**مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان**

**سال یازدهم، شماره سی‌وهفتم، زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۵۵ـ۷۰**

**مقاله پژوهشی**

# بررسی اثرات مالچ معدنی بر ویژگی‌های شیمیایی ماسه‌های ریگ‌بلند کاشان

سلمان زارع*[۱]، محمد جعفری[۲]، حسن احمدی[۲]، علی طویلی[۲]، حسن روحی‌پور[۳]، رضا خلیل‌ارجمندی[٤]، مریم ممبنی[٥]، معصومه صالحی مورکانی[٦]

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲٤** **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۱**

**چکیده**

در انتخاب یک ماده به‌عنوان تثبیت‌کنندهٔ خاک در برابر فرسایش بادی، تأثیر آن بر ویژگی‌های رسوبات بادی نیز می‌بایستی لحاظ گردد. در همین راستا، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر مالچ معدنی که ترکیبی از کلسیم کلرید ($CaCl_2$) و منیزیم کلرید ($MgCl_2$) است، بر ویژگی‌های شیمیایی رسوبات بادی انجام شد. بدین منظور مالچ مستقیماً در عرصهٔ طبیعی ماسه‌زارهای اطراف شهرستان آران‌وبیدگل و با سه تکرار بر روی سه تپهٔ ماسه‌ای پاشیده شد. ابتدا قبل از مالچ‌پاشی، از سه عمق cm ٥- صفر با مالچ و بدون مالچ، cm ۱۰-۵ و cm ۲۰ -۱۰ با سه تکرار از تپه‌های مورد مطالعه، نمونهٔ رسوبات بادی برداشت شد و در پایان آزمایش نیز از همان سه عمق نمونه‌برداری و ویژگی‌های شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که رسوبات بادی مورد مطالعه، قبل و بعد از مالچ‌پاشی، از نظر ویژگی‌های نیتروژن ($N_2$)، کلسیم سولفات ($CaSO_4.2H_2O$)، فسفر (P)، کلسیم (Cl) و درصد مادهٔ آلی (OM%) اختلاف معنی‌داری در هیچ‌یک از عمق‌ها با یکدیگر نداشتند ($P>0/01$). سدیم و منیزیم خاک در عمق زیرین، cm۲۰-۱۰ نیز تغییر معنی‌داری نداشت؛ درصورتی‌که سایر ویژگی‌ها دارای اختلاف معنی‌داری هستند و نتایج حکایت از افزایش معنی‌دار آن‌ها درنتیجهٔ استفاده از مالچ معدنی دارد ($P<0/01$). با توجه به تأثیر سوء مالچ معدنی بر برخی از ویژگی‌های رسوبات بادی، افزایش شوری (۲۹۵/۹٪، ۲۵۵/۷٪ با سله و بدون سله در عمق اول، ۱۷۳/۷٪ در عمق دوم و ٤۲/۳٪ در عمق سوم)، و قلیائیت رسوبات بادی (۹/۹۷٪، ۸/٥٦٪ با سله و بدون سله در عمق اول، ۷/۳٦٪ در عمق دوم و ٥/۹۲٪ در عمق سوم) و ایجاد خشکی فیزیولوژیک، این مالچ برای تثبیت ماسه‌های روان و کنترل گردوغبار توصیه نمی‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** فرسایش بادی، تپه‌های ماسه‌ای، بیابان‌زایی، مادهٔ آلی، مالچ.

---

۱. استادیار، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، نویسنده مسئول، zaresalman@ut.ac.ir

۲. عضو هیئت‌علمی گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.

۳. دانشیار، مؤسسهٔ جنگل‌ها و مراتع، تهران.

٤. کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران.

٥. دکترای بیابان‌زدایی، دفتر امور بیابان، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، تهران.

٦. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.

● این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه تهران است.

DOI: 10.22052/DEEJ.2023.248203.0

## مقدمه

فرسایش بادی یکی از مهم‌ترین مشکلات محیطی در دهه‌های اخیر بوده که باعث آلودگی محیط زیست در سراسر جهان شده است (علیپور و همکاران، ۲۰۱۶؛ عربی علی‌آباد و همکاران، ۲۰۱۹؛ شجاعی و همکاران، ۲۰۱۹). این فرایند بر اثر افزایش سرعت و تلاطم باد در سطحی عاری از پوشش رخ می‌دهد (اشاقی سردرود و همکاران، ۲۰۱۶) و باعث ایجاد خسارات اقتصادی و اجتماعی بسیاری بر بخش‌های مختلف می‌شود که برخی از اثرات منفی آن شامل حرکت تپه‌ها (زارع، ۲۰۱۸)، فرسایش خاک‌ها، کاهش و تخریب محصولات کشاورزی، تخریب آثار هنری، تخریب و تهدید سازه‌های انسانی، مسدود کردن جاده‌ها و کانال‌ها و راه‌آهن، پُر کردن چاه‌ها و مخازن سدها و آسیب به ساختمان‌ها و تأسیسات صنعتی (زارع، ۲۰۱۸)، آلودگی هوا (سانگ[1] و همکاران، ۲۰۰۷) و تأثیر بر سلامت انسان مانند آسم و ضعف در دید می‌شود (اسپرینگ[2] و همکاران، ۲۰۱۴). فرسایش بادی در مناطق گرم و خشک بیشتر از مناطق دیگر رخ می‌دهد و ازآنجاکه حدود دوسوم از کشور ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است، به‌شدت تحت‌تأثیر این فرسایش قرار دارد. بر اساس مطالعات شناسایی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در کشور، به‌طور کلی ۲۹۷۰۰۰km$^2$ اراضی تحت‌تأثیر فرسایش بادی در ایران وجود دارد که ۶۲۰۰۰km$^2$ از آن دارای فعالیت بسیار زیاد است (دفتر امور بیابان، ۲۰۱۹)؛ بنابراین با توجه به موارد گفته‌شده کنترل فرسایش بادی به‌ویژه در کانون‌های بحرانی، باید در کمترین زمان ممکن و به‌نحو صحیح مورد تثبیت و مدیریت قرار گیرند تا بتوان آسیب‌های ناشی از این فرایند را کاهش داد و برطرف نمود.

به‌منظور کاهش فرسایش بادی روش‌های مختلفی نظیر روش‌های بیولوژیکی مانند استفاده از بذرپاشی و نهال‌کاری، روش‌های مکانیکی و تقویت پوشش سطحی نظیر استفاده از انواع مالچ‌ها مانند مالچ‌های نفتی، پلیمری، زیستی و معدنی وجود دارد (ممبنی و همکاران، ۲۰۲۰). در مفهوم کلی، مالچ به مواد طبیعی و مصنوعی اطلاق می‌شود که بتواند یک پوشش مناسبی در سطح زمین ایجاد و سطح خاک را در برابر فرسایش محافظت نماید. مالچ‌پاشی به‌عنوان آخرین راهکار، ضمن داشتن قدرت چسبندگی لازم و کافی باید بتواند آب باران را از خود عبور داده و به داخل زمین نفوذ دهد و همچنین سبب حفظ رطوبت شود؛ خاصیت گیاه‌سوزی و سمیت نداشته باشد، فاقد بو، مواد معطرِ شیمیایی، خاصیت اسیدی و یا قلیایی باشد، توسط آب و باران شسته نشده و با مواد علف‌کش و سم کشاورزی ترکیب نشود، بر روی مجریان و کارکنان اثر سوء یا سمی نداشته باشد، سبب افزایش دمای خاک نشود و همچنین اثر سوئی بر حاصلخیزی خاک نداشته باشد (فرخچه و دهکردی، ۲۰۱۲)، خاصیت تثبیت‌کنندگی مالچ باید به‌نحوی باشد که دارای عمر بهینه بوده و لزوماً پس از تثبیت بیولوژیکی توانایی تجزیه، تخریب و نابودی به‌وسیلهٔ پیر شدن، اثرات آب‌وهوا و درنهایت میکروارگانیسم‌های خاک را داشته باشد. همچنین علاوه بر تثبیت خاک، در مقابل فرسایش بادی و آبی حالت ارتجاعی داشته باشد و در عین سهولت در اجرای عملیات میدانی، از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر باشد.

استفاده از سربارهٔ فولادسازی به‌عنوان خاک‌پوش، به‌منظور کنترل فرسایش بادی نشان داد که این خاک‌پوش زبری سطح خاک را افزایش و از این طریق فرسایش بادی را نیز کاهش می‌دهد (باباخانی و کریم‌زاده، ۲۰۱۳). همچنین بررسی‌های انجام‌شده بر خاک‌پوش سنگریزه‌ای نشان داد که این خاک‌پوش علاوه بر اینکه خاک را در برابر فرسایش محافظت می‌کند، ذرات حمل‌شده توسط باد را نیز به دام می‌اندازد و از ادامهٔ حرکت آن‌ها جلوگیری می‌کند و باعث کاهش تبخیر و تعرق نیز می‌گردد (لی[3] و همکاران، ۲۰۱۸). اثر تثبیت‌کنندگی برخی از مالچ‌های غیرنفتی شامل مالچ‌های رزینی، پلیمری، بیوپلیمری، معدنی و بیولوژیک با هدف تثبیت ماسه‌های روان در بیابان ریگ بلند کاشان انجام شد و نتایج این تحقیق بیان کرد که مالچ بیولوژیک کارایی مناسب‌تری نسبت به بقیهٔ مالچ‌ها دارد (زارع و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعهٔ انجام‌شده بر

1. Song
2. Sprigg
3. Li

روی خاک‌پوش‌های آلی نشان داد که این خاک‌پوش‌ها جوانه‌زنی را تا ۷۰٪ افزایش می‌دهند و فرسایش خاک را از ۱۰۰٪ به ۳۰٪ کاهش می‌دهد (مسا[1] و همکاران، ۲۰۱۹). تحقیق بر روی رفتار مکانیکی ماسه‌بادی تحت‌تأثیر استفاده از خاک‌پوش‌های ملاس و لیکور سیاه نشان داد که مالچ ملاس به‌دلیل داشتن مقاومت فروروی و برشی و نفوذپذیری مناسب، مالچ بهتری نسبت به لیکور سیاه است (ممبنی و همکاران، ۲۰۲۰). اثر پلیمر پلی‌وینیل‌استات بر نگهداشت آب، مقاومت برشی خاک، مقدار فرسایش آبی و جوانه‌زنی بذر مورد بررسی قرار گرفت و نتایج این پژوهش نشان داد که تبخیر از سطح خاک به‌تدریج با افزایش غلظت پلیمر کاهش می‌یابد و خاک می‌تواند با حفظ رطوبت بیشتر رشد پوشش گیاهی را بهبود دهد (سانگ و همکاران، ۲۰۱۹). بررسی داده‌های سطح اولتراسونیک تیمارشده با کامپوزیت سیمان در برابر فرسایش بادی نشان داد که سیمان به‌کاررفته باعث بهبود مقاومت در برابر فرسایش، سختی سطح و تراکم ظاهری سطح تیمارشده می‌گردد (شی و شی[2]، ۲۰۲۰). میکرو الیاف لیگنوسلولز (LCMF[3]) به‌عنوان یک مالچ بیولوژیکی برای تثبیت ماسه‌های روان مورد بررسی قرار گرفت. برای ارزیابی عملکرد این مواد، مقاومت در برابر نفوذ (PR[4])، مقاومت برشی (SS[5])، جوانه‌زنی (G[6]) و میزان نفوذ آب (IR[7]) اندازه‌گیری شد. بر اساس پارامترهای اندازه‌گیری‌شده (SS، PR، G و IR)، نمونه T10[8] بهترین خاک‌پوش برای تثبیت ماسه‌های روان تعیین‌شده است (ممبنی و همکاران، ۲۰۲۱).

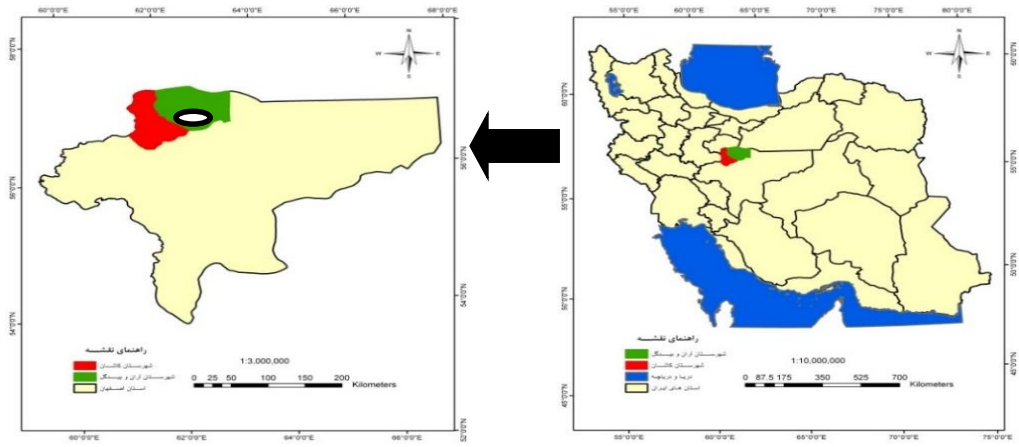
گرچه در سال‌های اخیر استفاده از مواد غیرنفتی به‌منظور بهبود پایداری ساختمان، افزایش قطر خاکدانه‌ها و تثبیت خاک در مقابل فرسایش بادی مورد توجه قرار گرفته است، در انتخاب یک ماده به‌عنوان تثبیت‌کنندهٔ خاک در برابر فرسایش بادی و جایگزینی آن مالچ جدید به‌جای مالچ نفتی علاوه بر در نظر گرفتن سایر عوامل ذکرشده، زیست‌تخریب‌پذیر بودن آن‌ها نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. درواقع مالچ‌ها پس از انجام وظایف محوله باید قابلیت اختلاط با خاک را داشته باشد و خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خاک را در جهت منفی تغییر ندهد و امکان و انتظار افزایش درصد مواد آلی و عناصر غذایی خاک و جذب آن به‌وسیلهٔ گیاه پس از تجزیه و تخریب مالچ وجود داشته باشد. در همین راستا تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر مالچ معدنی که ترکیبی از کلسیم کلرید و منیزیم کلرید است، بر ویژگی‌های رسوبات بادی انجام گردید.

## مواد و روش‌ها

### منطقهٔ مورد مطالعه

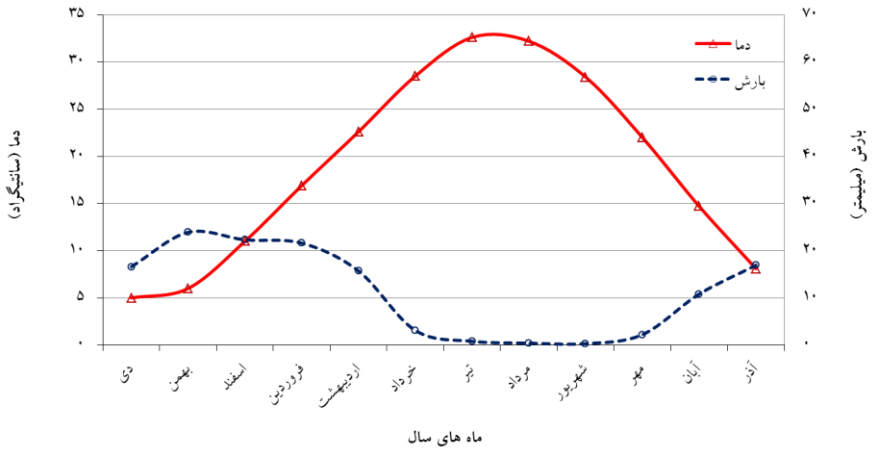
منطقهٔ مورد مطالعه ماسه‌زارهای کویر ریگ‌بلند شهرستان آران‌وبیدگل در استان اصفهان بود (شکل ۱). این منطقه به‌دلیل دارا بودن اقلیم خشک و مجاورت با بیابان و کویر، ازجمله مناطق بحرانی فرسایش بادی بوده که اکثر نقاط بدون پوشش گیاهی و دارای تپه‌های ماسه‌ای فعال و متحرک است که وزش بادهای شدید و ورود گردوغبار و ذرات ماسه‌بادی به مناطق مسکونی سبب بروز مشکلاتی در این منطقه می‌شود. داده‌های ایستگاه سینوپتیک کاشان نشان می‌دهد که منطقهٔ مورد مطالعه با میانگین بارندگی درازمدت ۱۳٤/٦ mm، تبخیر و تعرق ۲۱۹۰ mm، دارای میانگین بیشینه و کمینهٔ دمای به‌ترتیب ۳۲/۱ °C و ۷- °C و متوسط دمای هوای ۱۹ °C است. همچنین میانگین حداکثر و حداقل رطوبت نسبی منطقه ۵۵/۹٪ و ۱۷/٦٪ می‌باشد. بررسی منحنی آمبروترمیک منطقه نشان می‌دهد (شکل ۲) که در منطقهٔ مورد مطالعه در هشت ماه فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان بارندگی کمتر از دوبرابر دمای متوسط است و محیط از نظر بیولوژی خشک بوده و در چهار ماه دی، بهمن، اسفند و آذر بارندگی بیشتر از دوبرابر دمای متوسط و کمتر از سه برابر دمای متوسط است و محیط از نظر بیولوژی نیمه‌خشک می‌باشد (شکل ۱). اقلیم منطقه از نظر طبقه‌بندی کوپن دارای آب‌وهوای بیابانی گرم است.

1. Massa
2. Shi
3. Lignocellulose Micro-Fibers
4. Resistance to Penetration
5. Shear Strength
6. Germination
7. Infiltration Rate
8. Treatment 10



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی محدودهٔ مورد مطالعه

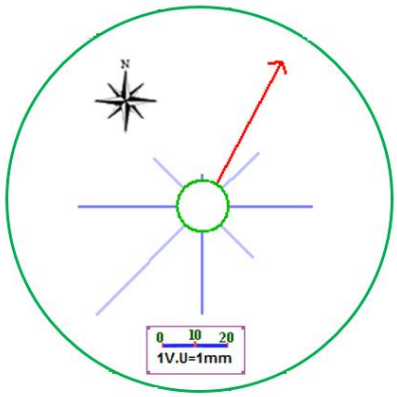
Figure (1): Geographical location of the study area




شکل (۲): منحنی آمبروترمیک ایستگاه سینوپتیک کاشان (۳۹)

Figure (2): Ambrothermic curve of Kashan Synoptic Station (39)

بررسی سالانه برای حمل ماسهٔ سالانه نشان داد که بردار برایند حمل ماسه به‌سمت شمال شرقی است (شکل ۳).




شکل (۳): گل‌ماسهٔ سالانهٔ ایستگاه سینوپتیک کاشان (۳۹)

Figure (3): annual Sand Rose of the Kashan Synoptic Station (39)

**مالچ مورد استفاده**

مالچ معدنی مورد استفاده در پژوهش حاضر، محلولی تثبیت‌کننده است که از تبخیر شورابهٔ کویر مرکزی ایران در منطقهٔ خوروبیابانک حاصل می‌شود و با نام محلول تثبیت‌کنندهٔ رسوبات بادی SS400 معرفی شده است (مجتمع پتاس خور، ۲۰۱۳). روش تولید به این ترتیب است که شورابهٔ کویر برای حذف نمک، به استخرهای وسیع تبخیر خورشیدی هدایت گردیده، دانسیتهٔ شورابه افزایش یافته و در جریان تبخیر و حذف نمک از این شورابه، محلولی غنی از کلسیم کلرید و منیزیم کلرید که جذب‌کنندهٔ رطوبت هستند حاصل می‌گردد. این دو ماده رطوبت هوا را جذب و باعث ارتقای بیشتر دانسیته و کشش مویینگی ذرات ریز در مصالح سطح می‌گردد که به پیوند مواد کمک می‌کند. تجزیهٔ شیمیایی حکایت از این دارد که این ماده با متوسط وزن مخصوص ۱/۵ g/cm$^3$، دارای ۳۰٪ کلسیم کلرید، ۱۵٪ منیزیم کلرید، ۵٪

ترکیبات سدیم کلرید، پتاسیم کلرید و نیترات کلسیم ($Ca(NO_3)_2$) و ۵۰٪ آب بوده و دارای pH بین ۵ تا ٦ می‌باشد.

## روش کار

در اسفند ۱۳۹۱ به‌منظور ارزیابی اثر مالچ معدنی بر ویژگی‌های شیمیایی رسوبات بادی، مالچ مستقیماً در عرصهٔ طبیعی و با سه تکرار بر روی سه تپه از تپه‌های ماسه‌ای روان از نوع بارخان ناقص در منطقهٔ ریگ‌بلند آران‌وبیدگل پاشیده شد (شکل ٤). ابتدا قبل از مالچ‌پاشی، از سه عمق ۵- صفر cm عمق اول با مالچ و بدون مالچ، ۱۰-۵ cm عمق دوم و ۲۰-۱۰m عمق سوم، با سه تکرار از تپه‌های مورد مطالعه نمونه رسوبات بادی برداشت گردید و در پایان آزمایش در اردیبهشت ۱۳۹۳ نیز از همان سه عمق نمونه‌برداری صورت گرفت. در هر هکتار به میزان ۱۵۰۰۰ لیتر مالچ مورد استفاده قرار گرفت.

**شکل (٤): مالچ‌پاشی روی تپه‌های ماسه‌ای**
**Figure (4): Mulching on sand dunes**

## مطالعات آزمایشگاهی

نمونه رسوبات بادی برداشت‌شده به تعداد ۹ نمونه قبل از مالچ‌پاشی و ۹ نمونه بعد از مالچ‌پاشی در پایان آزمایش، پس از خشک شدن در هوای آزاد و عبور از الک ۲ mm جهت تجزیهٔ فیزیکی و شیمیایی رسوبات بادی آماده گردید. ویژگی‌هایی از قبیل pH با استفاده از دستگاه pH متر (مک‌لین[1] ۱۹۸۳)، EC در عصارهٔ ۱:۱ با استفاده از دستگاه EC متر (رودز[2] ۱۹۹٦)، %OM (کربن آلی) به روش تیتراسیون سریع و الکلی بلاک (ایمانی و همکاران، ۲۰۱٦)، کلسیم کربنات کل رسوبات بادی از روش کالسیمتری (پیج[3] ۱۹۸۳)، کلسیم سولفات به روش اولسون (نادسن[4] و همکاران، ۱۹۸۳)، نیتروژن کل به روش کجلدال (برمنر و مولوانی[5] ۱۹۸۲)، فسفر و پتاسیم به روش نورسنجی فلوم‌فتومتری (نادسن و همکاران، ۱۹۸۳)، کلسیم، سدیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری (وانک و برون[6] ۱۹۹۸)، کربنات و بی‌کربنات به روش تیتراسیون (پیج، ۱۹۸۳)، کلر به روش موهر (آدریانو و دونر[7] ۱۹۸۳)، سولفات به روش نورسنجی، نسبت جذب سدیم (کوییرک[8] ۲۰۰۱) و درصد سدیم تبادلی (سامر[9] ۱۹۹۳) با استفاده از روابط (۱ و ۲) محاسبه گردید.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad (1)$$

$Mg^{2+}$، $Ca^{2+}$ و $Na^{+}$ به‌ترتیب یون‌های منیزیم، کلسیم و سدیم تبادلی اندازه‌گیری شده (سانتی‌مول بار بر کیلوگرم).

$$ESP=(Na^{+}/CEC)\times 100 \quad (2)$$

CEC= ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بار بر کیلوگرم).

به‌منظور انجام عملیات دانه‌بندی از سری استاندارد الک بر اساس روش ASTM (تست استاندارد طبقه‌بندی خاک[10] ۲۰۱۷)، از پنج الک با قطرهای ۱۰۰۰µm، ۵۰۰، ۲۵۰، ۱۲۵و ٦۲/۵ و ظرف جمع‌آوری ذرات کوچک‌تر از ٦۲/۵ µm استفاده شد.

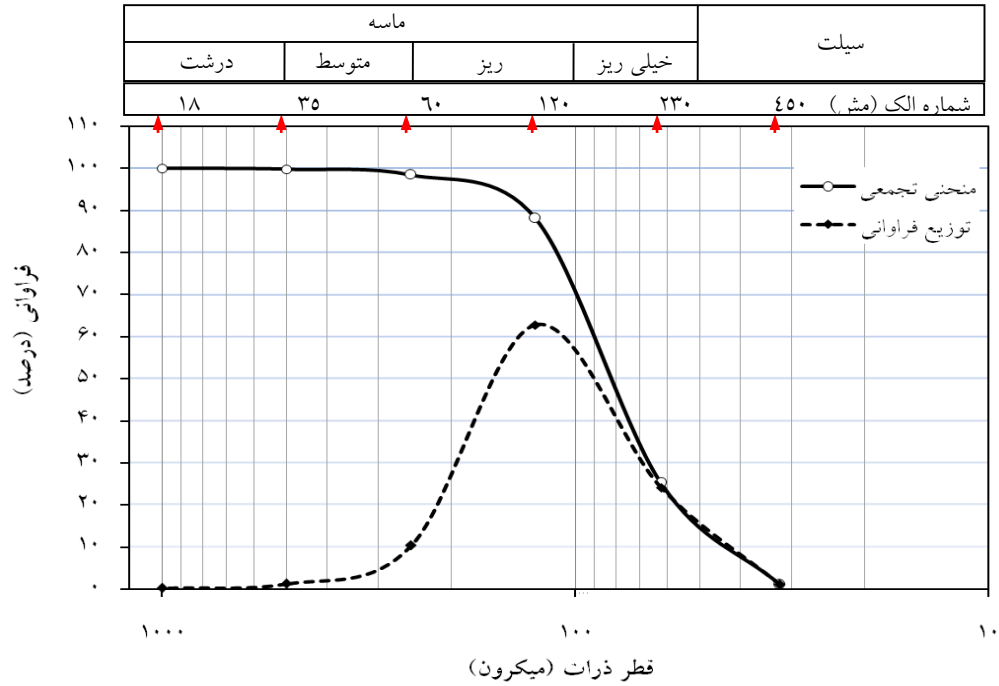
## پردازش داده‌ها

بعد از تعیین مقدار ویژگی‌های مورد بررسی رسوبات بادی، پردازش داده‌ها صورت گرفت. قبل از تجزیه‌وتحلیل، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف (داگ[11] ۲۰۰۸) و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لیون (اسکولز[12] ۱۹۸۳) بررسی گردید؛ سپس با استفاده از آزمون T جفت‌شده[13] اقدام به تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها گردید.

1. McLean
2. Rhoades
3. Page
4. Knudsen
5. Bremner & Mulvaney
6. Warncke & Brown
7. Adriano & Doner
8. Quirk
9. Sumner
10. American Society for Testing and Materials
11. Dodge
12. Schultz
13. Paired T Test

## نتایج

نمودار میانگین توزیع فراوانی و نمودار تجمعی ذرات رسوب در تپه‌های ماسه‌ای مورد مطالعه نشان می‌دهد که نقطهٔ اوج منحنی دقیقاً متعلق به ذرات با قطر ۱۲۵ µm است و محدودهٔ اطراف آن نیز در طبقهٔ ۱۰۰–۱۵۰ µm قرار می‌گیرد که از فرسایش‌پذیری بسیار بالایی برخوردارند (شکل ۵).




**شکل (۵): نمودار میانگین توزیع فراوانی و نمودار تجمعی ذرات رسوب در تپه‌های ماسه‌ای مورد مطالعه (۳۹)**

**Figure (5): Diagram of average frequency distribution and cumulative diagram of sediment particles in the studied sand dunes (39)**

نتایج حاصل از آزمون T جفت‌شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف رسوبات بادی در شکل‌های (۶ تا ۱۲) نشان داده شده است؛ نتایج نشان می‌دهد که تیمار رسوبات بادی مالچ‌پاشی‌شده و شاهد از نظر ویژگی‌های **نیتروژن**، کلسیم سولفات، فسفر، کلر و مادهٔ آلی، در هیچ‌یک از عمق‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P>۰/۰۱). استفاده از مالچ معدنی سبب افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی خاک، اسیدیته، کلسیم، پتاسیم و کربنات کلسیم به‌ترتیب در همهٔ عمق‌ها و افزایش معنی‌دار نیتروژن و منیزیم در عمق اول و دوم شد (P<۰/۰۱) که اطلاعات آن در جدول (۱) بیان شده است.

**جدول (۱): میزان افزایش ویژگی‌های شیمیایی رسوبات بادی تحت‌تأثیر مالچ معدنی در عمق‌های مورد بررسی**

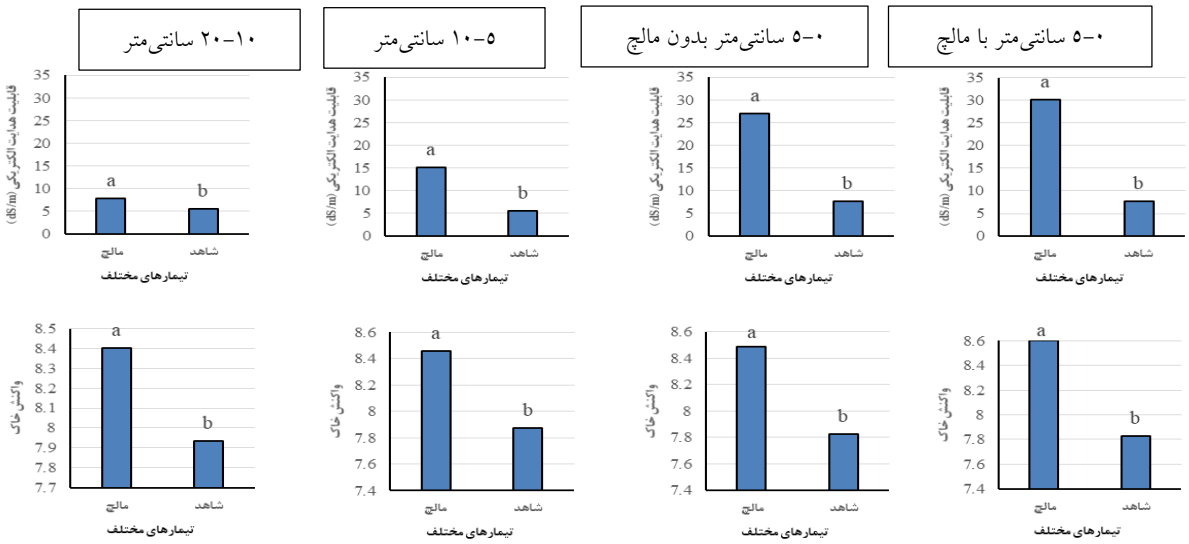
**Table (1): The rate of increase of chemical properties of soil under the influence of mineral mulch in the studied depths**

| عمق (cm) | EC (dS/m) | pH | Ca (meq/lit) | K (meq/lit) | ٪$CaCO_3$ | Mg (meq/lit) | Na (meq/lit) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰–۵ با مالچ | ۳۰/۰۵ | ۸/۶ | ۱۵۸/۵ | ۵/۶۴ | ۴۹ | ۶۵ | ۲۰۳/۶ |
| ۰–۵ بدون مالچ | ۲۷ | ۸/۴۹ | ۱۳۹/۵ | ۵/۵ | ۵۰ | ۳۸/۷ | ۱۸۸/۰۷ |
| ۵–۱۰ | ۱۵/۱۱ | ۸/۴۵ | ۱۱۸/۵ | ۴/۸ | ۴۹ | ۳۵/۹ | ۸۴/۰۳ |
| ۱۰–۲۰ | ۷/۷۷ | ۸/۴ | ۹۹ | ۴/۴ | ۴۳ | ۱۹ | ۶۱/۴۱ |

البته تغییر منیزیم (شکل ۸) و سدیم (شکل ۹) در عمق سوم معنی‌دار نبود (P>۰/۰۱). مالچ معدنی همچنین سبب افزایش نسبت جذب سدیم (شکل ۱۲) به‌میزان ۶۶/۷٪ در عمق اول همراه با مالچ و ۷۲/۳٪ در عمق اول بدون مالچ، کاهش ۲۰/۵٪ در عمق دوم و ۳۵/۵٪ در عمق سوم شد (P<۰/۰۱). درصد سدیم تبادلی (شکل ۱۲) نیز به‌میزان ۵۶/۷٪

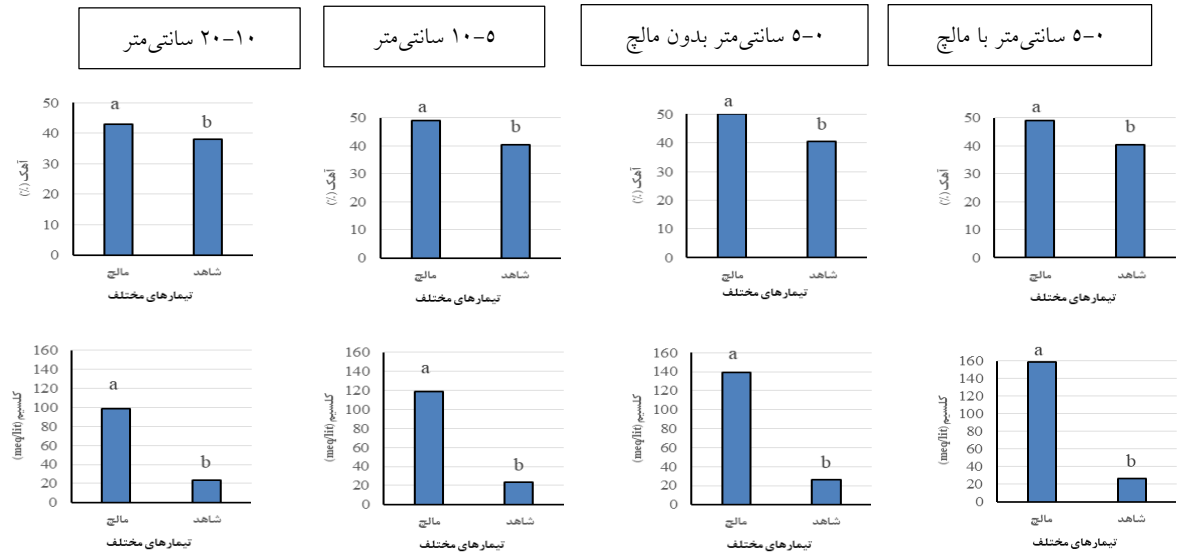
در عمق اول همراه با مالچ و ۶۱٪ در عمق اول بدون مالچ افزایش، ۱۹/۸٪ در عمق دوم و ۳۴/۵٪ در عمق سوم کاهش یافت (P<۰/۰۱).

نمونه‌برداری از عمق اول به دو صورت همراه با مالچ و بدون مالچ بود، به‌منظور پی بردن به اثرات مالچ موجود بر ویژگی‌های رسوبات بادی آزمون T مستقل بین دو گروه از داده‌های حاصل از نمونه‌برداری همراه با مالچ و نمونه‌برداری بدون مالچ انجام شد. نتایج نشان داد که نمونه‌برداری همراه با مالچ در مقایسه با نمونه‌برداری بدون مالچ، سبب اختلاف معنی‌دار ویژگی‌هایی از قبیل هدایت الکتریکی خاک، اسیدیته، کلسیم، منیزیم و مادهٔ آلی می‌شود (P<۰/۰۱)، اما بر روی سایر ویژگی‌های مورد بررسی اثر معنی‌داری ندارد. نمونه‌برداری همراه با مالچ به‌ترتیب سبب افزایش ۱۱/۳۰٪ هدایت الکتریکی، ۱۳/۶۲٪ کلسیم، ۶۷/۹۵٪ منیزیم و ۷۰/۰۳٪ مادهٔ آلی و کاهش ۰/۷۰٪ اسیدیتهٔ رسوبات بادی شده است (P<۰/۰۱).



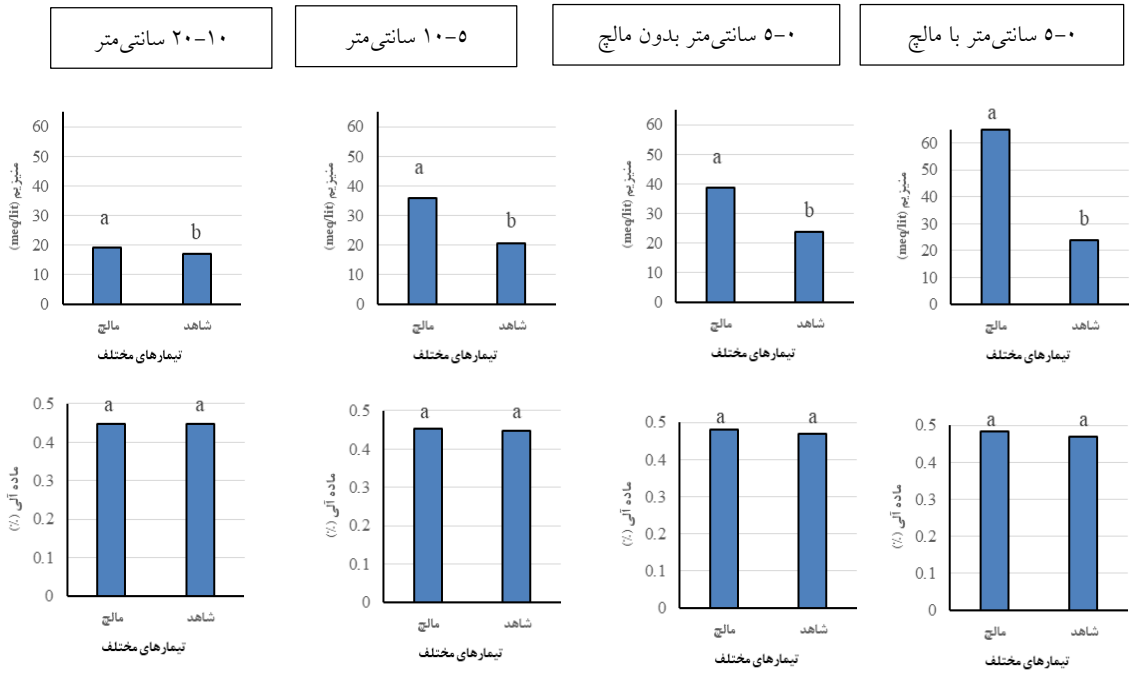

**شکل ٦- نتایج حاصل از آزمون T جفت‌شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف**

**Figure (6): Results of paired T-test for studied properties at different depths**



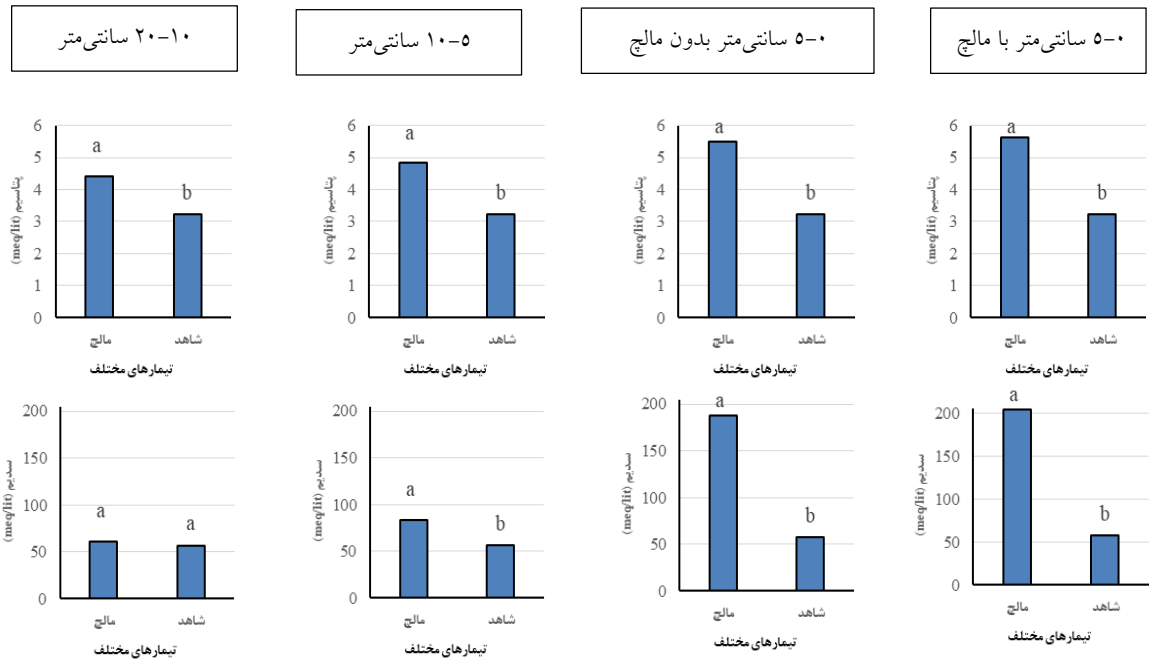

**شکل (۷): نتایج حاصل از آزمون T جفت‌شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف**

**Figure (7): Results of paired T-test for studied properties at different depths**



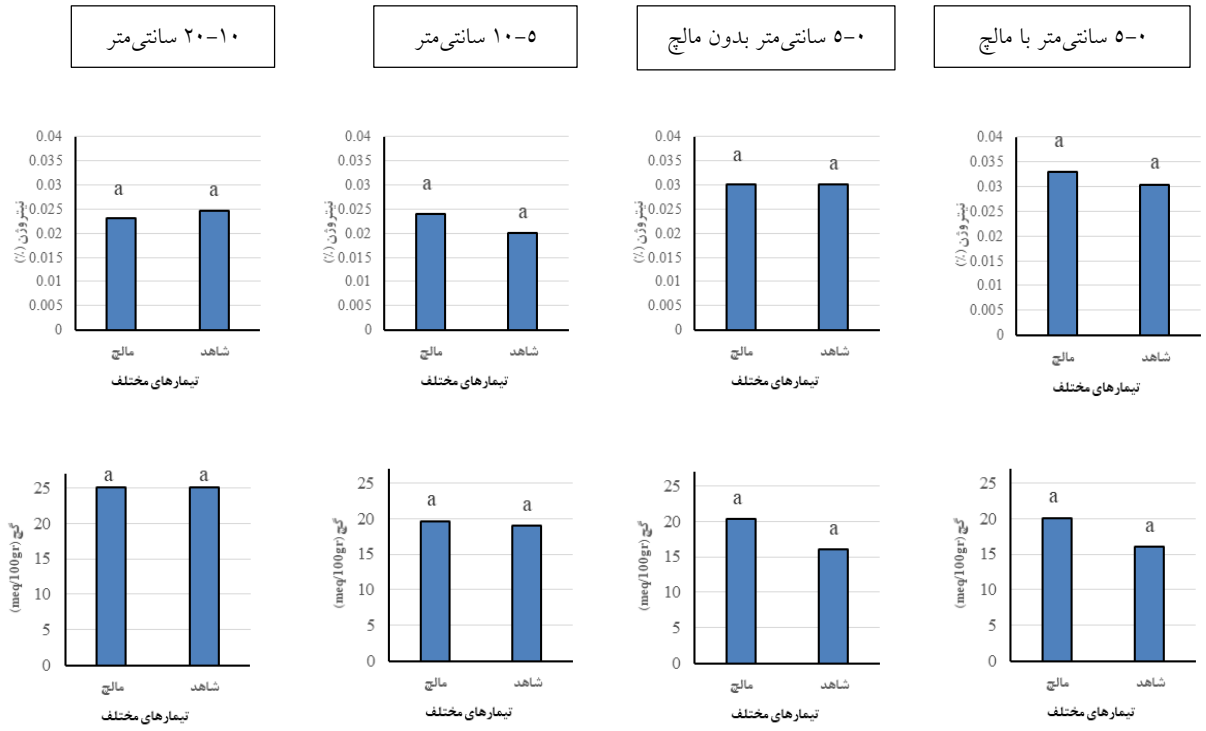

**شکل (۸): نتایج حاصل از آزمون T جفت‌شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف**

**Figure (8): Results of paired T-test for studied properties at different depths**



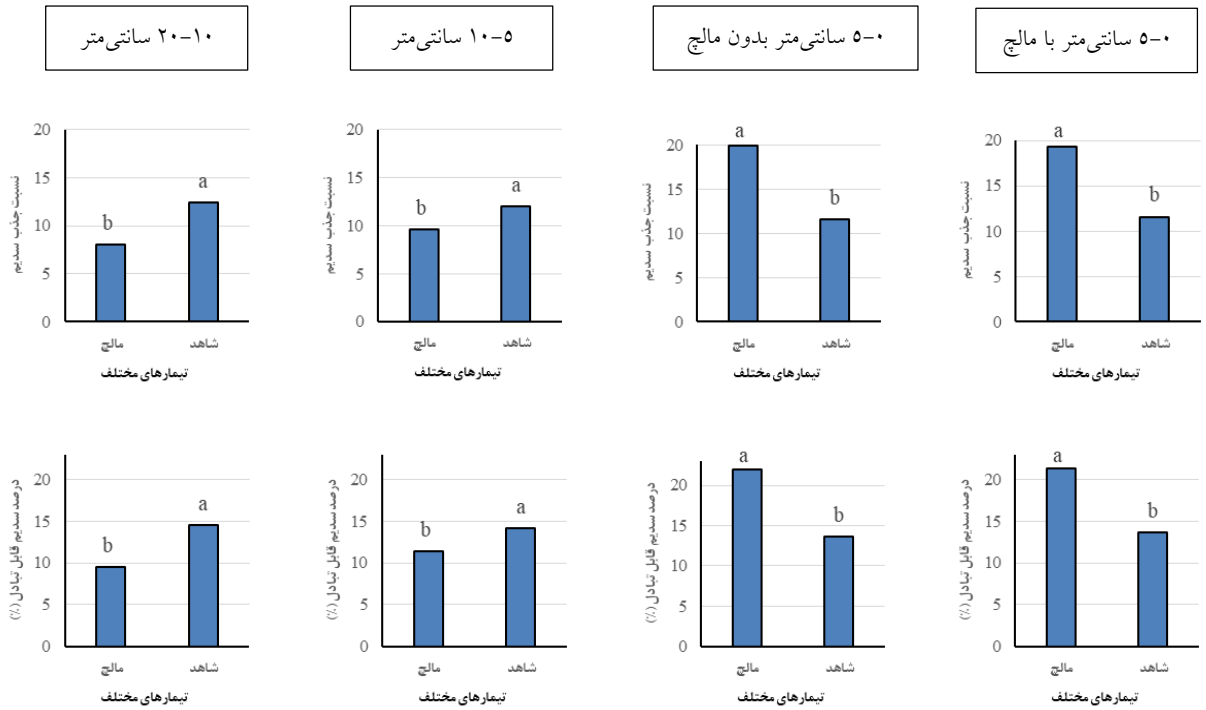

**شکل (۹): نتایج حاصل از آزمون T جفت‌شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف**

**Figure (9): Results of paired T-test for studied properties at different depths**



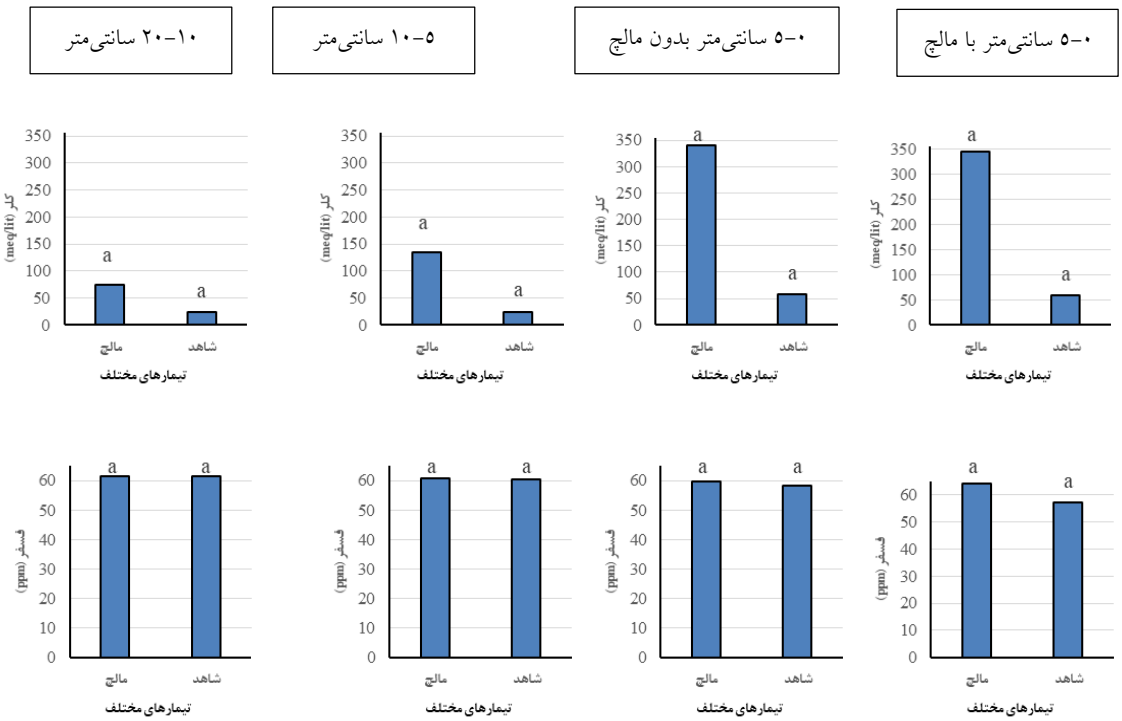

**شکل (۱۰): نتایج حاصل از آزمون T جفت‌شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف**

**Figure (10): Results of paired T-test for studied properties at different depths**




**شکل (۱۱): نتایج حاصل از آزمون T جفت‌شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف**

**Figure (11): Results of paired T-test for studied properties at different depths**




**شکل (۱۲): نتایج حاصل از آزمون T جفت‌شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در عمق‌های مختلف**

**Figure (12): Results of paired T-test for studied properties at different depths**

## بحث و نتیجه‌گیری

مالچ مناسب مالچی است که اثرات سوء بر محیط‌زیست و خاک نداشته باشد. بررسی اثرات مالچ معدنی بر ویژگی‌های رسوبات بادی نشان داد که برخی از ویژگی‌های رسوبات بادی در اثر استفاده از مالچ تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. مالچ‌های مختلف اثرات متفاوتی بر خصوصیات شیمیایی رسوبات بادی دارند (پاکدل و همکاران، ۲۰۱۳). مالچ‌ها با ترکیبات و منشأ متفاوت ممکن است سبب افزایش یا کاهش توانایی ریشه در جذب عناصر گردند. در پژوهش حاضر مشخص گردید که مالچ معدنی تأثیر معنی‌داری بر اسیدیتهٔ رسوبات بادی دارد ($P<0/01$) و باعث افزایش معنی‌دار آن شده است. نتیجهٔ به‌دست‌آمده با در نظر گرفتن محتوای سدیم و کربنات کلسیم افزوده شده به رسوبات بادی درنتیجهٔ استفاده از این مالچ قابل توجیه است. هیدرولیز سدیم و همچنین انحلال کربنات کلسیم که درنهایت منجر به ایجاد آنیون هیدروکسیل می‌گردد، عامل اصلی این افزایش اسیدیتهٔ رسوبات بادی تحت تیمار مالچ است. مقایسهٔ اسیدیتهٔ رسوبات بادی در حالت نمونه‌برداری با مالچ و بدون مالچ نشان داد که در صورت نمونه‌برداری با مالچ، اسیدیتهٔ رسوبات بادی بیشتر می‌باشد که با توجه به توضیحات ارائه‌شده در بالا توجیه‌پذیر است. گزارش شده است که درنتیجهٔ استفاده از مالچ، اسیدیتهٔ رسوبات بادی افزایش یافت (لوتالدیو[1] و همکاران، ۱۹۹۲) که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. این مورد با نتایج برخی محققان (محمدی و قاسمی، ۲۰۱۹؛ عسگری، ۲۰۱۹) مطابقت ندارد.

میزان هدایت الکتریکی تحت‌تأثیر استفاده از مالچ معدنی افزایش معنی‌داری یافت ($P<0/01$). این افزایش شوری در عمق اول همراه با مالچ رسوبات بادی بیش از چهار برابر بود که منجر به افزایش شوری رسوبات بادی از ۷/۵ ms/cm به ۳۰ms/cm شد. حذف مالچ نیز نشان داد که شوری رسوبات بادی به ۲۷ ms/cm می‌رسد. با افزایش عمق، اثرگذاری مالچ کمتر شده و شوری رسوبات بادی تحت‌تأثیر مالچ معدنی سه

1. Lutaladio

برابر شد و میزان آن از ۵/۵ ms/cm به ۱۵/۱ ms/cm و در عمق سوم نیز شوری رسوبات بادی از ۵/٤ ms/cm به ms/cm ۷/۷ افزایش یافت. درنتیجه استفاده از این مالچ در رسوبات بادی مورد آزمایش، غلظت الکترولیت، کاتیون‌ها و آنیون‌های مختلف به‌میزان چشمگیری افزایش یافت که این افزایش به ماهیت کلی این نوع مالچ که خاستگاه آن شورابه‌های کویری می‌باشد، ارتباط دارد؛ افزایش قابل توجه در قابلیت هدایت الکتریکی در عمق‌های مختلف نسبت به شاهد اثر آن در افزایش این ویژگی (هدایت الکتریکی) را به‌وضوح توجیه می‌کند. با بررسی قابلیت هدایت الکتریکی در عمق‌های مورد ارزیابی، یک روند کاهشی مشاهده گردید که دلیل آن شست‌وشو و انتقال املاح محتوی مالچ مصرفی به عمق‌های پایین‌تر خاک می‌باشد که با افزایش عمق، میزان انتقال یون‌ها نیز کاهش یافته است.

مالچ معدنی افزایش معنی‌دار پتاسیم رسوبات بادی را نیز منجر گردید (P<۰/۰۱) که با در نظر گرفتن نوع مالچ مصرفی و خاستگاه آن، این نتیجه دور از انتظار نیست؛ چراکه محلول اولیهٔ تهیه‌شده از منطقهٔ مورد مطالعه محتوای پتاسیم بالایی دارد و به‌رغم استخراج پتاسیم آن و عرضهٔ باقی‌ماندهٔ محلول به‌عنوان مالچ، هنوز مقداری پتاسیم در آن موجود می‌باشد که سبب این تغییر قابل توجه در میزان پتاسیم رسوبات بادی شده است. این یافته با نتایج برخی محققان (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۳؛ ایمانی و همکاران، ۲۰۱٦؛ جعفری و همکاران، ۲۰۰٤) که بیان کردند مالچ باعث افزایش فسفر و پتاسیم به رسوبات بادی می‌شود همخوانی داشت. محتوای پتاسیم، منیزیم و سدیم رسوبات بادی جزو آن دسته از ویژگی‌هایی بودند که مقدارشان به‌دلیل استفاده از مالچ معدنی به‌شدت افزایش یافت؛ به‌نحوی‌که در عمق‌های سطحی حداکثر انباشت این عناصر درنتیجهٔ مالچ‌پاشی دیده شد و با افزایش عمق و درنتیجه شست‌وشو و انتقال محتوای عنصری این مالچ، به‌طور منظم غلظت این عناصر نیز در رسوبات بادی کاهش یافت. محققانی افزایش پتاسیم، منیزیم و فسفر رسوبات بادی، درنتیجهٔ استفاده از مالچ را پس از سه سال گزارش کردند (لوتالدیو و همکاران، ۱۹۹۲). البته نامبردگان دلیل این افزایش ویژگی‌های رسوبات بادی را درنتیجهٔ افزایش مادهٔ آلی مشتق‌شده از بقایای گیاهی دانسته‌اند. همان‌گونه که گفته شد مالچ‌ها با توجه به ماهیت خود می‌توانند سبب افزایش، کاهش و یا عدم تأثیر بر مواد غذایی و ویژگی‌های رسوبات بادی شوند (چاکر اسکات[1]، ۲۰۰۷)؛ یافته‌های این تحقیق با در نظر گرفتن ترکیب عنصری این مالچ که شامل ۳۰٪ کلسیم کلرید، ۱۵٪ منیزیم کلرید، ۵٪ ترکیبات سدیم کلرید، پتاسیم کلرید و نیترات کلسیم می‌باشد، قابل توجیه است.

مالچ مصرفی محتوای آهک رسوبات بادی را نیز به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر قرار داد، به‌نحوی که بیشترین اثر آن در افزایش محتوای آهک عمق سطحی بدون مالچ بود که با میزان اندازه‌گیری‌شده با عمق همراه با مالچ اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۱). با افزایش عمق نیز میزان آهک از روند کاهشی تبعیت کرد که احتمالاً به‌دلیل افزایش فشار جزئی دی‌اکسید کربن درنتیجهٔ نامناسب شدن شرایط تهویه‌ای رسوبات بادی و درنتیجهٔ افزایش انحلال آهک است.

نسبت جذب سدیم و درصد سدیم تبادلی در عمق سطحی رسوبات بادی بسیار افزایش یافته است. دلیل افزایش این دو ویژگی مربوط به افزایش کلسیم و منیزیم و سدیم رسوبات بادی است. با افزایش این دو معیار و در نظر گرفتن شوری و واکنش رسوبات بادی، ملاحظه می‌شود که مالچ معدنی سبب شور و قلیایی شدن رسوبات بادی گردیده است.

مالچ معدنی سبب افزایش بسیار زیاد شوری رسوبات بادی شده است. ازآنجاکه ماسه بادی‌های مورد مطالعه در حال حرکت بوده و ممکن است در مسیر خود از سازندهای شور دریاچهٔ نمک و کویر مرنجاب عبور کنند و خود نیز دارای مقداری شوری باشند، به‌دلیل تبخیر بالا در مناطق خشک و تجمع نمک در سطح، استفاده از موادی که خود نیز سبب شوری رسوبات بادی می‌شوند، مشکل را چندین برابر می‌کند. شوری رسوبات بادی بر اثر تجمع املاح رسوبات بادی می‌باشد و با افزایش غلظت املاح محلول افزایش می‌یابد. خاک‌های شور از طریق افزایش فشار اسمزی خاک‌ها و نیز افزایش غلظت بعضی از یون‌ها بر روی رشد و پراکنش گیاهان

1. Chalker-Scott

تأثیر می‌گذارند. به‌طور کلی، شوری خاک یکی از عوامل محدودکنندهٔ رشد گیاهان به‌حساب می‌آید که منجر به خشکی فیزیولوژیک شده و در شرایط مناطق خشک و نیمه‌خشک که گیاهان برای زنده‌مانی و رشد با کمبود آب روبه‌رو هستند، این خشکی فیزیولوژیک نیز مزیدی بر علت است.

پیشنهاد می‌گردد اثر بلندمدت مالچ مصرفی بر روی خصوصیات شیمیایی رسوبات بادی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

با در نظر گرفتن یافته‌های این تحقیق از نظر اثر مالچ مصرفی بر محتوای عنصری و خصوصیات مهم شیمیایی رسوبات بادی شامل واکنش رسوبات بادی، قابلیت هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و درصد سدیم تبادلی که همگی روند افزایشی نشان دادند و منجر به شور و قلیایی شدن رسوبات بادی و متعاقباً خشکی فیزیولوژیک گشته و همچنین عدم تأثیر آن بر درصد مادهٔ آلی رسوبات بادی به‌عنوان مهم‌ترین و اثرگذارترین عامل در بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک رسوبات بادی، مالچ مصرفی هیچ اثر مثبتی بر خصوصیات مورد مطالعهٔ رسوبات بادی مورد ارزیابی نداشته و بنابراین این مالچ برای تثبیت ماسه‌های روان و کنترل گردوغبار توصیه نمی‌شود.

## منابع


1. Adriano, D. C., & Doner, H. E. (1983), Bromine, chlorine, and fluorine. Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties, 9, 449-483.
2. Alipur, H., Zare, M., & Shojaei, S. (2016), Assessing the degradation of vegetation of arid zones using FAO–UNIP model (Case study: Kashan zone). *Journal Modeling Earth Systems and Environment*, *2*(4), 1–6.
3. Arabi Aliabad, F. A., Shojaei, S., Zare, M. & Ekhtesasi, M. R. (2019), Assessment of the fuzzy ARTMAP neural network method performance in geological mapping using satellite images and boolean logic, *International Journal of Environmental Science and Technology*, *16*(7), 3829–3838.
4. Asghari, Sh. (2019), Effects of gravel and poultry manure on some growth indices of cucumber and soil properties in the northwest of Urmia Lake, *Applied Soil Research*, *7*(3), 98-109, (In Farsi).
5. ASTM Committee D-18 on Soil and Rock. (2017), Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) 1. *ASTM International*.
6. Babakhani, S. & Karimzadeh, H. R. (2013), Application of steel slag for stabilizing erodible soils (Case study: Harand area), *Desert Management*, *1*(2), 1-12, (In Farsi).
7. Bremner, J. M. & Mulvaney, C. S. (1982), Nitrogen-total. in: Page, al ed, Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and microbiological properties, 595–624, Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
8. Chalker-Scott, L. (2007), Impact of mulches on landscape plants and the environment - a review, *Journal of Environmental Horticulture*, *25*(4), 239-249.
9. Dodge, Y. (2008), The concise encyclopedia of statistics, Springer Science & Business Media.
10. Ebrahimian, A., Kouchaki, A., Nasiri Mahallati, M., & Khorramdel, S. (2013), The effect of wheat residues on soil chemical and biological properties, Conference on Agricultural and Environmental Sciences, Shiraz, (In Farsi).
11. Eshaqi Sardrood, N., Katebi, H. & Mir Mohseni, A. (2016), Studying the effect of size and moisture of particles and mulch polyacrylic acid on the amount of wind erosion, *Journal of Civil and Environmental Engineering*, *45*(4),1-6, (In Farsi).
12. Farokhche, M., & Dadaei Dehkordi, M. S. (2012), Use of waste oil in stabilizing quicksands to reduce environmental pollution, The First International Conference Of Oil, Gas, Petrochemical and Power Plant, Tehran, Iran. (In Farsi).
13. Imani, F., Moradi, M. & Basiri, R. (2016), The effect of *Prosopis juliflora* afforestation on soil physicochemical properties in sand dunes (Case study: Magran Shush), *Journal of Water and Soil Science*, *20*(77), 173-183, (In Farsi).
14. Jafari, M., Azarnivand, H., Tavakoli, H., Zehtabian, Gh. R. & Ismailzadeh, H. (2004), Investigation on different vegetation effects on sand dunes stabilization and improvement in Kashan, *Pajouhesh Va Sazandgi* , *17*(3),16-21, (In Farsi).
15. Knudsen, D., Peterson, G. A., & Pratt, P. F.

(1983), Lithium, sodium, and potassium, Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties, 9, 225-246.

16. Li, S., Li, Y., Haixia Lin, H., Feng, H. & Dyck, M. (2018), Effects of different mulching technologies on evapotranspiration and summer maize growth, *Agricultural Water Management*, 201, 309–318.
17. Lutaladio, N. B., Wahua, T. A. T. & Hahn, S. K. (1992), Effects of mulch on soil properties and on the performance of late season cassava (Manihot esculenta Crantz) on an acid ultisol in southwestern Zaire, *Tropicultura (Belgium)*, *10*(1), 20-26.
18. Massa, D., Benvenuti, S., Cacini, S., Lazzereschi, S. & Burchi, G. (2019), Effect of hydrocompacting organic mulch on weed control and crop performance in the cultivation of three container-grown ornamental shrubs: Old solutions meet new insights, *Scientia Horticulturae*, (252, 260–267.
19. McLean, E. O. (1983), Soil pH and lime requirement, Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties, 9, 199-224.
20. Mohammadi, M. & Ghasemi, S. (2019), The effect of pine leaf mulch application on *Haloxylon* growth and some soil characteristics of moteh gold mine tailings dam, Second National Conference On Natural Resources and Sustainable Development in Zagros, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, (In Farsi).
21. Mombeni, M, Asgari, H. R., Mohammadian Behbahani, A., Zare, S. & Yousefi, H. (2020), Investigation of mechanical behavior of inflatable sand using malass and black liqueur, *Journal of Range and Watershed Management (Iranian Journal of Natural Resources)*, *72*(4): 1061-1073, (In Farsi).
22. Mombeni, M., Asgari, H. R., Mohammadian Behbahani, A. M., Zare, S., & Yousefi, H. (2021), Effect of bagasse lignocellulose microfibers on sand stabilization: A laboratory study, *Aeolian Research*, 49, 100654.
23. Office of Desert Affairs, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization. (2019), Updating The Plan to Identify Areas Affected by Wind Erosion and Critical Centers of The Country, 377 pages, (In Farsi).
24. Page, A. L. (1983), Methods of soil analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties, 9.2.2, American society of agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
25. Pakdel, P., Tehranifar, A., Nemati, H., Lakzian, A. & Kharrazi, M. (2013), Effect of different mulching materials on soil properties under semi-arid conditions in northeastern Iran, *Wudpecker Journal of Agricultural Research*, *2*(3),80 –85.
26. Potash Khor Complex. (2013), SS400 soil stabilizing solution. https://potas.blog.ir/1392/10/04/%D9%85%D8%AD%D9%84%D9%88%D9%84-%D8%AA%D8%AB%D8%A8%DB%8C%D8%AA-%DA%A9%D9%86%D9%86%D8%AF%D9%87-%D8%AE%D8%A7%DA%A9-SS400#:~:text=%D9%BE%D8%AA%D8%A7%D8%B3%20%D8%AF%D8%B1%20%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86-,%D9%85%D8%AD%D9%84%D9%88%D9%84%20%D8%AA%D8%AB%D8%A8%DB%8C%D8%AA%20%DA%A9%D9%86%D9%86%D8%AF%D9%87%20%D8%AE%D8%A7%DA%A9%20SS400,-%DA%86%D9%87%D8%A7%D8%B1%D8%B4%D9%86%D8%A8%D9%87%20%DB%B4%20%D8%AF%DB%8C.
27. Quirk, J. P. (2001), The significance of the threshold and turbidity concentrations in relation to sodicity and microstructure, *Australian Journal of Soil Research*, *39*(6), 1185-1217.
28. Rhoades, J. D. (1996), Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids, Methods of soil analysis: Part 3 chemical methods, 5, 417-435.
29. Schultz, S. (1983), On Levene's test and other statistics of variation, *Evolutionary Theory*, 6, 197-203.
30. Shi, Y., & Shi, Z. M. (2020), Dataset of wind blow sand erosion test on ultrasonic surface treated cementitious composites, *Data in Brief*, 31, 105943.
31. Shojaei, S., Ardakani, M. A. H., & Sodaiezadeh, H. (2019), Optimization of parameters affecting organic mulch test to control erosion, *Journal of Environment Management*, 249, 109414.
32. Song, Z., Wang, J., & Wang, S. (2007), Quantitative classification of northeast Asian dust events, *Journal of Geophysics Research: Atmospheres*, *112*(D4).
33. Song, Z., Liu, J., Bai, Y., Wei, J., Li, D., Wang, Q., Chen, Zh., Kanungo, D. P. & Qian, W. (2019), Laboratory and field experiments on the effect of vinyl acetate polymer-reinforced soil, *Applied Sciences*, *9*(1), 208.
34. Sprigg, W., Nickovic, S., Galgiani, J.N.,

Pejanovic, G., Petkovic, S., Vujadinovic, M., Vukovic, A., Dacic, M., DiBiase, S., Prasad, A. & El-Askary, H. (2014), Regional dust storm modeling for health services: The case for valley fever, *Journal of Aeolian Research*, 14, 53–73.

35. Sumner, M. E. (1993), Sodic soils-New perspectives, *Soil Research*, *31*(6), 683-750.
36. Warncke, D., & Brown, J. R. (1998), Potassium and other basic cations, recommended chemical soil test procedures for the North Central Region, North Central Regional Research Publication No. 221 (Revised), Missouri Agric, Exp. St. SB 1001, Columbia.
37. Zare, S. (2018), A review of the measures taken in the field of stabilization of quicksands with emphasis on mulching, Fourth National Conference on Wind Erosion and Dust Storms,Yazd, (In Farsi).
38. Zare, S., Jafari, M., Ahmadi, H., Tavili, A., Rouhipour, H. & Khalil Arjomandi, R. (2019), Studying the effectiveness of some non-oil mulches on sand dunes fixation, *Journal of Range and Watershed Management*, *71*(4), 939-948, (In Farsi).

# Investigating the Effects of Mineral Mulch on Chemical Properties of Kashan Rig Boland's Sand

**Salman Zare[1], Mohammad Jafari[2], Hasan Ahmadi[2], Ali Tavili[3], Hasan Rouhipour[3], Reza Khalil Arjomandi[4], Maryam Mombeni[5], Masoumeh Salehi Morkani**

Received: 13/04/2022 Accepted: 12/09/2022

**Extended Abstract**

**Introduction:** as one of the most critical environmental challenges in recent decades which has engendered environmental pollution worldwide (33, 3, 2), wind erosion occurs due to increased velocity and turbulence of the wind when blown on a cover-free surface (11), inflicting lots of economic and social damage on various sectors.
There are several methods used to reduce wind erosion, including biological methods (seeding and planting), mechanical methods, and the methods used for strengthening the surface cover such as the application of different types of mulch (oil, polymer, biological, and mineral mulches) (21). In this regard, mulching should, as a last resort, be able to pass rainwater, penetrate into the ground, and maintain moisture while having sufficient required adhesive strength.

Non-petroleum materials have increasingly been used in recent years to improve the stability of buildings, aggrandize the diameter of soil aggregates, and stabilize the soil against wind erosion. However, choosing a material as a soil stabilizer against wind erosion, replacing new mulch instead of oil mulch while considering the aforementioned factors, and taking the biodegradability of the non-petroleum materials into account are other crucially important factors to note in this regard. Therefore, this study sought to investigate the effect of mineral mulch (a combination of $CaCl_2$ and $MgCl_2$) on soil properties.

**Materials and Methods:** The study area covered the sand dunes of the Rigboland desert located in Aran and Bidgol city, Isfahan. The mineral mulch used in the study was a stabilizing solution obtained from the evaporation of the brine of Iran's central desert in the Khorobiabank region, known as the SS400 soil stabilizing solution (27). Chemical analysis of the solution indicated that it contained 30% CaCl2, 15% MgCl2, 5% NaCl, KCl, Ca (NO3) 2, and 50% water whose pH ranged between 5 and 6, with an average specific gravity of 1.5 g / cm3.
On the other hand, in March 2012, mulch was sprayed directly to the natural field with three replications on three mounds of incomplete Barkhan-type sand dunes in Rigboland Aran and Bidgol regions to evaluate the influence of mineral mulch on soil's chemical properties (Figure 4). To this end, samples of aeolian deposits were collected from three different depths of the hills in the study area with three replications (0-5 cm for the first replication with and without mulch; 5-10 cm for the second replication; and 10-20 cm for the third replication) prior to performing mulching. Finally, some samples were collected once more at the end of the experiment in May 2014 from the same three depths. It should be noted that 15,000 liters of mulch were applied per hectare.

**Results and Discussion:** The results of paired T-test performed on the characteristics of different soil depths

1. Assistant professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj; zaresalman@ut.ac.ir
2. professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj.
3. Associate Professor, Forest and Rangeland Research Institute, Tehran.
4. Senior Expert, International Desert Research Center, University of Tehran.
5. PhD in Desertification, Office of Desert Affairs, Natural Resources and Watershed Management Organization, Tehran.
6. Master student, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj.
DOI: 10.22052/DEEJ.2023.248203.0

suggested that the mulched aeolian deposits did not differ significantly in both control and treatment groups in terms of N, CaSO4.2H2O, P, Cl, and OM characteristics in at all the depths studies (P> 0.01). However, the application of mineral mulch significantly increased the EC, pH, Ca, K, and CaCO3 at all depths, and N and Mg at the first and second depths (P <0.01).

Mulches with different compositions and origins may increase or decrease the root's ability to absorb elements. In this regard, the current study found that mineral mulch significantly increased the soil's pH (P <0.01), which could be justified if the Na and CaCO3 added to aeolian deposits as a result of applying such a mulch are taken into account.

Furthermore, hydrolysis of Na and the dissolution of CaCO3 which eventually lead to the formation of hydroxyl anions could be regarded as the main cause of such an increase in the aeolian deposits' pH under treatment mulch. Moreover, the comparison of the deposits' pH made as a result of sampling with and without mulch revealed that the deposits' pH would be higher if they are sampled with mulch, which can be justified according to the explanations provided above. On the other hand, some studies have reported that the aeolian deposits' PH increased when treated with mulch (17), which is consistent with the results obtained in this study. However, the finding does not correspond with the results reported by some researchers (20 and 4).

The significant increase in EC capability at different depths of the treatment group compared to those of the control group clearly confirms the influence of mulch on increasing the soil's EC. Moreover, examining the soil's EC capability at the evaluated depths showed a decreasing trend caused by the washing and transfer of the mulch-included solutes to lower depths, where the rate of ion transfer decreased with an increase in the soil's depth.

Also, mineral mulching significantly increased the soil's K (P <0.01), which could be justified by considering the type and the origin of the mulch used, taking into account the fact that the initial solution was prepared by using the materials collected from the study area contained high amount potassium, a limited portion of which still remained active even after it was extracted from the solution (what remained from the solution afterward was used as mulch), causing a significant change in the amount of potassium in the soil. This finding is consistent with the results reported by some researchers (10, 13, and 14) who argued that mulch increased P and K in the soil.

**Conclusions:** Considering the findings of this study in terms of the influence of mulch on the aeolian deposits' componential elements and important chemical properties, including the deposits' response, electrical conductivity, sodium absorption ratio, and the percentage of the exchanged sodium, all of which showed an increasing trend that led to salinization and alkalization of the deposits, and consequently to physiological dryness, and taking into account the fact that the mulch exerted no influence on the percentage of the aeolian deposits' organic matter as the most important and effective factor in improving the physical, chemical, and biological conditions of the deposits, it could be argued that the mulch used in this study had no positive effect on the aeolian deposits studied. Therefore, this mulch is not recommended for stabilizing sand dunes and controlling dust.

**Keywords**: Wind Erosion, Sand dunes, Desertification, Organic matter, Mulch.