Archive of SID

نشریه علمی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال پانزدهم- شماره ۵۳- تابستان ۱۴۰۰ Vol. 15, No. 53, Summer 2021

مطالعه تأثیر بیوپلیمر زیست‌تخریب‌پذیر گوار بر فرسایش بادی خاک

کیانا ملک‌احمدی[۱]، محمود هاشمی[۲]، علی دهنوی[۳] و فرزاد حیدری[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳

چکیده

پژوهش حاضر به بررسی اثر بیوپلیمر گوار بر فرسایش بادی خاک پرداخته است. با فرض بر این‌که گوار در کنترل فرسایش بادی مؤثر است، توانایی آن در کاهش فرسایش بادی خاک با استفاده از آزمایش‌های تونل باد بررسی شد. نمونه‌های خاک مورد بررسی از تپه‌های ماسه‌ای دشت سجزی، واقع در استان اصفهان، برداشت شد. سپس در بشقاب‌هایی به قطر ۲۳ سانتی‌متر با سوسپانسیون گوار به نحوی آماده شد، که معادل مقادیر ۰/۲، ۰/٤، ۰/۸، ۱/۰ و ۱/۲ گرم بیوپلیمر در هر مترمربع سطح نمونه پوشش داده شود. آزمایش‌های تونل باد در سرعت‌های هفت تا ۱۵ متر بر ثانیه بر روی نمونه‌ها انجام شد. نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که پوسته مقاومی که به سبب پاشیدن سوسپانسیون گوار در سطح خاک ایجاد می‌شود، مقاومت خاک در مقابل فرسایش بادی را به شدت افزایش می‌دهد. مقدار ۱/۲ گرم بر مترمربع از گوار می‌تواند فرسایش را تا ۹۸ درصد کاهش دهد. نتایج آزمایش‌های دانه‌بندی خاک نشان داد که گوار سبب درشت‌تر شدن دانه‌بندی و لذا، کاهش مقدار فرسایش خاک و افزایش سرعت باد آستانه فرسایش از هفت به ۱۰ متر بر ثانیه شده است. بنابراین، استفاده از گوار را می‌توان روشی مناسب برای کنترل فرسایش بادی خاک، پس از بررسی‌های میدانی، معرفی نمود.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، ایران.
۲- نویسنده مسئول و دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، ایران. پست الکترونیک: m.hashemi@eng.ui.ac.ir
۳- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، ایران.
٤- مربی پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

کلیدواژه‌ها: *تثبیت ریزگردها، تونل باد، دشت سجزی، کنترل بیابان‌زایی، مالچ‌پاشی*

مقدمه

مطابق تعریف شائو [۲۱]، فرسایش بادی به معنای کندن، انتقال و نهشتن ذرات خاک توسط باد است. این پدیده بیشتر در مناطق خشک، نیمه‌خشک و به خصوص اراضی کشاورزی رها شده اتفاق می‌افتد. استان اصفهان از جمله استان‌هایی است که به شدت در معرض آلودگی ناشی از ریزگردها می‌باشد. بر اساس مقاله‌ی شاهنوشی و جلالیان [۲۰] بحرانی‌ترین کانون‌های فرسایش در استان، دشت سجزی و تالاب گاوخونی هستند که به دلیل خشک‌سالی‌های پیاپی در سال‌های اخیر، به شدت در معرض فرسایش قرار گرفته اند.

این پدیده علاوه بر عوامل زمین‌شناسی و اقلیمی مانند خشکسالی، تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی نیز قرار دارد. از بین بردن بیش از اندازه‌ی پوشش گیاهی محلی در اثر دام‌پروری و کشاورزی نادرست، می‌تواند موجب افزایش وقوع و شدت این پدیده شود [۲۰ و ۲۱].

خاک، منبع اصلی غبار پخش شده بر اثر فرسایش بادی و ریزگردهای موجود در هوا است، که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر تعادل تابش‌های موجود در جو اثر می‌گذارد و در نتیجه سبب تغییرات اقلیمی می‌گردد [۲۱].

فرسایش خاک همچنین اثرات منفی زیادی بر منابع آب، خاک، هوا و پوشش گیاهی دارد. از جمله این اثرات که در پژوهش‌های السند [۲] و جلیلوند و همکاران [۱۱] آمده است، می‌توان به آلودگی هوا و آب رودخانه‌ها، کاهش حاصل‌خیزی و قدرت خاک در نگه داشتن ریشه گیاهان اشاره کرد. به‌علاوه مطابق آنچه در مقاله ابطحی [۱] آمده است، این پدیده سبب خسارات بسیاری به محصولات کشاورزی، ساختمان‌ها و تاسیسات می‌شود. بنا به آنچه در مقاله‌ی یوسفی و نژادکورکی [۲۳] گفته شده است، ریزگردهای حاصل از فرسایش بادی خاک، همچنین می‌توانند باعث افزایش بیماری‌های قلبی، تنفسی و انواع سرطان‌ها گردد که علاوه بر کاهش سطح کیفیت زندگی، هزینه‌هایی نیز به دنبال دارد. از جمله هزینه‌های مستقیم آن، خدمات دارویی و بیمارستانی و هزینه‌های غیرمستقیم، تعطیلی ارگان‌های مختلف و کاهش بازده نیروهای فعال جامعه در روزهای آلوده می‌باشد.

تاکنون مطالعات و آزمایش‌های بسیاری در زمینه‌ی کاهش فرسایش بادی خاک انجام شده است. از جمله رایج‌ترین آن‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان به مالچ‌پاشی با مالچ نفتی اشاره کرد. بر اساس آنچه که در تحقیقات جلیلوند و همکاران [۱۱] و رهبر و درویش [۱۷] آمده است، مالچ نفتی نسبت به آب ناتراواست. پاشیدن مالچ بر روی خاک مانع از نفوذ آب باران شده، در نتیجه این آب در گودال‌ها جمع شده و سپس تبخیر می‌شود. بدین ترتیب هیچ‌گونه اثر مثبتی بر آن محیط ندارد. استفاده از مالچ نفتی سبب تیره رنگ شدن سطح خاک و افزایش ضریب حرارتی آن می‌شود، در نتیجه خاک گرم‌تر شده و شرایط برای رشد گیاهان نامساعدتر می‌شود. پس با وجود اینکه این مواد نقش مؤثری در کنترل فرسایش بادی خاک دارند، به دلیل آثار مخربشان در طبیعت، استفاده از آن‌ها به شدت کاهش یافته و یافتن راهکار یا مواد جایگزین ضروری می‌باشد.

پلیمرها و به خصوص نوع خاصی از آن‌ها با نام بیوپلیمر از دیگر موادی هستند که می‌توانند به عنوان مالچ مورد استفاده قرار بگیرند. بیوپلیمرها، پلیمرهایی هستند که از منابع طبیعی تولید می‌شوند. این مواد یا در اثر سنتز شیمیایی مواد بیولوژیکی تشکیل می‌گردند یا به طور کامل توسط ارگانیسم‌های زنده بیوسنتز می‌شوند [۲۲].

بنا بر مقالات جنگ [۱۲] و کاوازنجیان و همکاران [۱۳] استفاده از بیوپلیمرها می‌تواند جایگزین خوبی برای سایر روش‌ها مانند استفاده از ژئوسینتتیک‌ها، آبیاری و یا استفاده از پایدارکننده‌های شیمیایی باشد. زیرا روش‌های قبلی محدودیت‌هایی دارد. استفاده از ژئوسینتتیک‌ها گران و پرهزینه است، آبیاری باید مرتباً انجام شود که این کار به‌خصوص در مناطق خشک و بی‌آب و علف امکان‌پذیر نیست. و نهایتاً پایدارکننده‌های شیمیایی ممکن است عوارض زیست‌محیطی بدی به دنبال داشته باشند.

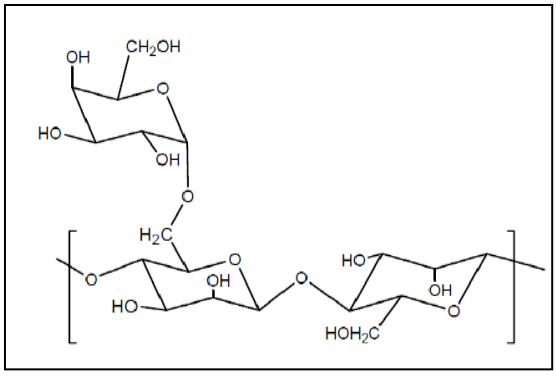
بیوپلیمرها از جمله مواد سازگار با محیط زیست هستند که می‌توانند جایگزین سیمان و سبب کاهش تولید گاز دی‌اکسید کربن بشوند. این مواد زیست‌تخریب‌پذیر بوده و سبب افزایش مقاومت خاک می‌گردد. هر یک از بیوپلیمرها مزایای خاص خود را دارند که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به افزایش چسبندگی، زاویه اصطکاک و در نتیجه مقاومت برشی خاک و کاهش فرسایش بادی آن اشاره کرد [۱۲].

از جمله‌ی این بیوپلیمرها، گوارگام است. این ماده یک پلی‌ساکارید است که از صمغ دانه‌ی گیاه گوار بدست می‌آید و به عنوان یک ماده غلیظ کننده، چسباننده و پایدارکننده در صنایع خوراکی کاربرد دارد. این ماده همچنین در صنایع دارویی و بهداشتی به عنوان سوسپانسیون کننده محلول‌ها و داروهای خوراکی به کار می‌رود. گوار از نظر شیمیایی خنثی است و لزجت آن خیلی کم تحت تأثیر pH قرار می‌گیرد [۱۶]. ساختار شیمیایی این ماده در شکل ۱ نشان داده شده است [۱۰].

تحقیقات آیلدین و همکاران [٤] در سال ۲۰۱٦ بر عملکرد چهار بیوپلیمر گوار، زانتان، کاراگینان و نشاسته‌ی اصلاح شده (با غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد) بر روی فرسایش بادی خاک نشان داد که استفاده از این بیوپلیمرها، سبب کاهش فرسایش بادی خاک شده و در این میان بیوپلیمر گوار بیشترین تأثیر را داشته است. دینگ و همکاران [۷] در سال ۲۰۱۸ تأثیر بیوپلیمرهای زانتان و گوار بر فرسایش بادی خاک را بررسی نمودند. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها نیز بیان‌گر کاهش مقدار خاک فرسایش یافته در اثر استفاده از بیوپلیمرها و همچنین نشان‌گر افزایش زمان ماندگاری سله و کاهش مقدار خاک فرسایش یافته بر اثر افزایش غلظت بیوپلیمر است. این تحقیق همچنین نشان داد که اثر بیوپلیمر گوار بر کاهش فرسایش بیشتر از بیوپلیمر زانتان بوده است.

در پژوهشی دیگر نیز که توسط توفیق و قاسمی [۲٤] انجام شد، عملکرد بیوپلیمر گوار بر کاهش تولید گرد و غبار مورد بررسی قرار گرفت. غلظت‌های گوار مصرفی در این پژوهش ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ درصد بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزودن بیوپلیمر سبب بهبود ظرفیت نگهداشت آب، افزایش مقاومت سطح و فشاری خاک و کاهش تولید گرد و غبار می‌گردد.

در تحقیقاتی که توسط چنگ و همکاران [۵ و ٦] انجام گرفته، به بیوپلیمر دیگری با نام آگارگام اشاره شده که همچون گوارگام یک پلی‌ساکارید است. این ماده خاصیت غلیظ کنندگی داشته و در صنایع غذایی به کار می‌رود. آگارگام اثر قابل توجهی بر بهبود ویژگی‌های مکانیکی خاک دارد. افزودن این ماده سبب افزایش



شکل ۱- ساختار پایه‌ای بیوپلیمر گوار [۱۰]

Fig 1. Basic structure of Guar biopolymer [10]

www.SID.ir

Archive of SID

قابل توجه چسبندگی بین ذرات خاک شده و به این ترتیب موجب افزایش مقاومت خاک در برابر فرسایش بادی می‌گردد. مقدار ماده مصرفی آگارگام در تحقیق اشاره شده، معادل سه درصد وزنی بوده است.

از آنجایی که عملکرد بیوپلیمرها تابع شرایط منطقه‌ای و از جمله جنس و ساختار خاک است، لذا در تحقیق حاضر، چگونگی عملکرد بیوپلیمر گوار در کاهش فرسایش بادی خاک دشت سجزی به عنوان یکی از کانون‌های فرسایش بادی استان اصفهان مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه برداشت نمونه خاک

منطقه‌ی مطالعاتی در ایستگاه بیابان‌زدایی شرق اصفهان (دشت سجزی) در محدوده‌ی ۵۲ درجه و ١٤ دقیقه و نه ثانیه تا ۵۱ درجه و ٤٩ دقیقه و ١٦ ثانیه طول شرقی و ۳۲ درجه و ٤٣ دقیقه و ۵۲ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۲۸ دقیقه و ۲۱ ثانیه عرض شمالی قرار دارد [١٤]. مرتفع‌ترین نقطه‌ی این منطقه، با ارتفاع ۲۱۲۰ متر، در شمال شرقی آن و پست‌ترین نقطه در جنوب غربی منطقه، با ارتفاع ۱۵۵۰ متر از سطح آب‌های آزاد واقع است. دشت سجزی به لحاظ گستردگی و شدت فرآیند بیابان‌زایی یکی از کانون‌های بحرانی استان اصفهان است. حفاظت و کنترل فرسایش بادی در این دشت به دلیل نزدیکی آن به مناطق شهری، تأسیسات نظامی، مسیرها و جاده‌های حمل و نقل اصلی کشور و نیز صنایع و کارگاه‌هایی که در آن واقع شده‌اند، از اولویت‌های مطالعاتی و اجرایی استان است [۱۹].

بر اساس پژوهش‌های امیرالسادات [۳] بیشتر سطح منطقه مورد بررسی توسط تپه‌ها و پهنه‌های ماسه بادی با ارتفاعی تا چهار متر پوشیده شده که این ارتفاع در نقاط مختلف متغیر است. بخش عمده‌ای از نهشته‌های بادی منطقه را نهشته‌های تبخیری شامل گچ، نمک و آهک تشکیل می‌دهد. به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی در منطقه، آب موجود از طریق نیروی مویینگی به سطح زمین منتقل می‌شود. آب‌های منتقل شده تحت اثر باد و حرارت تبخیر شده و کانی‌های تبخیری در محل تشکیل می‌شوند. از کانی‌های تبخیری تشکیل شده می‌توان به ژیپس و کلسیت اشاره کرد. به‌طورکلی خاک‌های دشت سجزی دارای درصد بالایی کانی‌های تبخیری و ذرات ریزدانه حساس به فرسایش بادی است. در بین کانی‌های تبخیری، گچ بیش‌ترین حساسیت به فرسایش بادی را دارد.

بر اساس داده‌های دریافت شده از سازمان هواشناسی کل کشور [۸]، فراوانی تجمعی بادها برای منطقه‌ی مورد مطالعه در سرعت‌های مختلف مطابق جدول ۱ است. بر اساس این داده‌ها مشخص است که حدود شش درصد بادهای منطقه دارای سرعتی بالاتر از شش متر بر ثانیه است.

برداشت نمونه‌ی خاک

نمونه‌ها از لایه سطحی تپه‌های ماسه‌ای منطقه که فاقد هرگونه پوشش گیاهی بوده و بسیار فرسایش‌پذیر است برداشت شد. به این منظور، برداشت نمونه از سطح تا عمق حدود پنج سانتی‌متر که می‌تواند در معرض فرسایش بادی قرار گیرد، انجام شد [۲۵].

آماده‌سازی مالچ و نمونه‌ها

برای آماده‌سازی نمونه‌ها، ابتدا بشقاب‌هایی به قطر ۲۳ سانتی‌متر به طور کامل با ماسه پر شد و سپس سطح آن به گونه‌ای تسطیح گردید که علاوه بر نبودن پستی و بلندی و صاف بودن آن، سطح خاک بطور کامل تا لبه‌ی بشقاب بالا می‌آمد. اندازه بشقاب متناسب با ابعاد تونل و به گونه‌ای بود که مقطع عرضی تونل را پوشش دهد.

برای آماده کردن مالچ با توجه به غلظت مد نظر، مقدار بیوپلیمر مورد نیاز (که به شکل پودر موجود است) توزین و به حجم مشخصی آب اضافه و به طور کامل مخلوط شد. به طور مثال برای پخش مقدار ۰/۲ گرم بر متر مربع ماده مؤثر (بیوپلیمر)، ابتدا سوسپانسیونی با غلظت ۰/۵ گرم بر لیتر تهیه شد. با توجه به سطح بشقاب (۰/۰٤۱۵مترمربع) و لزوم پخش ۰/۲ گرم بر مترمربع ماده مؤثر، فقط ١٦ میلی‌لیتر از آن به عنوان مالچ بطور یکنواخت در سطح بشقاب پاشیده شد. سپس نمونه‌ها بطور کامل در هوا خشک شدند و پس از خشک شدن به مدت ۱۰ دقیقه درون تونل باد قرار گرفتند. نمونه‌های شاهد نیز به همین ترتیب ولی بدون بیوپلیمر آماده و پس از توزین در تونل باد قرار گرفتند (شکل ۲ نمونه را در مراحل مختلف آماده سازی نشان می‌دهد.).

روش برنامه‌ریزی آزمایش‌ها و معرفی تونل باد

در این پژوهش سرعت باد (متر بر ثانیه)، مقدار ماده مؤثر (مقدار ماده مصرفی بر حسب گرم بر مترمربع) و در نتیجه، غلظت سوسپانسیون (گرم بر لیتر) به عنوان پارامترهای متغیر و سطح خاک تحت فرسایش، حجم سوسپانسیون بیوپلیمر (حجم مالچ مورد استفاده) و زمان قرارگیری در تونل باد به عنوان پارامترهای ثابت

جدول ۱- فراوانی تجمعی بادها در سرعت‌های مختلف بر حسب (m/s) برای سال ۱۳۹۷

Table 1. Cumulative frequency for winds with different speeds (m/s) for 2018 -2019

سرعت باد Wind speed	≤6	≤8	≤10	≤12	≤14	≤16	≤18
فراوانی تجمعی (درصد) Cumulative frequency (in percent)	94	97.5	98.9	99.2	99.3	99.8	99.9

www.SID.ir

Archive of SID

در نظر گرفته شدند. کمترین سرعت باد در آزمایش‌ها، سرعت آستانه فرسایش بود. کمترین مقدار بیوپلیمر بر اساس نتایج تحقیق کاوازنجیان و همکاران [۱۳] از ۰/۲ گرم بر متر مربع شروع و تا ۱/۲ گرم بر مترمربع افزایش یافت.

در شکل ۳ مشخصات تونل باد مورد استفاده در این پژوهش ارایه شده است. تونل باد به گونه‌ای طراحی شده است که سرعت در آن معادل سرعت در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین است.

برای اندازه‌گیری سرعت آستانه فرسایش، پس از قرار دادن نمونه تونل باد، سرعت به تدریج افزایش داده می‌شود تا جایی که اولین ذره خاک شروع به حرکت کند. سرعتی که حرکت ذرات در آن آغاز می‌شود، سرعت آستانه فرسایش است.

آزمایش تونل باد

نمونه‌های تهیه شده طبق برنامه‌ریزی انجام شده، وارد تونل باد شد. در صورت وجود فرسایش که با اندازه‌گیری وزن نمونه، قبل و بعد از انجام آزمایش تونل باد بدست می‌آمد، غلظت بیوپلیمر افزایش داده می‌شد. در صورتی که مقدار فرسایش اندازه‌گیری شده (با توجه به دقت ترازوی مورد استفاده ۰/۰۱ گرم) در حد چند صدم گرم بود، سرعت باد افزایش داده می‌شد و مقدار فرسایش اندازه‌گیری و ثبت می‌گردید.

بیشینه سرعت باد استفاده شده در این پژوهش ۱۵ متر بر ثانیه، معادل ٥٤ کیلومتر بر ساعت (حداکثر توان تونل باد)، بود و غلظت بیوپلیمر تا جایی افزایش یافت که فرسایش اندازه‌گیری شده با توجه به دقت دستگاه در نمونه‌ها به صفر نزدیک شد. تمامی آزمایش‌های تونل باد با سه تکرار انجام گردید. در نهایت آزمایش دانه‌بندی نمونه‌های تیمار شده با غلظت نهایی گوار و نمونه‌های شاهد انجام گرفت تا اثر پلیمر بر دانه‌بندی خاک مشخص گردد.

میزان فرسایش و دانه‌بندی

در این آزمایش‌ها به جای استفاده از روش شاخص مدرج، از روش تغییرات وزن استفاده شد، چراکه شاخص‌های مدرج قادر به نشان دادن مقدار بسیار کم فرسایش نمونه‌های تیمار شده نبود. به این ترتیب که وزن نمونه‌های تیمار شده خشک بلافاصله قبل و بعد از قرار گرفتن در تونل باد ثبت شده و اختلاف این دو وزن به عنوان مقدار خاک فرسایش یافته گزارش شد [۱۳]. متوسط این مقدار برای سه تکرار از هر آزمایش، محاسبه و نسبت به فرسایش شاهد سنجیده می‌شود. همچنین به صورت نموداری همراه با مقادیر انحراف معیار داده‌ها از میانگین، گزارش می‌گردد.

دانه‌بندی برای ذرات بزرگ‌تر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر به روش الک خشک، و برای ذرات کوچک‌تر از این مقدار به روش هیدرومتری انجام گرفت.

تحلیل آماری

با هدف تعیین بهینه‌ترین غلظت بیوپلیمر در کاهش فرسایش بادی، از روش‌های آماری توصیفی و آنالیز واریانس دو طرفه برای تحلیل داده‌های تونل باد در محیط SPSS (نسخه‌ی ۲۲) استفاده شد. نتایج حاصل از این تحلیل‌ها و نمودار خروجی آن‌ها در قسمت نتایج آمده است.

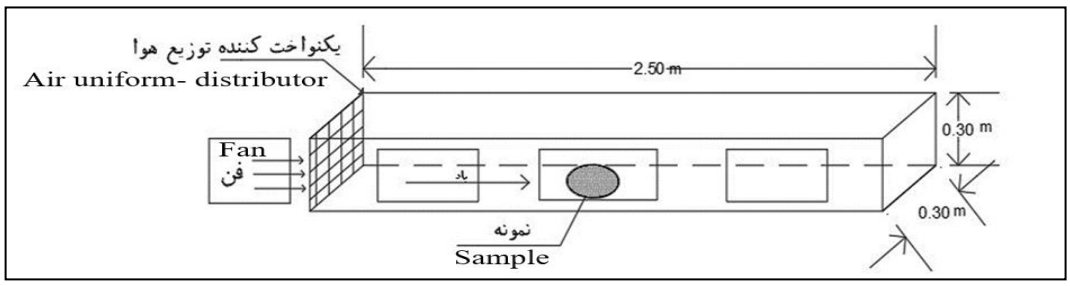
نتایج

تأثیر بیوپلیمرها بر فرسایش بادی

با توجه به اینکه سرعت آستانه فرسایش نمونه‌های مورد مطالعه

شکل ۲- الف: نمونه خاک آماده شده پیش از مالچ‌پاشی، ب: نمونه‌ها پس از مالچ‌پاشی، ج: سطح نمونه پس از خشک شدن

Fig 2.A: Prepared soil sample before treatment, B:Samples after treatment, C: soil surface after drying



شکل ۳- شماتیک تونل باد

Fig 3. Wind tunnel schematic

www.SID.ir

Archive of SID

هفت متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد، آزمایش‌ها با این سرعت شروع و برای تعیین میزان تأثیر بیوپلیمرگوار بر فرسایش بادی، میزان فرسودگی نمونه‌های تیمار شده با بیوپلیمر با مقادیر فرسایش یافته نمونه‌های شاهد در سرعت‌های مشابه مقایسه شد (جدول ۲).

با توجه به نتایج درج شده در جدول ۲، مقدار ماده مؤثر نهایی برای گوار ۱/۲ گرم بر مترمربع انتخاب شد. زیرا میانگین فرسایش برای این مقدار از بیوپلیمر گوار در بالاترین سرعت آزمایش شده (۱۵ متر بر ثانیه) به ۰/۰۳۵ درصد فرسایش شاهد کاهش یافت، که کمترین مقدار فرسایش در این سرعت باد بود. همچنین از نتایج درج شده در این جدول، مشاهده می‌شود که در سرعت هفت متر بر ثانیه، بیش‌ترین مقدار فرسایش مشاهده شده در نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه شاهد، برابر ۰/۰۱۰۳۶ می‌باشد. این امر نشانگر اثر قابل توجه بیوپلیمر گوار حتی در کمترین مقدار استفاده شده (۰/۲ گرم در مترمربع) در کنترل فرسایش بادی خاک می‌باشد.

برای بررسی بیش‌تر، نتایج نمونه‌های تیمار شده با مقدار ۱/۲ گرم بر مترمربع گوار به عنوان حد بهینه در سرعت‌های هشت، نه، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ متر بر ثانیه، بررسی شد که نتایج آن در جدول ۳ درج شده است. بر این اساس، فرسایشی در سرعت‌های هشت و نه مشاهده نشد که نشان‌گر قدرت این غلظت از گوار در کنترل کامل فرسایش در این سرعت‌ها می‌باشد.

لازم به ذکر است که مطابق نتایج به دست آمده از داده‌های هواشناسی، ۹۹/۸ درصد بادهای منطقه سرعتی کمتر از ۱۶ متر بر ثانیه دارند. بنابراین انتظار می‌رود که مالچ بیوپلیمری گوار با مقدار ماده مؤثر ۱/۲ گرم بر مترمربع قادر به کنترل فرسایش بادی خاک در ۹۹/۸ موارد باشد.

با هدف بررسی بیش‌تر، نمودار تغییرات مقدار خاک فرسایش‌یافته نسبت به غلظت بیوپلیمر و سرعت باد در شکل ٤ نشان داده شده است. مقادیر میانگین و انحراف معیار سه تکرار از هر آزمایش در این شکل آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در یک مقدار ثابت از بیوپلیمر، نمودار مربوط به سرعت بیشتر، بالاتر از نمودار مربوط به سرعت کمتر، قرار گرفته و نمودار مربوط به هر سرعت با افزایش غلظت، یک روند نزولی دارد. به عبارت دیگر افزایش

جدول ۲- متوسط فرسایش نمونه‌های تیمار شده نسبت به متوسط فرسایش نمونه‌های شاهد

Table 2. Average erosion of treated samples over average erosion of untreated samples

مقدار ماده مصرفی در هر مترمربع(gr) Application rate per square meter (gr)	سرعت باد(m/s) Wind speed (m/s)	متوسط فرسایش نمونه‌های تیمار شده نسبت به متوسط فرسایش نمونه‌های شاهد (درصد) Average erosion of treated samples over average erosion of untreated samples (in percent)
0.2	7	1.036
0.4	7	0.879
0.8	8	0.110
1.0	8	0.016
1.0	9	0.018
1.0	10	0.023
1.0	11	0.048
1.0	12	0.068
1.0	15	0.090
1.2	15	0.035

جدول ۳- نتایج تکمیلی تونل باد برای نمونه‌های تیمار شده با ۱/۲ گرم بر مترمربع گوار

Table 3. Wind tunnel complementary results for samples treated with 1.2 gr/m^2 Guar

سرعت(m/s) Wind speed (m/s)	متوسط فرسایش نمونه‌های تیمار شده نسبت به متوسط فرسایش نمونه‌های شاهد (درصد) Average erosion of treated samples over average erosion of untreated samples (in percent)
8	≈0
9	≈0
10	0.004
11	0.009
12	0.020

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت باد سبب افزایش مقدار فرسایش و افزایش غلظت بیوپلیمر سبب کاهش آن شده است. همچنین مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت، شیب کاهش فرسایش به ازای افزایش مقدار ماده مؤثر کم شده است.

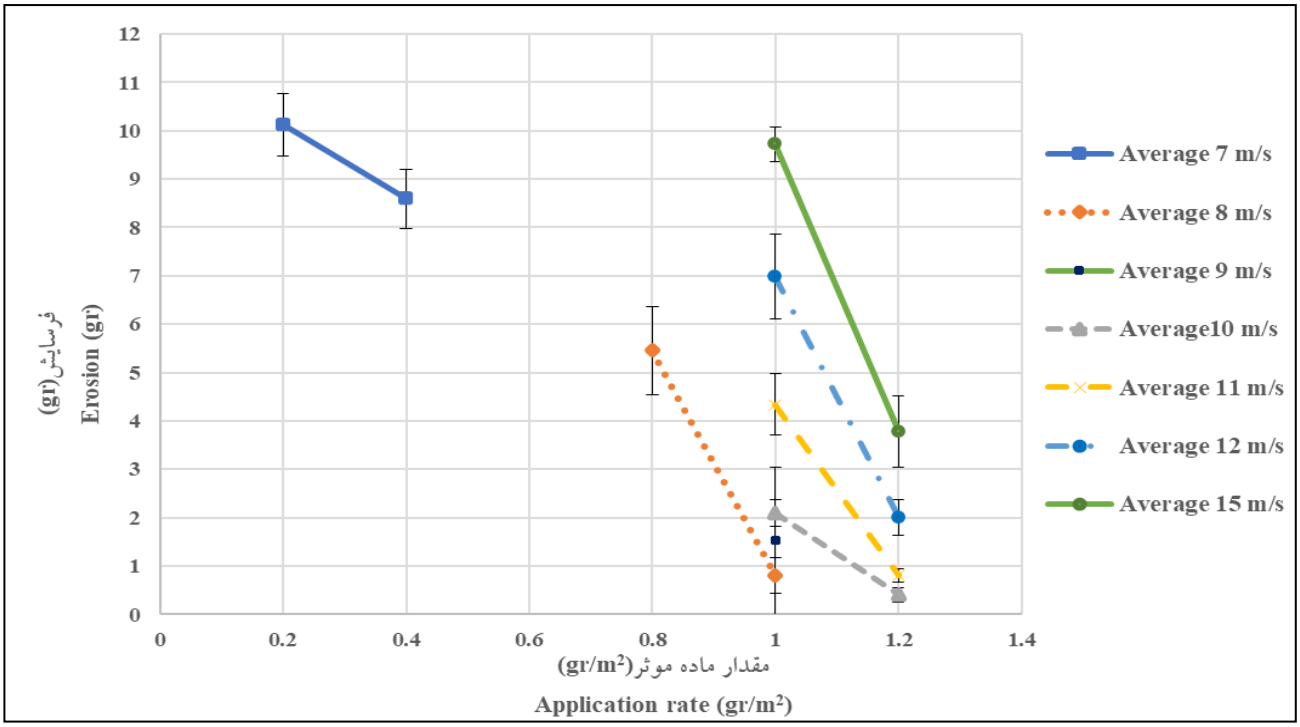
همان‌گونه که در برخی نقاط شکل ٤ مشاهده می‌گردد، بین محدوده‌ی تغییرات مقدار فرسایش در یک سرعت با سرعت بعدی هم‌پوشانی وجود دارد. علت این انطباق، که در داده‌های تیمار ۱/۲ گرم بر مترمربع گوار مشاهده می‌شود، نزدیکی زیاد مقادیر فرسایش نمونه‌های مربوطه در سرعت‌های متوالی است. نزدیکی این داده‌ها نشان می‌دهد که افزایش سرعت (به خصوص در سرعت‌های بیش از ۱۰ متر بر ثانیه) تأثیر چندانی بر توانایی مالچ در کنترل فرسایش نداشته و پوسته‌ی حاصل از مالچ‌پاشی در این سطح از غلظت‌ها تخریب نمی‌شود. لذا دیگر نیازی به افزایش غلظت بیوپلیمر نخواهد بود.

از طرف دیگر مشاهده می‌گردد که در غلظت‌های پایین، توانایی بیوپلیمرها در کنترل فرسایش کم‌تر است و نمونه‌ها بیشتر دست‌خوش تغییرات شده و انحراف معیار نتایج از میانگین آنها بیش‌تر است. اما با افزایش غلظت، انحراف معیارها کم شده که حاکی از توان بیشتر بیوپلیمر در کنترل فرسایش بوده و نتایج قابل اعتمادترند. به عبارت دیگر، تکرار نتایج بر تکرارپذیر بودن آن صحه گذاشته است و نشان می‌دهد که در صورت انجام مجدد آزمایش در غلظت‌های بالاتر (به‌ویژه غلظت‌های نهایی)، همان حدود میانگین به دست خواهد آمد. نزدیک بودن مقادیر فرسایش یافته در یک غلظت مشخص از مالچ در سرعت‌های متوالی(مانند آنچه که برای غلظت یک گرم بر مترمربع گوار در سرعت هشت، نه و ده اتفاق افتاده است) نیز نشان‌گر توانایی بیوپلیمر در کنترل فرسایش در این حدود است.

نتایج آنالیز واریانس دو طرفه داده‌های تونل باد

همانطور که از شکل ٥ مشخص است، افزایش مقدار ماده مؤثر گوار، باعث کاهش فرسایش نمونه‌ها به صورت کلی و نیز در قیاس با نمونه شاهد شده است. بررسی بیش‌تر نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد، افزایش مقدار ماده از مقادیر کمتر از ۰/٤ به مقادیر یک و ۱/۲، اختلاف معنی‌داری در کاهش فرسایش ایجاد نموده به طوری که با افزایش مقدار گوار از مقادیر کم‌تر از ۰/٤ به بیش از یک، فرسایش به صورت معنی‌داری کاهش یافته است ($p< ۰/۰۵$). بر عکس، افزایش مقدار ماده مؤثر از ۰/۲ تا ۰/۸ از یک طرف و از ۰/۸ تا ۱/۲ از طرف دیگر، اختلاف معنی‌داری در در این بازه‌ها، احتمالا تصادفی بوده و یا به علت خطا و یا عدم بررسی فاکتورهای دیگر بوده است ($p< ۰/۰۵$).

از آنجایی که هم مقدار ماده مؤثر بیوپلیمر و هم سرعت در نتیجه نهایی فرسایش مؤثر است، لذا از واریانس دو طرفه برای بررسی هر دو عامل و فقط برای مقادیر مصرفی بالا (یک و ۱/۲ گرم بر مترمربع) که اثر کاهشی مناسبی بر فرسایش داشتند و نیز سرعت‌های بالا (۱۰ تا ۱۵ متر بر ثانیه) که انتظار می‌رود اثر بیشتری بر افزایش فرسایش داشته باشند، استفاده شد که نتایج توصیفی آن‌ها در جدول ٤ درج

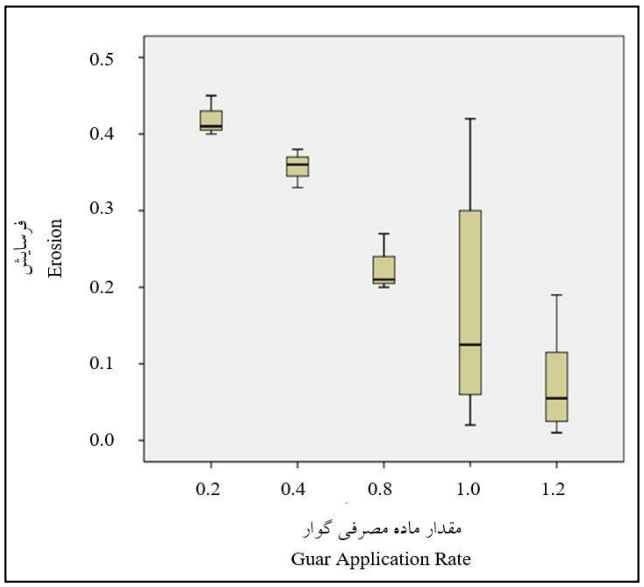


شکل ٤- نمودار میانگین و انحراف معیار مقدار فرسایش خاک در هر متر مربع برای مقادیر مختلف ماده مصرفی گوار

Fig 4. Mean and standard deviation diagram of soil erosion per square meter for different application rates of Guar

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقدار فرسایش نمونه (گرم) بر حسب مقدار ماده مصرفی گوار (گرم بر مترمربع)

Fig 5. Guar application rate (gr/m^2) versus sample erosion (gr)

جدول ٤- نتایج آمار توصیفی

Table 4. Descriptive statistics

مقدار ماده مصرفی گوار Guar Application Rate	سرعت باد Wind Speed	میانگین Mean	انحراف معیار Std. Deviation	N
1.00	10.00	0.0867	0.01155	3
	11.00	0.1800	0.02646	3
	12.00	0.2900	0.03606	3
	15.00	0.4033	0.01528	3
	Total	0.2400	0.12563	12
1.20	10.00	0.0167	0.00577	3
	11.00	0.0333	0.00577	3
	12.00	0.0833	0.01528	3
	15.00	0.1567	0.03055	3
	Total	0.0725	0.05879	12
Total	10.00	0.0517	0.03920	6
	11.00	0.1067	0.08214	6
	12.00	0.1867	0.11587	6
	15.00	0.2800	0.13682	6
	Total	0.1563	0.12853	24

www.SID.ir

Archive of SID

شده است.

نتایج آمار توصیفی نشان می‌دهد که با افزایش سرعت در هر دو مقدار ماده مؤثر، مقدار فرسایش افزایش یافته است و این در حالی است که با افزایش مقدار گوار از یک به ۱/۲، مقدار فرسایش در سرعت‌های مشابه، کاهش داشته است. برای بررسی بیشتر و تعیین اینکه آیا کاهش یا افزایش فرسایش در شرایط مختلف معنی‌دار است یا خیر، نتایج آنالیز واریانس دو طرفه در جدول ۵ درج و مورد تحلیل و بحث قرار گرفته است. از نتایج مشخص است که افزایش و کاهش فرسایش در اثر دو عامل سرعت و مقدار ماده مؤثر گوار، در سطح اطمینان ۹۵ درصد کاملا معنی دار است (۰ =p). تحلیل دو مقدار ماده یک و ۱/۲ به صورت یکطرفه نشان داد که بین دو مقدار ماده مؤثر یاد شده، اختلاف معنی‌داری در نتایج وجود ندارد و این در حالی است که تحلیل واریانس دو طرفه حاکی از اختلاف معنادار در اثر دو مقدار یاد شده بر نتایج است که علت آن توجه به سرعت در تحلیل دو طرفه است. هم چنین به نظر می‌رسد که بین دو عامل مقدار ماده مؤثر گوار و سرعت باد، اثر متقابل معنی‌دار وجود دارد که لازم است بررسی بیشتری بر روی آن صورت گیرد (۰ =p).

نتایج مربوطه به بررسی اثرات متقابل مقدار ماده مؤثر گوار و سرعت باد در جدول ۵ و شکل ٦ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ٦ به خوبی مشخص است، اثرات متقابل قابل توجه نبوده و قابل صرف نظر کردن هستند (به ویژه در سرعت‌های ۱۱ متر بر ثانیه و بالاتر). با توجه به نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها می‌توان نتیجه گرفت که مقدار ماده مؤثر ۱/۲ گرم بر مترمربع بهترین مقدار ماده مصرفی گوار است.

اثر بیوپلیمرها بر دانه‌بندی خاک

شکل ۷ نشان‌دهنده تأثیر بیوپلیمر گوار بر دانه‌بندی خاک و توانایی آن بر کاهش و کنترل فرسایش بادی خاک است که از دلایل این امر می‌توان به درشت‌تر شدن دانه‌ها بر اثر استفاده از این بیوپلیمر اشاره کرد. همانطور که مشاهده می‌گردد، D_{50} نمودار دانه بندی خشک خاک تیمار شده با بیوپلیمر از D_{50} نمودار دانه بندی خشک خاک شاهد، بزرگ‌تر است.

در بررسی وضعیت دانه‌بندی نمونه‌های مورد آزمایش از دو روش تر و خشک استفاده شد. همانطور که در شکل ۷ مشخص است، وقتی دانه‌بندی به روش تر انجام می‌شود، منحنی دانه‌بندی نسبت به

جدول ۵- نتایج بررسی اثر متقابل مقدار ماده مؤثر گوار و سرعت باد

Table 5. Test Results for Guar application rate and wind speed interaction

آزمون اثرهای بین موردی
Tests of Between- Subjects Effects

متغیر وابسته: فرسایش
Dependent Variable: Erosion

منبع Source	مجموع مربعات تیپ ۳ Type III Sum of Squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares	F	معناداری Sig.
مدل اصلاح شده Corrected Model	0.373 a	7	0.053	118.337	0.000
عرض از مبدأ Intercept	0.586	1	0.586	1302.083	0.000
مقدار ماده مصرفی گوار Guar Application Rate	0.168	1	0.168	374.083	0.000
سرعت باد Wind Speed	0.178	3	0.059	131.713	0.000
مقدار ماده مصرفی گوار* سرعت باد Guar Application Rate * Wind Speed	0.027	3	0.009	19.713	0.000
خطا Error	0.007	16	0.000		
مجموع Total	0.966	24			
مجموع اصلاح شده Corrected Total	0.380	23			

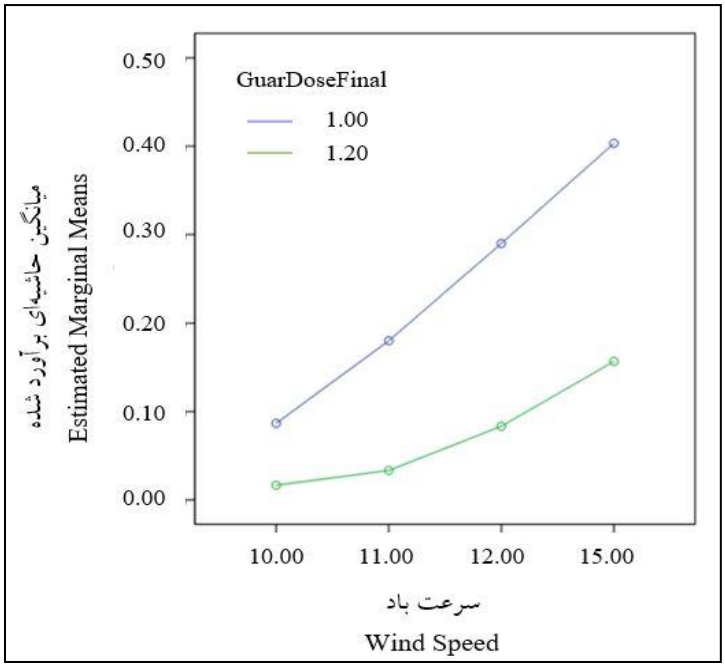
a. R Squared= 0.981 (Adjusted R Squared= 0.973)

www.SID.ir

Archive of SID

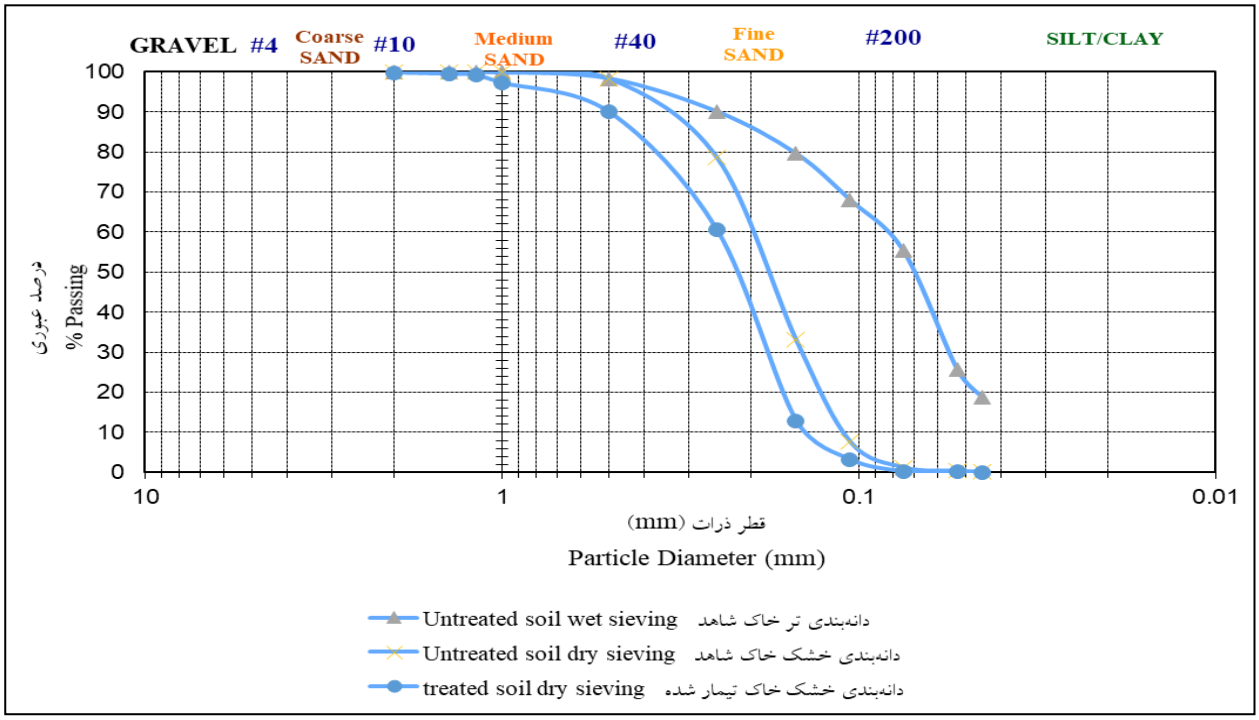
حالت خشک، به سمت ریزدانه‌تر شدن سوق می‌یابد. علت اصلی این موضوع وجود املاح یا شوری نمونه‌ها می‌باشد. چراکه در روش دانه‌بندی تر در مرحله اول پل‌های نمکی بین ذرات ماسه حل شده و در ادامه تأثیر کاتیون‌های یک ظرفیتی مانند سدیم سبب پراکنش بیش‌تر ذرات نمونه‌ها شده و در نتیجه دانه‌بندی ریزتر می‌شود.

بر اساس رابطه‌ی ولیکانوف (رابطه‌ی ۱)، سرعت آستانه فرسایش بادی برای ذرات با قطر معادل ۰/۱ میلی‌متر برابر ٤ متر بر ثانیه به دست می‌آید [۱۸]. بر اساس نمودار دانه‌بندی خشک خاک شاهد،



شکل ٦- برآورد میانگین حاشیه‌ای فرسایش

Fig 6. Estimated marginal means of erosion



شکل ۷- نمودار دانه بندی خاک شاهد و خاک تیمار شده با ۱/۲ گرم بر مترمربع گوار

Fig 7. Sieve analysis data for untreated soil and soil treated with 1.2 gr/m^2 Guar

www.SID.ir

Archive of SID

D_{50} خاک شاهد از ۰/۱ میلی‌متر بیش‌تر است. لذا انتظار می‌رود که برای خاک شاهد، سرعت آستانه فرسایش از ٤ متر بر ثانیه بیشتر باشد. آزمایش‌های انجام شده نیز نشان داد که سرعت آستانه فرسایش نمونه شاهد برابر ۷ متر بر ثانیه است.

$$Vk = 46.5\sqrt{(14d + 0.006)} \quad (1)$$

که در آن d قطر معادل دانه ها بر حسب متر و Vk سرعت آستانه فرسایش بر حسب متر بر ثانیه است [۱۸].

سرعت آستانه فرسایش نمونه تیمار شده با ۱/۲ گرم بر متر مربع از بیوپلیمر گوار به حدود ۱۰ متر بر ثانیه افزایش می‌یابد. این موضوع با توجه به درشت‌تر شدن ذرات خاک تیمار شده قابل توجیه است.

بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف بررسی اثر بیوپلیمر گوار بر فرسایش بادی انجام گرفت و مشخص شد که استفاده از محلول این بیوپلیمر در آب، به عنوان مالچ، سبب کاهش مقدار فرسایش بادی خاک می‌گردد. بر خلاف آنچه که دینگ و همکاران [۷] در گزارش خود مبتنی بر کاهش ضخامت سله در اثر افزایش مقدار ماده مؤثر گوار آورده‌اند، افزایش مقدار مالچ بیوپلیمری در این پژوهش، سبب کاهش ضخامت سله ایجاد شده، در سطح خاک نگردید. در این تحقیق به طور کلی مشاهده شد که افزایش مقدار ماده مؤثر بیوپلیمر استفاده شده، تأثیر چندانی در ضخامت سله ایجاد شده ندارد و این سله در تمامی مقادیر ماده مؤثر، ضخامتی حدود سه سانتی‌متر دارد. اما با افزایش مقدار ماده مؤثر گوار، مقاومت سله در مقابل فرسایش بادی افزایش می‌یابد.

همانند آنچه در تحقیقات آیلدین و همکاران [٤]، دینگ و همکاران [۷] و توفیق و قاسمی [٢٤] نیز گزارش شده است، در این پژوهش نیز مشاهده شد که هرچه مقدار ماده مؤثر بیوپلیمر گوار بیشتر باشد، تأثیر آن در کنترل فرسایش خاک بیشتر است. با این تفاوت که مقادیر گوار مصرفی در آن تحقیقات در حدود ۰/۲۵ تا ۱/۵ درصد وزنی بوده که به مراتب بیش‌تر از مقادیر گوار مصرفی در پژوهش حاضر است. مقدار ماده مصرفی بیوپلیمر گوار در تحقیق حاضر، در مقایسه با نوعی دیگر از بیوپلیمرهای پلی‌ساکاریدی با نام آگارگام نیز، که با مقدار سه درصد وزنی در تحقیقات چنگ و همکاران [۵] و چنگ و همکاران [٦] استفاده شده است، به مراتب کم‌تر است.

این مالچ همچنین مزیت‌هایی نسبت به مالچ نفتی دارد. پاشیدن مالچ بیوپلیمری گوار نیازمند دستگاه‌های پیشرفته نبوده و با استفاده از یک سمپاش پشت تراکتوری به‌راحتی می‌توان بیوپلیمر مربوطه را بر سطح مورد نظر اسپری کرد. اما پاشیدن مالچ نفتی نیازمند دستگاه اسکی، بولدوزر و تانکرهای مخصوص (با شعله) است، چراکه باید به صورت گرم پاشیده شود. با توجه به این مطلب هزینه هر هکتار مالچ‌پاشی با مالچ نفتی در سال ۱۳۹۹ در حدود ۲٤۰ میلیون ریال برآورد شده است [۹]. این در حالی است که هزینه خرید هرکیلوگرم بیوپلیمر گوار تهیه شده برای این تحقیق ٦۵۰ هزار ریال است و هر هکتار به ۱۲ کیلوگرم بیوپلیمر نیاز دارد (با فرض استفاده از مقدار بهینه بیوپلیمر که بر اساس نتایج این پژوهش ۱/۲ گرم بر مترمربع به دست آمده است). به عبارتی هزینه‌ی خرید ماده اولیه گوار برای هر هکتار هفت میلیون و ۸۰۰ هزار ریال است. همچنین هزینه اجازه یک سم‌پاش پشت تراکتوری که توانایی پاشش حداقل یک هکتار در در روز را دارد چیزی حدود ۵ میلیون ریال است. در مجموع هزینه برای این نوع مالچ در حدود ۱۲ میلیون و ۸۰۰ هزار ریال خواهد شد که به مراتب کمتر از هزینه مالچ‌پاشی با مالچ نفتی است. به علاوه بر خلاف مالچ نفتی که به دلیل رنگ بسیار تیره‌ای که دارد، اثر نامناسبی بر زیبایی محیط دارد، این مالچ به دلیل بی‌رنگ بودن از لحاظ ظاهری مشکلی برای محیط ایجاد نمی‌کند.

نتایج حاصل از آزمایش‌های تونل باد انجام گرفته، نشان می‌دهد که بیوپلیمر گوار می‌تواند فرسایش بادی خاک را تا بیش از ۹۸ درصد در بیشینه سرعت ۱۵ متر بر ثانیه کنترل نماید. همچنین اگر خاک با مقدار ماده مؤثر نهایی، که بر اساس بررسی‌ها برابر ۱/۲ گرم بر مترمربع از گوار است تیمار گردد، سرعت آستانه فرسایش بادی آن از هفت به ۱۰ متر بر ثانیه افزایش می‌یابد.

مشاهدات نشان می‌دهد که مالچ‌پاشی با این بیوپلیمر سبب ایجاد سله‌ای با ضخامت متوسط سه سانتی‌متر بر سطح خاک می‌گردد که مقاومت خاک در مقابل فرسایش را به شدت افزایش می‌دهد. افزایش مقدار ماده موثر بیوپلیمر سبب افزایش مقاومت این سله و در نتیجه کاهش مقدار فرسایش بادی خاک می‌گردد. مالچ بیوپلیمری گوار همچنین سبب درشت‌تر شدن دانه‌بندی خاک می‌گردد که این موضوع تأثیر آن بر کاهش فرسایش و افزایش سرعت آستانه را توجیه می‌کند.

به علاوه این مالچ از لحاظ هزینه و سهولت اجرا، نسبت به مالچ نفتی برتری دارد.

پیشنهادها

تمامی آزمون‌های انجام شده در این پژوهش در مقیاس آزمایشگاهی بوده است. لذا لازم است برای بررسی عملکرد مالچ بر کاهش فرسایش خاک، غلظت نهایی بیوپلیمرها به صورت پایلوت در منطقه مورد مطالعه مورد آزمایش قرار گیرند. همچنین برای بررسی ماندگاری مالچ در شرایط محیط و در حضور عوامل طبیعی مانند تابش نور خورشید و چرخه‌های گرم و سرد شدن، لازم است که مالچ به صورت بلند مدت در محیط باقی بماند.

بررسی بلند مدت پوشش گیاهی در منطقه‌ای که خاک آن با بیوپلیمر گوار مالچ‌پاشی شده است، می‌تواند اثر این ماده بر رشد گیاهان را مشخص کند. لذا لازم است که در طول آزمایش‌های پایلوت بر این مواد، وضعیت پوشش گیاهی مرتباً مورد بررسی قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Abtahi, S. M. 2017. The effect of cellulose polymer mulch on sand stabilization, Polimery 62(10): 757–763.

2. Alsanad, A. 2011. Novel biopolymer treatment for wind induced soil erosion. Ph.D. Dissertation. Arizona state university, 233 pages.

3. Amirossadat, Z. 2013. Full Length Research Paper Genesis and Classification of Soils in Segzi Plain (Iran). International Journal of Scientific Research in Knowledge 1(1): 1–12.

4. Ayeldeen, M., Negm, A., Sawwaf, M.and Gadda, T. 2016. Laboratory study of using biopolymer to reduce wind erosion. International Journal of Geotechnical Engineering 12(3): 228–240.

5. Chang, I., Lee, M., Thi Phuong Tran, A., Lee, S., Kwon, Y.M., Im, J. and Cho, G.C. 2020. Review on biopolymer-based soil treatment (BPST) technology in geotechnical engineering practices, Transportation Geotechnics 24.

6. Chang, I., Prasidhi, A.K., Im, J. and Cho, G.C. 2015. Soil strengthening using thermo-gelation biopolymers. Construction and Building Materials. 77: 430-3.

7. Ding, X., Xu, G., Zhou, W. and Kuruppu, M. 2018. Effect of synthetic and natural polymers on reducing Bauxite residue dust pollution. Environmental Technology 40(0): 1–10.

8. I.R of Iran Meteorological Organization. [Online]. Available at: http://www.irimo.ir/. [Accessed: 08-Apr-2019]. (In Persian)

9. Isfahan General Department of Natural Resources and Watershed Management. 2020. Status Report of Estimating Cost of Mulching in Hosseinabad, Kashan. (In Persian)

10. Jain, N., Garg, K., Karmakar, N.C. and Kumar palei, S. 2013. Guar gum in hydraulic fracturing in Indian Shale mines. Present Technology and Safety Scenario in Mining and Allied Industries (PTSM).

11. Jalilvand, R., Nouri Hendi, L. and Omidvar, A. 2011. A Study on Zeoplant Function in Reducing Soil Erosion and Flowing Sand Stabilization instead of Petroleum mulch. The Second Earth Science Conference. (In Persian)

12. Jang, J. 2020. A Review of the Application of Biopolymers on Geotechnical Engineering and the Strengthening Mechanisms between Typical Biopolymers and Soils. Advances in Materials and Engineering 2020: 16 p.

13. Kavazanjian, E., Iglesias, E. and Karatas, I. 2009. Biopolymer soil stabilization for wind erosion control. Proceedings of 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering: 881–884.

14. Khanamani, A., Jafari, R., Sangoony, H. and Shahbazi, A. 2011. Evaluation of soil status using RS and GIS technology (Case study: Sejzi plain). Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science 2(3): 25–37.

15. Malekahmadi, K., Hashmei, M., Dehnavi, A. and Heidari, F. 2020. Feasibility study of soil wind erosion control by biodegradable biopolymer. M.Sc. Thesis. Faculty of Civil Engineering and Transportation, University of Isfahan, 106 pages. (In Persian)

16. Oxin Chemistry. 2017. [Online]. Available at: http://www.oxinchemistry.ir. [Accessed: 09-Jul-2018]. (In Persian)

17. Rahbar, E. and Darvish, M. 2005. Petroleum Mulches: A Review. Iranian Journal of. Range and Desert Research 12(18): 63–81.

18. Refahi, H. 2013. Wind Erosion and Conservation (6th Ed).The Tehran University Press, Tehran, 320p. (In Persian)

19. Saboohi, R. 2010. Executive plan of critical centers of wind erosion in Sejzi region, physio graphic report, General Department of Natural Resources, Desert Office, Isfahan. (In Persian)

20. Shahnoushi, M. and Jalalian, A. 2012. Investigation of heavy metals (Cd-Pb) in 6 sediment sections of Gavkhoni wetland in 2012. Iranian National Conference on Environmental Research, Shahid Mofatteh University. (In Persian)

21. Shao, Y. 2008. Physics and Modelling of Wind Erosion (Second Ed). vol. 37. Springer Netherlands, Dordrecht, 459 p.

22. Smith, A.M. and Morris, G.A. 2016. Biopolymers as wound healing materials. wound Healing

www.SID.ir

Archive of SID

Biomaterials 2: 261–287.

23. Yousefi, S. E. and Nejad kouraki, F. 2012. Impact of PM on People Health, Diseases and Control Strategies. Sustainable Development Quarterly 3: 43–50. (In Persian)

24. Toufigh, V. and Ghassemi, P. 2020. Control and Stabilization of Fugitive Dust : Using Eco-Friendly and Sustainable Materials. International Journal of Geomechanics 20(9): 1–15.

25. Yan, Y., Wu, L., Xin, X., Wang, X. and Yang, G. 2015. How rain-formed soil crust affects wind erosion in a semi-arid steppe in northern China. Geoderma, 249–250: 79–86.

www.SID.ir

Archive of SID

نشریه علمی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 15, No. 53, Summer 2021

سال پانزدهم- شماره ۵۳- تابستان ۱۴۰۰

A Study on Effect of Guar Biodegradable Biopolymer on Soil Wind Erosion

K. Malekahmadi[1], M. Hashemi[2], A. Dehnavi[3] and F. Heidari[4]

Received: 11-11-2020 Accepted: 03-03-2021

Abstract

The present study investigated the effect of guar biopolymer on soil wind erosion. Assuming that Guar gum can control wind erosion, its ability to reduce soil wind erosion was examined by wind tunnel tests. Examined soil samples were gathered from sandy hills of Segzi plain, located in Isfahan Province. Then were prepared in plates with diameter of 23 cm treated with guar gum suspension so that 0.2, 0.4, 0.8, 1 and 1.2 gr of the biopolymer were scattered per square meter of sample surface. Wind tunnel tests were performed on samples at speed of 7 m/s to 15 m/s. The test results indicated that the resistant crust formed on soil surface due to spraying Guar suspension can highly increase soil resistance to wind erosion. 1.2 gr/m2 of Guar can reduce erosion up to 98 percent. Soil sieving analysis results pointed out that Guar gum causes enlargement of the soil aggregates and so in reduction of erosion and raise in threshold wind velocity from 7 to 10 m/s. Thus, using Guar gum can be considered as a suitable method for controlling soil wind erosion, after the field experiments.

Keywords: Dust stabilization, Wind tunnel, Segzi plain, Desertification control, Mulching

1. M.Sc. Graduate, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil engineering and Transportation, University of Isfahan, Iran.
2. Corresponding Author and Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil engineering and Transportation, University of Isfahan, Iran. Email: m.hashemi@eng.ui.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Civil engineering and Transportation, University of Isfahan, Iran.
4. Scientific board, Research Division of Soil Conservation and Watershed Management, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

www.SID.ir