۳) بررسی ویژگی‌های شن‌ها از نظر تخلخل، ریزی و درشتی، قدرت جذب و نگهداری آب، مواد آلی، املاح و غیره

(۴) بررسی تأثیر مالچ‌های مختلف در تثبیت شن‌ها برای شرایط مختلف (برای انجام این کار، به آزمایش تونل باد احتیاج است)

(۵) تعیین گونه‌های درختی سازگار با شرایط منطقه

(۶) کوددهی به زمین‌هایی که از مواد غذایی لازم برای رشد گیاهان (به‌ویژه، مراحل اولیه‌ی رشد) برخوردار نمی‌باشند.

(۷) نهال‌کاری و بذرکاری در نزدیکی شروع فصل بارندگی (البته قبل از مالچ‌پاشی).

مهم‌ترین عامل موفقیت در استقرار پوشش گیاهی برای تثبیت شن‌های روان، انتخاب نوع گیاهان مناسب با شرایط محیطی منطقه می‌باشد. برای نمونه، استفاده از چنار و نارون برای مناطقی توصیه می‌شوند که از آب کافی برخوردار باشند. در مناطق خشک، می‌توان از گیاهانی نظیر تاغ^۱، گز^۲، اسکنبیل^۳، اکالیپتوس^۴ و آتریپلکس^۵ استفاده نمود. در میان این گیاهان، تاغ از اهمیت بالاتری برخوردار است؛ چراکه هم به‌عنوان بادشکن زنده مورد استفاده قرار می‌گیرد و

1- Haloxylon
2- Tamarix
3- Calliognum
4- Eucalyptus
5- Atriplex

هم به عنوان یک پوشش گیاهی بلند، پس از چند سال می تواند مفید باشد و از چوب آن استفاده نمود. تکثیر این گیاه به وسیله ی بذر انجام می شود که به روش های کشت مستقیم، کشت در کیسه های پلی اتیلنی و بذرکاری در کیسه های پلاستیکی انجام می شود. گیاه گز نیز از جمله گیاهانی است که از طریق قلمه ازدیاد پیدا می کند و این کار به دو شیوه ی کشت قلمه در زمین اصلی و یا کشت قلمه در خزانه انجام می شود.

به طور کلی، در انتخاب گیاهان بالا بایستی به نکات زیر توجه داشت:

الف) گیاهانی را برگزید که ضمن سازگار بودن با شرایط محیط، بتوان از چوب آن ها نیز استفاده کرد.

ب) گیاهانی را انتخاب نمود که از لحاظ نیاز آبی، کم توقع باشند و بتوانند شرایط نامساعد محیطی (مانند کم آبی، شوری و وجود املاح زیاد) را تحمل نمایند.

پ) در مناطق خشک بایستی گیاهانی را انتخاب نمود که ضمن مقاوم بودن به خشکی، دارای ریشه های عمیق باشند (مانند تاغ) که بتوانند تا عمق های پایین ادامه یابند.