Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد نهم، شماره سوم، ۱۳۹۸
۱۱۳-۱۳۱
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2020.15601.1836

ارزیابی کارآیی عملیات مکانیکی و زیستی بر فرسایش بادی در ایستگاه راه‌آهن تل حمید طبس

مهسا معمارزاده[۱]، *حجت امامی[۲] و علیرضا کریمی[۲]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۱

چکیده

سابقه و هدف: فرسایش بادی از عمده معضلات در بسیاری از نقاط جهان به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و هم‌چنین از عوامل مهم تخریب و از بین رفتن خاک‌ها به‌شمار می‌رود. عملیات حفاظتی برای جلوگیری از فرسایش در بیش‌تر مناطق به‌عنوان راهکار مناسب تلقی می‌شود. دو راه‌کار کلی برای مقابله با فرسایش بادی وجود دارد. استراتژی اول افزایش مقاومت بستر دارای فرسایش در مقابل عوامل فرساینده (مثل باد) و استراتژی دوم کاهش قدرت عوامل فرساینده است. کشت نهال راه‌کار مؤثرتری برای کاهش سرعت باد، مقابله با فرسایش بادی و تثبیت شن‌های روان است. در واقع فرسایش بادی در مناطقی با پوشش گیاهی ضعیف رخ می‌دهد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر عملیات مدیریتی مکانیکی و زیستی بر مقدار رسوبات بادی در منطقه تل حمید طبس (استان خراسان رضوی، ایران) بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور تعیین نقش هر یک از عملیات مدیریتی بر میزان فرسایش بادی و کنترل آن، تله‌های رسوب‌گیر در فواصل مختلف بین عامل‌های حفاظتی در سه طبقه ارتفاعی نیم، یک و یک‌ونیم متری سطح زمین نصب شد. تیمارهای حفاظتی شامل T_1 (٤ ردیف تاغ و سه ردیف گیاه بومی سبط)، T_2 (حفر خندق و خاکریز)، T_3 (یک ردیف گیاه بوته‌ای ترات، سه ردیف تاغ و گیاه بومی سبط) و T_4 (خاکریز و تراورس کوبی) بودند. سپس متناظر با هر رسوب‌گیر، یک رسوب‌گیر شاهد در مکانی که فاقد اقدامات حفاظتی بود نصب شد. عملیات حفاظتی به‌مدت سه سال در منطقه اجرا شده بود. پس از این مدت، تله‌های رسوب‌گیر در آذر ۱۳۹٤ نصب شدند و با استناد به اطلاعات به روز هواشناسی، مقدار رسوبات پس از هر طوفان (معمولاً دو نوبت در هر ماه)، از دی‌ماه ۱۳۹٤ تا خرداد ۱۳۹۵ (فصول زمستان و بهار) جمع‌آوری و وزن شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که عامل‌های حفاظتی انجام شده در منطقه در کاهش میزان رسوب مؤثر بودند و تأثیر تیمارهای T_1 و T_2 در کاهش مقدار فرسایش بادی به‌طور قابل‌توجهی بیش‌تر از سایر تیمارها بود. بیش‌ترین کاهش در ارتفاع ۰/۵ متری دیده شد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت عملیات مکانیکی و زیستی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی سبب جلوگیری از حرکت غلطشی ذرات شن شود. مقدار رسوبات بادی در فصل بهار (به‌خاطر رطوبت کم‌تر و وزش باد شدید) بیش‌تر از فصل زمستان بود. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار رسوبات بادی در ماه‌های اردیبهشت و خرداد و برعکس

* مسئول مکاتبه: hemami@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

کم‌ترین مقدار در دی‌ماه مشاهده شد. علاوه بر این در بین عملیات حفاظتی در هر دو فصل بهار و زمستان، کم‌ترین رسوبات مربوط به تیمار عملیات مکانیکی (خاکریز و ایجاد کانال) و بیش‌ترین مقدار نیز متعلق به تیمار عملیات زیستی (چهار ردیف تاغ و گیاه بومی سبط) بود. زیرا تیمارهای T_3 و T_4 به‌عنوان اولین مانع در مقابل باد قرار داشتند و در پشت آن‌ها تیمار T_2 قرار داشت که به‌میزان قابل‌توجهی سرعت باد را کاهش می‌داد و در نتیجه در هنگام برخورد با تیمار T_2 سرعت و انرژی کمی داشت. در نتیجه این امر، مقدار رسوبات در تیمار T_2 کم‌ترین مقدار بود.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی عملیات مکانیکی و زیستی مقدار رسوبات بادی را نسبت به شاهد به‌میزان قابل‌توجهی کاهش دادند. بر خلاف دیدگاه عمومی که عملیات مدیریت زیستی می‌توانند فرسایش بادی را کاهش دهند کارآیی عملیات زیستی در کاهش سرعت و انرژی باد به‌ویژه در تیمارهای T_1 و T_3 بیش‌تر از عملیات مکانیکی (تیمار T_2) نبود. به‌نظر می‌رسد احتمالاً به‌علت شرایط نامناسب به‌ویژه دوره‌های خشکی و کمبود آب، نهال‌های تاغ در مدت سه سال به اندازه کافی رشد نکرده‌اند، بنابراین تأثیری مشابه با عملیات مکانیکی نداشتند و اگر برای مدت طولانی‌تری به رشد خود ادامه دهند ممکن است سبب کاهش قابل‌توجه فرسایش بادی شوند. بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد هم‌زمان عملیات مکانیکی و زیستی برای کنترل فرسایش بادی در مناطق خشک مثل طبس پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تله رسوب‌گیر، عملیات مدیریتی، فرسایش بادی، نهال‌کاری

مقدمه

فرسایش بادی یکی از عوامل مهم تغییرشکل سطح زمین در مناطق مختلف جهان به‌ویژه نواحی گرم و خشک است. تقریباً یک‌سوم مناطق جهان تحت‌تأثیر فرسایش بادی قرار دارد (٦). وزش باد همراه با ماسه باعث بروز خسارات متعدد مانند تخریب شدید محصولات، سطح ساختمان‌ها و تأسیسات شده و فرسایش کلوخه‌ها و موادرسی، ریزگردها را ایجاد می‌نماید (۱۵). نمونه‌ای دیگر از این موارد می‌توان به مدفون شدن بخش‌های قابل‌توجهی از خط راه‌آهن کتیفای- تبت که درسال ۲۰۰٦ به بهره‌برداری رسیده است، اشاره نمود (۲۹). یانگ و همکاران (۲۰۰۵) علت بیابان‌زایی را در چین، شرایط بد اقلیم (خشک‌سالی، فرسایش بادی) و فعالیت‌های انسانی (شامل قطع بی‌رویه درختان، چرای بیش از حد و ...) برشمردند (۲٦). در ایران مناطقی از کشور که جزو اقلیم‌های بیابانی و نیمه‌بیابانی بوده و میزان بارندگی سالیانه آن‌ها کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد از مناطق مستعد برای وقوع فرسایش بادی هستند (۸). با توجه به این‌که اراضی وسیعی در این گونه مناطق وجود دارند که به‌دلیل کمی مقدار بارش از پوشش گیاهی مناسبی برخوردار نیستند و در طی سالیان دراز خاکدانه‌های خاک از هم پاشیده‌اند، می‌توان انتظار داشت که حتی بادهایی با سرعت کم نیز قابلیت ایجاد فرسایش بادی را داشته باشند. این شرایط خاص عموماً در شرق و جنوب شرق کشور مهیا می‌باشد.

برای مقابله با فرسایش بادی دو روش عمده وجود دارد، راه اول این است که بستر حساس به فرسایش در مقابل عوامل فرساینده یعنی باد، مقاوم گردد. روش دوم این است که به‌نحوی از قدرت عامل فرساینده کاسته شود (۷). روش‌های مختلف کنترل فرسایش بادی مانند روش‌های زیستی (استفاده از گیاهان بومی منطقه به‌عنوان بادشکن)، روش‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مکانیکی (حفر خندق، ساخت بادشکن و غیرزنده) و تقویت پوشش سطحی با کاربرد تثبیت‌کننده‌های خاک مانند مالچ‌های نفتی و مواد پلیمری و ... می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۱۸). از مهم‌ترین روش‌های مقابله با فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های روان در مناطق خشک، نهال‌کاری است. لی (۲۰۰۳) به بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و طوفان‌های گرد و غبار بهاره در شمال چین پرداختند. نتایج آنان نشان داد که پوشش گیاهی فقیر در شمال چین یکی از اصلی‌ترین دلایل بروز این گونه طوفان‌ها است و عنوان کردند پوشش گیاهی به‌طور مؤثری حرکت ماسه‌های روان را کاهش داده، بنابراین تحرک ماسه‌ها در سطح زمین کم شده و ماسه‌زار تثبیت می‌شود (۱٤). یانلی و لیو (۲۰۰۱) گزارش کردند که مالچ سنگریزه‌ای دارای دو عمل مهم در کنترل فرسایش بادی می‌باشد. زیرا علاوه بر جلوگیری از فرسودگی خاک سطحی توسط نیروی برشی باد می‌تواند ذرات باد آورده را نیز به دام اندازد (۲۷).

عملیات زیستی و مجموعه اقدامات احیایی به‌صورت نهال‌کاری و بوته‌کاری در عرصه‌های بحرانی، با وجود پر هزینه بودن، از کارآمدترین و پایدارترین ابزارها و روش‌های اجرایی تثبیت شن و بیابان‌زدایی می‌باشند. چن و همکاران (۲۰۱۰) کشت چندمحصولی "گندم و سیب‌زمینی" را راه‌حلی در جهت کاهش میزان فرسایش بادی و کاهش کیفیت خاک عنوان کردند (۵). وی و همکاران (۲۰۱۰) میزان فرسایش آبی را طی سال‌های با بارش زیاد، متوسط و کم، در زمین‌های لسی با کاربری‌های اراضی متفاوت مورد بررسی قرار دادند و نتیجه نشان داد که بیش‌ترین میزان فرسایش، مربوط به سال‌های خشک است و کاربری اراضی نقش مهمی در میزان فرسایش آبی ایفا می‌کند (۲۵). لابیاد و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که مقدار فرسایش بادی در روی زمین‌های کشاورزی شخم‌زده شده با دیسک در جنوب تونس، نسبت به زمین‌هایی که با خیش و گاوآهن شخم زده شده بود، بیش‌تر بود (۱۳).

به‌طورکلی بادشکن‌های غیرزنده علی‌رغم نقش موثری که در تثبیت ماسه‌های روان در کوتاه‌مدت دارند، متأسفانه 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 (۱۷). با توجه به ماسه‌گیر بودن قسمتی از خطوط ریلی راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران و مشکلاتی که از این امر به وجود می‌آید، لزوم استفاده از طرح‌های توسعه زیستی گریزناپذیر است. بنابراین این مطالعه به‌منظور ارزیابی کارایی عملیات زیستی و مکانیکی بر کاهش میزان رسوبات فرسایش بادی در ایستگاه تل حمید (شهرستان طبس، خراسان رضوی) انجام شد.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه: دق تل حمید در موقعیت جغرافیایی ″۳′۳۳ عرض شمالی و ″٤۷′۵۵ طول شرقی در استان خراسان جنوبی (شهرستان طبس) واقع است. ایستگاه تل حمید تقریباً در کیلومتر ۵۲۱ محور شرق واقع شده است که در تقسیم‌بندی‌های راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران جزء راه‌آهن شرق به‌شمار می‌آید. متوسط بارش سالانه منطقه ۵۲ میلی‌متر می‌باشد. منطقه به شکل پلایای کویری با آثار نمک

www.SID.ir

Archive of SID

متبلور در سطح زمین است و فاقد هر گونه پوشش گیاهی است. در محدوده تل حمید ارتفاعات کوهستانی وجود ندارد و عمدتاً از مناطق دشتی و تپه‌ماهوری تشکیل شده است. در نزدیکی منطقه هیچ‌گونه منبع آبی وجود ندارد و منطقه مذکور از نظر پوشش گیاهی وضعیت نامطلوبی دارد (شکل ۱).

روش‌های اجرایی اقدامات حفاظتی انجام شده در منطقه برای کنترل فرسایش بادی شامل کاشت نهال و بذر، احداث خاکریز و خندق به شرح زیر می‌باشد:

کاشت نهال و بذرکاری

کاشت یک ردیف گیاه بوته‌ای ترات یا رمس با نام علمی (*Hammada Salicornica*): اولین گیاه بوته‌ای به‌عنوان اولین ردیف گیاه کاری به فاصله ۱۰ متر از دیوار تراورسی در جهت عمود بر باد غالب منطقه طراحی شده است. فاصله هر پایه از پایه مجاور ۲/۵ متر و فاصله ردیف ترات از ردیف بعدی (تاغ) ۵ متر است. در مجموع ۸۰۰ پایه ترات براساس محدوده موردنظر برای طرح بیولوژیک با فواصل فوق‌الذکر در سال ۱۳۹۰ کشت شده است.

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران.

Figure 1. Location of studied area in Iran.

کشت تاغ (*Haloxylon persicum*): نهال‌های تاغ به فاصله ۵ متر بعد از ردیف ترات کشت شده است. فاصله پایه‌های تاغ از هم ۵ متر و فاصله از ردیف بعدی تاغ ۵ متر می‌باشد (یک شبکه ۵×۵ متر). طرح کاشت تاغ به‌صورت چهارضلعی (لوزی) در نظر گرفته شده است تا اثر بازدارندگی آن در کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت باد و ترسیب ماسه‌های روان افزایش یابد. در محدوده طرح بیولوژیک، ۳ قطعه برای تاغکاری لحاظ شده است که این عملیات زیستی تقریباً ٤٠ هکتار می‌باشد. در قطعه اول با توجه به این‌که ردیف اول به کشت ترات اختصاص داده شده ۳ ردیف تاغ با فواصل ۵ متر از همدیگر کشت شده است. به فاصله ۱۰متر بعد از آخرین ردیف تاغکاری در قطعه اول یک تل رسوب‌گیر به طول ٤ کیلومتر احداث شده و در فاصله ۱۰ متر بعد از تل رسوب‌گیر ٤ ردیف تاغ به‌صورت شبکه ۵×۵ متر به‌شرح بالا استقرار یافته است. با در نظر گرفتن شبکه ۵×۵ دارای ۱۱ ردیف تاغکاری است که در هر ردیف ٤۰۰ نهال کشت شده است. اولین ردیف گیاه کاری به‌سمت خط دارای ٤۰ متر فاصله از خط راه آهن است.

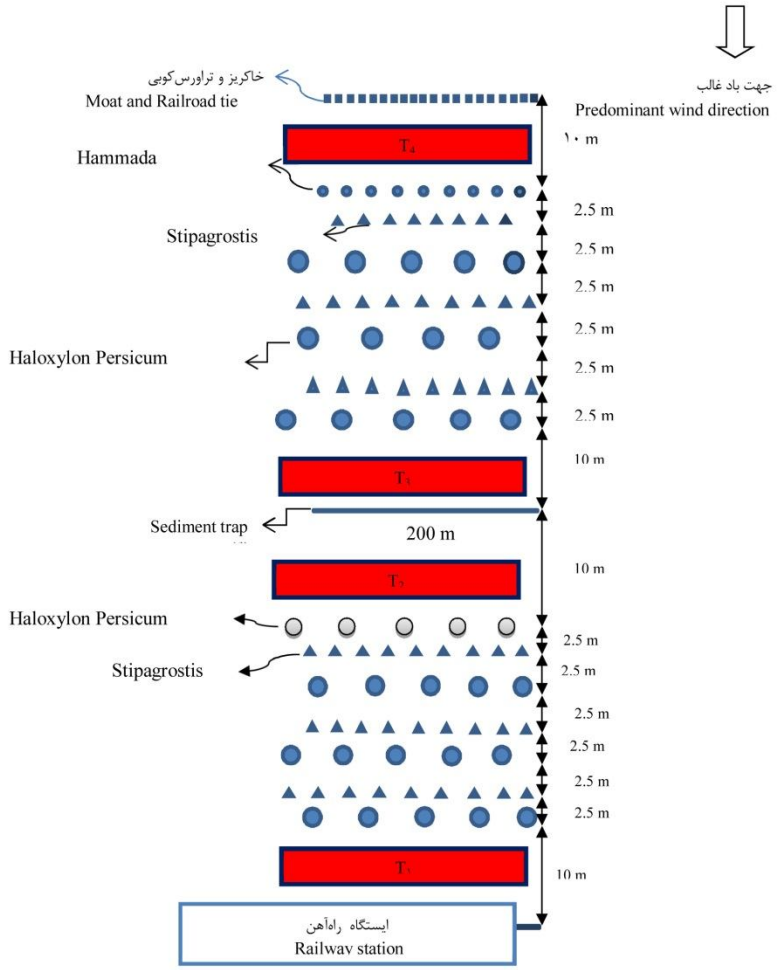
کشت گیاه بومی سبط (*Stipagrostis*): به‌منظور تقویت پوشش گیاهی سطحی و جلوگیری از حرکت ماسه‌های روان در سطح زمین یا در ارتفاع کم، کشت گیاه بومی سبط (*Stipagrostis*) در حد فاصل بین ردیف‌های گیاه ترات و تاغ به‌صورت کپه‌کاری مثلثی و با فاصه ۲/۵ متر از هم انجام شده است. کپه‌کاری در ۹ ردیف و در هر ردیف ۲٤۰۰ چاله (۸۰۰ واحد مثلثی با فاصله رئوس یک متر) انجام شده است. ارتفاع درختان تاغ بین ۳۰ تا ۸۰ سانتی‌متر می‌باشد.

احداث خاکریز و خندق: به فاصله ۱۰ متر بعد از آخرین ردیف تاغ کاری در قطعه اول، یک تل رسوب‌گیر به طول ٤ کیلومتر احداث شده است. عملیات مکانیکی به‌صورت حفر کانال‌های موازی و در جهت عمود بر باد غالب و فرساینده منطقه به عرض ۱۰۰ سانتی‌متر و با عمق ۵۰ سانتی‌متر به طول ٤ کیلومتر احداث شده است. حجم خاک برداشت شده از کانال در سمت بالادست منطقه به‌صورت یک خاکریز ریخته می‌شود به‌طوری‌که باد ابتدا با خاکریز برخورد نموده و در صورت عبور ذرات ماسه از خاکریز، در کانال احداثی رسوب و تجمع می‌یابند. در شکل ۲ آرایش تیمارها و محل نصب تله‌های رسوب‌گیر نشان داده شده است.

ساخت رسوب‌گیر: چهارچوب رسوب‌گیر از یک میله فولادی ضد زنگ به قطر ۲ سانتی‌متر به‌صورت دو پایه برای نگهداری قاب‌های فلزی برش داده شد. این رسوب‌گیر از کیسه‌های برزنتی با ارتفاع نیم متر با اتصال بر روی قاب‌های فلزی به ابعاد دهانه ۰/۵×۰/۵ متر در سه طبقه ارتفاعی به دو پایه فلزی پیچ شد. موقعیت دهانه ورودی آن‌ها به گونه‌ای بود که بتواند متوسط جریان رسوب را در سه ارتفاع ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر نسبت به سطح خاک جمع‌آوری کنند. این ارتفاعات با توجه به تجزیه و تحلیل توزیع ارتفاعی رسوبات جهشی که بیش از ۸۵ درصد رسوبات در طبقه ارتفاعی کم‌تر از ۵۰ سانتی‌متر، حدود ۱۲ درصد در محدوده ارتفاعی ۱۰۰-۵۰ سانتی‌متر و تنها کم‌تر از ۵ درصد ذرات جهشی در ارتفاع بیش از ۱۰۰ سانتی‌متر جابجا می‌شوند (٦)، در نظر گرفته شد. بین قاب‌ها برای افزایش جریان هوا فاصله ۵ سانتی‌متری ایجاد شد. این فاصله‌ها می‌توانند بیش‌تر باشد اما افزایش اندازه آن‌ها باعث کاهش قدرت رسوب‌گیر و در نتیجه دوام آن می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نقشه شماتیک عملیات حفاظتی در منطقه مورد مطالعه.

Figure 2. Schematic map of management practices in studied area.

نمونه‌برداری: با بررسی آمار هواشناسی مشخص شد روند بادهای غالب در منطقه شمالی جنوبی می‌باشد، به‌منظور تعیین نقش هر یک از عملیات حفاظتی ذکر شده بر میزان فرسایش بادی در کنترل فرسایش بادی، رسوب‌گیرهای در فواصل مختلف بین عامل‌های حفاظتی در سه طبقه ارتفاعی، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متری سطح زمین نصب شد. نحوه نصب رسوب‌گیرهای و موقعیت دهانه ورودی آن‌ها به‌گونه‌ای انجام شد که بتوانند متوسط جریان رسوب را در سه طبقه ارتفاعی ذکر شده جمع‌آوری کند. گرانیگاه دهانه ورودی رسوب‌گیرهای در موقعیت متوسط ارتفاعی ۲۵، ۷۵ و ۱۲۵ سانتی‌متری از سطح زمین قرار داده شد.

رسوب‌گیرهای نصب شده شامل T_1 (٤ ردیف تاغ و سه ردیف گیاه بومی سبط)، T_2 (حفر خندق و خاکریز)، T_3 (یک ردیف گیاه بوته‌ای ترات، سه ردیف تاغ و گیاه بومی سبط) و T_4 (خاکریز و تراورس کوبی) بودند. سپس متناظر با هر رسوب‌گیر، یک رسوب‌گیر شاهد در مکانی که فاقد اقدامات حفاظتی بود نصب شد که در مجموع تعداد رسوب‌گیرها ۱۵ عدد بود. در شکل ۳ نمونه یک رسوب‌گیر و توزیع آن‌ها در فواصل مختلف تیمار شاهد نشان داده شده است. رسوب‌گیر با استناد به اطلاعات به روز هواشناسی، بازدید و تخلیه انجام شد. پس از هر طوفان (معمولاً دو نوبت در

www.SID.ir

Archive of SID

هر ماه)، نمونه‌های رسوب در کیسه‌های نایلون جمع‌آوری، کدگذاری شدند و جهت توزین و انجام بقیه آزمایش‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. مقایسه آماری بین تیمارها بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سطح احتمال پنج درصد در نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

شکل ۳- نمونه رسوب‌گیر و توزیع آن‌ها در منطقه مورد مطالعه.

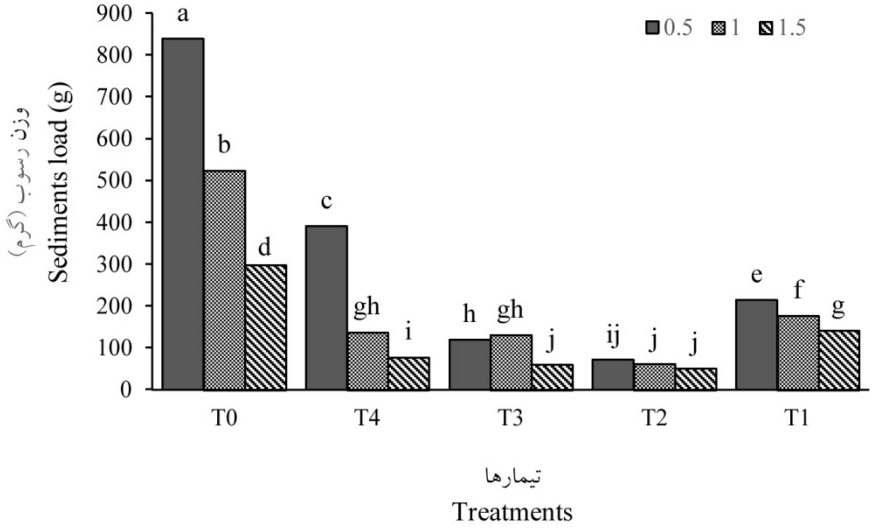
Figure 3. Schematic sediment trap and their distribution in studied area.

نتایج و بحث

مقدار رسوبات در فصل زمستان: نتایج حاصل از وزن رسوبات به دام افتاده در رسوب‌گیرها در شکل ٤ نشان داده شده است. مقدار رسوب به دام افتاده توسط رسوب‌گیرها در هر برداشت به تفکیک به‌صورت تجمعی نشان داد که در هر سه طبقه ارتفاعی، عملیات کنترل فرسایش بادی سبب کاهش قابل‌توجه و معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) مقدار رسوب شده‌اند، اما در این بین، تأثیر تیمارهای T_2 (حفر خندق و خاکریز) و T_3 (یک ردیف گیاه بوته‌ای ترات، سه ردیف تاغ و گیاه بومی سبط) بسیار بیش‌تر بود؛ به‌طوری‌که وجود این دو مانع مکانیکی و زیستی به‌ترتیب باعث کاهش ٨٦ و ٩٢ درصدی در ارتفاع ۰/۵ متری، ۷۵ و ۸۸ درصدی در ارتفاع یک متری و ۸۰ و ۸۳ درصدی مقدار رسوبات در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین نسبت به شاهد شدند. همچنین از نظر آماری مقدار رسوبات این دو تیمار در هر سه طبقه ارتفاعی به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تمامی تیمارها بود. علاوه‌بر این مقدار کاهش رسوب در تیمار T_1 (٤ ردیف تاغ و سه ردیف گیاه بومی سبط) نیز که اولین مانع در مقابل باد بود قابل‌توجه و به‌طور معنی‌داری کم‌تر از شاهد بود؛ به‌طوری‌که در ارتفاع ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متری به‌ترتیب مقدار رسوبات آن به‌میزان ٧٤، ٦٦ و ۵۲ درصد نسبت به ارتفاع متناظر در تیمار شاهد کاهش یافت. البته در ارتفاع یک متری این تیمار با وجود این‌که نسبت به شاهد میزان رسوبات بادی کاهش وجود داشت، اما نسبت به هر سه طبقه ارتفاعی دو تیمار T_2 و T_1 و هم‌چنین ارتفاع ۱ و ۱/۵ متری تیمار T_4 به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود. به‌طور مشابه تیمار T_4 (خاکریز و عدم تراورس کوبی)، نیز در سه ارتفاع ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در مقایسه با شاهد به‌ترتیب باعث کاهش ۵۳، ۸۵ و ۵۳ درصد کاهش میزان رسوبات شد (شکل ٤)، ولی نسبت به سه تیمار قبلی، به‌ویژه در ارتفاع ۰/۵ متری مقدار رسوبات بادی آن بیش‌تر بود.

www.SID.ir

Archive of SID



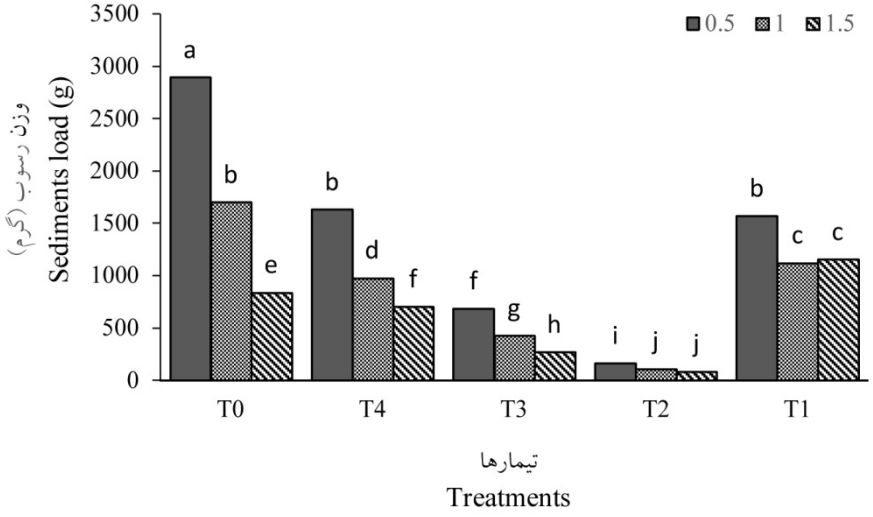
شکل ٤- تغییرات مقدار رسوب در فصل زمستان.

Figure 4. Variation of sediment load in winter season.

مقدار رسوبات در فصل بهار: نتایج تغییرات مقدار رسوب هر رسوب‌گیر نسبت به شاهد را در فصل بهار در شکل ۵ نشان داده شده است. در فصل بهار نیز مشابه با زمستان، در بیش‌تر تیمارها با افزایش ارتفاع مقدار رسوب به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$) و تمامی عملیات زیستی و مکانیکی باعث کاهش معنی‌دار مقدار رسوبات بادی شدند ($P<۰/۰۵$)، اما بیش‌ترین کاهش مقدار رسوب در تیمار T_2 (عملیات حفاظتی مکانیکی حفر خندق و خاکریز) صورت گرفت که این کاهش در سه ارتفاع ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متری از سطح زمین نسبت به شاهد به‌ترتیب ۹٤، ۹۳ و ۹۰ درصد بود و در این تیمار تفاوت رسوبات در ارتفاع ۱ و ۱/۵ متری معنی‌دار نبود. بعد از تیمار T_2، بیش‌ترین کاهش در مقدار رسوبات در تیمار T_3 (یک ردیف گیاه بوته‌ای ترات، سه ردیف تاغ و گیاه بومی سبط) مشاهده شد که مقدار رسوبات در هر ارتفاع ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متری نسبت ارتفاع متناظر در تیمار شاهد به‌ترتیب ۷٦، ۷۵ و ٦۸ درصد کاهش معنی‌دار نشان داد. هم‌چنین میزان کاهش رسوبات در تیمار عملیات حفاظتی زیستی شامل چهار ردیف گیاه تاغ و گیاه بومی سبط (T_1) در ارتفاع ۰/۵ و ۱ متر در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ٤٦ و ۳٤ درصد به‌دست آمد. در تیمار T_4 نیز کاهش معنی‌دار رسوبات در هر سه طبقه ارتفاعی نسبت به شاهد مشاهده شد ولی تأثیر آن کم‌تر از تیمراهای T_2 و T_3 بود. در تیمار T_1 نیز با این‌که نسبت به شاهد مقدار رسوبات بادی کاهش نشان داد، اما مقدار رسوبات نسبت به نسبت به سایر تیمارها در هر سه طبقه ارتفاعی بیش‌تر بود. به‌نظر می‌رسد وجود موانع قبلی (تیمارهای T_4 و T_3) و حفر خندق و خاکریز (T_2) از یک‌سو باعث کاهش سرعت باد درپشت خندق وخاکریز شده‌اند و از سوی دیگر وجود چهار ردیف تاغ و سه ردیف گیاه بومی سبط (T_1) سبب کاهش قابل‌توجه سرعت باد در جلو نهال‌های تاغ شده‌اند و در نتیجه آن، رسوب به مقدار قابل‌توجهی کاهش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تغییرات وزن رسوب در فصل بهار.

Figure 5. Variation of sediment load in spring season.

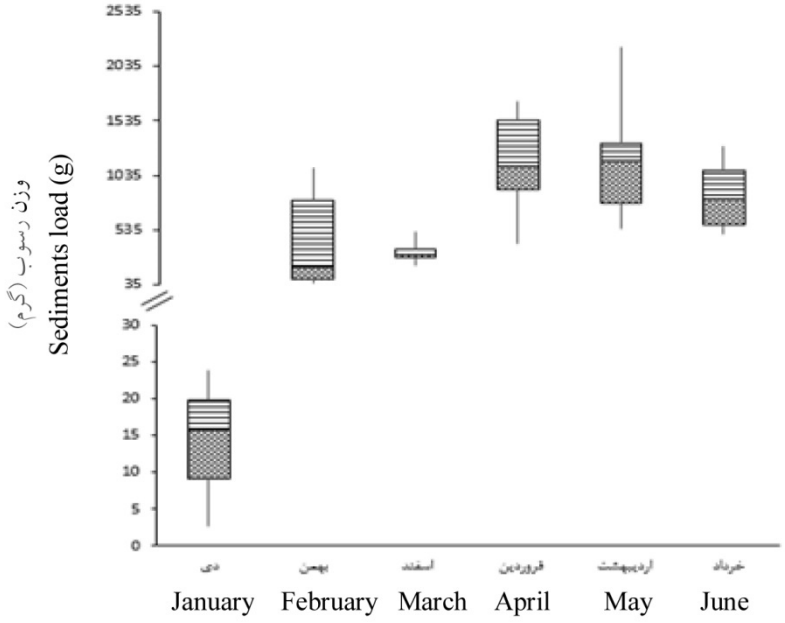
تغییرات مقدار رسوبات در ماه‌های مختلف: مقدار رسوب جمع‌آوری‌شده از چهار رسوب‌گیر بین ماه‌های دی تا خرداد در شکل ٦ نشان داده شده است. بیش‌ترین مقدار رسوب جمع‌آوری‌شده (۲۲۱۵ گرم) مربوط به ماه اردیبهشت و کم‌ترین میزان (۲/٦۳ گرم) مربوط به دی‌ماه بود. هم‌چنین مقدار رسوب برای ماه‌های فصل بهار بیش‌تر از ماه‌های فصل زمستان بود. از آن‌جایی‌که در ماه‌های فصل بهار به‌ویژه ماه‌های فروردین و اردیبهشت طوفان‌های گردوغبار بیش‌تری رخ می‌دهد، بنابراین مقدار رسوب به دام افتاده بیش‌تر بوده و مقدار آن افزایش می‌یابد. بیش‌ترین اختلاف در میزان رسوب بین ماه‌های دی و اردیبهشت است. تا و همکاران (۲۰۰۰) با مطالعه رسوبات بادی در استان گانسو چین گزارش نمودند که بالاترین مقدار رسوبات در ماه‌های فصل بهار و کم‌ترین میزان آن در ماه‌های فصل پاییز اتفاق می‌افتد و فصول تابستان و زمستان در میانه قرار دارند (۲۳). وانگ و همکاران (۲۰۱۵) بیش‌ترین نرخ رسوبات در شهر بیجینگ چین در فصل بهار را در قسمت‌های جنوب‌غربی و شمال‌شرقی مرکز شهر گزارش نمودند و بیان کردند که کوه‌های بخش شمال‌غرب شهر دارای کم‌ترین میزان گرد و غبار فرونشسته بر سطح بودند (٢٤). در مطالعه الحربی (۲۰۱۵) در کویت نیز گزارش شد که ماه‌های دارای بیش‌ترین بادهای حاوی گرد و غبار و کم‌ترین میزان رطوبت نسبی دارای بالاترین مقدار رسوبات و ماه‌های دارای بیش‌ترین میزان بارندگی دارای کم‌ترین مقدار رسوب در منطقه بودند. همچنین، علاوه‌بر عوامل مذکور، تغییر جهت و سرعت باد طی ماه‌های مختلف نمونه‌برداری نیز به‌عنوان دو عامل مؤثر روی مقدار رسوبات رسوب‌گیرها گزارش شدند (۱). کاسکائوتیس و همکاران (۲۰۱٦) در مطالعه خود بیان داشتند که بین سرعت باد و نرخ فرونشست گردوغبار رابطه مستقیم وجود دارد و با افزایش سرعت باد، نرخ فرونشست گردوغبار افزایش می‌یابد و با کاهش سرعت باد، نرخ فرونشست گردوغبار کاهش می یابد (۱۰). رهیس و همکاران (۲۰۱٦) در مطالعه‌ای در جنوب‌غرب آمریکا بیان داشتند که نرخ فرونشست گردوغبار با افزایش رطوبت نسبی کاهش می‌یابد (۲۰). ندافی و همکاران (۲۰۰٦) با مطالعه نرخ فرونشست گردوغبار در یزد به این نتیجه رسیدند که

www.SID.ir

Archive of SID

بین نرخ فرونشست گردوغبار و میزان بارندگی همبستگی معنی‌داری وجود دارد و با کاهش بارندگی، نرخ فرونشست گردوغبار افزایش می‌یابد (۱۹). کاسکائوتیس و همکاران (۲۰۱۶) عنوان کردند که بین تبخیر و نرخ فرونشست گردوغبار رابطه مستقیم وجود دارد و با افزایش تبخیر، نرخ فرونشست گردوغبار افزایش می‌یابد و با کاهش تبخیر، نرخ فرونشست گردوغبار کاهش می‌یابد (۱۰).

نتایج مقایسه نمودار فصل زمستان و بهار نشان داد که بیش‌ترین تأثیر در کاهش میزان رسوبات بادی در مقایسه با شاهد مربوط به تیمار T_2 (عامل حفاظتی مکانیکی شامل حفر خندق و خاکریز) بود. عامل حفاظتی حفر خندق و ایجاد خاکریز با ایجاد مانع در مسیر باد و تأثیر بر بردارهای دینامیکی باد (سرعت و جهت) موجب رسوب ذرات شن در خندق‌های احداثی می‌شود. هم‌چنین می‌توان با اجرای حفر خندق و خاکریز، با افزایش زبری سطح خاک باعث کاهش سرعت باد و مانع از برداشت ذرات توسط باد شد و با تأثیر بر فرآیند حمل و انتقال، ذرات برداشت شده را در مکان‌های پیش‌بینی‌شده ترسیب نمود و از انتقال آن‌ها به سایر مناطقی که ممکن است مشکلاتی را فراهم نماید، جلوگیری نمود. هم‌چنین با حفر خندق در اثر رسوب‌گیری آن‌ها، شرایط مناسب برای استقرار پوشش گیاهی در مناطقی که محدودیت‌های ادافیکی مانع نهال‌کاری می‌باشد فراهم می‌گردد.



شکل ٦- تغییرات رسوبات در ماه‌های مختلف.

Figure 6. Variation of sediment load in different months.

بیش‌ترین اثر سایشی توسط ذراتی انجام می‌شود که در ارتفاع کم‌تر از نیم متری حمل می‌شوند (۱۲)، به همین دلیل در این پژوهش نیز ارتفاع نیم متری از سطح زمین بیش‌تر مورد بررسی قرار گرفت، که با توجه به نمودارهای فصل زمستان و بهار کم‌ترین درصد کاهش فرسایش مربوط به تیمارهای چهارم و اول بود. علت زیاد بودن میزان رسوب در تیمار چهارم می‌تواند به‌خاطر دفن شدن خاکریز در زیر رسوبات شنی که خود عاملی برای برداشت ذرات و حرکت شن به‌سمت ریل و نابودی گیاهان به‌کار رفته

www.SID.ir

Archive of SID

در بادشکن‌های بعدی است، باشد. با توجه به طرح اجرا شده در راه‌آهن جمهوری اسلامی، این خاکریز که موقعیت آن در ۷۰ متری از ریل قرار دارد و با توجه به این‌که این خاکریز اولین مانع در جهت وزش باد است، در مدت زمان کوتاهی از رسوبات پر و در زیر رسوبات شنی دفن می‌شود باید توسط تراورس‌های چوبی تثبیت می‌شد، که متأسفانه این طرح بر روی خاکریز انجام نشده بود و فاقد تراورس کوبی است. معمولاً بیش‌ترین میزان رسوبات را ردیف اولیه دریافت و انتقال شن‌های روان به ردیف‌های بعدی به عواملی هم‌چون فاصله ردیف‌ها از یکدیگر، مدت، سرعت وزش باد و هم‌چنین جنس خاک، مدیریت اراضی و منشاء رسوبات بستگی دارد (۳ و ٤). هم‌چنین نتایج باس (۲۰۱۱) نشان می‌دهد انتقال رسوبات به ارتفاع، تراکم، پستی و بلندی جلوی بادشکن‌ها بستگی دارد (۳). به‌طورکلی علت زیاد بودن میانگین وزن رسوب تیمار اول در همه ارتفاعات، می‌تواند وجود خاکریزی که موقعیت آن بلافاصله بعد از ریل و مقابل شروع ردیف‌های بادشکن زیستی قرار دارد، باشد. این خاکریز با گذشت زمان در زیر رسوبات دفن شده و خود عاملی برای برداشت و حرکت رسوبات به‌سمت ریل می‌باشد. بنابراین تا زمانی‌که روی تپه‌های ماسه‌ای تثبیت اولیه انجام نشده باشد، امکان تثبیت بیولوژیکی آن‌ها وجود ندارد و لازم است تا قبل از اقدامات بیولوژیک به کمک یکی از روش‌های معمول از جمله احداث موانع، بادشکن‌های غیرزنده و یا مالچ پاشی مقدمات تثبیت اولیه این تپه‌ها فراهم گردد (۲۱).

نتایج حاصل از بررسی تغییرات درصد رسوب نسبت به شاهد در فصل زمستان و بهار نشان داد که تمام رسوب‌گیرها از لحاظ مقدار رسوب کاهش چشمگیری نسبت به شاهد داشتند، که این امر نشان می‌دهد عوامل زیستی و مکانیکی به‌عنوان مانعی در مسیر باد عمل کرده و منجر به کاهش سرعت باد و تلاطم ایجاد شده در سطح خاک گردیده و بنابراین باعث کاهش فرسایش بادی شده‌اند. با مقایسه شکل‌های ٤ و ٥ می‌توان پی برد که با افزایش ارتفاع میزان تجمع رسوبات کاهش یافته است. بیش‌ترین حجم جابجایی ذرات شن به‌صورت جهشی و در ارتفاع کم‌تر از یک متر رخ می‌دهد و میزان رسوب به دام افتاده در رسوب‌گیر با افزایش ارتفاع بسیار تغییر می‌کند، که در این پژوهش نیز با افزایش ارتفاع مقدار رسوب به دام افتاده کاهش یافت. نتایج اسپان و ون‌دن‌آبل (۲۰۱٤) نشان داد با افزایش ارتفاع، مقدار رسوب جمع‌آوری‌شده کاهش یافت و با افزایش ارتفاع ذرات تمایل به حرکت با مکانیسم معلق دارند (۲۱). هم‌چنین رسوبات تا ارتفاع یک متری نمی‌توانند به‌صورت جهش بالا برده شوند، از این‌رو بیش‌ترین اثر سایشی ماسه‌ها در ارتفاع کم‌تر از ۲۰-۲۵ سانتی‌متری احساس می‌شود (۲۱).

با توجه به شرایط اقلیمی تل حمید و منطقه موردنظر که مواجه با خشکسالی‌های پیاپی می‌باشد و نیز مشکلات ناشی از محدودیت منابع آبی به‌نظر می‌رسد اجرای پروژه‌های بیولوژیک در سطح مورد نیاز و گسترده را با محدودیت اجرایی و هزینه‌های مضاعف روبرو ساخته است. با توجه به نتایج تیمارهای T_1 و T_3 در بیش‌تر ماه‌های سال به‌نظر می‌رسد که نهال‌های کشت شده به‌دلیل عدم ارتفاع مناسب پس از سه سال هنوز نتوانسته‌اند نقش حفاظتی خود را در مقابل فرسایش بادی ایفا نمایند. دیویدسون و همکاران (۲۰۱۰) با مقایسه ترسیب ماسه بادی در گونه‌های گیاهی سبط و اسپند نشان داد که میانگین ارتفاع گیاهان اسپند ۳۹/۹ سانتی‌متر و میانگین ارتفاع تجمع رسوب حاصل از آن‌ها ۳۰/۸ سانتی‌متر بود؛ در حالی‌که میانگین ارتفاع گیاهان سبط ۳۷/۱۸ سانتی‌متر و میانگین ارتفاع تجمع رسوب حاصل از

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها ۲۹/۸۰ سانتی‌متر بود و در تمامی سطوح تفاوت میانگین‌ها معنی‌دار بود (٦). هم‌چنین نتایج آنان نشان داد که ایجاد رسوب بیش‌تر در گونه اسپند نسبت به گونه سبط به‌دلیل تراکم تاج پوشش و ارتفاع نسبی بیش‌تر این گونه گیاهی در نمونه‌های بررسی شده بود. وقتی پوشش گیاهی به اندازه کافی بلند و متراکم و نسبت به تنش باد مقاوم باشد، سرعت بیش از حد بحرانی باد نیز نمی‌تواند ذرات خاک را جابجا سازد (٦).

استوکتون و گیلته (۲۰۰۹) با بررسی عملیات نهال‌کاری در کاهش فرسایش بادی در مناطق بیابانی دریافتند میزان رسوب‌دهی ویژه مناطق تحت عملیات نهال‌کاری در سال‌های مختلف در سال اول از ۳۰/٦۷ به ۱/٦٦ تن در هرهکتار و در سال پنجم از ۳۲/۰۸ به ۸/٤۹ تن در هکتار در سال رسید و با گذشت زمان از انجام عملیات نهال‌کاری از شدت فرسایش بادی در عرصه‌های فوق کاسته شد (۲۲). مقادیر رسوب‌دهی ویژه مناطق تحت عملیات نهال‌کاری نسبت به شاهد، در سال‌های مختلف، فرسایش بادی در عرصه‌هایی که سه سال از عملیات نهال‌کاری آن‌ها گذشته باشد تا حد قابل‌قبولی کاهش یافت و می‌توان این عرصه‌ها را تثبیت شده تلقی نمود (۲۲). طبق نتایج استوکتون و گیلته (۲۰۰۹) در دو سال اول پس از انجام عملیات نهال‌کاری هنوز فرسایش بادی در حد معمولی کاهش نیافت و هم‌چنان عرصه با مشکل فرسایش بادی روبه‌رو بود. باس (۲۰۱۱) با بررسی مقایسه اثرات بادشکن‌های مصنوعی و گیاهی بر تغییرات سرعت باد دریافت که تراکم بادشکن غیرزنده تاثیر بیش‌تری در کاهش سرعت باد داشت و وجود دیوار گلی سرعت باد را تا فاصله زیادی به‌میزان بیش‌تری کاهش داد و نسبت به بادشکن‌های گیاهی سرعت باد را به‌میزان زیادی کاهش داد، ولی به‌دلیل تراکم بالایی که داشت باعث انحراف باد شد، یک محدوده‌ای باد با سرعت کم به وجود آورد و از خسارت فرسایش بادی مصون داشت (۳). بنابراین احداث حصار در مناطقی که خطر حرکت ماسه‌های روان وجود دارد اقدام مؤثر و ضروری است.

تلفیق و استفاده هم‌زمان از هر دو روش مکانیکی و زیستی بهترین راه‌حل برای جلوگیری از معضلات فرسایش خاک است. ولی این نکته را باید همواره در نظر داشت که به‌کارگیری هر یک از این روش‌ها به تنهایی و یا تلفیق باید متناسب با شرایط و ویژگی‌های یک منطقه باشد. بنابراین باید با توجه به شرایط اقلیمی، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی و پوشش گیاهی هر منطقه بهترین نوع عملیات مکانیکی را با مناسب‌ترین گونه گیاهی به‌صورت تلفیقی به‌کار برد، ولی اجرای روش زیستی مستلزم مناسب بودن شرایط اکولوژیکی منطقه است. با توجه به شرایط سخت اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه، اجرای روش‌های صرفاً زیستی بسیار مشکل است. از نظر هواشناسی بارندگی در این منطقه بسیار کم و پراکنش آن بسیار نامنظم است (میانگین درازمدت ۳۰ ساله منطقه ٥٦ میلی‌متر در سال)؛ به‌طوری‌که مجموع بارندگی گزارش شده توسط ایستگاه هواشناسی رباط پشت بادام (نزدیک‌ترین ایستگاه به تل حمید) در مدت مورد مطالعه (از دی ۱۳۹٤ تا خرداد ۱۳۹٥) ۳۳/۷ میلی‌لیتر متر است. علاوه بر این با توجه به دمای بالای منطقه، تبخیر و تعرق بسیار زیاد است. از طرف دیگر اثرات جلوگیری و تثبیت بیولوژیکی شن‌ها بستگی به رشد گیاه در سال اول دارد. هرچه رشد گیاه بیش‌تر باشد سطح بادگیر بوته‌های گیاه بیش‌تر می‌شود و در نتیجه کاهش سرعت و نیروی باد بیش‌تر خواهد بود. (۱۱) در مشاهدات صحرایی به‌عمل آمده از منطقه نیز مشخص شد که گیاهان کشت شده در منطقه دارای ارتفاع و تراکم کمی بوده و همین عامل باعث شده که عامل حفاظتی مکانیکی در این مطالعه مؤثرتر باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

هم‌چنین روش‌های مکانیکی کنترل تپه‌های ماسه‌ای با معایبی از لحاظ کوتاه بودن دوام و هزینه بالای آن برای توسعه در مقیاس وسیع مناسب نیست. به‌طور معمول عمر مفید روش‌های مکانیکی برای جلوگیری از حرکت شن‌های روان ۳ تا ۵ سال پیش‌بینی می‌شود و پس از آن کارایی خود را از دست می‌دهند. برخی از پژوهشگران بر این باورند که تنها با ایجاد پوشش گیاهی مناسب می‌توان از ایجاد فرسایش خاک جلوگیری کرد. ولی بررسی‌های عملی در دو دهه گذشته نشان داده است که تلفیق عملیات مکانیکی و زیستی بهترین نتیجه را در بر داشته است. هم‌چنین باید پس از اجرای عملیات مکانیکی فرصت کافی برای رویش و استقرار پایه‌های جدید گونه‌های مناسب منطقه داده شود، چون در غیر این صورت نه تنها نتیجه مثبتی به‌دست نخواهد آمد، بلکه ممکن است فرسایش خاک در منطقه تشدید و نتایج زیان‌باری به وجود آید.

شاید بتوان گفت در بین انواع پروژه‌های مهار بیابان، کنترل مکانیکی حرکت ماسه‌های بادی هم به لحاظ وسعت عملیات و هم به لحاظ هزینه‌های مصرفی، مهم‌ترین راه‌کار است. با توجه به این‌که جابجایی ذرات ماسه تحت‌تأثیر نیروی باد در مناطق بیابانی امری اجتناب‌ناپذیر بوده و حرکت مداوم ذرات ماسه، علاوه بر خسارات و تهدیدات بالقوه، مانع از توسعه پوشش گیاهی بر سطح ماسه‌زارها می‌گردد؛ از این جهت جلوگیری از حرکت ماسه‌های متحرک و تثبیت اولیه آن دارای اهمیت فراوان است. تفاوت در مقدار رسوبات به دام افتاده به میزان تامین رسوبات از منبع، بارندگی و شرایط اقلیمی در منطقه منبع و مقصد دارد (۷ و ۱۱). با توجه به داده‌های هواشناسی استان یزد (ایستگاه رباط پشت بادام، نزدیک‌ترین ایستگاه به محل طرح از نظر ارتفاع و موقعیت جغرافیایی) میانگین بارندگی در ماه‌های دی و اسفند به‌ترتیب با ۷/۷ و ٦/٥ میلی‌متر و میزان میانگین رطوبت نسبی به‌ترتیب ٤٦ و ۳۵ درصد در ماه‌های دی و اسفند بیش‌تر از سایر ماه‌های دیگر است و هم‌چنین در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد میزان بارندگی و رطوبت به حداقل مقدار خود می‌رسد و هم‌چنین بادهای با سرعت بالاتر در فصل بهار اتفاق می‌افتد. باد با افزایش تبخیر، میزان رطوبت خاک را کاهش داده و مستعد فرسایش می‌سازد که این امر در مناطق خشک اهمیت بیش‌تری دارد. مناطق مستعد فرسایش بادی تقریباً با مناطق خشک هماهنگی دارند و نقاطی با بارندگی کم‌تر از ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر در سال را شامل می‌شوند. لوپز و همکاران (۲۰۰۱) با مطالعه فرسایش بادی در اسپانیا بیان می‌کنند که شدت فرسایش بادی در مناطقی بیش‌تر است که میزان بارندگی سالیانه آن کم‌تر از ٤۰۰ میلی‌متر باشد (١٦). در طرح تثبیت شده توسط راه‌آهن جهت استفاده بهینه از آب‌های سطحی ناشی از بارندگی هلال‌هایی در اطراف گیاهان تعبیه شده تا از بارندگی منطقه به‌طور کامل استفاده شود و جهت محافظت از نهال در مقابل بادها و طوفان‌های منطقه تشتک‌های اطراف هر نهال با دیواره‌های بلندتر از حد معمول احداث شده که این طرح از دو جنبه بر ترسیب ماسه‌های روان و جلوگیری از ورود آن‌ها به ریل ایفای نقش می‌کند. از یک‌سو سازه‌های بادشکن احداث شده و هم‌چنین تشتک آبیاری نهال‌ها نقش رسوب‌گیر را بازی می‌کنند و باعث نشست ماسه می‌شوند و از سوی دیگر به استقرار بهتر گیاه و افزایش تراکم آن در مقابل باد کمک می‌کنند.

می‌توان گفت که هرچه میانگین سرعت باد ماهانه بیش‌تر باشد میزان رسوبات به دام افتاده بیش‌تر است و هم‌چنین با رطوبت نسبی و میزان بارندگی رابطه عکس دارد؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار رسوبات در فصل بهار (خردادماه) ناشی از حضور بادهای

www.SID.ir

Archive of SID

فرساینده و کمبود بارندگی می‌باشد. در ماه‌های فروردین و اردیبهشت روند آن‌ها مشابه است که به‌دلیل وجود شرایط جوی مشابه می‌باشد. با بررسی پارامترهای هواشناسی بیش‌ترین میزان رطوبت نسبی در فصل زمستان مشاهده شد و بیش‌ترین مقدار درجه حرارت و کم‌ترین میزان بارش در فصل تابستان مشاهده شد. افزایش دما با کاهش میزان بارندگی و رطوبت نسبی در ماه‌های گرم سال مرتبط است که در ماه‌های فروردین تا خرداد دما حداقل و حداکثر میزان رسوب وجود دارد و هم‌چنین تأثیر بارندگی و رطوبت نسبی بر کاهش میزان رسوبات به دام افتاده اجتناب‌ناپذیر است. به‌نظر می‌رسد خشکی و عدم رطوبت بارندگی در این ماه‌ها نیز دلیلی بر افزایش مقدار رسوب به دام افتاده در رسوب‌گیرها می‌باشد. با افزایش بارندگی و رطوبت نسبی احتمالاً چسبندگی ذرات افزایش یافته و منجر به کاهش حمل رسوبات در منطقه شده است. از طرفی دیگر بارندگی در منطقه تل حمید روی مقدار رطوبت خاک و پوشش گیاهی به‌عنوان دو عامل مهم کنترل‌کننده رسوبات تأثیر می‌گذارد و میزان تولید رسوبات بادی را کاهش می‌دهد. کوتیل و فورمن (۲۰۰۳) گزارش نمودند که بارندگی و حضور پوشش گیاهی به‌خاطر تأثیری که بر سرعت باد و اندازه ذرات خواهند داشت، مقدار رسوبات را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌دهند (۱۲).

رابطه بین پارامترهای اقلیمی و میزان رسوبات بادی:

در جدول ۱ رابطه بین مقدار رسوبات بادی و پارامترهای اقلیمی ارائه در مدت شش ماه مطالعه برای تیمار شاهد ارائه شده است. همان‌طور که در این جدول نشان داده شده است به‌جز پارامتر بارندگی که همبستگی معنی‌داری با مقدار رسوب نداشت، سایر پارامترهای اقلیمی همبستگی بالا و معنی‌داری با مقدار رسوبات بادی در هر سه طبقه ارتفاعی داشتند. با توجه به خشک بودن منطقه از یک‌سو و نامنظم بودن بارندگی از سوی دیگر، رابطه معنی‌داری بین مقدار رسوبات شاهده نشد؛ به‌طوری‌که مقدار بارندگی در دو ماه از شش ماه مورد مطالعه صفر بود و این باعث نامنظم بودن داده‌های بارندگی در ماه‌های مختلف سبب شده است که رابطه معنی‌داری با داده‌های رسوب نداشته باشد. بالاترین ضریب همبستگی به‌ترتیب بین سرعت باد، تبخیر و تعرق، دما و رطوبت نسبی با مقدار رسوبات بادی وجود داشت که به‌جز پارامتر رطوبت نسبی هوا که همبستگی آن با مقدار رسوبات بادی منفی و در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، همبستگی سایر پارمترهای اقلیمی (به‌جز بارندگی) مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار بود، که نشان می‌دهد با افزایش سرعت باد، تبخیر و تعرق و دما، مقدار رسوبات حمل شده نیز افزایش می‌یابد و برعکس با کاهش رطوبت نسبی هوا مقدار رسوبات بادی کاهش می‌یابد. یوشینو (۲۰۰۲) نشان داد که دمای بالای هوا، بارندگی کم، پوشش گیاهی فقیر و سرعت زیاد باد شرایط مساعدی برای وقوع طوفان‌های گردوغبار فراهم می‌کنند (۲۸). انصاری رنانی (۲۰۱۲) میزان همبستگی پارامترهایی مانند رطوبت نسبی، دما، سرعت باد و بارش را با وقوع طوفان‌های گردوغبار در استان زاهدان بررسی کرد که از بین پارامترها مورد مطالعه، سرعت باد بیش‌ترین همبستگی معنادار و رطوبت نسبی کم‌ترین همبستگی معکوس را به خود اختصاص داد (۲). جلالی و همکاران (۲۰۱۲) نیز عنوان کرد که وقوع طوفان‌های گردوغبار ارتباط نزدیکی با شرایط اقلیمی محلی مثل بارندگی و دما دارد (۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ضرایب همبستگی بین مقدار رسوبات و پارامترهای اقلیمی.

Table 1. Correlation coefficients between sediment content and climatic parameters.

رطوبت نسبی (٪) Relative Humidity (%)	بارندگی (mm) Rainfall (mm)	دما (°C) Temperature (°C)	تبخیر و تعرق (mm) Evapotranspiration (mm)	سرعت باد (m/s) Wind speed (m/s)	رسوبات در ارتفاع Sediment load at height
-0.77^{*}	0.03^{ns}	0.86^{**}	0.91^{**}	0.92^{**}	۰/۵ متر 0.5 m
-0.76^{*}	0.03^{ns}	0.85^{**}	0.90^{**}	0.92^{**}	۱ متر 1 m
-0.74^{*}	0.22^{ns}	0.85^{**}	0.83^{**}	0.80^{**}	۱/۵ متر 1.5 m

نتیجه‌گیری

در این پژوهش کارایی عامل‌های حفاظتی زیستی و مکانیکی بر کاهش میزان رسوبات بادی بررسی و مشخص شد که چهار عامل حفاظتی انجام شده باعث کاهش میزان رسوبات در مقایسه با شاهد شدند. به‌طور میانگین در دو فصل زمستان و بهار تیمار شاهد دارای بیش‌ترین و تیمار T_2 (حفر خندق و ایجاد خاکریز) دارای کم‌ترین مقدار رسوب بودند. در بین تیمارهای حفاظتی، بیش‌ترین میزان رسوب نیز در تیمار T4 (خاکریز و تراورس کوبی) مشاهده شد که احتمالاً به این دلیل است که عامل حفاظتی ایجاد شده در این مورد خود به‌عنوان منبع رسوب عمل کرده است. میانگین کلی وزن رسوب در فصل بهار بیش‌تر از فصل زمستان بود و علت این امر به‌دلیل بارش‌های موجود در زمستان است که رطوبت خاک باعث کاهش جابجایی میزان رسوبات شده است. علاوه‌بر این سرعت بیش‌تر باد در این فصل از سال است. با توجه به این‌که سرعت باد پس از برخورد به موانع مکانیکی نفوذناپذیر (مثل تراورس کوبی) در فواصل دورتر به‌شدت افزایش می‌یابد و ممکن است میزان حمل رسوب حتی بیش‌تر از قبل شود و با توجه به نتایج این پژوهش، ایجاد چنین موانعی برای کنترل فرسایش بادی پیشنهاد نمی‌شود. هم‌چنین به‌منظور بررسی دقیق نقش هریک از عملیات زیستی و مکانیکی در کنترل رسوبات ناشی از فرسایش بادی پیشنهاد می‌شود نقش هر یک از این عوامل به‌صورت تیمارهای جدا از هم مورد بررسی قرار گیرد. علاوه‌بر این با توجه به خشک بودن منطقه، رشد و استقرار پوشش گیاهی (مثل نهال‌های تاغ) با سختی و کندی انجام می‌شود و از سوی دیگر نقش عامل‌های حفاظتی زیستی در کنترل فر سایش بادی را نمی‌توان نادیده گرفت، بنابراین به‌منظور کنترل بیش‌تر فرسایش بادی در مناطق خشک شبیه به منطقه مورد مطالعه که امکان آبیاری مداوم و منظم پوشش گیاهی وجود ندارد، تلفیق عملیات مکانیکی مثل حفر خندق همراه با عامل‌های زیستی مثل کاشت نهال کم نیاز به آب را می‌توان توصیه نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. AL-Harbi, M. 2015. Characteristics and composition of the falling dust in urban environment. Inter. J. Environ. Sci. Technol. 12: 641-652.
2. Ansari Ranani, M. 2012. Statistical-climatic analysis of dust in Zahedan province during 1986-2005. First international congress of dust and combat its damaging effects. 15-17 February. Ahvaz-Iran. (In Persian)
3. Baas, A.C.W. 2011. Evaluation of saltation flux impact responders (Safires) for measuring instantaneous aeolian sand transport intensity, Geomorphology. 17: 482-489.
4. Chen, W., and Fryrear, D.W. 1996. Grain-Size Distribution of Wind Eroded Material above a Flat Bare Soil. Physical Geography. 17: 554-584.
5. Chen, Z., Cui, H., Wu, P., Zhao, Y., and Sun, Y. 2010. Study on the optimal intercropping width to control wind erosion in North China, Soil and Tillage Research. 110: 230-235.
6. Davidson-Arnott, R.G.D., Yang, Y., Ollerhead, J., Hesp, P.A., and Walker, I.J. 2010. The effects of surface moisture on aeolian sediment transport threshold and mass flux on a beach. Earth Surface Proceeding Landforms. 33: 55-74.
7. Ekhtesasi, M.R., Daneshvar, M.R., Abolghasemi, M., Feiznia, S., and Saremi Naeini, M.A. 2007. Measurement and mapping of Aeolian sand flower through sediment Trap method (Case study: Yazd-Ardakan plain). Iran. J. Natur. Resour. 59: 4. 773-781. (In Persian)
8. Hojati, S., Khademi, H., Cano, A.F., and Landi, A. 2012. Characteristics of dust deposited along a transect between central Iran and the Zagros Mountains. Catena, 88: 27-36.
9. Jalali, M., Bahrami, H., and Darvishi Bolouranim A. 2012. Study the correlation between climatic parameters with dust storms in Khoosestan Province. First international congress of dust and combat its damaging effects. 15-17 February. Ahvaz-Iran. (In Persian)
10. Kaskaoutis, D.G., Rashki, A., Houssos, E.E., Bartzokas, A., Francois, P., Legrand, M., and Middleton, N.J. 1986. Dust storms in the Middle East. J. Arid Environ. 10: 83-96.
11. Kehl, M., Sarvati, R., Ahmadi, H., Frechen, M., and Skowronek, A. 2006. Loess/paleosol-sequences along a climatic gradient in Northern Iran. Eisxeitalter und Gegenwart. 55: 149-173.
12. Kutiel, H., and Furman, H. 2003. Dust storms in the Middle East: sources of origin and their temporal characteristics. Indoor and Built Environment. 12: 419-426.
13. Labiadh, M., Bergametti, G., Kardous, M., Perrier, S., Grand, N., Attoui, B., Sekrafi, S., and Marticorena, B. 2013.Soil erosion by wind over tilled surfaces in south Tunisia. Geoderma. 202-203: 8-17.
14. Lee, J.A. 2003. A field experiment on the role of small scale wind gustiness in aeolian sand transport, Earth Surface Proceeding Landforms. 12: 331-335.
15. Lian-You, L., Shang-Yu, G., Pei-Jun, S., Xiao-Yan, L., and Zhi-Bao, D. 2003. Wind tunnel measurements of adobe abrasion by blown sand: profile characteristics in relation to wind velocity and sand flux. J. Arid Environ. 53: 3. 351-363.
16. Lopez, M.V., Gracia, R., and Arrue, J.L. 2001. An evaluation of wind erosion hazard in fallow land of semiarid Aragon (NE Spain). J. Soil Water Cons. 56: 3. 212-219.
17. Madadizadeh, N., Amiri, A., Faryabi, N., and Takallozadeh A.M. 2014. Comparison interval of biologic windbreak by different applied methods (Case study: southern Kerman). 1st international conference on new findings of Agriculture, 6 march. Siraz-Iran. (In Persian)
18. Movahedan, M., Abbasi, N., and Keramati Toroghi, M. 2013. Experimental investigation of Polyvinyl Acetat effect on wind erosion of different soils by impacting sand particles. J. Water Soil Cons. 20: 1. 55-75. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

19. Naddafi, N., Nabizadeh, R., Soltanianzadeh, Z., and Ehrampoosh, M.H. 2006. Evaluation of dustfall in the air of Yazd. J. Environ. Health Sci. Engin. 3: 161-168.
20. Reheis, M.C., and Urban, F.E. 2011. Regional and climatic controls on seasonal dust deposition in the southwestern U.S.A. Aeolian Research. 3: 3-21.
21. Spaan, W.P., and Van den Abele, G.D. 2014. Wind borne particle measurements with acoustic sensors. Soil Technology. 4: 51-63.
22. Stockton, P.H., and Gillette, D.A. 2009. Field measurement of the sheltering effect of vegetation on erodible land surfaces. Land Degradation and Development. 2: 77-85.
23. Ta, W., Xiao, Qu, J., Xiao, Z., Yang, G., Wang, T., and Zhang, X. 2004. Measurements of dust deposition in Gansu Province, China, 1986-2000. Geomorphology. 57: 41-51.
24. Wang, R., Zou, X., Cheng, H., Wu, X., Zhang, C., and Kang, L. 2015. Spatial distribution and source apportionment of atmospheric dust fall at Beijing during spring of 2008-2009. Environmental Science and Pollution Research. 22: 5. 3547-3557.
25. Wei, W., Chen, L., Fu, B., and Chen, J. 2010. Water erosion response to rainfall and land use in different drought-level years in aloess hilly area of China. Catena. 81: 24-31.
26. Yang, X., Zhang, K., Jia, B., and Ci, L. 2005. Desertification assessment in China: an overview. J. Arid Environ. 63: 517-531.
27. Yanli, X., and Liu, L.Y. 2001. Influence of pebble mulch on soil erosion by wind and trapping capacity for windblown sediment. Soil and Tillage Research. 59: 137-142.
28. Yoshino, M. 2002. Climatology of yellow sand (Asian sand, Asian dust or Kosa) in East Asia. Science in china series dearth. Science. 45: 59-70.
29. Zhang, K., Qu, J., Liao, K., Niu, Q., and Han, Q. 2010. Damage by wind-blown sand and its control along Qinghai-Tibet Railway in China. Aeolian Research. 1: 3-4. 143-146.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 9(3), 2019
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2020.15601.1836

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Evaluation the efficiency of mechanical and biological management practices on wind erosion in in Tal Hamid rail way Station of Tabas

M. Memarzadeh[1], *H. Emami[2] and A.R. Karimi[2]
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad
Received: 09.09.2018; Accepted: 06.01.2019

Abstract

Background and Objectives: Wind erosion is a serious problem in many parts of the world, especially in arid and semi-arid regions and it is an important factor in soil degradation and loss. In most area, conservation operations against the wind erosion are appropriate practices. There are two main strategies to combat wind erosion. These first strategy is to increase the strength of erodible bed against erosive factors (e.g. wind) and second one is to reduce the force of erosive factors. Seedling is the more effective solution to reduce speed of wind, to combat wind erosion and to stabilize the drifting sands. In fact, wind erosion is occurred in regions with poor cover crop. Therefore, the objective of this research was to study the effect of mechanical and biological management practices on the amount of wind sediment in Tal-Hamid area, which is located in Tabas (Khorasan Razavi province, Iran).

Materials and Methods: In order to determine the role of each management practices on wind erosion and its control, sediment traps were established at different distance between conservational practices at 0.5, 1 and 1.5 meters from the surface of the earth. Conservational treatments included T_1 (4 rows seedlings of *Haloxylon persicum* and 3 rows native plant of *Stipagrostis*) T_2 (fence and sand channel), T_3 (one row of *Hammada Salicornica*, 3 rows seedlings of *Haloxylon persicum* and one row *Stipagrostis*), and T_4 (moat and Railroad tie). Also, a control sediment trap was regarded in adjacent area without any conservational practices. The management practices had been performed for 3 years. After then sediment traps were established in December 2015, and according to wheatear information, after each wind storm (two times in each month) the trapped sediments were collected and weighted in established sediment traps for each treatment from January to June 2016 (spring and winter seasons).

Results: The results showed that all conservational practices were effective to reduce amount of sediment and the effect of T_1 and T_2 in reduction the wind sediment was considerably greater than other treatments. Although the sediment load decreased from 0.5 to 1.5 m of earth height, however the more reduction of sediment load was found at height less than 0.5 m, therefore it can be concluded that the biological and mechanical practices could considerably prevent the saltation movement of sand particles. The wind sediment during the spring (due to lower moisture content and greater wind speed) was more than the winter. In addition, among the conservational treatments, the lowest value of wind sediments was related to mechanical management practices (fence and channel) and the highest amount of wind sediments was related to biological management practices (four rows of *Haloxylon* and native plant i.e. *Stipagrostis*) in both seasons, because T_4 and T_3 are the first hedges against wind direction and they are located behind T_2 and considerably have decreased the speed of wind, therefore when low speed wind reach to T_2 its speed and energy is low. As a result of this, the sediment load In T_2 was the lowest.

* Corresponding Author; Email: hemami@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: In general, biological and mechanical management practices decreased considerably the amount of wind sediment compared to the control. In spite of common viewpoint, the biological management practices may decrease the wind erosion, but due to unsuitable growth of *Haloxylon* seedlings and plants as a result of drought duration and deficiency of water, their efficiency in reduction of wind speed and energy especially T_1 and T_3 was not more than mechanical management practices (T_2). It seems that during 3 years *Haloxylon* seedlings have not been grown sufficiently, therefore they was not as effective as mechanical practices and if they grow for long time, they can decrease the wind erosion considerably. According to results of this research, application both simultaneous biological and mechanical practices are needed to control wind erosion in arid regions such as Tabas.

Keywords: Management practices, Sediment trap, Seedling, Wind erosion

www.SID.ir

www.SID.ir