نشریه علوم آب و خاک
سال بیست و هفتم / شماره اول / بهار ۱۴۰۲ / مقاله علمی- پژوهشی: صفحات ۳۳ تا ۴۴

تعیین و مقایسه کارایی مالچ‌های بهینه ویناسی براساس شاخص‌های مکانیکی (مطالعه موردی: شمال خرمشهر)

زینب نظری[۱]، مظاهر معین‌الدینی[۱*]، سلمان زارع[۲] و رضا رفیعی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۲)

چکیده

با توجه به مشکلات محیط‌زیستی که فرسایش بادی بر جای می‌گذارد، تثبیت کانون‌های گردوغبار به‌وسیله‌ی مالچ‌ها ضروری می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر، تعیین و مقایسه مالچ‌های بهینه ویناسی براساس شاخص‌های مکانیکی برای تثبیت خاک‌های حساس به فرسایش بادی است. در پژوهش حاضر، ویناس (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ گرم) با باگاس (۰، ۲۵، ۵۰ گرم)، خاکستر باگاس (۰، ۲۵، ۵۰ گرم)، فیلترکیک (۰، ۱۲/۵، ۲۵ گرم) و یک لیتر آب (۸۱ تیمار) ترکیب شده است. در ابتدا، تیمارهای در محدوده مناسب شوری و اسیدیته تعیین (۳۵ تیمار) و در گام بعدی، پس از مالچ‌پاشی بر روی سینی‌های آزمایشگاهی (۱۰۰×۳۰ ×۲ سانتی‌متر)، هریک از شاخص‌های مکانیکی اندازه‌گیری شده است. مالچ‌های بهینه براساس پنج شاخص با استفاده از مقایسه میانگین‌ها (دانکن) تعیین شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای ۳۳، ۳۰، ۳۴، ۳۲ و ۱۹ اختلاف میانگین گروه‌ها را براساس ضخامت لایه، مقاومت به ضربه، مقاومت فشاری و مقاومت برشی به‌خوبی نشان می‌دهد. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ویناس (۱۰۰ و ۲۰۰ گرم) به همراه ۵۰ گرم باگاس، ضریب درز و ترک را به شدت کاهش می‌دهد و استفاده از ویناس، باگاس و فیلترکیک بر میزان مقاومت فشاری، مقاومت به ضربه مؤثر نیستند.

واژه‌های کلیدی: فرسایش بادی، مناطق خشک، فیلترکیک، باگاس، خاکستر باگاس، ویناس

۱. گروه علوم محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲. گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: moeinaddini@ut.ac.ir

مقدمه

فرسایش باد با حمل بخش‌های حاصلخیز (رس، سیلت و مواد آلی) به خاک آسیب می‌رساند، باعث کاهش ظرفیت نگه‌داشت آب و تخریب ساختار خاک می‌شود. علاوه‌براین، مقداری از این خاک وارد جو می‌شود که میدان دید را کاهش، هوا و آب را آلوده می‌کند، باعث تصادف خودروها و آسیب به ماشین‌آلات می‌شود و سلامت حیوانات، گیاهان و انسان را به خطر می‌اندازد (۲۵). براساس اطلس جهانی بیابان‌زایی کمیسیون اروپا، در حال حاضر بیش از ۷۵ درصد از مناطق خشکی زمین تخریب شده است، و تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۹۰ درصد می‌تواند تخریب شوند. در میان فرایندهای مختلف تخریب زمین، فرسایش خاک به‌عنوان یک مشکل عمده زیست‌محیطی شناخته شده است که باعث هدررفت خاک سطحی و مواد مغذی و کاهش باروری خاک می‌شود (۵). باتوجه به اثرات مخربی که فرسایش بادی برجای می‌گذارد، می‌بایست اقداماتی در راستای تثبیت خاک انجام شود. روش‌های مختلف برای تثبیت خاک به‌صورت زیر طبقه‌بندی شده‌اند: ۱. روش‌های زراعی که در آنها از پوشش گیاهی یا باقیمانده محصولات برداشت شده به‌عنوان بادشکن و محافظ سطح خاک استفاده می‌شوند (۲۵). ۲. روش‌های مکانیکی که در آنها با ایجاد موانع مکانیکی مانند فنس‌های فلزی در مقابل جریان باد سرعت باد را کاهش می‌دهند (۲۵). ۳. ایجاد لایه مقاوم به فرسایش در سطح خاک با استفاده از تثبیت‌کننده‌های مختلف نظیر مالچ نفتی و مواد پلیمری (۳ و ۲۱). در روش سوم برای تثبیت خاک جهت کنترل فرسایش بادی، هدف اصلی دستیابی به مواد افزودنی است که بتواند بر روی خاک، قشر یکنواخت به هم چسبیده‌ای را به‌وجود آورد که مقاوم به باد و باران باشد، دوام بیشتری داشته باشد، برای افرادی که با آن سروکار دارند مضر نباشد، اثر سوء روی محصولات کشاورزی نداشته و مواد غذایی خاک را کاهش ندهد (۱۷) که به این مواد افزودنی مالچ گفته می‌شود. انتخاب نوع مالچ به توان تولید آسان و مقرون به‌صرفه بودن مواد اولیه آن در منطقه مورد نظر بستگی دارد. وجود ذخایر نفت و گاز در استان خوزستان باعث مرسوم شدن کاربرد مالچ نفتی شده است. در سال‌های اخیر، باتوجه به وسعت مناطق حساس به فرسایش بادی و همچنین مشکلات زیست‌محیطی مالچ‌های نفتی، گرانی و روند صعودی قیمت این ترکیبات، نیاز به مالچ‌های جایگزین و سازگار با محیط زیست بیش از پیش احساس می‌شود (۱۲). از جمله مالچ‌های سازگار با محیط‌زیست که در حجم قابل توجهی تولید می‌شوند، کاربرد ضایعات کشت و صنعت‌های نیشکر به‌عنوان مالچ است. تجربه نشان داده است که بازیافت ضایعات کشت و صنعت‌های نیشکر، علاوه‌بر حفظ محیط زیست سود سرشاری را نصیب این مجموعه و صنایع آن می‌نماید (۹). نیشکر یکی از محصولات مهم زراعی در جهان است که نقش مهمی در صنعت شکر ایفا می‌کند (۶). سطح زیرکشت این محصول در ایران حدود ۵۴۴ هزار هکتار است. از مهمترین مشکلات و مسائل مربوط به تولید نیشکر تولید پسماندهایی از قبیل باگاس، فیلترکیک، ملاس و ویناس است که علیرغم باارزش‌بودن، استفاده‌ای از آنها نشده است و به‌طور عمده با مسائل و مشکلات متعدد مدیریتی و زیست‌محیطی روبه‌رو است (۹).

ویناس یک فرآورده جانبی صنعت اتانول- شکر که ماده‌ای قهوه‌ای رنگ و معمولاً اسیدی است و به‌ازای هر لیتر اتانول به‌طور متوسط ۱۰ تا ۱۵ لیتر ویناس تولید می‌شود (۷). این ماده، دارای مقادیر زیادی ماده آلی، پتاسیم، نیتروژن و کلرید است که اگر به‌صورت اصولی مصرف شود، می‌تواند به‌عنوان یک ماده مؤثر در افزایش راندمان تولید محصولات کشاورزی به‌کار رود (۱۰). در پژوهش‌های معدود گذشته، فقط یکی از مواد اولیه همانند باگاس، فیلترکیک و ویناس (۸، ۲، ۲۲ و ۱۳) به‌عنوان مالچ و یا خاکستر‌باگاس در ساخت ملات (۱، ۲۰، ۲۷) و یا ترکیب ویناس با فیلترکیک به‌عنوان مالچ (۱۲) استفاده شده است. اما در این مطالعه، ترکیبی از باگاس، فیلترکیک، خاکستر‌باگاس و ویناس به‌کار گرفته شده است تا ترکیب بهینه‌ای از آنها به‌عنوان مالچ تعیین شود. مطالعات متعددی نشان می‌دهد که خاکستر باگاس غنی از اکسید آلومینیوم و اکسید سیلیسم است و تمایل به واکنش با هیدروکسیدکلسیم و آب دارد و از این طریق ترکیب سیمانی

تشکیل می‌دهد (۲۷). همچنین، فیلترکیک به‌دلیل داشتن مواد‌آلی، آهک و خاصیت چسبندگی (۱۲) در افزایش مقاومت خاک می‌تواند نقش مؤثری ایفا کند. از طرف دیگر، حضور باگاس در خاک به‌عنوان فیبر یا الیاف باعث افزایش انعطاف‌پذیری و افزایش نیروی برشی (۱۸) و افزایش مقاومت کششی خاک می‌شود (۲۴). از سوی دیگر، با توجه به تولید سالانه حجم قابل ملاحظه‌ای از ویناس (۸۰۰ هزارمترمکعب) (۱۲)، باگاس (دو میلیون و ۴۴۰ هزار و ۴۶۵ تن)، فیلترکیک (به‌ازای هر ۱۰۰ تن نیشکر ۳ تن از این ماده) (۱۳) در کشت و صنعت‌های نیشکر خوزستان، تولید مالچ‌های ویناسی کمک بسزایی در جهت مدیریت آنها و حفاظت از محیط زیست خواهد کرد. بنابراین، هدف از این مطالعه، به‌منظور ممانعت از هدررفت این منابع ارزشمند، تعیین مالچ‌های بهینه ویناسی از پسماندهای کشت و صنعت نیشکر برای تثبیت خاک‌های حساس به فرسایش بادی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، در شمال خرمشهر (شکل ۱) و در جنوب غرب استان خوزستان قرار دارد که مجموع مساحت منشأهای تولید گردوغبار در این شهرستان ۲۴۳۷۷ هکتار است که معادل ۷٪ از کل منشأهای تولید گردوغبار استان است که براساس ضریب خشکی دومارتن نوع اقلیم آن، خشک و براساس نقشه ملی اقلیم، خیلی خشک است. همچنین، در این منطقه کاهش رطوبت سطحی و شورشدن زمین در نتیجه نفوذ آب‌های زیرزمینی به خوبی دیده می‌شود (۱۱). شکل ۲ ویژگی‌های شیمیایی خاک را نشان می‌دهد که به‌ترتیب میانگین غلظت کربنات، کلر، کلسیم و کربن آلی در خاک بستر بالا است (۲۳). براساس جدول ۱ بافت خاک لومی‌شنی و کمی آهکی است.

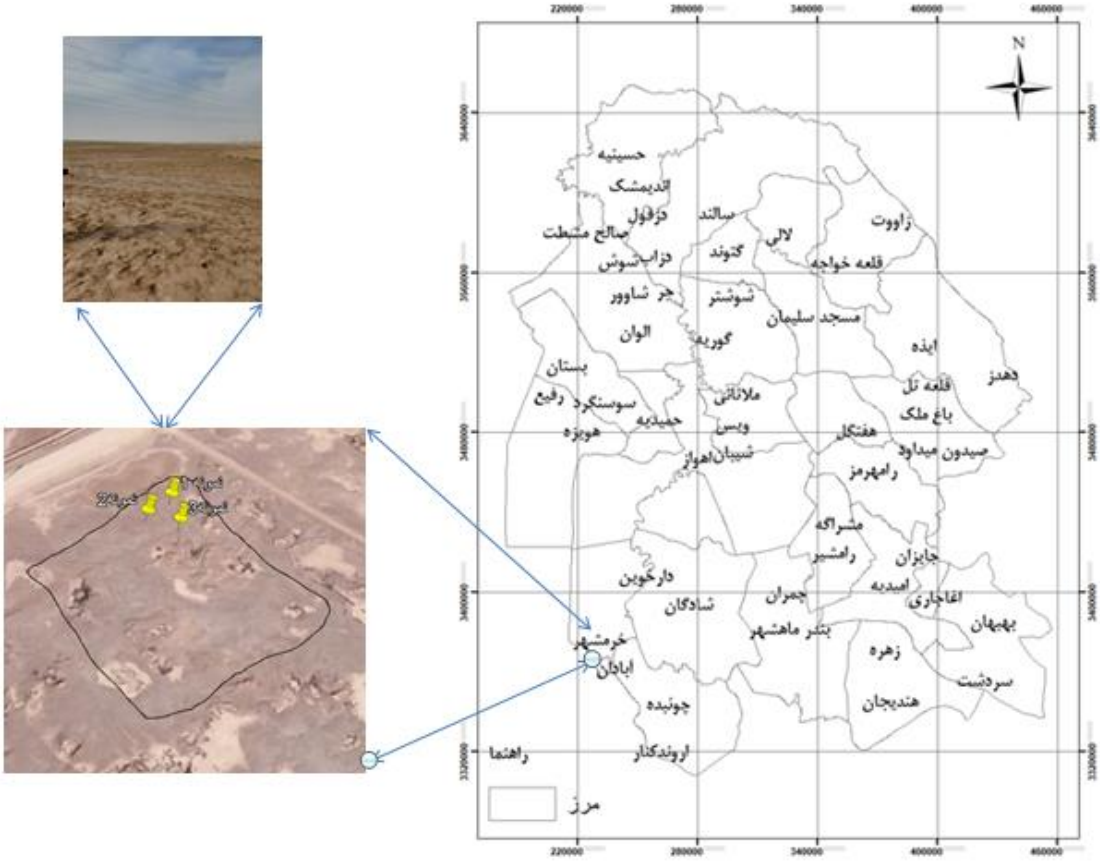
به‌منظور آماده‌سازی تیمارها ویناس با باگاس، خاکستر‌باگاس، فیلترکیک (شکل ۳) و یک لیتر آب ترکیب شده است. باتوجه به نتایج مرور پژوهش های گذشته (۱۲، ۱۵ و ۱۶)، ترکیب تیمارها در پژوهش حاضر، در سه سطح ویناس (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ گرم)، باگاس (۰، ۲۵، ۵۰ گرم)، خاکستر‌باگاس (۰، ۲۵، ۵۰ گرم)، فیلترکیک (۰، ۱۲/۵، ۲۵ گرم) فراهم شد که با ترکیب این سطوح از مواد اولیه با یک لیتر آب، ۸۱ تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی آماده شد (جدول ۲).

در گام اول ۳۵ تیمار بهینه در محدوده‌ی مناسب شوری و اسیدیته تعیین، در گام بعدی، پس از مالچ‌پاشی تیمارهای بهینه بر روی سینی‌های آزمایشگاهی (۱۰۰×۳۰×۲ سانتی‌متر)، شاخص‌های مقاومت برشی بااستفاده از دستگاه پره‌برش، مقاومت فشاری بااستفاده از دستگاه نفوذسنج، مقاومت به ضربه بااستفاده از یک میله نوک مخروطی، ضریب درز و ترک سطحی بااستفاده از اندازه‌گیری طول و عرض و تعداد درز و شکاف برای تیمارهای بهینه با حداقل سه تکرار اندازه‌گیری شد (۱۹). برای تعیین مالچ‌های بهینه نهایی بااستفاده از این پنج شاخص از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها (دانکن) استفاده شده است. بنابراین، در ابتدا از بین ۳۵ تیمار، تیمارهای با ضریب درز و ترک کمتر از ۲ تعیین شدند (۱۹). سپس، بااستفاده از تحلیل تجزیه واریانس یک‌طرفه مشخص شد که آیا بین این چهار شاخص از نظر تیمارهای باقیمانده (مقاومت برشی، مقاومت فشاری، مقاومت به ضربه، ضخامت لایه) اختلاف معنی‌داری وجود دارد یا نه. هنگامی که مشخص شد که حداقل بین یکی از تیمارها با بقیه اختلاف معنی‌داری وجود دارد، بااستفاده از گروه‌بندی، میانگین‌ها تعیین شد که کدام یک از تیمارها باهم تفاوت دارند. درحقیقت، بااستفاده از این روش از هر گروه، یک تیمار به‌عنوان تیمار بهینه انتخاب شد. برای گروه‌بندی میانگین‌ها از آزمون دانکن طی دو مرحله استفاده شده است. در این روش، چندین معیار محاسبه و تفاوت‌ها با آنها سنجیده و تمامی تیمارها دو به دو با هم مقایسه می‌شوند (۴). محاسبات آماری و رسم نمودار به‌ترتیب در نرم‌افزار SPSS 26 و Excel 2010 انجام گرفته است.

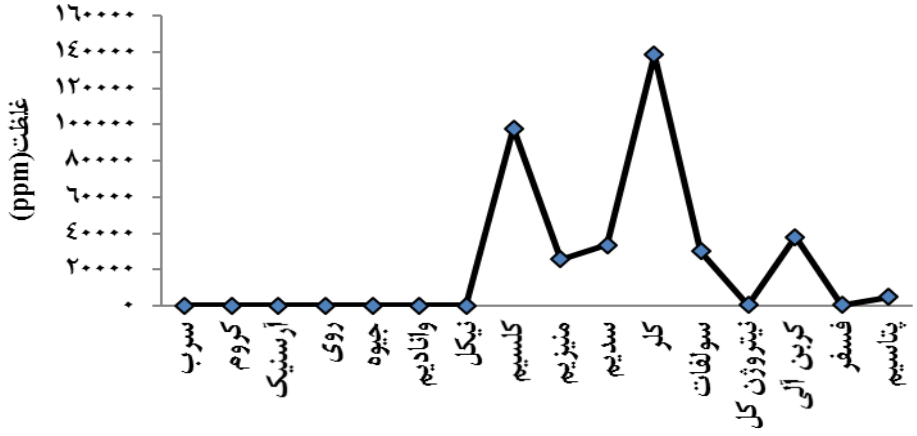
نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی شاخص‌های موردمطالعه

همان‌طور که مشاهده می‌شود، ضریب تغییرات پارامترهای



شکل ۱. محدوده‌ی منطقه مورد مطالعه (رنگی در نسخه الکترونیکی)



شکل ۲. ویژگی‌های شیمیایی خاک

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی خاک

بافت خاک	شن (٪)	سیلیت (٪)	رس (٪)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتمتر مکعب)	وزن مخصوص حقیقی (گرم بر سانتمتر مکعب)	درصد آهک
لومی‌شنی	۵۸/۲	۳۱/۴	۱۰/۳۳	۱/۳	۲/۶۷	۸/۰۲

شکل ۳. مواد اولیه تیمارها به‌ترتیب از راست به چپ خاکستر باگاس، باگاس، فیلترکیک و ویناس

جدول ۲. ترکیب تیمارهای مورد بررسی

تیمار	*(V,B,BA,FC)	تیمار	*(V,B,BA,FC)	تیمار	*(V,B,BA,FC)	تیمار	*(V,B,BA,FC)	تیمار	(V,B,BA,FC)	تیمار	(V,B,BA,FC)
۱	(۰،۰،۰،۰)	۱۵	(۲۵،۲۵،۲۵،۰)	۲۹	(۱۲،۰،۰،۱۰۰/۵)	۴۳	(۰،۵۰،۲۵،۱۰۰)	۵۷	(۲۵،۰،۰،۲۰۰)	۷۱	(۱۲،۵۰،۲۵،۲۰۰/۵)
۲	(۱۲،۰،۰،۰/۵)	۱۶	(۰،۵۰،۲۵،۰)	۳۰	(۲۵،۰،۰،۱۰۰)	۴۴	(۱۲،۵۰،۲۵،۱۰۰/۵)	۵۸	(۰،۲۵،۰،۲۰۰)	۷۲	(۲۵،۵۰،۲۵،۲۰۰)
۳	(۲۵،۰،۰،۰)	۱۷	(۱۲،۵۰،۲۵،۰/۵)	۳۱	(۰،۲۵،۰،۱۰۰)	۴۵	(۲۵،۵۰،۲۵،۱۰۰)	۵۹	(۱۲،۲۵،۰،۲۰۰/۵)	۷۳	(۰،۰،۵۰،۲۰۰)
۴	(۰،۲۵،۰،۰)	۱۸	(۲۵،۵۰،۲۵،۰)	۳۲	(۱۲،۲۵،۰،۱۰۰/۵)	۴۶	(۰،۰،۵۰،۱۰۰)	۶۰	(۲۵،۲۵،۰،۲۰۰)	۷۴	(۱۲،۰،۵۰،۲۰۰/۵)
۵	(۱۲،۲۵،۰،۰/۵)	۱۹	(۰،۰،۵۰،۰)	۳۳	(۲۵،۲۵،۰،۱۰۰)	۴۷	(۱۲،۰،۵۰،۱۰۰/۵)	۶۱	(۰،۵۰،۰،۲۰۰)	۷۵	(۲۵،۰،۵۰،۲۰۰)
۶	(۲۵،۲۵،۰،۰)	۲۰	(۱۲،۰،۵۰،۰/۵)	۳۴	(۰،۵۰،۰،۱۰۰)	۴۸	(۲۵،۰،۵۰،۱۰۰)	۶۲	(۱۲،۵۰،۰،۲۰۰/۵)	۷۶	(۰،۲۵،۵۰،۲۰۰)
۷	(۰،۵۰،۰،۰)	۲۱	(۲۵،۰،۵۰،۰)	۳۵	(۱۲،۵۰،۰،۱۰۰/۵)	۴۹	(۰،۰،۵۰،۱۰۰)	۶۳	(۲۵،۵۰،۰،۲۰۰)	۷۷	(۱۲،۲۵،۵۰،۲۰۰/۵)
۸	(۱۲،۵۰،۰،۰/۵)	۲۲	(۰،۲۵،۵۰،۰)	۳۶	(۲۵،۵۰،۰،۱۰۰)	۵۰	(۱۲،۰،۵۰،۱۰۰/۵)	۶۴	(۰،۰،۲۵،۲۰۰)	۷۸	(۲۵،۲۵،۵۰،۲۰۰)
۹	(۲۵،۵۰،۰،۰)	۲۳	(۱۲،۲۵،۵۰،۰/۵)	۳۷	(۰،۰،۲۵،۱۰۰)	۵۱	(۲۵،۰،۵۰،۱۰۰)	۶۵	(۱۲،۰،۲۵،۲۰۰/۵)	۷۹	(۰،۵۰،۵۰،۲۰۰)
۱۰	(۰،۰،۲۵،۰)	۲۴	(۲۵،۲۵،۵۰،۰)	۳۸	(۱۲،۰،۲۵،۱۰۰/۵)	۵۲	(۰،۰،۵۰،۱۰۰)	۶۶	(۲۵،۰،۲۵،۲۰۰)	۸۰	(۱۲،۵۰،۵۰،۲۰۰/۵)
۱۱	(۱۲،۰،۲۵،۰/۵)	۲۵	(۰،۵۰،۵۰،۰)	۳۹	(۲۵،۰،۲۵،۱۰۰)	۵۳	(۱۲،۰،۵۰،۱۰۰/۵)	۶۷	(۰،۲۵،۲۵،۲۰۰)	۸۱	(۲۵،۵۰،۵۰،۲۰۰)
۱۲	(۲۵،۰،۲۵،۰)	۲۶	(۱۲،۵۰،۵۰،۰/۵)	۴۰	(۰،۲۵،۲۵،۱۰۰)	۵۴	(۲۵،۰،۵۰،۱۰۰)	۶۸	(۱۲،۲۵،۲۵،۲۰۰/۵)		
۱۳	(۰،۲۵،۲۵،۰)	۲۷	(۲۵،۵۰،۵۰،۰)	۴۱	(۱۲،۲۵،۲۵،۱۰۰/۵)	۵۵	(۰،۰،۰،۲۰۰)	۶۹	(۲۵،۲۵،۲۵،۲۰۰)		
۱۴	(۱۲،۲۵،۲۵،۰/۵)	۲۸	(۰،۰،۰،۱۰۰)	۴۲	(۱۲،۲۵،۲۵،۱۰۰/۵)	۵۶	(۱۲،۰،۰،۲۰۰/۵)	۷۰	(۰،۵۰،۲۵،۲۰۰)		

*: (فیلترکیک، خاکستر‌باگاس، باگاس، ویناس) از راست به چپ : *(V ،B ،BA ،FC)

مورد بررسی از ۱۰ (pH) تا ۱۳۳/۰۶ درصد (مقاومت فشاری) متغیر است (جدول ۳).

بررسی تیمارها از نظر شوری و اسیدیته

همان‌طورکه نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد شوری بین ۰/۶ تا ۳۰/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر متغیر است و بالاترین شوری مربوط به تیمار ۸۰ (۱۲،۵۰،۵۰،۲۰۰/۵) با مقدار ۳۰/۶ دسی‌زیمنس‌برمتر است. همچنین، pH بین ۶/۵ تا ۹/۹ متغیر است و بالاترین pH متعلق به تیمار ۸ و ۹ (۲۵و۰/۵،۰،۵۰،۱۲) با مقدار ۹/۹ است.

براساس نتایج جداول (۲) و (۶)، با افزایش باگاس و فیلترکیک شوری تا حد قابل قبول (حداکثر ۴ دسی‌زیمنس‌برمتر(۱۹)) افزایش می‌یابد ولی ویناس و خاکستر‌باگاس سبب افزایش شوری تا حد غیرقابل‌قبول در تیمارها شده است که این امر احتمالاً به‌دلیل وجود املاح زیاد در این مواد است. نتایج این پژوهش با مطالعه‌ی جمیلی و همکاران (۱۲) مطابقت دارد که در این مطالعه نشان داده شد که ویناس باعث افزایش شوری و نیز، فیلترکیک دارای شوری کمتر از ویناس است. همچنین، تیمارهای حاوی فقط یکی از مواداولیه (فیلترکیک، باگاس و ویناس) pH آنها (۶-۸ (۲۲)) در محدوده‌ی قابل‌قبول هستند و با افزایش فیلترکیک و ویناس (به دلیل املاح زیاد (۱۲ و ۸))

جدول ۳. آماره‌های توصیفی EC، pH، مقاومت برشی، مقاومت فشاری، مقاومت به‌ضربه و ضخامت

خصوصیات	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (٪)
EC	۰/۵۸	۳۱/۱	۱۶/۷	۹/۱	۵۴/۵
pH	۵/۹	۱۰	۸/۲	۰/۸۱	۱۰
مقاومت فشاری	۰/۰	۰/۹	۰/۱۶	۰/۲۱	۱۳۳/۰۶
مقاومت به ضربه	۱/۵	۲/۵	۱/۸	۰/۲۱	۱۱/۹۴
ضخامت	۰/۳۸	۱۴/۰۵	۹/۳	۱/۹۱	۲۰/۵۷
مقاومت برشی	۰۰/۰	۳/۳	۱/۲	۰/۸	۶۲/۸

جدول ۴. میانگین شوری (دسی‌زیمنس‌برمتر) و اسیدیته در ۸۱ تیمار مورد مطالعه

تیمار	۱**	۲**	۳**	۴**	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰**	۱۱**	۱۲**	۱۳	۱۴	۱۵
EC	۰/۶	۱/۴	۲/۳	۴/۹	۵/۴	۶/۳	۸/۶	۹/۹	۹/۹	۰/۸	۱/۸	۲/۵	۴/۹	۵/۵	۵/۹
pH	۷/۲	۷/۷	۷/۷	۹/۶	۹/۲	۹/۱	۹/۹	۹/۷	۹/۵	۶/۸	۷/۲	۷/۲	۸/۹	۸/۸	۸/۴
تیمار	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹*	۲۰**	۲۱**	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸*	۲۹*	۳۰*
EC	۸/۲	۸/۹	۱۰/۱	۰/۹	۱/۹	۲/۵	۵/۴	۴/۸	۶/۸	۸/۶	۹/۱	۹/۵	۱۳/۵	۱۳/۸	۱۳/۷
pH	۹/۲	۹/۲	۸/۹	۷/۰	۷/۱	۷/۳	۸/۵	۸/۶	۸/۴	۸/۹	۸/۹	۸/۸	۷/۸	۷/۹	۷/۹
تیمار	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷*	۳۸*	۳۹*	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵
EC	۱۶/۷	۱۷/۰	۱۶/۴	۲۰/۵	۱۹/۷	۲۰/۹	۱۳/۱	۱۵/۸	۱۶/۳	۱۷/۲	۱۷/۶	۱۸/۱	۲۰/۳	۲۱/۱	۲۰/۸
pH	۹/۱	۸/۹	۷/۸	۹/۴	۹/۱	۸/۹	۶/۹	۶/۹	۷/۱	۸/۶	۸/۵	۸/۲	۸/۸	۸/۷	۸/۷
تیمار	۴۶*	۴۷*	۴۸*	۴۹*	۵۰*	۵۱*	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵*	۵۶*	۵۷*	۵۸	۵۹	۶۰
EC	۱۷/۷	۱۷/۴	۱۸/۹	۲۱/۰	۲۰/۷	۱۹/۲	۲۱/۹	۲۰/۶	۲۱/۴	۲۴/۱	۲۵/۲	۲۵/۵	۲۸/۴	۲۸/۶	۲۸/۱
pH	۶/۸	۷/۱	۷/۰	۸/۰	۸/۰	۷/۸	۸/۵	۸/۳	۸/۳	۷/۶	۷/۷	۷/۷	۸/۷	۸/۵	۸/۵
تیمار	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴*	۶۵*	۶۶*	۶۷	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴*	۷۵*
EC	۲۸/۹	۲۸/۳	۲۹/۴	۲۱/۴	۲۱/۴	۲۲/۱	۲۳/۶	۲۷/۴	۲۶/۶	۲۷/۷	۲۸/۳	۲۷/۴	۲۴/۳	۲۴/۱	۲۴/۷
pH	۸/۹	۸/۸	۸/۸	۷/۵	۷/۳	۷/۲	۸/۳	۸/۳	۸/۰	۸/۵	۸/۵	۸/۲	۶/۸	۶/۵	۶/۷
تیمار	۷۶*	۷۷*	۷۸*	۷۹	۸۰	۸۱									
EC	۲۵/۵	۲۶/۹	۲۶/۹	۲۹/۹	۳۰/۶	۲۹/۶									
pH	۷/۶	۷/۳	۷/۴	۸/۴	۸/۲	۷/۸									

** هم pH و هم شوری در محدوده‌ی مناسب؛ * فقط pH در محدوده‌ی مناسب

pH افزایش می‌یابد و با افزایش باگاس (به‌دلیل وجود موادآلی (۱۴)) pH کاهش می‌یابد. خاکستر باگاس (به خاطر وجود اکسیدهای قلیایی (۲۷)) pH را افزایش و آن را در محدوده‌ی نامناسب قرار می‌دهد. نتایج این پژوهش با مطالعه‌ی جمیلی و همکاران (۱۲) مطابقت دارد که نشان می‌دهد که فیلترکیک حاوی آهک است، به‌همین دلیل با افزایش آن، میزان اسیدیته

افزایش می‌یابد.

در این مرحله، ۳۵ تیمار بهینه که دارای فقط pH در محدوده‌ی مناسب و یا هم pH و هم شوری (جدول ۴) در محدوده‌ی مناسب هستند، انتخاب شدند.

ضریب درز و ترک سطحی

هرچه میزان درز و ترک ایجاد شده بیشتر و عریض‌تر باشد امکان تخریب مالچ بیشتر خواهد بود و برای مواد تثبیت‌کننده خاک یک نقص محسوب می‌شود (۱۹). براساس نتایج (شکل ۴) تیمارهای که ضریب درز و ترک آنها کمتر از ۲ (کیفیت متوسط) است، شناسایی شدند که عبارتند از: (۲۵، ۰، ۵۰، ۱۰۰) ۱۹، (۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰) ۲۱، (۲۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰) ۲۲، (۰، ۰، ۵۰، ۲۰۰) ۳۰، (۱۲/۵، ۰، ۵۰، ۲۰۰) ۳۱، (۲۵، ۰، ۵۰، ۲۰۰) ۳۲، (۰، ۲۵، ۵۰، ۲۰۰) ۳۳، (۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۲۰۰) ۳۴ و (۲۵، ۲۵، ۵۰، ۲۰۰) ۳۵. باتوجه به این نتایج، کاربرد ویناس (۱۰۰ و ۲۰۰ گرم) به همراه ۵۰ گرم باگاس، ضریب درز و ترک را به شدت کاهش می‌دهد. بنابراین، این تیمارها در تحلیل تجزیه واریانس یک‌طرفه و سپس مقایسه میانگین‌ها وارد شدند. نتایج این پژوهش با مطالعات مجدی و همکاران (۱۶) و جمشیدصفا و همکاران (۱۳) مطابقت دارد. در حقیقت، حضور باگاس در خاک به‌عنوان فیبر یا الیاف باعث افزایش انعطاف‌پذیری و افزایش نیروی برشی (۱۸) و افزایش مقاومت کششی می‌شود (۲۱). زیرا آنها قادر به پیوند با ذرات خاک برای ایجاد ساختارهای قوی در خاک هستند (۲۸) و از سوی دیگر، میکروب‌ها، موادآلی موجود در باگاس، فیلترکیک و ویناس را تجزیه می‌کنند و ماده چسبناکی تولید می‌کنند که ذرات خاک را در یک ساختار متخلخل کنار یکدیگر قرار می‌دهند (۱)

نتایج تجزیه واریانس یک‌سویه از لحاظ شاخص‌های مکانیکی

با توجه به جدول ۵ که نتایج تجزیه واریانس را نشان می‌دهد، برای شاخص‌های ضخامت لایه و مقاومت برشی سطح معنی‌دار (sig.) از ۰/۰۱ کوچک‌تر است، بنابراین، با اطمینان ۹۹ درصد بین حداقل یکی از تیمارها از نظر ضخامت لایه و مقاومت برشی با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین، ازآنجا که برای شاخص‌های مقاومت به ضربه، مقاومت فشاری سطح معنی‌دار (sig.) از ۰/۰۵ کوچک‌تر است، پس با اطمینان ۹۵ درصد بین حداقل یکی از تیمارها از نظر مقاومت به ضربه، مقاومت فشاری با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود خواهد داشت.

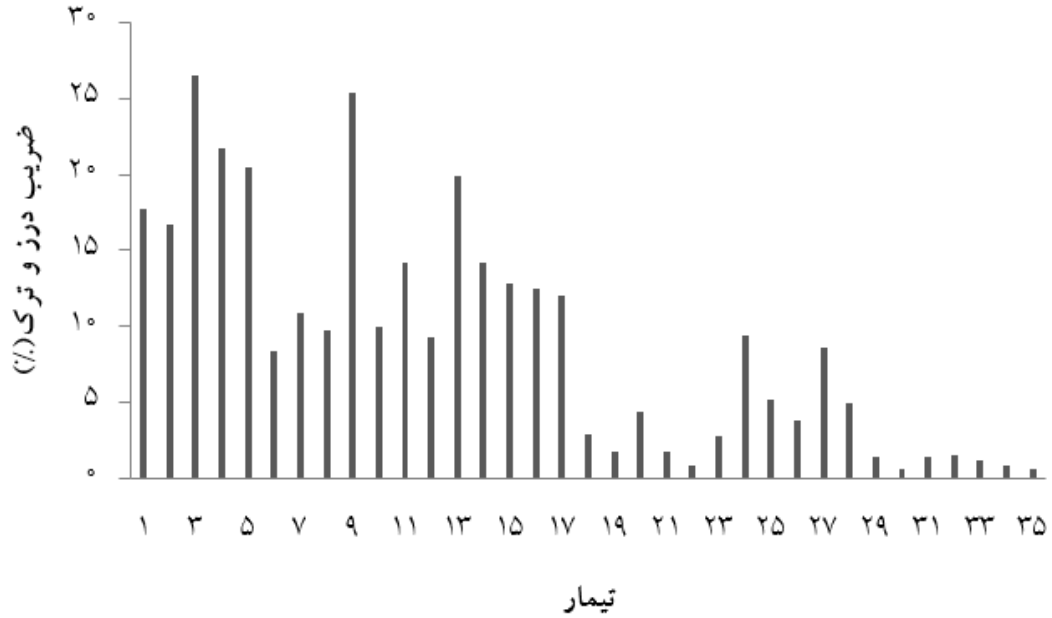
نتایج تجزیه واریانس یک‌سویه از لحاظ شاخص‌های مکانیکی

با توجه به جدول (۵) که نتایج تجزیه واریانس را نشان می‌دهد، برای شاخص‌های ضخامت لایه و مقاومت برشی سطح معنی‌دار (sig.) از ۰/۰۱ کوچک‌تر است بنابراین، با اطمینان ۹۹ درصد بین حداقل یکی از تیمارها از نظر ضخامت لایه و مقاومت برشی با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین، ازآنجا که برای شاخص‌های مقاومت به ضربه، مقاومت فشاری سطح معنی‌دار (sig.) از ۰/۰۵ کوچک‌تر است، پس با اطمینان ۹۵ درصد بین حداقل یکی از تیمارها از نظر مقاومت به ضربه و مقاومت فشاری با بقیه‌ی تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود خواهد داشت.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (گروه‌بندی) تیمارها از لحاظ شاخص‌های مکانیکی

با توجه به جدول ۶ که نتایج گروه‌بندی میانگین‌ها را نشان می‌دهد، انتخاب تیمارهای (۲۵، ۰، ۵۰، ۱۰۰) ۱۹، (۲۵،۲۵،۵۰،۱۰۰) ۲۲، (۰، ۰، ۵۰، ۲۰۰) ۳۰، (۰، ۲۵، ۵۰، ۲۰۰) ۳۳ و (۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۲۰۰) ۳۴ به خوبی می‌تواند اختلاف میانگین گروه‌ها را از لحاظ پارامترهای ضخامت لایه، مقاومت به ضربه، مقاومت فشاری و مقاومت برشی نشان دهد.

برمبنای نتایج همه‌ی تیمارها در مقایسه با شاهد از لحاظ مقاومت فشاری ۹۶/۱ درصد کاهش یافته‌اند. همچنین،



شکل ۴. مقایسه تغییرات ضریب درز و ترک سطحی در ۳۵ تیمار بهینه

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس یک‌سویه

	منابع تغییر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
مقاومت فشاری	بین گروه‌ها (تیمار)	۰/۰۳	۸	۰/۰۰۴	۲/۳	۰/۰۴*
	درون گروه‌ها (خطا)	۰/۰۵	۳۶	۰/۰۰۲		
	کل	۰/۰۸	۴۴			
مقاومت به ضربه	بین گروه‌ها (تیمار)	۰/۵۹	۸	۰/۱۲	۲/۴	۰/۰۳*
	درون گروه‌ها (خطا)	۱/۰۸	۳۶	۰/۰۲		
	کل	۱/۶۶	۴۴			
ضخامت	بین گروه‌ها (تیمار)	۸۰/۱	۸	۱۲/۱۶	۴/۳	۰/۰۰**
	درون گروه‌ها (خطا)	۸۳/۴	۳۶	۱/۶۰		
	کل	۱۶۳/۵۲	۴۴			
مقاومت برشی	بین گروه‌ها (تیمار)	۱۰/۴۲	۸	۱/۳	۳۹/۸۰	۰/۰۰**
	درون گروه‌ها (خطا)	۰/۵۹	۱۸	۰/۰۳		
	کل	۱۱/۰۱	۲۶			

**معنی‌دار در سطح ۱٪ ؛ *معنی‌دار در سطح ۵٪

جدول ۶. گروه‌بندی میانگین‌ها از نظر ضخامت لایه، مقاومت به ضربه، مقاومت فشاری و مقاومت برشی (روش دانکن)

مقاومت فشاری					مقاومت به ضربه			
		آلفا = ۰/۰۵				آلفا = ۰/۰۵		
تیمار	N	۱	۲	تیمار	N	۱	۲
۲۱	۵	۰/۰۰		۳۲	۵	۱/۵۶	
۳۱	۵	۰/۰۰		۳۵	۵	۱/۶۰	
۳۵	۵	۰/۰۰		۳۴	۵	۱/۶۲	
۳۰	۵	۰/۰۰		۳۳	۵	۱/۶۶	
۳۲	۵	۰/۰۰		۳۱	۵	۱/۷۰	
۳۳	۵	۰/۰۰		۳۰	۵	۱/۷۶	
۳۴	۵	۰/۰۰		۲۱	۵	۱/۷۸	
۲۲	۵	۰/۰۲		شاهد	۵		۱/۸۸
۱۹	۵	۰/۰۸		۲۲	۵		۱/۸۸
شاهد			۰/۴	۱۹	۵		۱/۹۰
Sig.		۰/۰۶	۱/۰۰	Sig.		۰/۱	۰/۱

ضخامت لایه						مقاومت برشی					
		آلفا = ۰/۰۵					آلفا = ۰/۰۵				
تیمار	N	۱	۲	۳	۴	تیمار	N	۱	۲	۳	۴
۳۱	۵	۶/۱۵				شاهد	۳	۰/۳			
۳۴	۵	۷/۰۴				۲۱	۳		۰/۶۶		
۳۳	۵	۷/۴۴				۳۱			۰/۷۱		
۳۰	۵		۸/۳۹			۳۵			۰/۷۱		
۳۲	۵		۹/۰۷			۳۴	۳			۱/۷۸	
۳۵				۹/۱۹		۳۲	۳			۱/۹۵	
۱۹	۵			۹/۳۹		۲۲	۳			۱/۹۹	
شاهد	۵				۹/۷۲	۱۹	۳			۲/۰۲	
۲۲	۵			۹/۹۷		۳۳	۳			۲/۰۲	
۲۱	۵			۱۰/۳۷		۳۰	۳				۲/۲۳
Sig.		۰/۲	۰/۰	۰/۱	۰/۱	Sig.		۱/۰	۰/۷	۰/۲	۰/۱

مقاومت فشاری تیمار ۱۹ نسبت به شاهد ۸۱/۳ درصد کاهش نشان می‌دهد. در حقیقت، با افزایش ویناس مقاومت فشاری کاهش داشته است. همه‌ی تیمارها بجز (تیمار ۱۹) در مقایسه با شاهد از لحاظ مقاومت به ضربه ۱۲/۲ درصد کاهش داشته است. تیمار ۱۹ از لحاظ مقاومت به ضربه با شاهد اختلاف چندانی نداشته است و ۱/۰۶ درصد افزایش را نشان داده است. همه‌ی تیمارها در مقایسه با شاهد از لحاظ مقاومت برشی به‌طور میانگین ۴۹۹ درصد افزایش داشته‌اند و مقاومت برشی

تیمار ۱۹، حاکی از افزایش قابل توجه ۵۰۵ درصد است. تیمار ۱۹ در مقایسه با شاهد از لحاظ ضخامت سله اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته و ۳/۴ درصد کاهش یافته است. تیمارهای ۳۳ و ۳۴ از لحاظ ضخامت سله نسبت به شاهد در حداقل مقدار و دارای کاهش ۲۵/۵ درصد هستند. براساس مطالعات متعددی (۱۲ و ۱۳) مشخص شد که ویناس به‌دلیل داشتن شوری زیاد باعث افزایش مقاومت برشی می‌شود. در حقیقت، شوری با کاهش لایه دوگانه یونی باعث هماوری ذرات خاک می‌شود و مقاومت مالچ‌ها را افزایش می‌دهد. همچنین، افزایش شوری باعث کاهش اثر پراکندگی ذرات خاک بوسیله سدیم می‌شود (۱۲). کاهش مقاومت فشاری، مقاومت به ضربه و ضخامت سله به‌دلیل تأثیر منفی افزایش ویناس (۲۰۰ گرم) در کنار فلیترکیک و خاکستر باگاس بر خصوصیات فیزیکی خاک است (۲۶).

نتیجه‌گیری

امروزه، با توجه به تأثیرات منفی مالچ‌های نفتی بر محیط زیست، استفاده از مالچ‌های سازگار با محیط زیست توجه زیادی را به خود معطوف کرده است. نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد ویناس (۱۰۰ و ۲۰۰ گرم) در تیمارها افزایش مقاومت برشی و کاهش ضریب درز و ترک خاک را به همراه خواهد داشت. همچنین، حضور باگاس و فیلترکیک در مالچ‌های ویناسی بر افزایش مقاومت برشی و ضریب درز و ترک مؤثر است. بنابراین، استفاده از این پسماندها به‌دلیل افزایش مقاومت خاک در مقابل فرسایش بادی توصیه می‌شوند. از سوی دیگر، با بازیابی پسماندهای کشت و صنعت نیشکر (ویناس، باگاس، فیلترکیک و ویناس) به‌عنوان مالچ به‌دلیل تولید سالانه حجم قابل توجهی از این پسماندها، به مدیریت صحیح آنها کمک شایانی می‌کند و تا حد زیادی مشکلات محیط زیستی برطرف خواهد شد. پیشنهاد می‌شود به‌دلیل چسبندگی طبیعی خاک لومی‌ماسه‌ای (به خاطر وجود سلیت و رس در آن) تأثیر این مالچ‌ها بر روی تپه‌های ماسه‌ای موردبررسی قرار گیرد، زیرا اثرات آنها بر مقاومت این نوع خاک‌ها محسوس‌تر است.

منابع مورد استفاده

1. Abdulvand, A., N. Abbasi and M. Siavashnia. 2017. Improvement of divergent clay with high plasticity using bagasse ash. *In:* The 2nd International Conference on Civil Engineering, Architecture and Crisis Management, University of Allameh Majlisi, Tehran, Iran (In Farsi).
2. Anacleto, L. R., M .M. Roberto and M. Aparecida Marin-Morales. 2017. Toxicological effects of the waste of the sugarcane industry, used as agricultural fertilizer, on the test system Allium cepa. *Chemosphere* 173: 31-42.
3. Azough, L., B. Khalili Moqaddam, S. Jafari and S. Ghorbani Dashtaki. 2015. Investigation of long-term effects of oil mulch application and biological control on physical and chemical properties of Sand Dune. *In:* The First International Conference on Dust. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (In Farsi).
4. Bihamta, M. R and M. A. Zare Chahouki. 2008. Principles of Statistics for the Natural Resources Science. University of Tehran Press, Tehran, Iran (In Farsi).
5. Burez, H. 2020. Combating wind erosion through soil stabilization under simulated wind flow condition Case of Kuwait. *International Soil and Water Conservation Research* 8: 154-163.
6. Chandel, A. K., S. Silvio, S. da, W. Carvalhoa and V. Om. 2012. Sugarcane bagasse and leaves : foreseeable biomass of biofuel and bio-products. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 87(1):11-20.
7. Christofoletti, C., J. Pedro Escher, J. Evangelista Correia, J. Fernanda Urbano Marinho and C. Silvia Fontanetti. 2013. Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use. *Waste Management* 33: 2752-2761.
8. Farahmehr, F., B. Khalili Moghadam, E. Shahbazi and M. Rahnama. 2015. Comparison of the environmentally friendly mulches efficiency for sand dune stabilization in Ahvaz. *Iranian Journal of Soil Research* 29(4): 463-474 (In Farsi).
9. Goodarzi, B., N. Jafarzadeh Haghighi Fard and A. Takdestan. 2020. Identification and investigation of sources of sugarcane industry waste production in order to provide minimization solutions (Case study: Dabal Khazaei Agro-industry Company). http://greenbiotech-co.com/flsimgs/greenbio/2/files/pdf/Article/general/26.pdf (In Farsi).

10. Hemati, A., H. A. Alikhani, M. Rasapoor and H. Asgari Lajayer.2015. Case study of survey of occasional application of vinasse in compost production in different phases (during Production and after producing compost), at waste resumption complex of Aradkooh in Tehran. *Journal of Water and Soil* 29(3):708-717 (In Farsi).
11. Heidarian, P., H. Salehi, S. Fatah and A. Ajdari. 2017. Dust centers and sand zones of Khuzestan province in each county. Geological Survey and Mineral Exploration Organization of Iran, Total office of South Western Region (Ahvaz), www.gsi.ir (In Farsi).
12. Jamili, T., B. Khalilimoghadam and E. Shahbazi .2015. Investigation of water holding capacity of sugarcane mulch for sand dune stabilization in Ahvaz. *Journal of Water and Soil* 29(5): 1278-1287 (In Farsi).
13. Jamshidsafa, M., B. Khalili Moghadam, S. Jafari and S. Ghorbani. 2015. Feasibility investigation of filtercake using in mulch production for sand dune stabilization in Ahvaz. *Journal of Agricultural Engineering* 38(1): 29-42 (In Farsi).
14. Kabata-Pendias, A. 2011. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, New York, London.
15. Karami, S., J. Yasrebi, S. Safarzadeh Shirazi, A. Ronaghi and R. Ghasemi Fasaei. 2019. Comparison of the effects of some organic compounds and their biochar on some soil properties. *Iranian Journal of Soil Research* 33 (3):301-314 (In Farsi).
16. Majdi, H., M. Karimian Eghbal, H. R. Karimzadeh and A. Jalalian. 2006. effect of different clay mulches on the amount of wind eroded materials . *Journal of Water and Soil Science* 10 (3) :137-149 (In Farsi).
17. Movahedan, M., N. Abbasi, and M. Keramati. 2011. Experimental investigation of polyvinyl acetate polymer application for wind erosion control of soils. *Journal of Water and Soil* 25(3): 606-616.
18. Oliveira, V. P. J., A. A. S. Correiab and J. C. A. Cajada. 2018. Effect of the type of soil on the cyclic behaviour of chemically stabilised soils unreinforced and reinforced with polypropylene fibres. *Oil Dynamics and Earthquake Engineering* 115: 336-343.
19. Plan and Budget Organization. 2019. Technical Instructions for Evaluating Performance of Soil stabilizers (mulch) No. 783. Islamic Republic of Iran. www.Nezamfanni.ir (In Farsi).
20. Sales, A. and S. A. Lima. 2010. Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement. *Waste Management* 30: 1114-1122.
21. Shahnavaz, M., A. Gholami, M. Nourzadeh Haddad and A. Panahpour. 2017. Study of performance polymer and plant mulch to reduce soil loss in areas prone to wind erosion in Khuzestan. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 48(3): 658-651 (In Farsi).
22. Silvia, S., T. Miura, K. Nobuhiro, K. Fuji, U. Hasanuddin, A. Niswati and S. Haryani. 2014. Soil microbial biomass and diversity amended with bagasse mulch in tillage and no-tillage practices in the sugarcane plantation. *Procedia Environmental Sciences* 20: 410-417.
23. Soil and Water Research Institute. 2006. Preparation of service descriptions and instructions for conducting soil studies and experiments. *Journal of Instructions for Doing Soil Studies* 466. www.swri.ir (In Farsi).
24. Tadayonfar, G. and N. Shahmiri. 2015. Labor study of polymer effect on fine-grained soil stabilization and its role in reducing hazes in arid and semi arid areas. *Journal of Arid Regions Geographics Studies* 5(19): 1-11 (In Farsi).
25. Tatarko, J., W. Trujillo and M. Schipanski. 2004. Wind Erosion Processes and Control. Colorado State University Extension. U.S. Department of Agriculture and Colorado counties cooperating. Logan.colostate.edu/agri.
26. Tejada, M., J. L. Moreno, M. T. Hernandez and C. Garcia. 2007. Application of two beet vinasse forms in soil restoration: Effects on soil properties in an arid environment in southern Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119 : 289-298.
27. Yadav, A. L., V. Sairam, L. Muruganandam and K. Srinivasan. 2020. An overview of the influences of mechanical and chemical processing on sugarcane bagasse ash characterisation as a supplementary cementitious material. *Journal of Cleaner Production* 245:118854.
28. Yang, B., Y. Zhang, H. Ceylan, S. Kim and K. Gopalakrishnan. 2018. Assessment of soils stabilized with lignin-based byproducts. *Transportation Geotechnics* 17: 122-132.

Journal of Water and Soil Science
Vol. 27, No. 1, Spring 2023, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Determination and Comparison of the Efficiency of Optimum Vinasse Mulches Based on Mechanical Indicators (Case Study: North of Khorramshahr)

Z. Nazari[1], M. Moeinaddini[1*], S. Zare[2] and R. Rafiee[1]

(Received: January 3-2022 ; Accepted: July 3-2022)

Abstract

Due to the environmental problems caused by wind erosion, it is necessary to stabilize the dust centers with mulches. The objective of the present study was to determine and compare the optimum vinasse mulches based on mechanical indicators for sensitive soil stabilization to wind erosion. In this research, vinasse (0, 100, 200 g) is combined with bagasse (0, 25, 50 g), ash bagasse (0, 25, 50 g), filtercake (0, 12.5, 25 g), and one-liter water (81 treatments). At first, the treatments were determined in the appropriate range of salinity and acidity (35 treatments) and in the next step, the mechanical indicators have been measured after mulching on laboratory trays (2×30×100 cm). Optimum mulches have been determined based on five indicators by mean comparison (Duncan). The mean comparison showed that treatments 33, 30, 34, 32, and 19 show the mean difference between the groups based on layer thickness, impact resistance, compressive strength, and shear strength properly. It can be concluded that vinasse (100 and 200 g) with 50 g bagasse reduces the crack coefficient greatly, and the application of vinasse, bagasse, and filtercake does not affect the compressive strength and impact resistance.

Keywords: Wind erosion, Arid areas, Filtercake, bagasse, Bagasse ash, Vinasse

1. Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.
1. Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.
*: Corresponding author, moeinaddini@ut.ac.ir