بررسی اثر مالچ رسی برپایهٔ رس بنتونیت ده میکرون توأم با کشت نهال قره‌داغ در مقاوم‌سازی خاک و کنترل فرسایش بادی (مطالعه موردی: منطقهٔ سجزی اصفهان)

سید حسین سیدحسینی: *کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، گروه طبیعت، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان*

سعیده کلانتری*: *استادیار گروه طبیعت، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان*

احمد جلالیان: *استاد گروه خاک‌شناسی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)*

محمدجواد قانعی‌بافقی: *استادیار گروه طبیعت، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان*

مجید صادقی‌نیا: *استادیار گروه طبیعت، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان*

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۳۰)

چکیده

کنترل فرسایش بادی و مقاوم‌سازی خاک در محیط‌های گوناگون به صورت جدی قابل توجه است و برای رسیدن به این هدف، می‌توان از رس بنتونیت استفاده کرد. قیمت پایین، سطح ویژهٔ زیاد و سازگاری با محیط زیست از مزایای استفاده از این رس فرآوری‌شده است. در این پژوهش ضمن اجرای آزمایش‌های فیزیکو ـ شیمیایی عرصه و خاک زراعی، اثر رس بنتونیت ده میکرون با کاربرد میزان درصدهای وزنی ۲، ۴، ۶ و ۸ بررسی شد. سپس برای بررسی اثر رس بنتونیت ده میکرون بر جذب رطوبت، این رس با خاک زراعی در داخل تشتک‌های کشت مخلوط و با روش طرح بلوک‌های کامل تصادفی بررسی شد. خاک سطحی عرصه در شانزده سینی مخصوص تونل بادی ریخته شد و با سوسپانسیون مخلوط بنتونیت ده میکرون با غلظت‌های شاهد ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم در لیتر، توسط یک پاشنده در سطح آن پاشیده شد. پس از خشک شدن نیز میزان فرسایش‌پذیری آن با تونل بادی به دست آمد. نتایج نشان داد که اثر بنتونیت بر مقدار سختی خاک با سرعت‌های ۷/۵، ۱۱ و ۲۸ متر بر ثانیه و غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم در لیتر، در سطح آماری پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت. نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که با افزایش میزان بنتونیت در سرعت‌های مذکور، میزان سختی نیز افزایش یافت؛ به طوری که بیشترین میزان سختی در تیمار بنتونیت چهار گرم در لیتر و کم‌ترین میزان در تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بنتونیت بر میزان رطوبت در عمق‌های ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰، براساس داده‌های به‌دست آمده در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان رطوبت خاک نیز در تیمار هشت و کمترین آن در تیمار شاهد دیده شد.

واژگان کلیدی: بنتونیت، جذب رطوبت، سختی خاک، کنترل فرسایش.

* نویسندهٔ مسئول: **Skalantari@ardakan.ac.ir**

۱ـ مقدمه

روند روزافزون فرسایش بادی در بسیاری از نقاط جهان، تهدیدی جدی برای بشریت است. هدر رفت خاک که یکی از مظاهر این تخریب است، کشورهای زیادی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. آنچه مسلم است امروزه پدیدهٔ تخریب اراضی در جهان و به ویژه در ایران به سرعت در حال پیشروی است و هر روز سطح بیشتری از مناطق را تحت سلطهٔ خود در می‌آورد (Zomorodian and khoshkho, 2012 & fathizad et al, 2016). اینک طوفان‌های گرد و غبار یکی از بزرگ‌ترین مشکلات زیست محیطی است که منطقهٔ خاورمیانه و به ویژه کشور ما را در معرض خسارت‌های عظیم و آسیب جدی قرار می‌دهد و به مشکلی دایمی تبدیل شده‌است (Afrasiyabi et al, 2019). توسعهٔ پایدار این مناطق، به در نظر گرفتن تهدیدات موجود و ارائه راهکاری مناسب نیازمند است. استفاده از مالچ‌های رسی می‌تواند به حل این مشکل بسیار کمک کند؛ وقتی اندازهٔ ذرات مالچ‌های رسی مانند بنتونیت فرآوری شده کاهش یابد، نسبت سطح مؤثر به حجم ذرات افزایش می‌یابد و اثرهای سطحی قوی‌تر می‌شود و خواص کاتالیزوری افزایش می‌یابد. بیشتر بودن سهم اتم‌ها در سطح رس بنتونیت ده میکرون، خواص فیزیکی و شیمیایی آنها را تغییر می‌دهد. قیمت پایین‌تر و سطح ویژهٔ زیاد را می‌توان از مزایای این رس دانست. این رس فرآوری شده، محصولی دوستدار محیط زیست و طبیعی است که با استفاده از فناوری رس بنتونیت خام استخراج می‌شود. رس بنتونیت فرآوری شده، ازکانی‌های رسی است که به کوچک‌ترین اجزای سازندهٔ خود با ضخامت میکرون تقسیم و با آب مخلوط می‌شود. بنتونیت ده میکرون به عنوان پیوند دهندهٔ خاک، از ذرات معدنی خاک استفاده می‌کند که به بهبود حفاظت از خاک منجر می‌شود و از گرد و غبارهای ناشی از آن جلوگیری می‌کند (Jalalian et al, 2015 & Bagheri et al, 2015) . بنابراین، با توجه به اثرات زیست محیطی استفاده از مالچ نفتی و پیامدهای بد آن، فرآوری رس بنتونیت به عنوان مالچ رسی می‌تواند بسیار مهم باشد.

در مقابله با پدیدهٔ گرد و غبار باید در نظر داشت که مالچ‌های نفتی از زیر شاخه‌های مالچ آلی است که به تخریب محیط زیست منجر می‌شود و می‌توان از آن به‌عنوان نگهدارندهٔ رطوبت در محل کاشت نهال استفاده کرد (Azad et al, 2021). در تحقیقی اثر نانو رس بر جلوگیری از فرسایش بادی و کاهش بیابان‌زایی در منطقهٔ خارا بررسی شد. همچنین برای بررسی اثر غلظت مختلف نانو رس بر فرسایش خاک در شرایط آزمایشگاهی و صحرا نیز پژوهشی صورت گرفت. استفاده از نانو رس به کاهش معنی‌دار در فرسایش خاک منجر می‌شود و بیشترین میزان این فرسایش، در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمارهای دو و سه گرم بر لیتر است. در مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی تونل باد، میزان خاک فرسایش‌یافته در تیمار نانو رس با غلظت سه گرم بر لیتر (معادل پنج گرم در هر متر مربع) در سرعت ۱۸/۷ متر بر ثانیه به ترتیب تقریباً ۷۰۰ برابر در شرایط آزمایشگاهی و در صحرا تقریباً ۴۸۰ برابر کمتر از خاک فرسایش یافته در تیمار شاهد در همان سرعت است. اثر نانو رس بر پایداری خاکدانه‌های ریز و درشت کاملاً معنی‌دار بود؛ به‌گونه‌ای که با افزایش غلظت نانو رس، درصد خاکدانه‌های درشت افزایش و درصد خاکدانه‌های ریز کاهش یافت. شاخص پایداری خاکدانه در خاک تیمار شده با نانو رس در غلظت‌های گوناگون نیز نشان داد که افزودن این ماده به خاک، به افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه در حالت خشک منجر می‌شود و این افزایش در خاک تیمار شده با سه گرم بر لیتر نانو رس، بیش از خاک تیمار شده با یک گرم بر لیتر نانو رس است. برای بررسی رشد گیاه تاغ در شرایط استفاده از نانو رس، گلدان‌های تاغ که غلظت‌های مختلف نانو رس در آنها تیمار شده بود به مدت ۱۵۰ روز در گلخانه و در شرایط یکسان نگه داشته شد. سپس جمع‌آوری گیاه و ویژگی‌های آن شامل ارتفاع، وزن اندام

هوایی، ریشه و وزن خشک کل گیاه بررسی شد. مقایسهٔ میانگین نشان داد که رشد تاغ در شرایط استفاده از نانو رس نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت و بیشترین رشد گیاه در غلظت سه گرم بر لیتر نانو رس بود (Ghanbarzadeh and Anoshirvani, 2013).

روش مورد نظر در این تحقیق، کاربرد آزمایشگاهی رس بنتونیت ده میکرون از طریق تونل بادی و تعیین درجهٔ سختی آن با تهیهٔ سوسپانسیون بر سطح ماسه بادی است که به عنوان مالچ رسی دوستدار طبیعت، فعالیت گسترده‌ای را در مقابله با فرسایش بادی فراهم می‌کند و استفاده از درصدهای مختلف این رس همراه با کشت نهال قره‌داغ [1] ـ که به شوری و کم آبی مقاوم است ـ قابل توجه می‌باشد و می‌تواند نم‌گیر مناسبی برای ذخیرهٔ رطوبت خاک و استقرار گیاه و جایگزین خوب مالچ‌های نفتی مخرب محیط زیست باشد. فرضیه‌های این تحقیق را بدین گونه می‌توان بیان کرد که:

ـ استفاده از رس فرآوری شدهٔ بنتونیت ده میکرون همراه با کشت مخلوط نهال قره‌داغ، رطوبت را ذخیره می‌کند و درنهایت به دلیل نگه داشتن رطوبت کافی، به افزایش میزان موفقیت استقرار درختچهٔ قره‌داغ در کنترل فرسایش منجر خواهد شد.

ـ کاربرد اسپری رس بنتونیت ده میکرون با غلظت‌های متفاوت، به مقاومت سله در خاک و کنترل فرسایش بادی منجر می‌شود.

با توجه به اهمیت مسأله پدیدهٔ گرد و غبار و بحران خشکسالی و کم آبی در منطقهٔ سجزی شهرستان اصفهان، هدف از این تحقیق استقرار پوشش گیاهی در مناطق بحرانی است که در آنها امکان مبارزه به جز مالچ نفتی وجود ندارد یا به سختی انجام می‌شود. پس می‌توان با استفاده از رس بنتونیت ده میکرون در محل تشتک کشت نهال قره‌داغ و پاشیدن آن در سطوح منطقهٔ برداشت و حمل، ضمن کاهش دفعات آبیاری، میزان فرسایش بادی را کاهش داد.

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مطالعاتی که به دشت سجزی معروف است، در ۲۵ کیلومتری شرق اصفهان قرار دارد و یکی از شانزده کانون بحرانی استان اصفهان است. این منطقه بخش کوچکی از منطقهٔ وسیع ایران مرکزی متعلق به زون سنندج سیرجان است که در مختصات جغرافیایی ″۲۷ ′۴۱ °۳۲ شمالی تا ″۲۷ ′۷ °۵۲ شرقی قرار گرفته‌است. سجزی دشتی است وسیع به مساحت ۴۳۰۰۰ هکتار که در محدودهٔ شهرستان کوهپایه قرار دارد. حداکثر ارتفاع این اراضی از سطح دریا، ۱۶۴۰ و حداقل آن ۱۵۱۰ متر است که اختلاف ارتفاع ۱۳۰ متر و شیب بین صفر تا دو درصد، بیانگر دشتی صاف و هموار می‌باشد. شکل ۱، موقعیت دشت سجزی را نشان می‌دهد.

[1] Nitraria schoberi

شکل ۱: موقعیت دشت سگزی اصفهان

۳ـ مواد و روش

در این پژوهش با افزودن رس بنتونیت فرآوری شده به خاک، قابلیت کنترل فرسایش بادی آن به صورت آنالیز آماری بررسی شد. رس بنتونیت می‌تواند با حجم کمتر و زمان ماندگاری بیشتر برای کنترل بیابان‌زایی استفاده کرد. رس بنتونیت ده میکرون که در این پژوهش به کار می‌رود، در آب همگن بوده و برای کنترل فرسایش بادی در سطح خاک قابل استفاده است و به کاهش مصرف آب، افزایش جوانه‌زنی بذر و افزایش عملکرد محصول منجر می‌شود (Leissafar, 2014). پوشش گیاهی به عنوان عامل مؤثر در افزایش زبری سطح خاک و کاهش سرعت باد می‌تواند مؤثر باشد؛ هر چه میزان تراکم پوشش گیاهی زیادتر و مدت تداوم آن بر سطح خاک بیشتر باشد، نقش آن در حفظ و پایداری خاک بیشتر است و می‌تواند تا حد چشم‌گیری از فرسایش خاک بکاهد و مانع بادبردگی آن شود؛ به خصوص اگر این وضعیت با زمان وقوع بادهای اصلی یا شدید نیز تقارن داشته باشد (Khalilimoghadam et al, 2011 & Kargaran et al, 2017). بنابراین، از درختچهٔ قره‌داغ ــ که به خشکی مقاوم است ــ استفاده شد. قره‌داغ دارای انشعابات فراوانی از بن گیاه است، ساقه‌ها اغلب به صورت ساقه‌های خوابیده و خمیده می‌باشد که می‌تواند در افزایش زبری سطح خاک و کاهش سرعت باد مؤثر باشد.

صفات و تیمارها

در این پژوهش سه صفت رطوبت، فرسایش‌پذیری و مقاومت سله به شرح زیر بررسی شد:

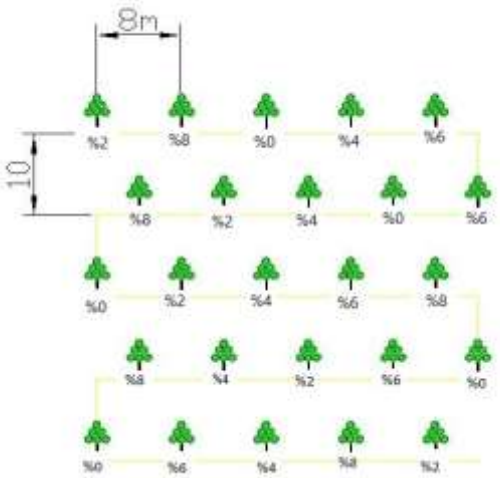
۱ــ در صفت اول، اندازه‌گیری تیمار رطوبت در پنج سطح با کاربرد بنتونیت مخلوط با خاک با درصدهای ۲، ۴، ۶، ۸ و شاهد انجام شد.

۲ــ در صفت دوم، تیمار سوسپانسیون بنتونیت ده میکرون در پنج سطح با کاربرد ۰/۵ گرم، ۱ گرم، ۲ گرم، ۳ گرم و ۴ گرم در لیتر آب تهیه شد.

۳ــ صفت سوم، اندازه‌گیری مقاومت سله خاک پس از اجرای آزمایش‌های تونل بادی است.

برداشت داده و آنالیز آماری

در این تحقیق، از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (اثر پنج فاصله ردیف استفاده رس بنتونیت در تشتک‌های کشت نهال) استفاده شد. تیمارهای مورد آنالیز آماری بر چهار عامل رطوبت، سرعت فرسایش بادی، مقاومت سله و رس بنتونیت ده میکرون و تیمارهای رشد طی چند مرحله انجام شد. در این حالت، نحوهٔ کاشت نهال که رس بنتونیت در محل تشتک‌های آن ریخته شد، به صورت شکل ۲ است. رس بنتونیت ده میکرون، عامل تأثیرگذاری بر جذب و نگهداری رطوبت است. از مخلوط سوسپانسیون بنتونیت ده میکرون نیز برای تعیین میزان کنترل فرسایش بادی و مقاومت سله استفاده شد. با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف روش ANOVA در این طرح آزمایشی و با استفاده از آزمون دانکن، مقادیر آماری تجزیه و تحلیل شد.



شکل ۲: نحوهٔ کاشت نهال

عملیات میدانی

صفت اول (تیمار رطوبت)

۲۵ نقطهٔ کاشت نهال قره‌داغ در فواصل ۱۰*۸ متر و در پنج ردیف مشخص شد و در گام بعدی، نقاط کاشت این نهال با مته گودبرداری شد. سپس خاک زراعی با رس بنتونیت ده میکرون با درصدهای صفر (شاهد)، ۲، ۴، ۶ و ۸ مخلوط شد و در مرحلهٔ بعد، اجرای قرعهٔ درصدهای خاک مخلوط با رس بنتونیت ده میکرون صورت گرفت تا طرح بلوک‌های کامل تصادفی را بتوان اجرا کرد و با ریختن آن در تشتک‌های حفر کاشت نهال طرح کامل شد. برای گاورو شدن محل کشت نیز آبیاری تشتک‌ها قبل از کاشت صورت گرفت و ۲۵ اصله نهال شاداب گلدانی قره‌داغ با ارتفاع حدود سی سانتی‌متر انتخاب شد. در گام بعدی، هفت نمونه خاک با نمونه‌گیر خاک برداشت شد و نمونه‌ها در پنجاه ظرف بسته‌بندی و قبل از هر آبیاری ریخته شد. آبیاری با فواصل ۱۸ و ۳۶ روز (با تنش دوره آبیاری) و یک‌بار قبل از آبیاری پایانی به فاصلهٔ ۵۴ روز انجام شد. برای تعیین درصد رطوبت نیز نمونه‌ها به موقع در هر مرحله به آزمایشگاه منتقل شد.

صفت دوم (تیمار فرسایش بادی)

برای تعیین میزان فرسایش بادی توسط تونل بادی، ۱۵۰ کیلو خاک دست نخوردهٔ سطحی از عرصهٔ محل اجرای پروژه برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد.

عملیات آزمایشگاهی

صفت اول (تعیین درصد تیمار رطوبت در پنج سطح)

ـ وزن کردن بیست گرم از هر نمونه خاکی که قبلاً با نمونه‌گیر برداشت و در پنجاه ظرف ریخته شده بود.

ـ خشک کردن نمونه‌های خاک در آون.

ـ وزن کردن نمونه‌های خاک خشک شده.

ـ محاسبهٔ درصد رطوبت نمونه‌های خاک و به دست آوردن داده‌های مورد نظر برای اجرای مراحل تجزیه و تحلیل آماری.

صفت دوم (تعیین تیمار فرسایش بادی در شش سطح)

ـ ریختن ۱۵۰ کیلو خاکی که قبلاً از سطح عرصهٔ محل اجرای پروژه برداشت شده بود، در شانزده سینی مخصوص تونل بادی.

ـ تهیهٔ سوسپانسیون رس بنتونیت ده میکرون با مخلوط‌های ۰/۵، ۱، ۲، ۳، ۴ و هر کدام به نسبت در یک لیتر آب و پاشیدن آن در سینی‌های مذکور با سه تکرار به جز شاهد که فقط یک بار و آب خالص بر روی آن پاشیده شد.

ـ خشک کردن شانزده سینی حاوی خاکی که سوسپانسیون‌های مذکور بر روی آن پاشیده شده بود.

ـ انتقال سینی‌ها به محفظهٔ تونل بادی برای اجرای مراحل فرسایش بادی با سرعت‌های ۷/۵، ۱۱ و ۲۸ متر بر ثانیه.

ـ تخلیه و وزن کردن خاک فرسایشی از تونل بادی در مراحل و سرعت‌های مختلف و به دست آوردن داده‌های مورد نظر برای اجرای مراحل تجزیه و تحلیل آماری.

صفت سوم (تعیین مقاومت سله خاک)

پس از اتمام مراحل تعیین فرسایش بادی، سطح خاک سینی‌های خارج شده از محفظهٔ تونل بادی، مقاومت سله خاک به وسیلهٔ پرهٔ برشی اندازه‌گیری و داده‌های به دست آمده برای اجرای مراحل تجزیه و تحلیل آماری ثبت شد.

برداشت خاک سطحی محل مورد نظر برای آزمایش میزان فرسایش بادی در تونل بادی

برای برآورد میزان سرعت فرسایش بادی سطح خاک دست نخوردهٔ عرصهٔ محل اجرا، از سوسپانسیون بنتونیت ده میکرون به عنوان مالچ رسی استفاده شد و پس از تعیین مقاومت سلهٔ آن، ۱۵۰ کیلوگرم خاک سطحی برداشت و برای اجرای مراحل آزمایشگاهی تونل بادی به آزمایشگاه منتقل شد.

مطالعات آزمایشگاهی

در آزمایشگاه وزن نمونه‌های انتقال‌یافته ـ که قبلاً با نمونه‌گیر خاک از عمق‌های ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ برداشت و در ظروف بسته نگهداری شده بود ـ محاسبه و پس از خشک کردن در آون به مدت ۲۴ ساعت نیز نمونه‌ها دوباره وزن شد و طبق فرمول، درصد میزان رطوبت برای آنالیز آماری نمونه‌ها با نرم‌افزار spss استفاده شد.

تعیین میزان فرسایش بادی با مقادیر استفاده شده رس بنتونیت بر سطح خاک

خاک سطحی برداشت شده نیز در شانزده سینی مخصوص تونل بادی قرار گرفت و با پاشیدن آب، سوسپانسیون مخلوط بنتونیت ده میکرون با غلظت‌های شاهد، ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم در لیتر، به میزان مورد نظر تهیه شد. پس از پاشیدن

سوسپانسیون، نمونه‌ها در محیط خشک شد و در مرحلهٔ بعد، اندازگیری و کنترل سرعت‌های مختلف باد توسط بادسنج صورت گرفت؛ بدین گونه که با قرار دادن سینی‌ها در تونل باد میزان فرسایش بادی برآورد شد (شکل ۳).

نوع تونل بادی که در این تحقیق از آن استفاده شد، آزمایشگاهی ـ صحرایی بود و سیستم مدار باز و دمنده داشت. جدول ۱، برآورد فرسایش‌پذیری خاک‌های مختلف در مقابل باد با سرعت ده متر بر ثانیه را در داخل دستگاه تونل باد در مدت یک ساعت و طبق استاندارد پژوهش Majidi و همکاران (2006) نشان می‌دهد.

شکل ۳: نمونه‌های محلول پاشیده شده در سینی‌های مخصوص تونل باد در آزمایشگاه

جدول ۱: فرسایش‌پذیری خاک (Majidi et al, 2006)

کلاس خاک	حساسیت به فرسایش بادی	مقدار خاک برداشته شده (گرم) از سطح مقطع دستگاه (۰/۳ متر مربع) و سطح یک متر مربع	
		گرم بر ۰/۳ متر مربع	گرم بر متر مربع
I	پایدار	۰_۱۳	۰_۵۰
II	نسبتاً پایدار	۱۳_۳۰	۵۰_۱۰۰
III	حساس	۳۰_۱۵۰	۱۰۰_۵۰۰
IV	بسیار حساس	بیش از ۱۵۰	بیش از ۵۰۰

مقاومت برشی خاک

مقاومت برشی لایهٔ خاک از پارامترهای مؤثر در مدل فرسایش خاک و روان‌آب و شاخصی برای فرسایش‌پذیری آن محسوب می‌شود. مقاومت برشی لایه رویین خاک می‌تواند همان مقاومت اصطکاک ناشی از لغزیدن ذرات روی همدیگر، حرکت غلطک‌مانند بین دانه‌ای مجاور و قفل شدن دانه‌ها در یکدیگر باشد. همین طور پیوندهای شیمیایی بین ذرات رس خاک به چسبندگی و مقاومت دربرابر نیرو و تنش وارده منجر می‌شود. مقاومت برشی لایهٔ بیرونی خاک نیز تحت‌تأثیر ویژگی‌های متفاوت خاک است که این ویژگی‌ها عبارتند از: شیمی کانی‌ها و کلوئیدهای آلی که بر چسبندگی خاکدانه‌ها اثر می‌گذارند. اندازه، شکل و ساختمان ذرات و خاکدانه‌ها نیز مقاومت اصطکاک خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. معمولاً مقاومت برشی لایهٔ رویین خاک، در شرایط اشباع یا نزدیک به اشباع اندازه‌گیری می‌شود و برای اندازه‌گیری آن از دستگاه پره برشی استفاده

می‌شود که قطر پره برشی مورد استفاده بین ۱/۳ تا ۱/۵ سانتی‌متر است. ابزار دیگری که ممکن است در اندازه‌گیری مقاومت خاک از آن استفاده شود، شامل پره‌های برشی و جعبهٔ برشی است.

برش پره یکی از آزمایش‌های صحرایی است که در آن، ابزاری چهار پره ــ که در شکل ۴ دیده می‌شود ــ با فشار به زمین وارد می‌شود و از طریق اندازه‌گیری نیروی لازم برای چرخش آن در خاک، مقاومت برشی رس‌های نرم تا نسبتاً سخت اندازه‌گیری می‌شود. در این پژوهش، مقاومت سلهٔ خاک با این دستگاه اندازه‌گیری شد.

شکل ۴: دستگاه پره برشی

۴ـ یافته‌ها (نتایج)

آزمایش‌های فیزیکو شیمیایی خاک زراعی داخل تشتک‌های کشت قره‌داغ

پارامترهای گچ، آهک، کربن آلی، هدایت الکتریکی، اسیدیته، شن، سیلت و رس اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده‌است.

نتایج نشان می‌دهد که خاک مورد استفاده در تشتک‌ها شوری متوسط دارد و برای کشت گیاه قره‌داغ ــ که به شوری مقاوم است ــ مشکلی ایجاد نمی‌کند.

آزمایش‌های فیزیکو شیمیایی خاک عرصهٔ فرسایشی محل پژوهش

پارامترهای گچ، آهک، کربن آلی، هدایت الکتریکی، اسیدیته، موادآلی، شن و سیلت و رس در خاک اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده‌است. نتایج نشان می‌دهد که خاک‌های محل اجرای پروژه، جزء خاک‌های شور طبقه‌بندی می‌شود.

جدول ۲: نتایج برخی از پارامترهای خاک

محل نمونه‌برداری	هدایت الکتریکی	اسیدیته	گچ٪	کربن آلی٪	آهک٪	شن٪	سیلت٪	رس٪	بافت
خاک زراعی داخل تشتک‌های کشت قره‌داغ	۹/۹۸	۷/۴	۲۰	۱/۸۱	۴۹	۳۰	۵۰	۲۰	لوم
خاک عرصهٔ فرسایشی	۲۹/۰۴	۷/۶۸	۱۸/۸۸	۰/۸۳	۲۳/۷۳	۴۶/۱۲	۴۰/۱	۱۳/۷۸	لوم

تأثیر تیمارهای بنتونیت بر میزان رطوبت

در آزمایش‌های صحرایی، طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد که در آن از بنتونیت ده میکرون با درصدهای ۲، ۴، ۶، ۸ و شاهد در تشتک‌های کشت با نماد کشت نهال قره‌داغ استفاده شد. همچنین در هفت مرحلهٔ زمانی تنش آبیاری پس از کشت (شش دورهٔ آبیاری متناوب با فواصل ۱۸ و ۳۲ روز) و آخرین دورهٔ آبیاری به فاصلهٔ ۵۴ روز، نمونه‌برداری خاک تشتک‌های

کشت با نمونه‌گیر خاک انجام و پس از انتقال به آزمایشگاه، درصد رطوبت تعیین شد که در آن، اثر بنتونیت بر میزان رطوبت در عمق‌های ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که در مرحلهٔ یک نمونه‌برداری برای تعیین درصد رطوبت در عمق‌های ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری، با افزایش بنتونیت میزان رطوبت خاک به صورت معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین میزان درصد رطوبت خاک نیز در تیمار هشت درصد و کمترین آن در تیمار شاهد دیده شد.

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر بنتونیت بر رطوبت

عمق(cm)	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات رطوبت در مراحل مختلف نمونه‌برداری					
			مرحلهٔ ۱	مرحلهٔ ۲	مرحلهٔ ۳	مرحلهٔ ۴	مرحلهٔ ۵	مرحلهٔ ۶	مرحلهٔ ۷
۱۰-۰	تکرار	۴	۰/۵۰	۰/۰۸	۳/۷۷**	۲/۴۵**	۱/۹۱**	۵/۸۵	۰/۱۴
	بنتونیت	۴	۱۶/۲۰**	۹/۷۷**	۲۸/۱۰**	۲۵/۷۷**	۱۹/۱۷**	۱۷/۲۵**	۱۴/۴۱**
	خطا	۱۶	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۶۳	۰/۳۶	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۲۱
	ضریب تغییرات (٪)		۴/۵۱	۴/۵۰	۱۰/۷۹	۵/۷۵	۷/۲۱	۵/۴۷	۳/۸۴
۲۰-۱۰	تکرار	۴	۳/۷۰	۴/۴۹*	۲/۹۸**	۶/۰۸**	۰/۸۹*	۳/۰۹**	۱۶/۲۵**
	بنتونیت	۴	۶۳/۹۰**	۴۹/۴۸**	۸/۳۰**	۴۷/۳۹**	۱۸/۳۰**	۱۸/۹۴**	۶۴/۶۰**
	خطا	۱۶	۱/۲۴	۰/۹۴	۰/۱۲	۱/۰۵	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۶۷
	ضریب تغییرات (٪)		۶/۲۴	۵/۵۸	۲/۷۸	۶/۳۴	۳/۷۳	۴/۰۴	۴/۴۶

* و **: به ترتیب معنی‌دار شدن در سطح آماری پنج و یک درصد.

جدول ۴: مقایسهٔ میانگین اثر بنتونیت بر رطوبت بر حسب درصد

عمق(cm)	بنتونیت (گرم در لیتر)	مرحلهٔ ۱	مرحلهٔ ۲	مرحلهٔ ۳	مرحلهٔ ۴	مرحلهٔ ۵	مرحلهٔ ۶	مرحلهٔ ۷
۱۰-۰	شاهد	۹/۴۱^{e}	۹/۵۹^{d}	۴/۳۳^{d}	۷/۱۳^{e}	۴/۹۵^{e}	۷/۴۷^{e}	۹/۵۳^{e}
	۲	۱۰/۵۳^{d}	۱۰/۸۳^{c}	۵/۵۳^{c}	۹/۴۱^{d}	۶/۴۹^{d}	۸/۵۵^{d}	۱۰/۹۴^{d}
	۴	۱۱/۷۱^{c}	۱۱/۵۲1^{c}	۸/۰۶^{b}	۱۰/۸۴^{c}	۷/۶۵^{c}	۹/۶۰^{c}	۱۲/۰۵^{C}
	۶	۱۲/۸۳^{b}	۱۲/۴۲^{b}	۹/۰۰^{ab}	۱۲/۰۴^{b}	۸/۶۴^{b}	۱۰/۹۳^{b}	۱۳/۰۲^{b}
	۸	۱۳/۹۵^{a}	۱۳/۱۹^{a}	۹/۹۶^{a}	۱۲/۸۶^{a}	۱۰/۰۵^{a}	۱۲/۱۴^{a}	۱۳/۸۳^{a}
۲۰-۱۰	شاهد	۱۳/۶۸^{e}	۱۳/۷۸^{d}	۱۰/۷۲^{e}	۱۲/۴۴^{e}	۱۱/۶۱^{e}	۱۱/۸۷^{e}	۱۴/۲۰^{e}
	۲	۱۵/۳۳^{d}	۱۵/۰۸^{c}	۱۱/۶۲^{d}	۱۴/۱۶^{d}	۱۲/۹۰^{d}	۱۳/۲۰^{d}	۱۵/۶۶^{d}
	۴	۱۷/۵۰^{c}	۱۷/۴۹^{b}	۱۲/۴۳^{c}	۱۵/۷۴^{c}	۱۴/۱۹^{c}	۱۴/۳۷^{c}	۱۸/۶۳^{c}
	۶	۲۰/۰۶^{b}	۱۸/۶۸^{b}	۱۳/۰۰^{b}	۱۸/۴۳^{b}	۱۵/۴۲^{b}	۱۵/۶۱^{b}	۲۰/۸۲^{b}
	۸	۲۲/۵۸^{a}	۲۱/۸۱^{a}	۱۴/۰۹^{a}	۲۰/۰۰a	۱۶/۴۰^{a}	۱۶/۸۲^{a}	۲۲/۹۴^{a}

میزان مقاومت سله خاک

بر طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارهای بنتونیت بر میزان سختی و فرسایش خاک در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). همچنین نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان سختی در سرعت ۷/۵ در تیمار بنتونیت چهار گرم در لیتر و کمترین میزان در تیمار شاهد حاصل شد. در سرعت ۱۱ و ۲۸ متر بر ثانیه نیز بیشترین مقاومت سلهٔ خاک در تیمار چهار گرم بنتونیت و کمترین میزان در تیمار شاهد دیده شد (جدول ۶).

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثر بنتونیت بر سختی و فرسایش خاک

سرعت باد		۷/۵m/s		۱۱m/s		۲۸m/s	
منابع تغییرات	درجه آزادی	سختی	فرسایش خاک	سختی	فرسایش خاک	سختی	فرسایش خاک
تکرار	۲	۰/۰۲	۲۷۳/۲۸	۰/۰۵	۷/۰۰	۰/۰۲	۲۵۹۳/۰
بنتونیت	۵	۳/۵۲**	۱۷۲۵۳۹۸۹**	۳/۶۳**	۲۰۱۴۴۵۰۸۳**	۳/۶۷**	۲۵۲۶۸۶۸۰۸**
خطا	۱۰	۰/۰۲	۱۱۵/۱۲	۰/۰۴	۱۱۱۷/۰	۰/۰۳	۱۵۴۴/۰
ضریب تغییرات (٪)		۸/۷۱	۱/۰۱	۱۲/۶۳	۰/۹۴	۱۱/۱۲	۰/۹۴

**: معنی‌دار شدن در سطح آماری یک درصد

جدول ۶: مقایسهٔ میانگین اثر بنتونیت ده میکرون بر سختی سله و فرسایش خاک

سرعت باد	۷/۵m/s		۱۱m/s		۲۸m/s	
بنتونیت (گرم در لیتر)	سختی	فرسایش خاک	سختی	فرسایش خاک	سختی	فرسایش خاک
شاهد	۰/۰۰^{f}	۵۹۵۲/۶^{a}	۰/۰۰^{d}	۲۰۲۹۹/۰^{a}	۰/۰۰^{e}	۲۲۸۸۵/۲^{a}
۰/۵	۱/۰۰^{e}	۱۶۱/۳۷^{b}	۱/۱۷^{c}	۵۳۲/۲۰^{b}	۱/۱۷^{d}	۱۱۱۰/۴۸^{b}
۱	۱/۷۳^{c}	۱۴۴/۶۰^{b}	۱/۱۷^{c}	۳۲۱/۰۰^{c}	۱/۵۷^{c}	۴۳۷/۶۴^{c}
۲	۱/۳۳^{d}	۴۹/۲۰^{c}	۱/۴۳^{c}	۱۶۸/۷۲^{d}	۱/۳۰^{cd}	۲۹۳/۴۰^{d}
۳	۲/۵۰^{b}	۲۸/۷۹^{d}	۲/۳۳^{b}	۱۰۴/۷۶^{e}	۲/۵۷^{b}	۱۷۰/۰۴^{e}
۴	۳/۰۳^{a}	۱۶/۶۸^{d}	۳/۲۰^{a}	۳۱/۲۰^{f}	۳/۱۳^{a}	۹۹/۷۲^{e}

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف متفاوت دارند در سطح پنج درصد آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌دار هستند. همچنین با افزایش بنتونیت (گرم در لیتر)، میزان سختی خاک افزایش و میزان فرسایش خاک در سرعت یازده متر بر ثانیه نسبت به سرعت ۷/۵ متر بر ثانیه کاهش کمتری می‌یابد.

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

امروزه پدیدهٔ فرسایش بادی و پیامدهای حاصل از آن، یکی از فرایندهای زوال سرزمین در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. فرسایش بادی و انتشار گرد و غبار، دو فرایند کلیدی مرتبط با تغییرات پوشش اراضی می‌باشد (Zehtabian et al, 2017). یکی از راه‌های مبارزه با فرسایش خاک و جلوگیری از شکل‌گیری ریزگرد، استفاده از مالچ است (Kupainia and Afzali, 2015). با توجه به اینکه در خاک‌های با بافت متفاوت، غلظت و نوع مواد به کار رفته برای جلوگیری از فرسایش بادی و کاهش ریزگردها متفاوت است؛ انتخاب ماده و غلظت مورد استفادهٔ آن در کاهش فرسایش بادی بسیار اهمیت دارد. بر

طبق نتایج حاصل از این پژوهش مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت بنتونیت، مقاومت خاک به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. برآورد اولیهٔ اقتصادی در کاربرد رس بنتونیت ده میکرون به جای سایر نم‌گیرها در حفظ رطوبت و کاهش دفعات آبیاری نشان می‌دهد که دسترسی به آن آسان‌تر و هزینهٔ تهیه آن به مراتب کمتر است. تأثیر مثبت بنتونیت در کاهش فرسایش خاک می‌تواند به این دلیل باشد که بنتونیت کانی رسی از خانوادهٔ مونت موریونیت با خصوصیات انبساطی است که در اثر هوازدگی خاکسترهای آتشفشانی به وجود می‌آید و به دلیل داشتن خصوصیات منحصر به فرد خود، می‌تواند در زمینهٔ افزایش شاخص خمیری خاک‌های منبع مفید باشد.

Misher و همکاران (2010) تأثیر خواص فیزیکی و شیمیایی بنتونیت شامل حد روانی، انبساط آزاد و درصد یون سدیم قابل تبادل را بر پارامترهای تحکیم خاک ارزیابی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش حد روانی، انبساط آزاد و درصد یون قابل تبادل بنتونیت، شاخص تراکم و زمان پنجاه درصد تحکیم افزایش و ضریب تحکیم کاهش می‌یابد. میزان تأثیر در خصوصیات مهندسی مخلوط‌های خاک بنتونیت، تابعی از درصد و نوع بنتونیت استفاده شده، خواص فیزیکی و شیمیایی آن و نوع خاک پایه است. بر طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، کانی بنتونیت تا حد بسیار مناسبی می‌تواند در کنترل فرسایش داخلی مواد مؤثر باشد؛ به طوری که میزان فرسایش با افزایش درصد بنتونیت کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از این پژوهش مبنی بر کاهش میزان فرسایش با افزایش درصد بنتونیت خاک، با نتایج حاصل از پژوهش Zomorodian و Khoshkho (2012) مطابقت دارد.

مالچ‌های معدنی فیزیکی ــ که ترکیبات رسی در این دسته از ترکیبات، مهارکنندهٔ گرد و غبار است ــ با کاهش رواناب سطحی به کاهش فرسایش آبی نیز کمک می‌کند. Diouf و همکاران (1990) برای پایداری خاک‌های فرسوده، جلوگیری از حرکت تپه‌های ماسه‌ای و کاهش فرسایش بادی از رس استفاده کردند. Majidi و همکاران (2006) نیز در تحقیقی دریافتند که مالچ‌های رسی در برابر جریان باد مقاوم‌اند، ولی زمانی که تحت‌تأثیر بمباران ذرات موجود در جریان باد قرار می‌گیرند، فرسایش می‌یابند. Hakimi Bafghi و همکاران (2018) مالچ‌هایی تشکیل‌شده از خاک با درصد رس بالا، لجن کنورتور و پودر سنگ را ارزیابی کردند و بهترین نتیجه، در مخلوط نود درصد رس، پنج درصد لجن و پنج درصد پودر سنگ حاصل شد که نتایج پژوهش حاضر با تحقیق ذکر شده مطابقت داشت. جذب رطوبت در درجهٔ اول به ویژگی آب‌دوستی، سپس به وجود حفرات و فضاهای خالی در بین زنجیره‌ها بستگی دارد (Tazeh et al, 2018). از سوی دیگر، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش میزان بنتونیت در خاک، میزان رطوبت خاک نیز افزایش معنی‌داری می‌یابد. ذرات بنتونیت به دلیل داشتن خاصیت واندروالسی (لغزندگی)، آب فراوانی جذب می‌کند. عامل مؤثر دیگر بر جذب آب، اثر بنتونیت است. بنتونیت در غلظت‌های بالا، نقش نقاط اتصال در شبکه سوپر جاذب را برعهده دارد و افزایش آن، به افزایش دانسیتهٔ اتصالات عرضی و تشکیل شبکه‌ای محکم‌تر منجر می‌شود و نفوذ آب را به شبکهٔ هیدروژل سخت‌تر می‌کند (Jazebi et al, 2017). علاوه بر آن، در ساختار کریستالی مونت موریلونیت‌ها، لایهٔ هشت وجهی بین دو لایهٔ چهار وجهی متورم می‌شود. از آنجا که در کانی‌های رسی سه لایه‌ای بین اتم‌های اکسیژن لایهٔ سیلیکا در یک ورقه با اتم‌های اکسیژن ورقه زیرین، پیوند ضعیف واندوالس وجود دارد، آب می‌تواند به راحتی بین ورقه‌های این گونه رس‌ها نفوذ کند. تمایل شدید به جذب آب و تورم در رس‌های سه لایه‌ای، از مشخصات اصلی این گونه رس‌ها به شمار می‌رود. باید توجه داشت که در کانی‌های گروه مونت موریلونیت به دلیل همین تمایل زیاد به جذب آب، میزان آب خارج شده پس از شکل‌دهی و به هنگام خشک شدن، زیاد خواهد بود.

همچنین بنتونیت ــ که در میان ذرات خاک از جمله ماسه و ... قرار می‌گیرد ــ در حضور آب، هیدراته و متورم می‌شود. این تورم بنتونیت می‌تواند با اعمال تنش بر ذرات خاک، منافذ مخلوط را پر کند و به عنوان عامل ساختمانی کوچکی در مخلوط ماسه ــ بنتونیت عمل کند (Adam, 2007). نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به روش اعمال شده در بلوک‌های کامل تصادفی، تیمارهای مختلف بنتونیت بر میزان رطوبت تأثیرگذار است و در مرحلهٔ تونل بادی و پره برشی، بر سختی و فرسایش خاک نیز تأثیر می‌گذارد. میزان تأثیرپذیری خاک به میزان بنتونیت مورد استفاده بر میزان رطوبت و سرعت باد بستگی دارد؛ به طوری که با افزایش آن، سختی و رطوبت خاک نیز افزایش می‌یابد؛ در حالی که میزان فرسایش خاک با افزایش میزان بنتونیت کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. بیشترین میزان فرسایش نیز در تیمار شاهد حاصل می‌شود. بنابراین، در مناطقی که احتمال فرسایش خاک توسط باد وجود دارد، می‌توان توصیه کرد از غلظت‌های بالای بنتونیت استفاده شود. با توجه به مطالعات انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که برای هر خاک با بافت متفاوت، باید میزان غلظت مواد و نوع مواد به کار رفته برای جلوگیری از فرسایش بادی و کاهش ریزگردها متفاوت باشد؛ از این رو، نمی‌توان از یک غلظت یا یک مادهٔ خاصی برای کاهش فرسایش بادی استفاده کرد. نتایج تحقیق حاضر با مطالعات میدانی Leith Safar (2014) در دشت سجزی همخوانی دارد؛ به طوری که در تحقیق ذکر شده، از غلظت‌های چهار و شش گرم در لیتر بنتونیت و سرعت تونل باد ۲۲/۲ متر در ثانیه برای مطالعهٔ فرسایش بادی استفاده می‌شود و نتایج نشان می‌دهد که در غلظت چهار گرم در لیتر بنتونیت، مقدار فرسایش ۹۹/۶ درصد و در غلظت شش گرم در لیتر بنتونیت، مقدار فرسایش ۹۹/۵ درصد کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق با مطالعات میدانی Saeidi (2017) در دشت سجزی نیز همخوانی دارد؛ نتایج تحقیق نشان می‌دهد که غلظت‌های مخلوط ملاس چغندرقند با بنتونیت ۰/۲۵ و ۰/۲۵۰ گرم در لیتر بنتونیت و سرعت تونل باد ۲۵ متر در ثانیه است و فرسایش نیز ۷۶ درصد کاهش دارد. همچنین در تیمار استفاده شده از مخلوط با غلظت یک گرم در لیتر در همان سرعت، فرسایش ۹۶ درصد کاهش می‌یابد و از آن جا به بعد با افزایش غلظت، اختلاف معنی‌داری دیده می‌شود. همچنین نتیجهٔ تحقیق seifadini (2017) نشان داد که کاربرد بنتونیت برکاهش فرسایش اثری مثبت دارد. همچنین مشاهده شد که مقدار فرسایش شاهد و پلی ونیل برابر است و پس از آن تیمار ترکیبی با رس بنتونیت، ۴۸ درصد کاهش فرسایش دارد، سپس تیمار رس بنتونیت بیست میکرون بدون ترکیب با پلی ونیل، ۸۱ درصد کاهش فرسایش را نشان می‌دهد. میزان رسوب ثبت شده در دورهٔ یک ماهه در یک مترمربع نیز نشان می‌دهد که دشت سجزی از نظر فرسایش بادی فعال است و میزان آن برای یک هکتار در یک ماه، حدود ۱۱۰ تن حدس زده می‌شود که با احتساب یک دورهٔ سی روزه برابراست با ۳/۶ تن در هر روز. در هر حال، دشت به شدت دچار فرسایش بادی است؛ بنابراین با توجه به نتایج بالا، پژوهش مذکور بهترین روش برای مقابله با فرسایش بادی در دشت سجزی است.

منابع

1. Adam, s., 2007. Performance assessment of compacted bentonite/sand mixtures utilized as isolation materil in underground waste disposal epositories" The degree of master of science, the graduate school of natural and applied sciences, Middle east technical university.

2. Afrasiabi, S.; Tazeh, M.; Taghizadeh, R.; Ghaneei, M. J. & S. Kalantari, 2019. Performance of two measurement methods of pin meter and laser disto meter in the measurement of microtopography Created by desert pavement, *Desert Ecosystem Engineering*, 8, 1-14. (in Persian)

3. Azad, M. R.; Kalantari, S.; Shirmardi, M.; & M. Tazeh, 2021. Investigation of Land use and Physico-chemical properties of soil on wind erosion threshold velocities using data mining, *Desert Ecosystem Engineering*, 9, 1-14. (in Persian)
4. Bagherieh, A.; Roshan Zamir, M. A.; & S. M. Hijazi, 2013. Application of nanoclay in improving the strength and permeability of windy sandy soil, The first national conference of soil mechanics engineering and engineering. Faculty of Civil Engineering, Tarbiat University, Shahid Rajaee, Tehran, November. 12 and 13. 6-1. (in Persian)
5. Diouf, B.; Skidmore, E. L.; Layton, J. B.; & L. J. Hagen, 1990. Stabilizing fine sand by adding clay: Laboratory wind tunnel study, *Journal of Soil Technology*, 3, 21-31.
6. Fathizad, H.; Tazeh, M.; Kalantari, S.; & S. Shojaei, 2017. The investigation of spatiotemporal variations of land surface temperature based on land use changes using NDVI in southwest of Iran, *Journal of African Earth Sciences*, 134, 249-256. (in Persian)
7. Fathizad, H.; Tazeh, M.; & S. Kalantari, 2016. Assessment of pixel-based classification (Artmap Fuzzy Neural Networks and Decision Tree) and object-oriented methods for land use mapping (Case Study: Meymeh, Ilam Province), *Arid Biome*, 5, 69-81. (in Persian)
8. Hakimi Bafqi, S., & S. F. Afzali., (2018). The effect of mulch prepared from stone cutting waste on the amount of wind erosion, Collection of full text articles of the first international congress on the phenomenon of dust and dealing with its harmful effects, 26-28 Bahman. Ahvaz, pp. 975-982. (in Persian)
9. Jalalian, A.; Pedemar, M.; & N. Saidi, 2015. Evaluating the potential of Sezzi region in the production of fine walnuts, providing control strategies, Publications of the center for health thinking, Isfahan province think tank, Isfahan University. P. 16. (in Persian)
10. Jazebi, Z.; Hojjati, S. M.; & A. Kasraian, 2017. Fabrication and investigation of acrylamide /acrylic acid/bentonite superabsorbent composite for agricultural soils with different salinities, Scientific Research Monthly of oil Research Institute. (in Persian)
11. Kargaran, F.; Kalantari, S.; Ghaneei, M. J.; & M. Tazeh, 2017. The Compare of grading criteria in Coarse ripple Mark on the windward and leeward slopes (Case Study: Hassan Abad erg in Bafg), *quantitative geomorphological research*, 4, 134-144. (in Persian)
12. Khalil Moghadam, B.; Efioni, M.; Jalalian, A.; Abbaspour, K.; & A. Dehghani, 2011. Estimation of soil shear strength using transfer functions and soil spatial prediction functions, *Water and soil*, 25(1), 187-195(in Persian).
13. Kupainia, M. A., & S. F. Afzali., (2015). Comparing the resistance of non-living mulches against heat, washing and pressure. *Desert Management*. 3(5), 53-64. (in Persian)
14. Leith Safar, 2014. the effect of using bentonite to reduce wind erosion and prevent the spread of desertification in loamy soil, Faculty of Agriculture, Khorasan Islamic Azad University.
15. Majdi, H.; Karimian Iqbal, M.; Karimzadeh, H. R.; & A. Jalalian, 2006. The effect of types of clay mulch on the amount of wind-eroded materials, *Water and Soil Sciences (Isfahan University of Technology)*, 10(3), 137-149. (in Persian)
16. Mishar, A. K.; Ohtsubo, M. Y.; Li, L.; & T. Higashi, 2010. Influence of the bentonite on the consolidation behavior of soil-bentonite mixture, *Carbonate Evaporites*, 25, 43-49.
17. Qanbarzadeh, B., & N. Noshirvani., (2013). Properties of bio-nano composites based on starch sodium montmorillonite: surface topography, moisture absorption, contact angle and color properties, *Iran Journal of Food Science and Industry*. 44, 83-94. (in Persian)
18. Saidi, S., 2016. investigating the effect of a mixture of sugar beet molasses and 20-micron bentonite in reducing wind erosion and production of fine dust and engineering factors in the soils of Sajzai region, east of Isfahan, Master's thesis, Islamic Azad University, Khorasgan branch.
19. Saifuddin, M., 2016. investigation of the effect of 20-micron resin and bentonite mixture in reducing wind erosion and fine dust production and investigation of engineering factors in the mulched area of Sajzai, Master's thesis, Islamic Azad University, Khorasgan branch.

20. Tazeh, M.; Asadi, M.; Taghizadeh, R.; Kalantari, S.; & M. Sadeghinia, 2018. Evaluation of geomorphometry indices in semi-automatic separation of the geomorphological types in desert areas (case study: west north of Ardekan), *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25(1), 29-43. (in Persian)
21. Zehtabian, G. R.; Ahmadi, H.; Samani Nazari, A. A.; Ehsani, A. H.; & M. Tazeh, 2017. Determinig the most important geomorphometric parameters in classification of desert plans using artificial networks and sensitivity analysis, *Range and Watershed Management*, 70(1), 197-206. (in Persian)
22. Zomordian, S. M. A., & M. Khoshkho., (2012). Laboratory investigation of the effect of compaction effort and type of clay minerals on internal erosion in the core and foundation of earthen dams. *Soil and Water Sciences (Isfahan University of Technology)*. 16(61), 31-43. (in Persian)

Investigating the Effect of Bentonite Clay Mulch Combined with the Cultivation of Nitraria Schoberi in Controlling Wind Erosion (Case Study: Sejzi Region of Isfahan)

Seyed Hosein Seyedhoseini**:** *MSc of Desertification Combating, Department of Desert and Arid Zones Management Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University.*
Saeideh Kalantari[1*]**:** *Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University.*
Ahmad Jalalian**:** *Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch Islamic Azad University.*
Mohamad Javad Ghanei Bafghi: *Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University*.
Majid Sadeghinia: *Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University.*

Article History (Received: 19/2/2023 Accepted: 19/4/2023)

Extended abstract

1- Introduction

The increasing trend of land destruction in many parts of the world is a serious threat to humanity. Desertification, which is one of the manifestations of this destruction, has affected most of the countries. What is certain is that today the phenomenon of land degradation and desertification in the world and especially in Iran is progressing rapidly and every day it is taking over more areas. The intended method in this research includes the laboratory use of 10 micron bentonite clay through a wind tunnel and determining its hardness by preparing a suspension on the surface of the windy sand; also using different percentages of this clay along with the cultivation of seedlings of Nitraria schoberi, which is resistant to salinity and dehydration. This method is of interest and can be a suitable moisture absorber for storing soil moisture and plant establishment, and also a good alternative to oil mulches that are harmful to the environment. Considering the importance of the problem of dust phenomenon as well as the crisis of drought and lack of water in Sajzi region of Isfahan city, the aim of this research is to establish vegetation cover in critical areas where there is no possibility of fighting except oil mulch or it is difficult to do so. More specifically, the experiment is done by using 10-micron bentonite clay in the pit of Nitraria schoberi seedling cultivation and sprinkling it on the surfaces of the harvesting and transportation area, while reducing the frequency of irrigation and reducing the amount of wind erosion.

2-Materials and methods

In this research, which investigates the use of processed bentonite clay in moisture storage to control soil erosion, by adding this material to the soil, its ability to control wind erosion was investigated in the form of statistical analysis. Bentonite clay can be used with less volume and longer shelf life to control desertification. The 10-micron bentonite clay used in this research is homogeneous in water and can be used to control wind erosion on the soil surface; it reduces water consumption, increases seed germination and increases crop yield. Vegetation can be an effective factor in increasing the

[1] **Corresponding Author: skalantari@ardakan.ac.ir**

roughness of the soil surface and reducing the wind speed. The higher the density of vegetation and the longer its duration on the soil surface, the greater its role in preserving and maintaining the soil.

3-Results

Effect of bentonite treatments on moisture content

In the field experiments, a randomized complete block design was implemented, in which 10-micron bentonite with percentages of 2, 4, 6, 8 and control were used in the cultivation pits with the symbol of Nitraria schoberi seedling cultivation. Also, in 7 time stages of irrigation stress after cultivation (6 periods of alternating irrigation with intervals of 18 and 32 days) and the last irrigation period with an interval of 54 days, the soil sampling of the cultivation pits was done with an auger, and after being transferred to the laboratory, the percentage of moisture was determined. In this experiment, the effect of bentonite on the moisture level at the depths of 0-10 and 10-20 was statistically significant at the level of 1%. The results of comparing the averages showed that in the first stage of sampling to determine the percentage of moisture in the depths of 0-10 and 10-20 cm, with the increase of bentonite, the amount of soil moisture increased significantly. The highest percentage of soil moisture was observed in treatment 8 and the lowest in the control treatment.

The amount of soil cell resistance

According to the results of variance analysis of the data, the effect of bentonite treatments on soil hardness and erosion was significant at the level of 1 and 5%. Speed 5.7 was obtained in the bentonite treatment of 4 grams per liter and the lowest amount was obtained in the control treatment. In speeds 11 and 28, the highest soil cell resistance was observed in the treatment of 4 grams of bentonite and the lowest amount was observed in the control treatment.

4-Discussion and Conclusion

Today, the phenomenon of wind erosion and its consequences is considered as one of the processes of land degradation in arid and semi-arid regions. The preliminary economic assessment of the use of 10-micron bentonite clay instead of other moisture absorbents in maintaining moisture and reducing irrigation frequency shows that this material is easier to access and the cost of its preparation is much lower. The positive effect of bentonite in reducing soil erosion can be due to the fact that bentonite is a clay mineral from the montmorionite family with expansion properties that is created by the weathering of volcanic ash. Also, due to its unique properties, it can be used in increasing the pulp index of the source soils. According to the results of this research, bentonite mineral can be effective in controlling the internal erosion of materials, so that the amount of erosion decreases with the increase of bentonite percentage. The results of this research on the reduction of erosion rate by increasing the bentonite percentage of the soil are consistent with the results of the research of Zumardian and Khushkho (2013). The results of this research showed that according to the method applied in random complete blocks, different treatments of bentonite had an effect on the moisture level and also on the hardness and erosion of the soil in the wind tunnel and shear vane stage. The effectiveness of the soil depends on the amount of bentonite used, the amount of moisture and wind speed, so with the increase in the amount of bentonite in the soil, the hardness and moisture of the soil increased as well.

Keywords: erosion control, bentonite, moisture absorption, soil hardness