

بررسی امکان سنجی استفاده از فیلتر کیک در تهیه مالچ برای تثبیت شن‌های روان اهواز

مریم جمشید صفا^۱، بیژن خلیلی مقدم^۲، سیروس جعفری^۳ و شجاع قربانی دشتکی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲. استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳. دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۴. دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه شهر کرد

چکیده	تاریخچه مقاله
<p>هدف از این پژوهش، امکان سنجی استفاده از فیلتر کیک به عنوان یکی از پسماندهای کشت و صنعت‌های نیشکر خوزستان برای تولید مالچ سازگار با محیط زیست می‌باشد. بدین منظور آزمایش‌های فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد که عامل‌ها شامل نوع مالچ (۵ نوع مالچ آلی و مالچ نفتی) و ضخامت (در یک و دو لایه) بودند. در این مطالعه از فیلتر کیک و خاک رسی منطقه الباجی اهواز به عنوان مواد اولیه مالچ و شن روان به عنوان بستر واقعی استفاده گردید و از طریق آزمایش‌های آزمون و خطا، مقادیری مشخص از مواد اولیه را در مقداری آب حل نموده و سوسپانسیون حاصل روی بستر شن روان پاشیده شد. میزان مقاومت برشی، مقاومت فروروی، دگر چسبی و اصطکاک سطحی خاک و فرسایش پذیری خاک به ترتیب به وسیله پره برشی، فروسنج، دستگاه اندازه‌گیری مقاومت برشی لایه رویین خاک (دستگاه ژانگ) و تونل باد اندازه‌گیری گردید. نتایج این پژوهش نشان داده است که اختلاف معنی‌داری (در سطح یک درصد) در میزان مقاومت برشی مقاومت فروروی بین انواع مالچ‌ها در لایه‌های مختلف وجود دارد؛ اما به دلیل حساسیت کم دستگاه ژانگ، اثر دگر چسبی و زاویه اصطکاک داخلی مالچ‌ها معنی‌دار نگردیده است. در این پژوهش، مالچ شماره ۱ با ترکیب ۵۰ گرم رس و ۱۵۰ گرم فیلتر کیک، به دلیل داشتن مقاومت برشی و فروروی مناسب، بهترین ترکیب مالچی نسبت به دیگر مالچ‌های تولید شده تشخیص داده شد که می‌توان از آن برای استفاده در تثبیت عرصه شن‌زار کمک گرفت.</p>	<p>دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۲۱ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۰</p> <p>کلمات کلیدی: فیلتر کیک، پسماند نیشکر، تثبیت شن روان، مالچ</p> <p>* عهده‌دار مکاتبات E-mail: moghaddam623@yahoo.ie</p>

مقدمه

فرسایش بادی و هجوم ماسه‌های روان، یک شاخص مهم در وقوع پدیده بیابانزایی و یک تهدید جدی برای مناطق خشک به شمار می‌آید (۱۹). حرکت شن‌های روان تمهیدات لازم برای کنترل بیولوژیک آن‌ها را مشکل می‌سازد؛ بنابراین تثبیت همزمان مکانیکی و بیولوژیکی شن‌های روان، روش مناسبی برای تثبیت آن‌ها به حساب می‌آید. یکی از راهکارهای مقابله با کنترل فرسایش بادی، بیابان‌زایی و طوفان‌های گرد غبار و مالچ‌پاشی بر روی اراضی شنی می‌باشد (۲۲)؛ به طوری که در نیم قرن گذشته، تثبیت کننده‌های گوناگون آلی و غیر آلی مانند باقی مانده‌ی گیاهان، سنگریزه، نمک‌ها، رس، فیبر، پشم شیشه، لایه‌های نازک پلاستیک، پلی اتیلن، اسیدها و آنزیم‌ها (۲۳)، خاکستر (۲۶)، پلی آکریلامید (۲۸) و مالچ‌های نفتی (۱۸) جهت کنترل فرسایش بادی مورد ارزیابی قرار گرفته است (۴، ۵، ۱۰، ۱۷، ۱۹). هدف از کاربرد مالچ‌ها بر روی سطح افزایش مقاومت و چسبندگی ذرات خاک به یکدیگر می‌باشد. مالچ‌های آلی همچنین موجب افزایش مقاومت برشی، حفظ رطوبت و افزودن عناصر غذایی به بستر زیرین خود می‌شوند.

مالچ‌های مختلف اثرات متفاوتی بر شرایط خاک می‌گذارند، به طوری که مالچ‌های رسی و گاه کلش از نظر نگه داشت آب در خاک بسیار مطلوب به نظر می‌رسند و ورقه‌های پلاستیک بهترین گزینه برای افزایش دمای خاک هستند (۲۷). وجود نمک‌های با غلظت کم در ذرات شن، سرعت آستانه سیال را در شن خشک به مقدار قابل توجهی افزایش می‌دهند؛ زیرا در نقاط تماس ذرات، املاح به صورت سیمانی عمل می‌کنند. حضیرئی و زارع‌امانی (۱۱) با استفاده از ترکیب رس و آهک نتیجه گرفتند که با افزایش نسبت رس، شاخص‌های مقاومت فشاری، مقاومت به ضربه و سایش به طور نسبی افزایش می‌یابد. همچنین مجدی و

همکاران (۱۴) گزارش دادند که مالچ‌های رسی در برابر باد مقاوم هستند، ولی زمانی که در معرض باد و ذرات ریز قرار می‌گیرند، فرسایش می‌یابند. در تحقیق آنها، تیمار ترکیبی از ۲۵۰ گرم شن و ۲۵۰ گرم خاک رس و ۲۵ گرم گاه بهترین تیمار برای تثبیت ماسه‌ها شناخت شد. براساس نظر دیوف و همکاران^۱ (۷)، مقاومت لایه به خراشیدگی تشکیل شده در سطح، با افزایش میزان رس بیشتر می‌شود. میزان خاک فرسایش یافته در نمونه‌ای با ۱۰ تا ۲۰ گرم رس بنتونیت در هر یک کیلوگرم شن، ۲۰ تا ۳۰ برابر نسبت به شاهد کاهش می‌یابد؛ همچنین مالچ پلی اتیلن بویژه در مناطق خشک یا نیمه خشک و سرد برای حفظ دمای خاک و آب در جهت بهبود رشد گیاهان استفاده می‌شود (۲۵). پلی آکریلامید پلیمری است که پایداری ساختمان خاک را بهبود می‌بخشد؛ همچنین تخلخل و نفوذ پذیری را افزایش داده و موجب کاهش فرسایش خاک می‌گردد (۹). در پژوهشی سلماسی تاثیر کوپلیمر و هیدرومالچ را در کنترل فرسایش بادی بررسی کرده است. هیدرومالچ ترکیبی از براده‌های کاغذ، چسب و کوپلیمر می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داده است که هر دو نوع مالچ فرسایش بادی را به صفر می‌رسانند؛ ولی امکان استفاده از هیدرومالچ در شیب‌های بیش از ۸ درصد وجود ندارد (۲۲).

با وجود سابقه طولانی در مصرف مالچ‌های نفتی و اثرات چشمگیر و غیر قابل انکار آن در احیاء پوشش گیاهی و استقرار آن در مناطق بحرانی فرسایش بادی، این نوع مالچ با ایجاد دمای بیشتر در لایه رویی خاک تنها تاثیر مثبت در سریع تر جوانه زدن بذرها دارد؛ ولی موجب کاهش درصد سبز شدن می‌شود و همچنین تاثیر منفی روی بافت‌های زنده گیاه دارد (۲۰). نتایج بسیاری از کارهای اجرایی مالچ پاشی حکایت از اثر سوء مالچ نفتی روی گیاهان چند ساله موجود در عرصه مالچ

پسماند به عنوان مالچ آلی برای تثبیت شن‌های روان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۹۲-۱۳۹۱ با هدف بررسی امکان استفاده از فیلتر کیک به عنوان پسماند کشت و صنعت نیشکر خوزستان برای تهیه مالچ سازگار با محیط زیست جهت تثبیت شن‌های روان اهواز (منطقه حمیدیه) انجام شد. فیلترکیک (گل کربنات کلسیم) در کارخانجات نیشکری حاوی ذرات ریز فیبر نیشکر، آهک، ذرات خاک، فسفات، واکس و چربی به همراه سایر مواد غیر قندی است. فیلترکیک، فسفر و نیتروژن فراوان دارد و حاوی روی، منگنز و مس قابل استفاده برای گیاهان و ماده اولیه خوبی جهت تولید کود آلی میکروبی است (۲). پس از انتخاب این پسماند به همراه خاک رسی منطقه به عنوان مواد اولیه مالچ و شن روان به مثابه بستر مناسب، برای اعمال مالچ از طریق آزمایش‌های آزمون و خطا، مقادیری مشخص از ترکیبات مختلف مواد اولیه را در مقداری آب حل نموده و روی بستر شن‌های روان (D_{50} برابر ۰/۲۵ میلی متر) بوسیله دستگاه مالچ‌پاش (نازل ۸ میلی متری) پاشیده شد. نمونه‌ها به مدت چند روز در معرض هوا خشک شدند و سپس تیمارهایی که دارای کمترین فرسایش و بیشترین مقاومت به فروروی، مقاومت برشی و همچنین بیشترین نفوذ به داخل شن روان بودند، انتخاب شدند که با توجه به نتایج آزمون و خطا ۵ ترکیب (تیمار) طبق جدول ۱ برای مشاهده‌ی بهترین ترکیب در مقایسه با مالچ نفتی مورد بررسی قرار گرفت.

پاشی دارد، همچنین به دلیل وجود عناصر سنگین می‌تواند خطر سرطان زایی را برای انسان به همراه داشته باشد. به دلیل مشکلات زیست محیطی مالچ‌های نفتی و روند صعودی قیمت آن در سال‌های اخیر، توسعه تپه‌های ماسه‌ای و جلوگیری از مهاجرت مردم از روستاها و شهرها، نیاز به مواد مصنوعی جایگزین به منظور تثبیت شن‌های روان، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. سالانه در استان خوزستان با بیش از ۱۳۰ هزار هکتار سطح زیر کشت نیشکر در قالب ۱۰ کشت و صنعت نیشکر، مقادیر زیادی فیلتر کیک تولید و دور ریخته می‌شود و به طور متوسط از هر ۱۰۰ تن نیشکر، ۳ تن از این ماده به دست می‌آید (۳). فیلتر کیک یا گل صافی، که یکی از پسماندهای تولیدی کارخانجات نیشکر است، پس از تصفیه شربت خام، مقدار زیادی گل صافی (فیلتر کیک) از کارخانه‌های نیشکری به دست می‌آید. گل صافی حاوی مواد سلولزی، آهک، سوکروز، مواد مومی، آلومینوید، و ذرات خاک است (۴). فیلتر کیک به دلیل داشتن مواد آلی، آهک و رس دارای چسبندگی مناسبی می‌باشد و همچنین خاصیتی مانند حفظ رطوبت در فیلتر کیک موجب می‌شود که گیاه ضمن غلبه بر اسمز خاک، همواره در وضعیت رطوبتی بهتر قرار داشته باشد (۶). با توجه به اثرات زیست محیطی مالچ‌های نفتی در منطقه و حجم بسیار بالای تولید فیلتر کیک در کارخانه‌های تولید قند می‌توان از ترکیب فیلتر کیک و خاک رس به عنوان ماده‌ی جایگزین مالچ نفتی استفاده نمود. بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی امکان استفاده از این

جدول (۱) ترکیب مالچ‌های (تیمارهای) انتخابی

Table (1) Selected mulches (treatments) composition

ترکیب مالچ (Composition mulch)			نوع مالچ (Mulch type)
آب (میلی لیتر) (Water) (ml)	فیلتر کیک (گرم) (Filter Cake) (g)	خاک رس (گرم) (Clay soil) (g)	
300	150	50	1
300	120	50	2
300	90	50	3
300	60	50	4
300	30	50	5
مالچ نفتی (Oil mulch)			6

ساخت سینی‌های فلزی و دستگاه مالچ‌پاش

برای انجام آزمایش‌های به بستر مناسبی احتیاج می‌باشد؛ به همین منظور از سینی‌هایی با ابعاد فلزی $۱۰۵ \times ۴۳ \times ۵$ سانتی‌متر استفاده شد. در کف سینی‌ها سوراخ‌هایی به قطر ۴ میلی‌متر و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر جهت زهکشی آب تعبیه گردید. برای پاشیدن سوسپانسیون انواع مالچ‌ها به صورت یکنواخت روی سطح شن روان از یک کمپرسور با مخزن ده لیتری و یک پیستوله با قابلیت عبور و پخش مالچ‌ها استفاده شد. سپس شن روان را در داخل سینی‌ها ریخته و سطح آن‌ها یکنواخت گردید. بر روی هر سینی، مالچ‌پاشی با توجه به تیمارهای انتخاب شده انجام گرفت. نمونه‌ها پس از مالچ‌پاشی، به مدت چند روز در هوای آزاد خشک شدند.

ویژگی‌های مکانیکی مالچ‌ها

مقاومت فروروی مالچ‌ها با استفاده از فروسنج دستی اندازه‌گیری گردید. این دستگاه می‌تواند مقاومت فروروی مالچ‌ها را تا عمق ۱۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری نماید. در این پژوهش، برای اندازه‌گیری مقاومت برشی مالچ از پره برشی (مدل -BS1377) در شرایط اشباع استفاده شد. بعد از مالچ‌پاشی بدان جهت که رطوبت در حد نزدیک اشباع است، پره برشی در داخل خاک تا جایی که پره‌ها کاملاً در خاک (۸ میلی‌متری) قرار بگیرد وارد می‌شود. سپس شروع به دوران پره برشی در جهت عقربه‌های ساعت کرده و تا برش گسیختگی خاک، ادامه می‌دهد که از حدود ۵ تا ۱۰ ثانیه طول می‌کشد. حداکثر مقدار نیروی وارده روی صفحه مدرج دستگاه پره برشی ثبت می‌گردد. این وسیله قادر به اندازه‌گیری تنش‌های بین صفر تا ۲۵۰ کیلوپاسکال می‌باشد (۱۲).

برای اندازه‌گیری مقاومت برشی لایه روین خاک در شرایط مختلف رطوبتی از دستگاه مقاومت برشی لایه روین خاک (مدل ژانگ) استفاده گردید. با این دستگاه

می‌توان ضرایب دگر چسبی (C_a) و زاویه بین کاغذ سمباده و خاک (Φ) را در تنش‌های نرمال ۲، ۵، ۸، ۱۰ و ۲۰ هکتوپاسکال به ترتیب با اعمال وزنه‌های ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم در سطح مقطعی $۳۶۲۹/۸۴$ میلی-متر مربعی اندازه‌گیری نمود. همچنین با این دستگاه می‌توان مقاومت برشی لایه روین خاک را در مکش‌های رطوبتی ۳۰، ۶۰، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال اندازه‌گیری کرد. برای این کار با استفاده از سیلندرهایی به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۳۰ میلی‌متر حداقل ۲ نمونه دست نخورده در مکش‌های ۵۰۰-۳۰ هکتوپاسکال تهیه می‌گردد؛ سپس این نمونه در جایگاه خود در دستگاه قرار داده می‌شود. بر روی این نمونه ظرف استوانه‌ای به قطر ۶۸ میلی‌متر با پوشش سمباده‌ای با زبری مشخص، قرار می‌گیرد. برای اعمال تنش قائم وزنه‌های متناسب، درون این ظرف قرار داده می‌شود. برای اعمال تنش برشی، با چرخاندن دسته‌ای که با نخ به طور افقی به محافظ این ظرف وصل می‌باشد، نیرویی افقی با یک دور بر ثانیه وارد می‌شود. این آزمایش باید حداقل دو بار انجام پذیرد تا بتوان با استفاده از قانون موهر-کلمب (معادله ۱) مقدار پارامترهای C_a و Φ را به دست آورد.

$$\tau = C_a + \sigma_n \tan \phi \quad (1)$$

که در آن، τ : مقاومت برشی مالچ (برحسب هکتو پاسکال)، C_a : نیروی دگر چسبی بین مالچ و پوشش سمباده‌ای (برحسب هکتو پاسکال)، σ_n : تنش نرمال بر سطح مالچ (برحسب هکتو پاسکال)، Φ : زاویه بین کاغذ سمباده و مالچ.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مالچ‌ها

بافت خاک به روش هیدرومتری^۱ (۸)، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی^۳ (۲۱)، اسیدیتته خاک در گل اشباع خاک^۴ (۲۴)، تعیین شد. مقدار کلسیم و منیزیم

1- Gee and Bauder

2- Rhoades.

3- Thomas.

گرفت. همچنین برای رسم شکل‌ها از برنامه Excel نسخه ۲۰۰۷ استفاده شد.

محلول به روش کمپلکسومتری، سدیم محلول خاک (۲۱) به روش شعله‌سنجی و منحنی رطوبتی خاک با استفاده از صفحه‌ی فشار اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی و فیزیکی مالچ‌های تولید شده

نتایج تجزیه شیمیایی مالچ‌های ۱ تا ۵، مالچ نفتی، خاک رسی و فیلتر کیک در جدول ۲ آمده است. میزان پ-هاش مالچ‌ها بین ۸/۶۰ تا ۹/۲۰ متغیر است که بیشترین میزان پ-هاش مربوط به مالچ شماره ۲ و کمترین پ-هاش مربوط به مالچ شماره ۱ می‌باشد. فیلترکیک و خاک رسی حاوی آهک می‌باشند، بنابراین افزودن خاک رسی و فیلترکیک موجب افزایش پ-هاش شده است. پارامتر هدایت الکتریکی مالچ‌ها بین ۱۲/۷۰ تا ۱۴/۱۸ دسی زیمنس بر متر متغیر است. به طوری که کمترین میزان شوری مربوط به مالچ شماره ۵ و بیشترین مربوط به مالچ شماره ۱ می‌باشد. روند تغییرات این پارامتر به صورتی است که با افزایش فیلتر کیک میزان هدایت الکتریکی بیشتر شده است. نتایج تجزیه شیمیایی فیلترکیک (جدول ۲) این نتیجه را تایید می‌نماید.

پایداری مالچ‌ها در برابر بارندگی

برای بررسی پایداری مالچ‌ها در برابر بارندگی، مقدار بارندگی ثابتی با توجه به میانگین بارش سالیانه در منطقه اهواز و حمیدیه (۲۵۰ میلی‌لیتر) با استفاده از دستگاه باران ساز بر روی مالچ‌های تولید شده اعمال گردید و پس از آن، دوباره مقاومت‌های برشی، فروروی، دگر چسبی و زاویه اصطکاک‌ی اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش، دو آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در نظر گرفته شد. این پژوهش در قالب دو طرح که شامل شش نوع مالچ در دو لایه مالچ (یک لایه و دو لایه) (هر لایه ۲ میلی‌متر) و پنج نوع مالچ با اعمال بارندگی بود، هر کدام در سه تکرار در نظر گرفته شد. از آزمون مقایسه میانگین به روش حداقل اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ استفاده گردید. محاسبات آماری نتایج به وسیله نرم‌افزارهای SAS 9.1 صورت

جدول (۲) نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های مورد آزمایش

Table (2) Chemical characteristics of the studied mulches

PR (hPa)	SSS (hPa)	SAR	pH	EC (d _m ⁻¹)	Mulch
4833.33	640.31	107.65	8.60	14.80	1
4166.67	543.43	120.84	9.20	13.80	2
3333.33	440.31	133.73	8.90	13.80	3
2833.33	352.62	149.03	8.70	14.30	4
1833.33	334.32	194.53	8.90	12.70	5
---	---	22.37	8.07	24.50	خاک رس (Clay soil)
---	---	9.35	7.50	9.40	فیلتر کیک (Filter cake)
8000	246.07	---	---	---	مالچ نفتی (Oil mulch)

مقاومت برشی مربوط به مالچ نفتی است. همچنین میزان مقاومت فروروی مالچ‌های شماره ۱ تا ۵ بین ۴۸۳۳/۳۳- ۱۸۳۳/۳۳ هکتوپاسکال می‌باشد (جدول ۲). ولی میزان مقاومت فروروی مالچ نفتی ۸۰۰۰ هکتوپاسکال است. مقایسه مالچ‌های فیلترکیکی با مالچ نفتی نشان می‌دهد که مالچ نفتی به دلیل روان‌تر بودن در شن نفوذ می‌نماید و مقاومت فروروی آن به حدود سه برابر مالچ‌های فیلترکیکی می‌رسد.

بررسی فرسایش پذیری مالچ‌ها

میزان فرسایش تیمارهای مختلف با استفاده از تونل باد در سرعت‌های ۲ تا ۹ متر بر ثانیه (۱۴) اندازه‌گیری شد؛ ولی هیچ‌گونه فرسایشی در این سرعت‌ها مشاهده نگردید.

بررسی مقاومت برشی و فروروی مالچ‌ها

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول شماره ۳ آمده است. این جدول نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری در سطح یک درصد بین میزان مقاومت برشی مالچ‌های مختلف وجود دارد.

شکل ۱ (الف) میزان مقاومت برشی مالچ‌های ۱ تا ۶ را نشان می‌دهد. میزان مقاومت برشی مالچ‌های شماره ۵ (۵۰ گرم رس + ۳۰ گرم فیلترکیک) و ۶ (مالچ نفتی) اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد با هم ندارند؛ اما سایر مالچ‌ها اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد دارند. بیشترین مقاومت برشی مربوط به مالچ شماره ۱ است. این نوع مالچ به دلیل داشتن شوری بالا و سدیم کم نسبت به دیگر مالچ‌ها باعث افزایش مقاومت برشی می‌گردد و مقاومت برشی ۸ میلی‌متری (دستگاه پره برشی) را بیشتر افزایش می‌دهد.

شکل ۱ (ب) میزان مقاومت فروری مالچ‌های شماره ۱ تا ۶ را نشان می‌دهد. میزان مقاومت فروروی مالچ‌های شماره ۳ و ۴ با هم در سطح ۱ درصد از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند؛ اما با مالچ‌های شماره ۱ و ۲، ۵ و ۶ (مالچ نفتی) با هم در سطح ۱ درصد از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند و همچنین مالچ شماره ۶ (مالچ نفتی) با همه مالچ‌ها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری دارد. مقایسه مالچ‌های

فیلتر کیک و خاک رس نیز به ترتیب دارای شوری ۹/۴ و ۲۴/۵ دسی زیمنس بر متر می‌باشند. که این ارقام نشان می‌دهند ترکیب خاک رس با فیلتر کیک موجب افزایش شوری در مالچ‌های تولید شده می‌شود. شوری با کاهش لایه دوگانه یونی باعث هم‌آوری ذرات شن می‌گردد و مقاومت مالچ‌ها را افزایش می‌دهد (۱۴). میزان نسبت جذب سدیم (SAR) بین ۱۹۴/۵۳ تا ۶۰/۸۴ متغیر است که بیشترین میزان SAR مربوط به مالچ شماره ۵ و کمترین مربوط به مالچ شماره ۲ می‌باشد، که نشان می‌دهد افزایش فیلترکیک باعث افزایش SAR می‌گردد. همچنین SAR زیاد در خاک رس (۲۲/۳۷) موجب شده تا از میزان این فاکتور در مالچ‌های ۱ تا ۵، حتی با کاهش فیلتر کیک نیز جلوگیری شود. نتایج بیژن‌پور و همکاران (۶) نشان می‌دهد که فیلترکیک دارای مقادیر زیادی سدیم می‌باشد. افزایش شوری باعث کاهش اثر پراکندگی ذرات خاک به وسیله سدیم می‌شود. به عبارت دیگر، کاتیون‌هایی که دارای شعاع غیر هیدراته کوچک می‌باشند (برای مثال سدیم)، در حالت هیدراته شدن دارای شعاع بزرگی می‌باشند. این باعث متلاشی شدن ذرات خاک می‌شود. با افزایش غلظت محلول، سدیم نیز همانند کاتیون‌های با شعاع غیر هیدراته بزرگ عمل کرده و باعث اتصال (فلکوله شدن) ذرات معدنی می‌شوند و پایداری مالچ را نسبت به سایش افزایش می‌دهد (۱۴). با توجه به جدول شماره ۲ میزان مقاومت برشی مالچ‌های شماره ۱ تا ۵ بین ۶۴۰/۳۱- ۳۳۴/۳۲ هکتوپاسکال می‌باشد، در حالی که مقاومت برشی مالچ نفتی ۲۴۶/۰۷ هکتوپاسکال است.

بیشترین مقاومت برشی مربوط به مالچ شماره ۱، ۶۴۰/۳۱ هکتوپاسکال است. این نوع مالچ به دلیل داشتن شوری نسبتاً بالا و سدیم کم نسبت به دیگر مالچ‌ها باعث افزایش مقاومت برشی می‌گردد و از طرفی به دلیل ترکیب فیلترکیک و حلالیت بیشتر در آب دارای نفوذ بیشتری در شن می‌باشد و مقاومت برشی ۸ میلی‌متری (دستگاه پره برشی) را بیشتر افزایش می‌دهد. در این میان کمترین

برای تفکیک این دو پارامتر یعنی دگر چسبی و میزان زاویه بین کاغذ سمباده و لایه روین مالچ‌ها نمی‌باشد.

اثر لایه (تعداد پاشش) بر مقاومت برشی،

مقاومت فروری مالچ‌ها

جدول ۲ نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری بین تیمار دو لایه مالچ‌ها بر مقاومت برشی و مقاومت فروری وجود دارد. با توجه به شکل ۲ (الف) مشاهده می‌شود که مقاومت برشی یک لایه و دو لایه اختلاف معنی داری دارند و میزان مقاومت برشی دو لایه ۱/۴۶ برابر یک لایه می‌باشد. شکل ۲ (ب) نیز نشان می‌دهد که میزان مقاومت فروری دو لایه ۱/۲۲ برابر یک لایه است.

فیلترکیکی با مالچ نفتی نشان می‌دهد، که مالچ نفتی به دلیل روان تر بودن، در شن نفوذ می‌نماید و مقاومت فروری آن به حدود سه برابر مالچ‌های فیلترکیکی می‌رسد.

بررسی دگر چسبی و میزان زاویه بین کاغذ و

سمباده لایه روین مالچ‌ها

میزان فرسایش بادی با افزایش زبری آثرو دینامیکی کاهش می‌یابد (۱۵). با توجه به جدول ۳، اختلاف معنی داری بین دگر چسبی و میزان زاویه بین کاغذ سمباده و لایه روین مالچ‌های ۱ تا ۶ در سطح ۵ درصد وجود ندارد. و این امر می‌تواند به این دلیل باشد که، دستگاه مقاومت برشی لایه روین خاک (دستگاه ژانگ) دارای حساسیت لازم

جدول (۳) نتایج تجزیه واریانس مالچ و لایه و اثرات متقابل آن

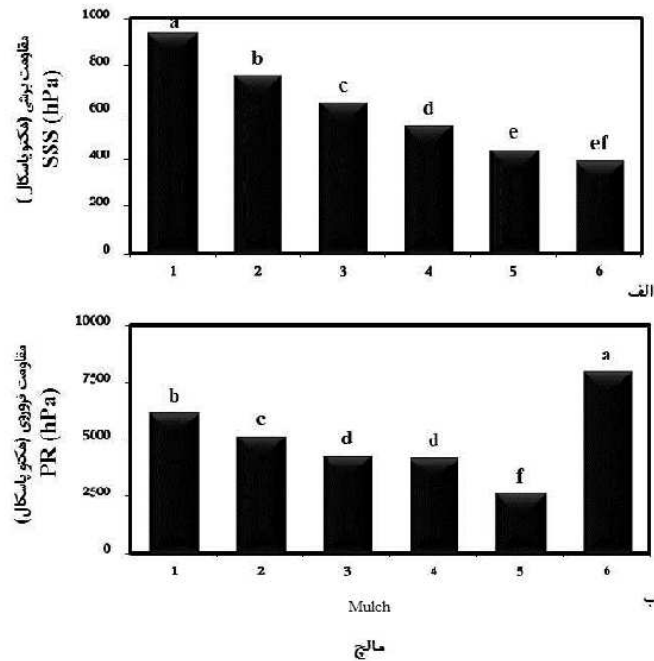
Table (3) Results of variance analysis of mulch, its thickness and their interaction effects in mulches studied

میانگین مربعات (Mean Square)					
ϕ	C_a	PR (hPa)	SSS (hPa)	df	
1708.73 ^{ns}	125.33 ^{ns}	**	182678.01**	5	مالچ (Mulch)
308.82 ^{ns}	41.84 ^{ns}	7746944.4**	353469.88**	1	لایه (Thickness)
32.55 ^{ns}	10.83 ^{ns}	380277.40**	6225.95**	5	مالچ*لایه (Thickness * Mulch)
350.76	64.03	67777.8	984.93	24	خطا (Error)
30.30	107.08	5.62	5.97		ضریب تغییرات (%CV)

^{ns} معنی دار در سطح ۱٪، ^{*} معنی دار در سطح ۵٪ و ^{**} غیرمعنی دار

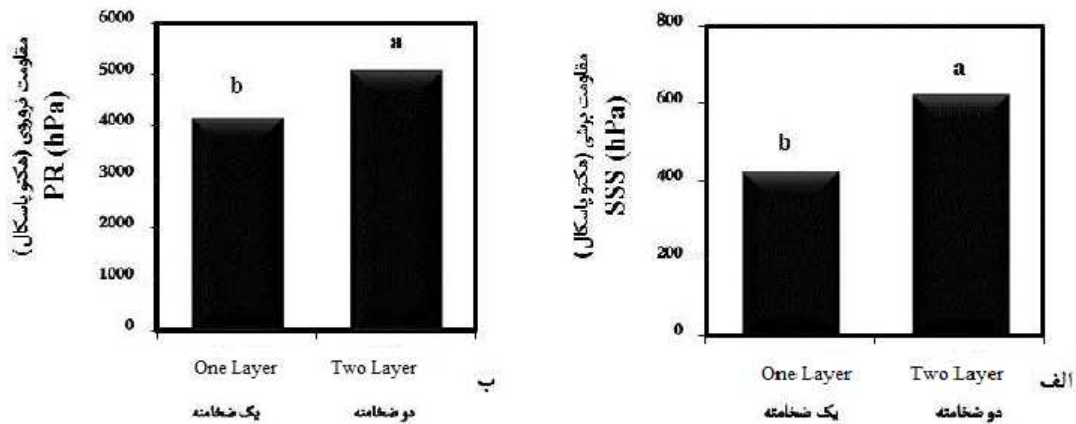
**significantly differentns (P<0.01) * significantly differentns (P<0.05) and ^{ns}not significantly differentns

جمشید صفا و همکاران: بررسی امکان سنجی استفاده از فیلترکیک در ...



شکل (۱) مقایسه میانگین‌های مالچ‌های مختلف برای میزان مقاومت برشی (الف) و مقاومت فروری (ب) با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد.

Figure (1) Effects of different mulch types on SSS: Surface shear strength (left) and PR: Penetration resistance (LSD=%5).



شکل (۲) مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف لایه برای نرخ مقاومت برشی (سمت راست) و مقاومت فروری (سمت چپ) با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد.

Figure (2) Effects of different thickness on SSS: Surface shear strength (left) and PR: Penetration resistance (right) (LSD=%5).

است؛ اختلاف معنی داری بین مقاومت فروروی (یک لایه) مالچ‌های شماره ۱ تا ۶ با یکدیگر در سطح ۱ درصد وجود دارد، همچنین مقاومت فروروی مالچ نفتی یک لایه در سطح ۱ درصد با بقیه مالچ‌های فیلترکیکی اختلاف معنی داری دارد. اختلاف معنی داری بین مقاومت فروروی مالچ‌های شماره ۳ و ۴ در دو لایه در سطح ۱ درصد وجود ندارد؛ ولی اختلاف معنی داری در دو لایه بین مقاومت فروروی مالچ شماره ۶ (مالچ نفتی) با مالچ‌های فیلترکیکی وجود دارد.

ساختار مالچ‌ها از لحاظ مقدار خاک رس و فیلترکیک متفاوت می‌باشد. وجود ذرات در اندازه رس در ترکیب مالچ و ایجاد یک لایه همگن، سبب ایجاد ترک در سطح مالچ می‌شود (۱). ولی حضور فیلترکیک در بین ذرات باعث ایجاد ارتباط قوی بین ذرات مالچ شده و نقش مؤثر داشته است. فیلترکیک باعث بهتر چسبیدن مالچ به ذرات شن روان شده و انعطاف پذیری مالچ را در مقابل نیروی برشی و فروروی زیاد نموده و از ترک برداشتن سطح مالچ جلوگیری می‌نماید. مالچ نفتی مخلوطی کلوئیدی است که از هیدروکربن‌های سنگین نفتی تشکیل یافته است، و می‌تواند در شن‌های روان نفوذ نماید (۱۶). در واقع پوشش مالچ بر سطح شن روان با دو بار پاشش یکنواخت‌تر از به تیمار یک لایه می‌باشد و طبق گفته‌ی رفاهی (۱۹) یکی از مهم‌ترین خصوصیات مالچ این است که بتواند در روی خاک، قشر یکنواخت به هم چسبیده‌ای را به وجود آورد.

بررسی اثر بارندگی بر مقاومت مالچ‌ها

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر بارندگی بر میزان مقاومت برشی و فروروی در جدول ۴، اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد بین میزان مقاومت برشی و میزان مقاومت فروروی مالچ‌ها وجود دارد؛ ولی اختلاف معنی داری بین مقاومت دگر چسبی و زاویه بین کاغذ سمباده و مالچ (در سطح یک و پنج درصد) وجود ندارد.

بررسی اثر متقابل مالچ و لایه بر مقاومت برشی و فروروی، دگر چسبی و اصطکاک داخلی مالچ‌ها

اثر متقابل مالچ‌های مختلف و لایه بر میزان مقاومت برشی، مقاومت فروروی در سطح آماری ۱ درصد معنی دار شد؛ ولی این اثر برای دگر چسبی مالچ و زاویه بین کاغذ سمباده و مالچ معنی دار نشد (جدول ۳). براساس شکل ۳ (الف) بین مقاومت برشی یک لایه و دو لایه همه مالچ‌ها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد، به طوری که میزان مقاومت برشی دو لایه نسبت به یک لایه برای مالچ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ (مالچ نفتی) به ترتیب ۱/۴۷، ۱/۴۰، ۱/۴۷، ۱/۵۵، ۱/۳۴، ۱/۶۳ برابر می‌باشد و بدین ترتیب، بیشترین و کمترین اختلاف به ترتیب مربوط به مالچ‌های ۶ (مالچ نفتی) و ۵ می‌باشد.

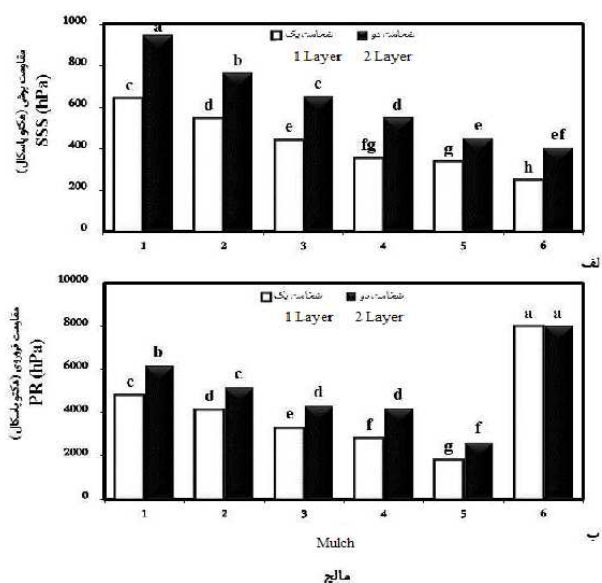
اثر متقابل نوع مالچ و لایه بر مقاومت برشی (شکل ۳، الف) نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری (در سطح یک درصد) در یک لایه بین مقاومت برشی مالچ‌های ۴، ۵ با ۱، ۲، ۳ و ۶ (مالچ نفتی) وجود دارد. شکل ۳ (الف)، نیز نشان می‌دهد که بین مقاومت برشی مالچ‌های ۱، ۲، ۳، ۴ با ۵ و ۶ (مالچ نفتی) در سطح یک درصد اختلاف معنی داری وجود دارد (دو لایه)؛ ولی مقاومت برشی مالچ شماره ۶ (مالچ نفتی) با سایر مالچ‌ها (دو لایه) در سطح یک درصد اختلاف معنی داری دارد و دارای کمترین میزان مقاومت برشی در یک و دو لایه بوده است.

براساس شکل ۳ (ب) اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد بین مقاومت فروروی یک لایه و دو لایه همه مالچ‌های (شماره ۱ تا ۶) وجود دارد، به طوری که میزان مقاومت فروروی دو لایه نسبت به یک لایه برای مالچ‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ (مالچ نفتی) به ترتیب ۱/۲۸، ۱/۲۴، ۱/۳۰، ۱/۴۹، ۱/۴۵ و بدون تغییر می‌باشد که بیشترین و کمترین اختلاف به ترتیب مربوط به مالچ‌های شماره ۴ و مالچ نفتی می‌باشد. اثر متقابل نوع مالچ و لایه بر مقاومت فروروی در یک لایه در شکل ۳ (ب) آمده

جمشید صفا و همکاران: بررسی امکان سنجی استفاده از فیلترکیک در...

با توجه به شکل ۴ (الف) مشاهده می‌شود که مقایسه میانگین میزان مقاومت برشی نشان می‌دهد مالچ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ سطح یک درصد با هم اختلاف معنی داری دارند. میانگین مقاومت برشی مالچ‌ها قبل و بعد از بارندگی نشان می‌دهد به گونه‌ای که میزان مقاومت برشی بعد از بارندگی مالچ‌های شماره

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ کاهش ناچیزی در میزان این فاکتور داشته‌اند. با توجه به شکل ۴ (ب) مقایسه میانگین میزان مقاومت فروری نشان می‌دهد که مالچ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ در سطح یک درصد با هم اختلاف معنی داری دارند؛ همچنین میزان مقاومت فروری بعد



شکل (۳) مقایسه میانگین اثر متقابل انواع مالچ × سطوح لایه برای نرخ مقاومت برشی (الف) و مقاومت فروری (ب) با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد.

Figure (3) Interaction effects of mulch type×thickness, mulch on SSS: Surface shear strength (left) and PR: Penetration resistance (right) (LSD=%5).

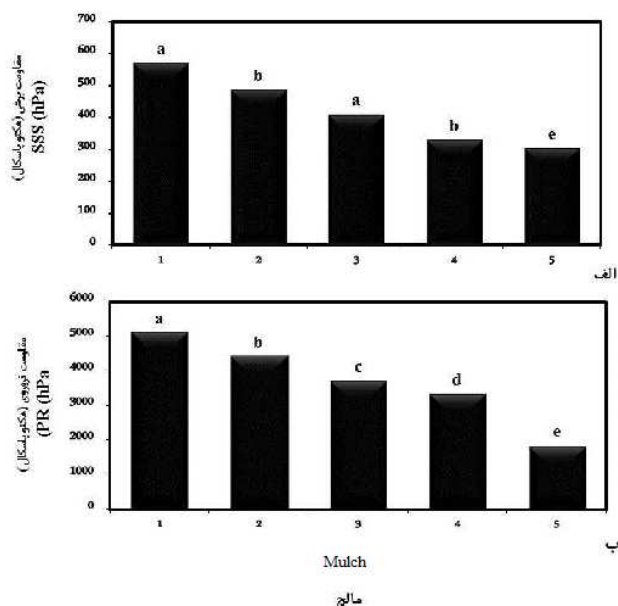
جدول (۴) نتایج تجزیه واریانس بارندگی

Table (4) Results of variance analysis of rainfall in mulches studied

φ	C_a	میانگین مربعات (Mean Square)			df	
		PR (hPa)	SSS (hPa)			
413.95 ^{ns}	54.80 ^{ns}	9207500.33*	73579.62**	4		مالچ (Mulch)
359.77	91.79	46666.67	527.42	10		خطا (Error)
27.82	117.44	5.86	5.44			ضریب تغییرات (%CV)

** معنی دار در سطح ۱٪ * معنی دار در سطح ۵٪ و ^{ns} غیر معنی دار

**significantly differentns (P<0.01) * significantly differentns (P<0.05) and ^{ns}not significantly differentns



شکل (۴) مقایسه میانگین‌های مالچ‌های مختلف در اعمال بارندگی برای نرخ مقاومت برشی (الف) و مقاومت فروری (ب) با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد.

Figure (4) Effects of different mulch type for rainfall on SSS: Surface shear strength (left) and PR: Penetration resistance (LSD=%5).

گرم رس + ۱۵۰ گرم فیلترکیک، به دلیل داشتن مقاومت برشی و فروری مناسب و پاشش آسان و همچنین پایداری بیشتر نسبت به سایر مالچ‌ها، بهترین ترکیب مالچی نسبت به دیگر مالچ‌های تولید شده تشخیص داده شده است. از آنجا که مواد به کار برده شده در این پژوهش از نوع مواد طبیعی، یعنی رس و فیلترکیک است و از سوی دیگر، منابع قرضه آن به وفور در منطقه قابل دسترس است، این نوع مالچ طبیعی نسبت به مالچ‌های نفتی از مزیت‌های فراوان زیست محیطی و اقتصادی و سهولت استفاده برخوردار است؛ اما استفاده از این مالچ برای تثبیت عرصه‌شن‌زار نیازمند آزمایش‌های صحرائی است.

از بارندگی به ترتیب ۱/۱۲، ۱/۱۲، ۱/۲۳، ۱/۳۵ و بدون تغییر برابر مقاومت فروری مالچ‌های ۱، ۳، ۴ و ۵ قبل از بارندگی است. مقایسه این نتایج بیانگر آن است که مالچ‌های فیلترکیکی پس از بارندگی به درون شن نفوذ می‌کنند و باعث بالا بردن چسبندگی لایه‌های زیرین می‌شوند و مقاومت‌های برشی و فروری را افزایش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش به صورت آزمایشگاهی نشان داده است که افزایش فیلترکیک موجب افزایش مقاومت برشی، فروری گردیده است و می‌تواند در تثبیت شن‌های روان موثر باشد. همچنین پایداری و استحکام مالچ‌ها پس از اعمال باران بر آن‌ها حفظ شده و باران موجب افزایش مقاومت فروری در مالچ‌ها به دلیل نفوذ مالچ‌ها در بین لایه‌های زیرین شن روان بستر شده است. در این تحقیق مالچ شماره ۱ با ترکیب ۵۰

منابع

1. Abedi Kopaei, J. 2001. Improve soils contaminated by heavy metals used in Hyprakymvlatvrha. 1st Ground Improvement Conference. Tehran Amirkabir University of Technology: 543- 553.
2. Al-Kasir, J., and Maknali, N. 1997. The effects of filter cake and bagasse on the performance of Khuzestan sugercane. Sugarcane Research Center Khuzestan province.
3. Annual Sugercane research center report. 2005. Amir Kabir research center. Part of water and soil.
4. Armbrust, D.V. 1977. A review of mulches to control wind erosion. Transactions of the ASAE, 20: 904- 910.
5. Beaton Jones, J., and Case, V.W. 1990. Sampling, handling and analysing plant tissue samples. P 784, In: Westerman, R.L. (eds.). Soil testing and plant analysis. 3rd ed. SSSA, Inc. Madison Wisconsin, USA.
6. Bijanpoor, H., Ansari, M. S., Hosseininejad, A. L., and Abedinzadeh, M. 2012. Study of using filter cake in sugarcane field and its effect on yield. 5th National congress Sugercane technology of Iran, 65-69. (in Persian).
7. Diouf B., Skidmore E.L., Layton J.B., and Hagen L.J. 1990. Stabilizing fine sand by adding clay: Laboratory wind tunnel study. Soil Technology, 3: 21-23.
8. Gee, G.W., and Bauder, J. W. 1986. Method of soil analysis. Particle size analysis. In: A. Klute(ed). Soil Science Society of America Journal, 383-411.
9. Genis, A., Vulfson, L., and Ben-Asher, J. 2012. Combating wind erosion of sandy soils and crop damage in the coastal deserts: Wind tunnel experiments. Aeolian Research, 9: 69-73.
10. Hagen, L.J. 2010. Erosion by wind: Modeling. In: Lal, R. (ed.). Encyclopedia of Soil Science. London: Taylor and Francis publishers.
11. Hazirei, F., Zare Ernani, M. 2013. Investigation of Effect of Clay-Lime Mulch for Sand Dunes Fixation. Journal of Water and Soil, 27(2): 373-380.
12. Khalili Moghadam, B. Afyuni, M. Jalalian, A. Abbaspour, K.C., and Deghani, A.A. 2011. Estimation surface soil shear strength by pedo-transfer functions and soil Spatial prediction functions. Journal of Water and Soil, 25(1): 187-195. (in Persian with English abstract).
13. Linsay, W.L., and Norvel, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Science Society of America Journal, 42: 421-428.

14. Majdi, H. Karimian eghbal, M. Karimzade, H.R., and Jalalian, A. Effect of clay mulches on amount of aeolian dust. 2006. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource. 10(3): 137-148. (in Persian).
15. Mahmoodabadi, M., Dehghani, F., and Azimzadeh, H.R. 2011. Effect of soil particle size distribution on wind erosion rate. Journal of Soil Management and Sustainable Production. 1(1): 81-98.
16. Poya Far, A.M., and Asgari Moghaddam, Z. 2000. Investigation of enviromental impact of applying oil mulch. Journal of Forest and Range. 70: 36-41.
17. Presley, D., and Tatarko, J. 2009. Principles of wind erosion and its control. Kansas State University, Department of Agronomy, K-State Research and Extension Publication MF-2860.
18. Rahbar, E., and Darvish, M. 2005. A review of research on oil mulch. Iranian Journal of Range and Desert Research, 12(1): 63-71.
19. Refahi, H. 1999. Wind Erosion and Control. Tehran University. Press, 320 p.
20. Rezaie, S.A. 2009. Comparison between Polylatice polymer and petroleum mulch on seed germination and plant establishment in sand dune fixation. Iranian journal of Range and Desert Reseach. 16(1):124-136. (in Persian with English abstract).
21. Rhoades, J.D. 1996. Methods of soil analysis. salinity: Electrical conductivity and total dissolved solid. Part 3-chemical methods. In: sparks, D. L. (Ed). Soil Sci. Soc. Am. Inc. Book series, No. 5, Madison, WI. ISBN: 0-89118-825-8. 417-435.
22. Salmasi R. 2013. Test the feasibility of Khuzestan active dune stabilization using two types of mulch. Dust confrence. Tehran. September.
23. Santoni, R.L., Tingle, J.S.; Webster, S.L. 2001. Engineering properties of sand-fiber mixtures for road construction. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 127, 3. pp. 258-268.
24. Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil Acidity. In: sparks, D.L. (Ed). Methods of soil analysis. Part 3- Chemical Methods. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Book series, Madison, WI. No. 5. pp: 475-490.
25. Wu, C.L., Chau, K.W., and Huang, J.S. 2007. Modelling coupled water and heat transport in a soil-mulch-plant atmosphere continuum (SMPAC) system. Applied Mathematical Modelling, 31 :152-169.
26. Yahia, M. Al-Aghbari, M. Ramzi, T. 2006. Stabilization of desert sands using municipal solid waste incinerator ash. Journal of Geotechnical and Geological Engineering, 24 (6): 1767-1780.
27. Yan, Y., Liu, X., li, W., Li, C. 2006. Effect of different mulch materials on winter wheat production in desalinized soil in Heilonggang region of North China. Journal of Zhejiang University Science, 7(11): 858-867 .

28. Yang, K. and Tang, Z. 2012. Effectiveness of Fly Ash and Polyacrylamide as a sand-fixing agent for wind erosion control. *Journal of water, Air, and Soil Pollution*. 223 (7): 4065-4074.