مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان

سال یازدهم، شماره سی‌وپنجم، تابستان ۱۴۰۱، صفحه ۱۱۵ـ۱۲۸

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثرات مالچ‌پاشی با مواد نفتی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

معصومه صالحی مورکانی[۱]، قاسم قوهستانی[۲]، مریم باقرپور[۳]، سلمان زارع*[۴]، مریم ممبنی[۵]، بیژن خلیلی‌مقدم[۶]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۱۹**

چکیده

یکی از فرایندهای مهم در تخریب خاک، فرسایش بادی است که در مناطق بیابانی موجب خسارات فراوان می‌شود. در مواقعی که اجرای عملیات احیایی با مشکل مواجه باشد، از روش‌های حمایتی از جمله مالچ برای تثبیت اولیه و موقت عرصه استفاده می‌شود که یکی از رایج‌ترین انواع آن مالچ‌نفتی است. افزودن مواد نفتی به اکوسیستم طبیعی موجب نگرانی‌هایی از منظر آلودگی نفتی خاک و تغییر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شده است. بدین منظور برای بررسی خصوصیات خاک، نمونه‌های خاک از عرصه‌های مالچ‌پاشی‌شدهٔ ماسه‌زارهای شهرستان حمیدیهٔ استان خوزستان در دوره‌های زمانی مختلف برداشته شد و در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد مالچ‌نفتی موجب تغییرات معنی‌دار در شرایط فیزیکی و برخی خصوصیات شیمیایی مانند pH، EC، بی‌کربنات، کلر، پتاسیم، سدیم، فسفر و منیزیم شده که بیشترین تغییرات محدودکننده در منطقه کوتاه‌مدت رخ داده است. با گذشت زمان تغییرات ایجادشده به نفع طبیعت در جهت بهبود کیفیت خاک، حاصلخیزی و کنترل ماسه‌های روان از طریق بالا بردن رطوبت خاک و استقرار پوشش گیاهی در مسیر حرکت ماسه‌های روان شده است. بر

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران

۲. دانشجوی دکتری، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران

۴. استادیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران، نویسنده مسئول: zaresalman@ut.ac.ir

۵. دکتری بیابان‌زدایی، دفتر امور بیابان، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، تهران، ایران

۶. دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران

* این مقاله مستخرج از پایان‌نامه و طرح تحقیقاتی سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور است.

DOI: 10.22052/deej.2022.11.35.60

مبنای یافته‌های این تحقیق، مالچ‌نفتی همراه با نهال‌کاری موفقیت‌آمیز، می‌تواند سبب بهبود کیفیت خاک در بلندمدت شود.

کلیدواژه‌ها: مالچ‌نفتی، کیفیت خاک، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، pH، EC.

مقدمه

خاک، زیستگاه بخش عظیمی از موجودات زندهٔ زمین (دکانز[1] و همکاران، ۲۰۰۶) و یکی از منابع مهم و اساسی در تأمین احتیاجات و نیازهای اولیه و ضروری انسان است (ملکی و همکاران، ۲۰۱۱) که تخریب آن سبب ایجاد خسارات فراوانی به جنبه‌های مختلف زندگی موجودات زنده می‌شود. فرسایش بادی یکی از عوامل مهم تخریب خاک به شمار می‌رود (شهابی‌نژاد و همکاران، ۲۰۲۰).

فرسایش بادی یک فرایند طبیعی است که در خاک‌های لخت، با سرعت زیاد باد و پوشش گیاهی کم رخ می‌دهد و بیش از یک‌سوم سطح زمین را در بر می‌گیرد (وینان و فرایریر[2] ۱۹۹۶). این فرایند در اثر فعالیت مکانیکی باد موجب تخریب سطح خاک، سست شدن، برداشت خاک سطحی و (پاساک[3] و همکاران، ۱۹۸٤) به‌دنبال آن هجوم ماسه‌های روان و خسارات فراوان به جنبه‌های مختلف زندگی انسان می‌شود. برای کاهش خسارات ناشی از هجوم ماسه‌های روان از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها پوشش سطح خاک توسط مواد مختلف تحت عنوان مالچ است و یکی از رایج‌ترین مالچ‌های مورد استفاده در ایران از دههٔ ٤۰ تاکنون مالچ‌نفتی است (کردوانی، ۲۰۱٤) که از فراورده‌های سنگین نفتی تشکیل شده و پس از ذوب با دستگاه‌های مخصوص روی ماسه‌های روان پاشیده می‌شود (کریمی، ۲۰۰۹). مواد نفتی به‌طور طبیعی به‌سختی تجزیه می‌شوند و برای مدت طولانی در محیط باقی می‌مانند (زرین‌دوست و همکاران، ۲۰۰٦) تاکنون نظرات متفاوتی در ارتباط با تأثیر استفاده از مالچ‌نفتی بر خصوصیات خاک و محیط‌زیست بیان شده است که ضرورت بررسی دقیق‌تر تأثیر مالچ‌نفتی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را بیان می‌دارد.

برخی بر این عقیده‌اند که وجود مواد نفتی با تغییر در خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی خاک موجب افزایش میکروارگانیسم‌های موجود در خاک، کاهش آب، عناصر غذایی و اکسیژن قابل دسترس می‌شود (بوزرت و برثا[4] ۱۹۸۵) که این امر در اثر رقابت بین میکروارگانیسم‌ها و گیاهان برای مواد غذایی موجود در خاک حاصل می‌شود (دیندال[5] ۱۹۹۰). همچنین آن‌ها معتقدند که مالچ‌نفتی با حفظ رطوبت خاک، افزایش جذب آب، تثبیت خاک در مقابل فرسایش، افزایش درجه‌حرارت خاک و سهولت در عملیات میدانی باعث بهبود پوشش گیاهی و افزایش تنوع زیستی ماکروفون‌های خاک می‌شود (جعفری و همکاران، ۲۰۱۷). در این زمینه غلامی طبسی و همکاران (۲۰۱٤)، تأثیر مالچ‌پاشی نفتی بر پوشش گیاهی و خاک ماسه‌زارها را بررسی کردند. نتایج نشان‌دهندهٔ این است که مالچ‌پاشی با مواد نفتی با تأثیر بر افزایش حجم پوشش گیاهی موجب افزایش معنی‌دار مادهٔ آلی در عمق ۲۰ تا ۸۰ سانتی‌متری خاک می‌شود. آزوغ و همکاران (۲۰۱٦) اثرات درازمدت کاربرد مالچ‌های نفتی و کنترل بیولوژیکی بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی ماسه‌های روان اهواز را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ماسه‌های روان بهبود یافته اما همچنان نگرانی‌ها در مورد انتشار فلزات سنگین در مالچ‌نفتی وجود دارد. دواتا[6] و همکاران (۲۰۱۹) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق آلوده به مواد نفتی را بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد ویژگی‌های فیزیکی خاک در اثر اضافه شدن آلودگی نفتی به خاک تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد، هدایت هیدرولیکی در خاک آلوده افزایش می‌یابد و رسانایی هیدرولیکی نیز کاهش می‌یابد. برخی

۱ Deceans
۲ Weinan and Fryrear
۳ Pasak
٤ Bossert and Bartha
۵ Dindal
٦ Devatha

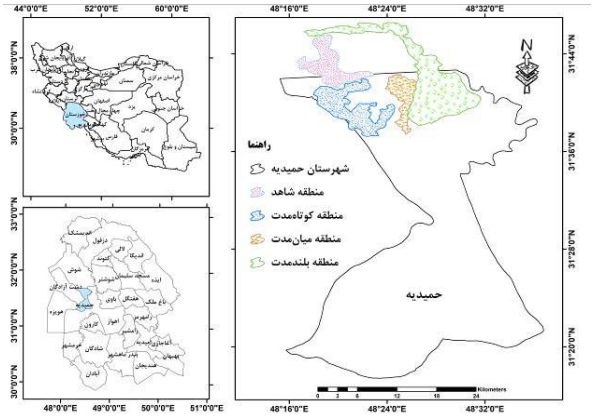
دیگر بیان می‌کنند که مواد نفتی موجب افزودن هیدروکربن‌ها و فلزات سنگین به خاک و آلودگی آن می‌شوند (رستگاری‌مهر و همکاران، ۲۰۱۹) و مالچ‌نفتی با تغییر در ویژگی‌ها و خصوصیات خاک، موجب تنش‌های خشکی، کمبود مواد غذایی و سمیت شیمیایی برای جانداران موجود در محیط (ونزل[1] ۲۰۰۹)، توسعهٔ آلودگی شیمیایی (شجاعی و همکاران، ۲۰۱۹) و در نهایت بروز خسارات اقتصادی، اکولوژیکی و کشاورزی می‌شود که کاربری‌های کشاورزی، مسکونی و تفریحی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (چین[2] ۲۰۱۲). روشن قیاس و باقری پور (۲۰۱۹)، تأثیر آلودگی نفت خام بر خصوصیات ژئوتکنیک خاک رس کائولینیت را بررسی و بیان کردند که افزایش آلودگی نفتی موجب افزایش حداکثر وزن مخصوص خاک و کاهش درصد رطوبت بهینهٔ خاک و کاهش ضریب نفوذپذیری خاک می‌شود. گائو[3] و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی، جانداران خاکزی خاک‌های شور آلوده به مواد نفتی در دلتای رودخانهٔ زرد چین را بررسی کردند. نتایج نشان داد آلودگی نفتی موجب تأثیر منفی در خاک شده و تکثیر باکتری‌های تجزیه‌کنندهٔ هیدروکربن را به دنبال دارد و باکتری‌های مرتبط با تبدیل نیتروژن بسیار فروان بودند که موجب کاهش نیتروژن خاک می‌شود.

با توجه به کاربرد مالچ‌نفتی در تثبیت هجوم ماسه‌های روان در مناطق بیابانی و مطالعات صورت‌گرفته، هنوز مطالعهٔ دقیقی در مورد تأثیر مالچ‌نفتی بر خصوصیات خاک و مضر یا مفید بودن آن صورت نگرفته است. در نتیجه هدف از این تحقیق، بررسی اثرات مالچ‌نفتی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با استفاده از بررسی نمونه‌خاک‌های برداشت‌شده از مناطق مالچ‌پاشی‌شده در طول زمان‌های مختلف (مالچ‌پاشی صورت‌گرفته در ۵ سال گذشته، ۵ تا ۲۰ سال گذشته و بیش از ۲۰ سال) و مطالعات عرصه‌ای در ماسه‌زارهای شهرستان حمیدیهٔ استان خوزستان است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

این تحقیق در استان خوزستان، ماسه‌زارهای شهرستان حمیدیه با میانگین دمای ۲۴/۵ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۲۶۱/۷ میلی‌متر در سه منطقهٔ مالچ‌پاشی‌شدهٔ بلندمدت (سابقهٔ مالچ‌پاشی بیشتر از ۲۰ سال) با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۹/۹ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۸ دقیقه و ۲۶/۵۹ ثانیه به مساحت ۷۶۵۷ هکتار، منطقهٔ میان‌مدت (سابقهٔ مالچ‌پاشی بین ۵ تا ۲۰ سال) به مختصات ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه و ۳۵ ثانیه طول و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۵۳/۹۹ ثانیه به مساحت ۱۶۱۵ هکتار، منطقهٔ کوتاه‌مدت (سابقهٔ مالچ‌پاشی کمتر از ۵ سال) به طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه و ۲۱/۲۳ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۸ دقیقه و ۱/۸۹ ثانیه به مساحت ۳۷۶۷ هکتار و منطقهٔ شاهد (بدون انجام عملیات مالچ‌پاشی) به طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه و ۵۰/۹۶ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۸ دقیقه و ۴۹/۸۳ ثانیه به مساحت ۲۶۷۳ هکتار انجام شده است (شکل ۱).



شکل (۱): منطقهٔ مورد مطالعه

Figure (1): Study area

روش تحقیق

این تحقیق، دو بخش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را شامل می‌شود که به‌منظور انجام آزمایش‌های مربوط به آزمایشگاه، در چهار عرصهٔ مورد مطالعه، از دو عمق ۰ تا ۵ و ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری، نمونه‌خاک با سه تکرار برداشت شد. به‌علت اینکه مالچ در سطح خاک پاشیده می‌شود و معمولاً تا عمق ۴ سانتی‌متری بیشتر نفوذ نمی‌کند و بیشتر خاک سطحی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد، به همین دلیل نمونه‌برداری از عمق ۰ تا ۵ سانتی‌متری انجام شد. همچنین برای بررسی احتمال شسته شدن مالچ و نفوذ به لایه‌های پایین‌تر و تحت‌تأثیر قرار دادن

1Wenzel
2Chien
3Gao

آن‌ها، از عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری نیز نمونه‌برداری و برای بررسی موارد ذکرشده به آزمایشگاه منتقل شد. از آنجا که در برخی مناطق مالچ در قسمت‌هایی تخریب شده بود و در مناطق با سابقهٔ مالچ‌پاشی بلندمدت و میان‌مدت تنها در قسمت‌های کمی از عرصه، آثار مالچ باقی بود و هدف ما از این تحقیق نیز بررسی تأثیر مالچ بر ویژگی‌های خاک بود؛ به همین دلیل نمونه‌برداری محدود به قسمت‌هایی شد که آثار مالچ در آن قسمت‌ها موجود بود و در منطقهٔ شاهد که مالچ‌پاشی انجام نشده بود، نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی سیستماتیک انجام شد. در نهایت نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های صورت‌گرفته توسط نرم‌افزار SAS و آزمون Two Way ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و معنی‌داری آن توسط آزمون دانکن بررسی شد.

ـ **خصوصیات فیزیکی**: به‌منظور بررسی تأثیر مالچ‌نفتی در طی زمان بر خصوصیات فیزیکی خاک چهار شاخص بافت خاک به روش هیدرومتری، وزن مخصوص حقیقی به روش پیکنومتر، درجه‌حرارت با استفاده از دماسنج در سه عمق ۰ تا ۵، ۵ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری و رطوبت خاک نیز در سه عمق ۰ تا ۵، ۵ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری با استفاده از دستگاه TDR مورد مطالعه و آزمایش قرار گرفت.

ـ **خصوصیات شیمیایی**: خصوصیات شیمیایی خاک یکی از مواردی است که بیان‌کنندهٔ تأثیر مالچ‌نفتی در طی زمان بر خاک و اکوسیستم است. این خصوصیت توسط شاخص‌هایی شامل قابلیت هدایت الکتریکی خاک با استفاده از دستگاه EC متر (رودز[1] ۱۹۸۳)، واکنش خاک با استفاده از دستگاه pH متر (مکلین[2] ۱۹۸۳)، آهک به روش کلسی‌متری، فسفر به روش اولسن و سامرز (اولسن و سامرز[3] ۱۹۸۲)، کلر به روش موهر (آدریانو و دونر[4] ۱۹۸۲)، کربنات و بی‌کربنات، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون (ورنک و برون[5] ۱۹۹۸)، سدیم و پتاسیم به روش نورسنجی فلیم فتومتری (کنودسن[6] ۱۹۸۳) و نسبت جذب سدیم با استفاده از رابطهٔ (۱) در دو عمق ۰ تا ۵ و ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری مورد بررسی و آزمایش قرار گرفتند.

$$\text{نسبت جذب سدیم (SAR)} = \frac{Na}{\sqrt{(ca+mg)/2}} \quad (۱)$$

نتایج

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس خصوصیات خاک در جدول (۱) بیان شده است.

جدول (۱): جدول تجزیه واریانس خصوصیات خاک
Table (1): Table of variance analysis of soil properties

ویژگی خاک	درجهٔ آزادی	منابع تغییرات	میانگین مربعات
وزن	۳	زمان	۰/۱۵۳**
مخصوص	۱	عمق	۰/۷۰۴
حقیقی	۳	زمان*عمق	۰/۰۰۹
	۳	زمان	۱۱۰۴/۲۲۸**
درجه‌حرارت	۲	عمق	۱۵۷۵/۱۷۵**
	۶	زمان*عمق	۱۰۸/۲۲۹**
	۳	زمان	۱/۶۲۵**
رطوبت	۲	عمق	۸/۲۴۴**
	۶	زمان*عمق	۰/۲۳۹*
	۳	زمان	۰/۲۸۸**
EC	۱	عمق	۰/۶۷۰**
	۳	زمان*عمق	۰/۰۸۶*
	۳	زمان	۰/۷۵۸**
pH	۱	عمق	۰/۴۱۰**
	۳	زمان*عمق	۰/۷۷۴**
	۳	زمان	۱۰/۳۹۸
آهک	۱	عمق	۳۴/۳۴۴
	۳	زمان*عمق	۵۹/۰۰۶*
	۳	زمان	۰/۰۰۱**
فسفر	۱	عمق	۰/۰۰۰
	۳	زمان*عمق	۰/۰۰۰
	۳	زمان	۱۱/۳۷۱**
کلر	۱	عمق	۱۷/۵۱۰**
	۳	زمان*عمق	۳/۷۸۸*
	۳	زمان	۰/۶۱۱
کربنات	۱	عمق	۸/۱۶۶**
	۳	زمان*عمق	۱/۰۵۵
	۳	زمان	۳۰/۸۱۹**
بی‌کربنات	۱	عمق	۱۲/۰۴۱**
	۳	زمان*عمق	۴/۸۱۹**
	۳	زمان	۲۹۱۱/۱۱۱
کلسیم	۱	عمق	۶۶/۶۶۶
	۳	زمان*عمق	۹۱۳۳/۳۳۳**
	۳	زمان	۸۶۴
منیزیم	۱	عمق	۴۷۰۴*
	۳	زمان*عمق	۴۱۲۸

1Rhoades
2Mclean
3Olson and Sammers
4Adriano and Doner
5Warncke and Brown
6Knudsen

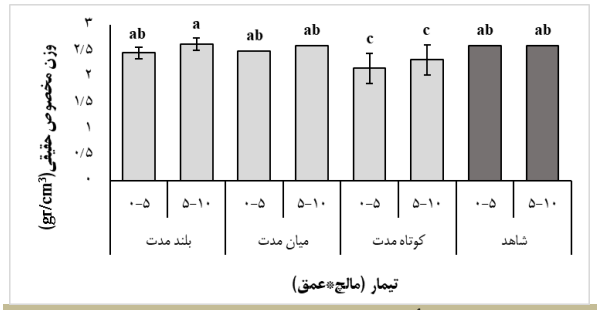
سدیم	۳	زمان	۷۹/۰۱۵*
	۱	عمق	۲۱/۹۸٤
	۳	زمان*عمق	۳۱/٦۳۵
پتاسیم	۳	زمان	۹۹/٦۷٤**
	۱	عمق	٤۱۵/۸۳۳**
	۳	زمان*عمق	۱۱۸/٦۵۱**
SAR	۳	زمان	٤/۸۱۱*
	۱	عمق	۳/۰۵۲
	۳	زمان*عمق	۷/۳۳۳*

* نشان‌دهندهٔ معنی‌داری در سطح ۵٪، ** نشان‌دهندهٔ معنی‌داری در سطح ۱٪

نتایج حاصل از خصوصیات فیزیکی

بافت خاک: نتایج حاصل از بررسی بافت خاک بیانگر عدم تغییر بافت خاک به‌وسیلهٔ مالچ‌نفتی است و بافت خاک در تمامی مناطق Loamy Sand بود.

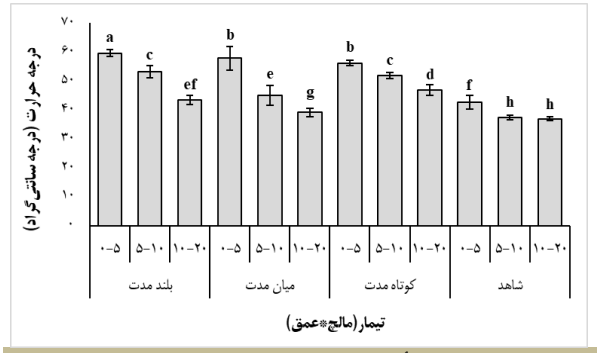
وزن مخصوص حقیقی: با توجه به جدول (۱) و شکل (۲) مشخص می‌شود که وزن مخصوص حقیقی تحت اثر اصلی زمان مالچ‌پاشی دارای اختلاف معنی‌داری است و مقدار آن در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد به‌ترتیب برابر با ۲/۵، ۲/۵، ۲/۲ و ۲/٦ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اما تحت اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل عمق و زمان اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.



شکل (۲): نمودار تأثیر متقابل زمان و عمق بر میزان وزن مخصوص حقیقی خاک

Figure (2): Graph of the interaction of time and depth on the true specific gravity of soil

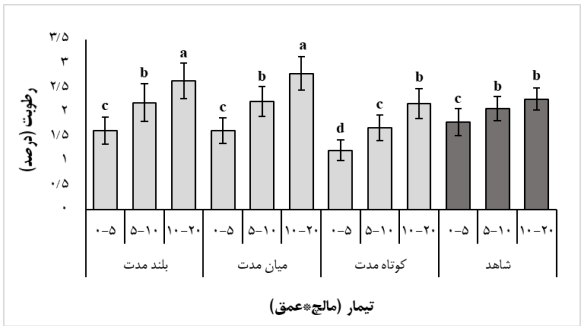
درجه‌حرارت: با توجه به جدول (۱) نتایج حاصل از بررسی میزان درجه‌حرارت نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی زمان، اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل عمق در زمان (شکل ۳) است، میانگین درجه‌حرارت در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد به‌ترتیب برابر با ۵۲/۱۲، ٤۷/۳۳، ۵۱/٦۲ و ۳۹/۰۱ درجهٔ سانتی‌گراد است.



شکل (۳): نمودار تأثیر متقابل زمان و عمق بر میزان درجه‌حرارت خاک

Figure (3): Graph of the interaction of time and depth on soil temperature

میزان رطوبت خاک: اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک در عرصه‌های مختلف مالچ‌پاشی‌شده و عمق‌های مختلف حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در تیمارهای مورد بررسی تحت دو اثر اصلی زمان و عمق و تأثیر متقابل این دو با توجه به جدول (۱) و شکل (٤) است. رطوبت در منطقهٔ شاهد ۲/۰۵، کوتاه‌مدت ۱/٦۹، میان‌مدت ۲/۲۱ و بلندمدت ۲/۱۵٪ است.

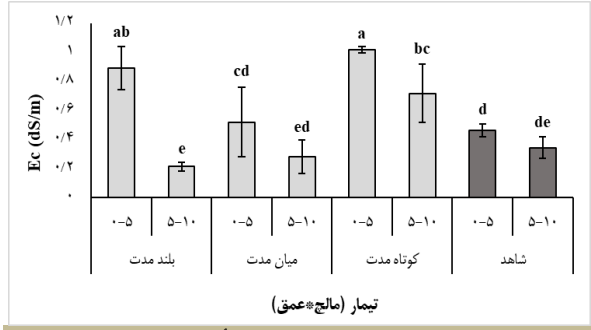


شکل (٤): نمودار تأثیر متقابل زمان و عمق بر میزان رطوبت خاک

Figure (4): Graph of the interaction of time and depth on soil moisture

نتایج مربوط به خصوصیات شیمیایی خاک

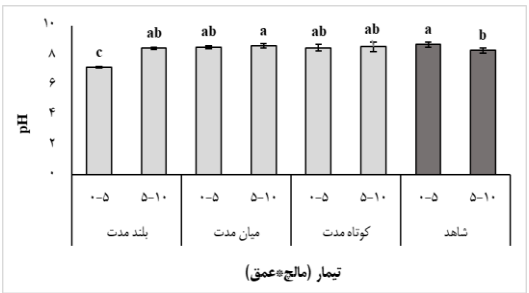
قابلیت هدایت الکتریکی (EC): همان طور که در جدول (۱) نشان داده شده، نتایج حاصل از بررسی میزان قابلیت هدایت الکتریکی خاک بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی زمان، اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۵) است و میزان آن در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد به‌ترتیب برابر با ۰/۵، ۰/٤، ۰/۸ و ۰/٤ dS/m است.



شکل (۵): نمودار میزان EC خاک تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (5): Graph of soil EC rate under the influence of time and depth

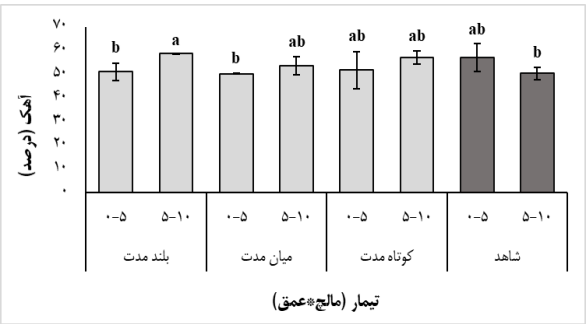
واکنش خاک (pH): جدول (۱) نشان می‌دهد که میزان pH خاک تحت اثر اصلی زمان، اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل عمق و زمان (شکل ٦) دارای اختلاف معنی‌داری است. میزان pH خاک در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد به‌ترتیب برابر با ۷/۸، ۸/٦، ۸/۵ و ۸/۵ است.



شکل (٦): نمودار میزان واکنش خاک تحت‌تأثیر متقابل زمان مالچ‌پاشی و عمق

Figure (6): Graph of soil reaction rate under time interaction

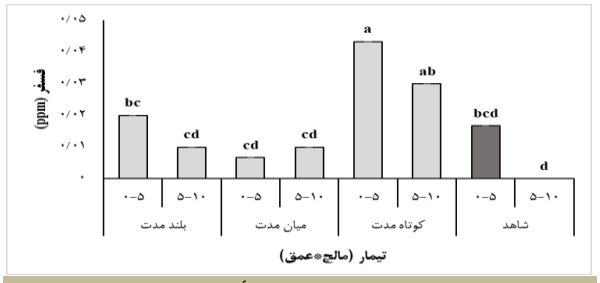
آهک: بررسی میزان آهک در تیمارهای مورد بررسی با توجه به جدول (۱)، حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی زمان و عمق و وجود اختلاف معنی‌داری تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۷) است. میزان آهک در منطقهٔ بلندمدت ٥٤/٨٢، در منطقهٔ میان‌مدت ٥١/٨١، در منطقهٔ کوتاه‌مدت ٥٤/٣٢ و در منطقهٔ شاهد برابر با ٥٣/٥٩٪ است.



شکل (۷): نمودار میزان آهک تحت‌تأثیر متقابل زمان مالچ‌پاشی و عمق

Figure (7): Graph of the amount of lime under the interaction of mulching time and depth

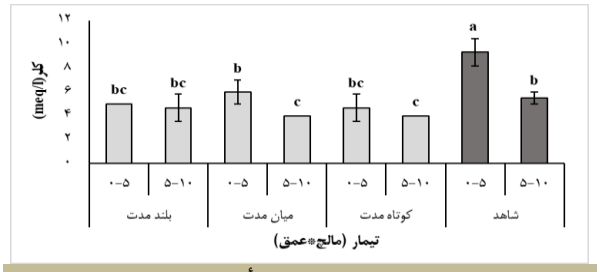
فسفر: اندازه‌گیری میزان فسفر خاک با توجه به جدول (۱) نشان از وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی زمان مالچ‌پاشی و عدم وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۸) دارد. میزان فسفر در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد به‌ترتیب برابر با ۰/۰۱، ۰/۰۰۸، ۰/۰۳ و ۰/۰۰۸ ppm است.



شکل (۸): نمودار میزان فسفر تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (8): Graph of the amount of phosphorus under the influence of time and depth

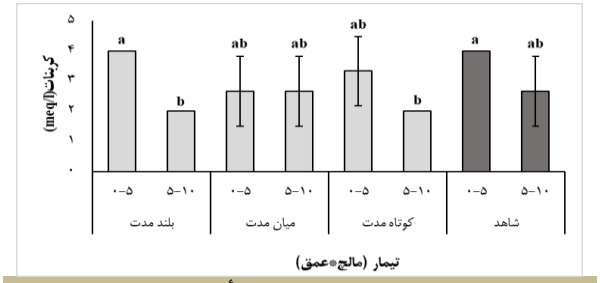
کلر: با بررسی اندازه‌گیری‌های انجام‌شده، همان طور که در جدول (۱) نیز مشخص شده، میزان کلر تحت اثر اصلی زمان، اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۹) دارای اختلاف معنی‌داری است. میزان کلر در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد به‌ترتیب برابر با ٤/٨، ٥، ٤/٣، ٧/٤ meq/l است.



شکل (۹): نمودار میزان کلر تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (9): Graph of the amount of chlorine under the influence of time and depth

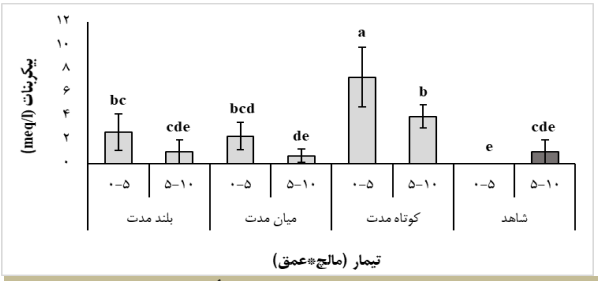
کربنات: با بررسی میزان کربنات خاک و با توجه به جدول (۱) مشاهده می‌شود که اختلاف معنی‌داری تحت اثر اصلی زمان مالچ‌پاشی و تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۱۰) وجود ندارد اما میزان کربنات تحت اثر اصلی عمق دارای اختلاف معنی‌داری است. میزان کربنات در منطقهٔ بلندمدت ۳، میان‌مدت ۲/٦، کوتاه‌مدت ۲/٦ و شاهد ۳/۳ meq/l است.



شکل (۱۰): نمودار میزان کربنات تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (10): Graph of carbonate amount under the influence of time and depth

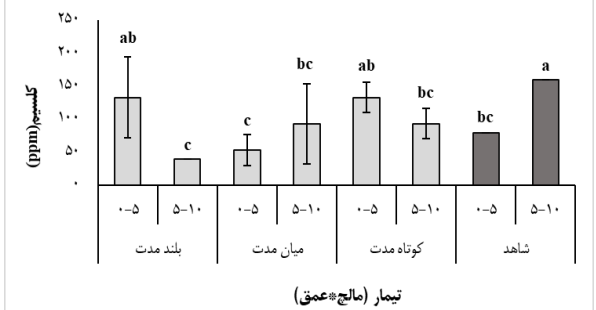
بی‌کربنات: بررسی میزان بی‌کربنات خاک با توجه به جدول (۱) بیان می‌کند که میزان آن تحت اثر اصلی زمان، اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۱۱) دارای اختلاف معنی‌داری است و میزان آن در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد به‌ترتیب برابر ۱/۸۳، ۱/۵، ۵/۶ و ۰/۵ meq/l است.



شکل (۱۱): نمودار میزان بی‌کربنات تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (11): Graph of bicarbonate amount under the influence of time and depth

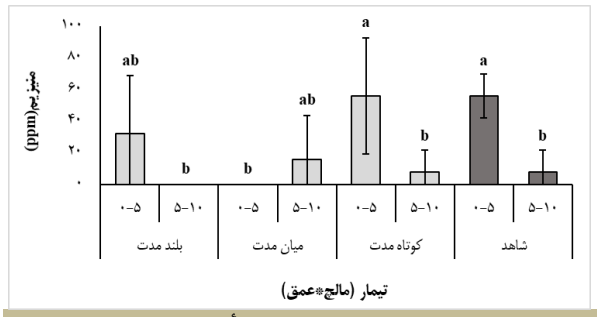
کلسیم: نتایج حاصل از بررسی میزان کلسیم خاک در جدول (۱) بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی زمان مالچ‌پاشی و اثر اصلی عمق و وجود اختلاف معنی‌دار تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۱۲) است. میزان کلسیم در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد برابر ۸۶/۶۶، ۷۳/۳۳، ۱۱۳/۳۳ و ۱۲۰ppm است.



شکل (۱۲): نمودار میزان کلسیم تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Fiure (12): Graph of calcium levels under the influence of time and depth

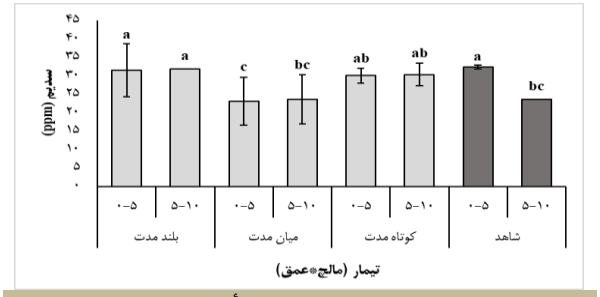
منیزیم: نتایج مربوط به بررسی میزان منیزیم خاک که در جدول (۱) آمده، حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در میزان آن، تحت اثر اصلی زمان مالچ‌پاشی و تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۱۳) و وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی عمق است. میزان منیزیم در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد برابر ۱۶، ۸، ۳۲ و ۳۲ ppm است.



شکل (۱۳): نمودار میزان منیزیم تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (13): Graph of magnesium content under the influence of time and depth

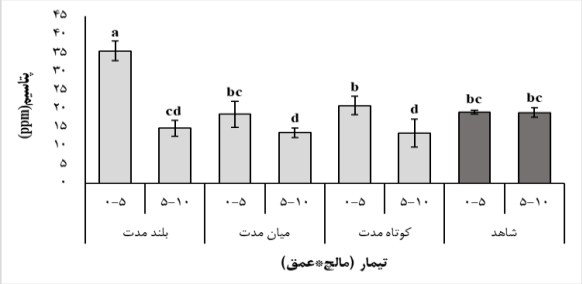
سدیم: با توجه به جدول (۱) نتایج مطالعهٔ میزان سدیم خاک حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در میزان آن، تحت اثر اصلی زمان مالچ‌پاشی و عدم وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۱۴) است. میزان سدیم خاک در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد برابر با ۳۱/۷۰، ۲۳/۳۸، ۳۰/۲۱ و ۲۸/۰۳ ppm است.



شکل (۱۴): نمودار میزان سدیم تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (14): Graph of sodium levels under the influence of time and depth

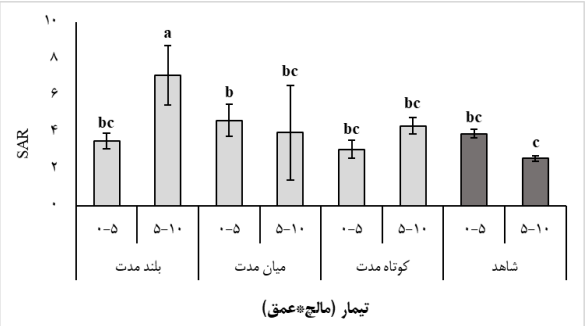
پتاسیم: همان طور که در جدول (۱) نشان داده شده است، نتایج حاصل از بررسی میزان پتاسیم خاک نشان از وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی زمان، اثر اصلی عمق و تأثیر متقابل زمان و عمق (شکل ۱۵) دارد. میزان پتاسیم خاک در مناطق بلندمدت،میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد برابر با ۲۵/۲۶، ۱۶/۱۳، ۱۷/۲۳ و ۱۹/۱۵ ppm است.



شکل (۱۵): نمودار میزان پتاسیم تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (15): Graph of potassium levels under the influence of time and depth

نسبت جذب سدیم (SAR): محاسبهٔ نسبت جذب سدیم در تیمارهای مورد بررسی با توجه به جدول (۱) و حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی زمان و تأثیر متقابل عمق و زمان (شکل ۱۶) و عدم اختلاف معنی‌دار تحت اثر اصلی عمق است. میزان SAR خاک در مناطق بلندمدت، میان‌مدت، کوتاه‌مدت و شاهد برابر با ۵/۳۳، ۴/۳۱، ۳/۷۲ و ۳/۲۵ است.



شکل (۱۶): نمودار میزان نسبت جذب سدیم تحت‌تأثیر متقابل زمان و عمق

Figure (16): Graph of sodium uptake ratio under the influence of depth and time

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد انجام عملیات مالچ‌پاشی موجب تغییر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. وزن مخصوص حقیقی خاک در منطقهٔ کوتاه‌مدت به‌طور معنی‌داری کمتر از مناطق دیگر بود، اما در مناطق دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. دلیل این امر وجود آثار زیاد مالچ‌نفتی در منطقهٔ کوتاه‌مدت در سطح خاک است که باعث می‌شود وزن مخصوص حقیقی خاک را کمتر نشان دهد اما در مناطق دیگر مالچ به مقدار زیادی تجزیه شده و تأثیر چشمگیری بر وزن مخصوص حقیقی خاک ندارد.

درجه‌حرارت در هر سه منطقهٔ مالچ‌پاشی‌شده و هر دو عمق افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته که دلیل آن را می‌توان اضافه شدن مالچ‌نفتی به خاک و در نتیجه تیره شدن رنگ خاک و جذب حرارت بیان کرد که با تحقیقات رهبر و درویش (۲۰۱۹)، عباسی و درویش (۲۰۱۹)، رضایی (۲۰۰۹) و کوثر[۱] (۱۹۶۸) مطابقت دارد. ضمن اینکه نباید از اثر فعالیت زیستی جامعهٔ میکروبی خاک در تجزیهٔ ترکیبات نفتی افزوده شده که خود بنیانی آلی داشته و به‌عنوان منبع کربن مورد استفاده قرار می‌گیرند، در افزایش درجه‌حرارت خاک غافل شد (موسوی و همکاران، ۲۰۱۸). رطوبت در مناطق بلندمدت و میان‌مدت در سطح خاک افزایش داشته است ولی در منطقهٔ کوتاه‌مدت رطوبت نسبت به منطقهٔ شاهد در عمق ۵ تا ۱۰ کمتر بوده است، این تغییرات نشان می‌دهد مواد نفتی در سال‌های ابتدایی مانع نفوذ رطوبت در عمق پایین‌تر شده که دلیل این امر دوخصلتی بودن مواد نفتی (دارای دوسر آبدوست و آبگریز) است که موجب بسته شدن خلل و فرج خاک، کاهش تهویه و نفوذ آب در خاک می‌شود (هابرت[۲] و همکاران، ۲۰۱۵؛ آبزده[۳] ۲۰۱۳) اما با گذشت زمان، مالچ‌نفتی موجب افزایش معنی‌دار رطوبت در سطح شده است و می‌توان این‌گونه بیان کرد که مواد نفتی در طول زمان توسط میکروارگانیسم‌های خاک مورد پالایش زیستی قرار می‌گیرند و با استقرار پوشش گیاهی، رطوبت نیز بهبود می‌یابد که منطبق بر تحقیقات شائوپینگ[۴] و همکاران (۲۰۲۱) است. افزودن مالچ‌نفتی به خاک باعث افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک می‌شود اما با توجه به نتایج مشخص شد که این افزایش چندان زیاد نبوده و محدودیتی برای خاک ایجاد نمی‌کند. این نتیجه با نتایج اسدی الاسوند و حیدری (۲۰۱۶) که بیان کردند مواد نفتی باعث افزایش شوری می‌شود همخوانی دارد. بافت در تمام مناطق Loamy Sand بوده است که این خود مهر تأیید دیگری بر این واقعیت است که بافت از ویژگی‌های ذاتی خاک بوده و متأثر از سنگ مادر است و مواد نفتی تأثیری بر

۱Kowsar
۲Hubbert
۳Abozede
۴Shaoping

آن نداشته است (مهرانی و همکاران، ۲۰۱٤). با بررسی میزان pH خاک در مناطق مورد مطالعه متوجه می‌شویم که افزودن مالچ به خاک تغییر معنی‌داری بر میزان واکنش خاک در کوتاه‌مدت نسبت به شاهد ایجاد نخواهد کرد اما در مناطق میان‌مدت و بلندمدت با افزایش پوشش گیاهی چون منطقه به‌سمت جنگلی شدن و مرطوب‌تر شدن پیش می‌رود میزان pH خاک کاهش می‌یابد و کمی به‌سمت اسیدی شدن پیش می‌رود. از دیگر دلایل احتمالی برای این مهم، اثر تقویت پوشش گیاهی بر افزایش محتوای کربن آلی خاک است. افزایش کربن آلی خاک به‌طور مستقیم و غیرمستقیم فعالیت زیستی خاک را تحت‌تأثیر قرار داده و متابولیت‌های میکروبی تولیدی به‌همراه ترکیبات آلی با وزن مولکولی کم که اکثر آن‌ها دارای بنیان کربوکسیلیک هستند، باعث کاهش موضعی pH خاک می‌شوند. وضعیت مشابه این حالت را در منطقهٔ ریشهٔ گیاه (ریزوسفر) شاهد هستیم (نورقلی‌پور و همکاران، ۲۰۲۲؛ رئیسی و همکاران، ۲۰۲۱). ذکر این نکته نیز ضروری است که خاک مورد مطالعه به‌دلیل دارا بودن محتوای بالای کربنات کلسیم از ظرفیت بافری بالایی برخوردار بوده که این خود باعث افزایش مقاومت خاک در برابر تغییرات pH می‌شود. بررسی میزان آهک موجود در مناطق مختلف حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در این خصوصیت بود؛ زیرا آهک تحت‌تأثیر مواد مادری منطقه و هوازدگی است و مالچ‌نفتی تأثیر بسزایی در افزایش یا کاهش آن ندارد. این نتایج با نتایج مطالعات حمد (۲۰۱۵) مطابقت دارد. همچنین عدم اختلاف معنی‌دار در میزان کربنات و کلسیم که مواد سازندهٔ آهک هستند این نتیجه را تأیید می‌کند. فسفر خاک در منطقهٔ کوتاه‌مدت افزایش یافته است که این افزایش نسبت به مناطق دیگر و منطقهٔ شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بوده و با گذشت زمان میزان آن نزدیک به منطقهٔ شاهد شده است. همچنین میزان فسفر در عمق دوم نسبت به عمق اول کمتر بوده است که دلیل آن را می‌توان به پوشش گیاهی ارتباط داد؛ به این صورت که در لایه‌های سطحی که تجمع مواد آلی بیشتر است و بخش عمدهٔ فسفر نیز به شکل آلی می‌باشد، کاملاً طبیعی بوده در لایهٔ سطحی خاک انباشت فسفر بیشتر باشد. ضمن اینکه تحرک فسفر در خاک چون از طریق مکانیسم پخشیدگی اتفاق می‌افتد که مکانیسمی کند بوده و در مقایسه به جریان توده‌ای سرعت حرکت بسیار ناچیزی دارد، بنابراین انتقال فسفر از لایهٔ سطحی به لایه‌های عمقی به‌کندی انجام می‌شود. میزان کلر در مناطق مالچ‌پاشی‌شده نسبت به منطقهٔ شاهد، به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است که پوشش گیاهی مستقرشده در مناطق مالچ‌پاشی‌شده می‌تواند دلیلی بر کاهش این عنصر باشد. همان گونه که در تحقیق ولی و همکاران (۲۰۱۸) نیز با نهال‌کاری‌های صورت‌گرفته میزان کلر در خاک کاهش یافته است. مالچ‌پاشی با مواد نفتی سبب تغییر معنی‌دار در میزان کربنات خاک نشده است اما میزان بی‌کربنات در لایهٔ سطحی مناطق مالچ‌پاشی شده و همچنین لایهٔ عمقی منطقهٔ کوتاه‌مدت نسبت به منطقهٔ شاهد بیشتر است که با تحقیقات اسدی الاسوند و حیدری (۲۰۱٦) و زارع (۲۰۱۵) که بیان داشته‌اند مواد نفتی موجب افزایش بی‌کربنات خاک می‌شود، همخوانی دارد. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در میزان کلسیم در عمق اول بین مناطق مالچ‌پاشی‌شده و شاهد بیانگر این است که مالچ‌نفتی تأثیر بسزایی در افزایش یا کاهش کلسیم خاک ندارد و وجود اختلاف معنی‌دار در عمق دوم بین مناطق مالچ‌پاشی‌شده و شاهد و کاهش آن در مناطق مالچ‌پاشی‌شده به‌دلیل توسعهٔ ریشهٔ گیاهان در این منطقه و استفادهٔ آن‌ها از کلسیم خاک و کاهش آن در عمق دوم در مناطق مالچ‌پاشی شده است مطالعات حاج‌عباسی و همکاران (۲۰۰۷)، بهرامی (۲۰۰۵) و اخضری و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان داد که تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی موجب کاهش معنی‌دار در میزان کلسیم خاک شد. مقدار منیزیم خاک فقط در عمق اول منطقهٔ میان‌مدت نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری کاهش یافته بود اما در مناطق دیگر مالچ‌پاشی‌شده و شاهد و بر اساس جدول (۱) نیز اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد و به‌طور کلی مانند کلسیم میزان آن در عمق دوم کمتر از عمق اول است. نتایج بررسی میزان سدیم خاک حاکی از آن است که مقدار آن در منطقهٔ میان‌مدت نسبت به شاهد مقداری کاهش داشته اما مناطق دیگر اگرچه نسبت به شاهد کاهش داشته (که این کاهش به‌دلیلپوشش گیاهی مستقرشده در آن

مناطق است)، اختلاف معنی‌داری با شاهد مشاهده نمی‌شود و می‌توان گفت که مالچ‌نفتی تأثیر معنی‌داری بر میزان سدیم خاک نداشته است؛ این نتیجه با نتایج زارع (۲۰۱۵) همخوانی دارد. پتاسیم در لایهٔ سطحی منطقهٔ بلندمدت بیشتر از سایر مناطق بوده و دلیل این امر افزایش تاج‌پوشش گیاهی است که موجب افزایش لاشبرگ سطحی می‌شود و گیاهان با تاج پوشش بزرگ‌تر سهم بیشتری در افزایش مواد مغذی مانند پتاسیم در سطح را دارند (لی[۱] و همکاران، ۲۰۰۸). بررسی نسبت جذب سدیم نشان داد که میزان آن در عمق اول مناطق مالچ‌پاشی‌شده دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد نیست و از آنجا که میزان سدیم در اکثر مناطق نیز اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان نداد، این نتیجه کاملاً منطقی است.

با توجه به تحلیل‌های آماری صورت‌گرفته در این تحقیق می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که منطقهٔ کوتاه‌مدت بیشتر از سایر مناطق تحت‌تأثیر مالچ‌نفتی بوده و دارای محدودیت‌هایی است که کیفیت و حاصلخیزی خاک را نیز متأثر می‌سازد.

نتایج تحقیقات صورت‌گرفته و تحقیق حاضر اثبات می‌کند مواد نفتی به‌مرور زمان در معرض پالایش زیستی قرار می‌گیرد؛ چنان‌که در منطقه‌ای که امکان هیچ‌گونه عملیات احیایی نباشد ولی در حضور مالچ‌نفتی بتوان استقرار پوشش گیاهی را به همراه داشت، در درازمدت، حاصلخیزی خاک و بهبود برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی صورت می‌پذیرد. اما در کوتاه‌مدت، مالچ‌نفتی باعث افت کیفیت برخی از خصوصیات خاک می‌شود. در نتیجه در استفاده از مالچ‌نفتی باید به این نکته توجه شود که بر اساس شرایط منطقه استفاده از مالچ باعث بهبود استقرار پوشش گیاهی شود که به‌دنبال آن خصوصیات خاک نیز بهبود یابد و اگر شرایط منطقه به‌گونه‌ای است که با استفاده از این مالچ نمی‌توان باعث پوشش گیاهی شد (مثل عدم توانایی در اجرای قرق تا چند سال اول و عدم توانایی در جلوگیری از ورود انسان و ادوات به این مناطق) بهتر است از مالچ‌نفتی استفاده نگردد زیرا نه‌تنها باعث افت کیفیت برخی خصوصیات شیمیایی خاک و کاهش نفوذپذیری و رطوبت در کوتاه‌مدت می‌شود بلکه اگر افزایش پوشش گیاهی را به دنبال نداشته باشد، ضمن صرف هزینه‌های زیاد، باعث افت کیفیت خاک نیز می‌شود اما در صورتی که افزایش پوشش گیاهی را به دنبال داشته باشد، سبب بهبود کیفیت خاک در بلندمدت می‌شود.

قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح پژوهشی "ارزیابی اثرات محیط زیستی پاشش مالچ نفتی در تثبیت ماسه‌های روان در محدوده‌های پایلوت استان‌های خوزستان و سیستان و بلوچستان" به شماره طرح ۹۹/۶/٤٥۳۷٥٦ می‌باشد، بدینوسیله از سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور بابت حمایت مالی و همچنین آزمایشگاه خاکشناسی دکتر حبیبی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، بابت همکاری در انجام آزمایش‌های این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

۱Li

منابع

1. Abbasi, H., Darvish, M., 2019. Mulching in Khuzestan, yes or no? Iran Nature, 4(5), 7-12.
2. Abosede, E.E., 2013. Effect of crude oil pollution on some soil physical properties. Journal of Agriculture and Veterinary Science, 6(3),14–17.
3. Adeli, M., 2012. The effect of oil mulch on soil properties, vegetation and erosion in Sarakhs plain region, M.Sc. thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource, 82pp.
4. Adriano, D.C., and Doner, H.E., 1982. Bromine, chlorine, and fluorine. p. 449-483. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
5. Akhzari, D. and Ahmadi, S., 2019. The effect of conversion of rangelands to agricultural lands on some chemical and physical properties of soil (Case study: Gonbad village, Hamadan city). Journal of Environmental Science and Technology, 21(8), 135-146.
6. asadi alasvand, P., Heidari, A., 2016. Impact of Waste Materials Resulting from the Refining of Crude Oil on Some Soil Physico-Chemical Properties. Water and Soil, 30(3), 867-879.
7. Azoogh, L., Khalilimoghadam, B., Jafari, S. and Ghoorbani dashtaki, Sh., 2016. Investigating the Long-Term Effects of Petroleum Mulch Application and Biological Control on Mineralogical Properties of Ahwaz Flowing Sands. First International Dust Conference, Ahwaz.
8. Bahrami, A., 2005. The effect of land use change on some physicochemical properties of soils. M.Sc. Thesis, University of Guilan. 82 p.
9. Bossert, I. and Bartha, R., 1985. Plant growth in soils with a history of oily sludge disposal. Soil Science, 140(1), 75-77.
10. Chien, Y. C. (2012). Field study of in situ remediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil on site using microwave energy. Journal of Hazardous Materials, 199, 457-461.
11. Decaens, T., Jiménez, J.J., Gioia, C., Measey, G.J. and Lavelle, P., 2006. The value of soil animals for conservation biology. European Journal of Soil Biology, 42, 23-38.
12. Devatha, C.P., Vishnu Vishal, A., and Purna Chandra Rao, J., 2019. Investigation of physical and chemical characteristics on soil due to crude oil contamination and its remediation. Applied Water Science, 9(4), 1-10.
13. Dindal, D.L., 1990. Soil Biology Guide. John Wiley & Sons, New York.
14. Gao, Y., Yuan, L., Du, J., Wang, H., Yang, X., Duan, L., ... and Naidu, R., 2022. Bacterial community profile of the crude oil-contaminated saline soil in the Yellow River Delta Natural Reserve, China. Chemosphere, 289, 133207.
15. Gholami Tabasi, J., Jafary, M., Azarnivand, H., and Sarparast, M., 2014. Studying the effect of petroleum mulch on the vegetation and soil attributes of sandy deserts (Samad Abad of Sarakhs). Desert Management, 2(4), 43-50.
16. Hajabbasi, M.A., Besalatpour, A.A., and Melali, A.R., 2007. The effect of rangelands conversion on agricultural lands on some physical and chemical properties of soils of south and southwest isfahan. Agricultural Science and Technology and Natural Resources, 11(42), 525-534.
17. Hamd, A., 2015, The effect of oil mulch on soil biological properties in Khuzestan province, M.Sc. Thesis, Isfahan University of Technology.
18. Hubbert, K.R., Busse, M., Overby, S., Shestak, C., and Gerrard, R., 2015. Pile burning effects on soil water repellency, infiltration, and downslope water chemistry in the Lake Tahoe Basin, USA. Fire Ecology, 11(2), 100–118.
19. Jafari, F., Kartoolinejad, D., Amiri, M., Shayanmehr, M., Akbarian, M., 2017. Long term effect of oil mulch on richness and biodiversity of soil macro-fauna and vegetation in Jask, Iran. Journal of Arid Biome, 7(1), 27-38.
20. Kardavani, P., Alaei, A., Moshiri, S.R. and Rahimi, N., 2014. Investigating the application of petroleum mulch in stabilization of sand and sand dunes in the development of vegetation in Aran and Bidgol region. Journal of Plant and Ecology, 9(37),101-112.
21. Karami khaniki, A., 2009. Regulations, Standards and technical criteria's of using oil mulch. Tehran's Poone publication, Iran, (in Farsi).
22. Knudsen, D., Peterson, G.A., and Pratt, P.F., 1983. Lithium, sodium, and potassium. Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties, 9, 225-246.
23. Kowsar, A., Boersma, L., & Jarman, G. D. (1969). Effects of petroleum mulch on soil water content and soil temperature. Soil Science Society of America Journal, 33(5), 783-786.
24. Li, X.R., He, M.Z. and Jia, R.L., 2008. The response of desert plant species diversity to the changes in soil water content in the middle-lower reaches of the Heihe River (in Chinese). Advances in Earth Science, 23, 685–696.
25. Maleki Bilandi,S., Karimi,A., and Hashemi, H., 2011. Wind erosion and its control in Gonabad. In the Second National Conference on Wind Erosion and Dust Storms.

26. McLean, E.O., 1983. Soil pH and lime requirement. Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and microbiological properties, 9, 199-224.
27. Mehrani, A., Riazi, B., Akbar Javadi, S. and Shahidi Hamedani, Kh., 2014. Land Use Assessment on Gomishan Plain (With Emphasis On Soil Characteristics). Journal of Environmental Science and Technology, 16(1), 295-307.
28. Mousavi, S.M., Motesharezadeh, B., Hosseini, H.M., Alikhani, H. and Zolfaghari, A.A., 2018. Root-induced changes of Zn and Pb dynamics in the rhizosphere of sunflower with different plant growth promoting treatments in a heavily contaminated soil. Ecotoxicology and environmental safety, 147, 206-216.
29. Nourgholipour, F., Hosseini, H. M., Tehrani, M. M., Motesharezadeh, B., Moshiri, F., & Mousavi, S. M. (2022). Phosphorus Fractionation Affected by Root Induced Changes of Two Canola Cultivars. Eurasian Soil Science, 1-11.
30. Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p. 403-430 In A.L. Page et al. (Ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agronomy Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
31. Pasák, V., et al., 1984. Protection of Soil against Erosion. 1st Ed. SZN Prague. 1984. pp. 164 .
32. Rahbar, E., Darvish, M., 2019. Petroleum mulches: A review. Rangeland and Desert Research, 12(1), 63-72.
33. Raiesi T., Moradi B. and Mousavi SM., 2021. Alterations of P fractions and some biochemical features in rhizosphere soil induced by the root activities of citrus rootstocks with different P acquisition efficiency. Eurasian Soil Sci, 20,1-9.
34. Rastegari Mehr, M., Deshaee, A., Shakeri, A., 2019. Investigating contamination and sources of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediment of Qarasoo River, Kermanshah. Advanced Applied Geology, 9(2), 156-167.
35. Rezaie, A., 2009. Comparison between Polylatice polymer and petroleum mulch on seed germination and plant establishment in sand dune fixation. , 16(1), 124-136.
36. Rhoades, J.D., 1983. Soluble salts. Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties, 9, 167-179.
37. Roshanghiyas, S. and Bagheri Puor, M., 2019. Effect of Crude Oil Contamination on the Geotechnical Properties of Kaolinite Clay soil in the Road. Journal of Transportation Infrastructure Engineering, 5(2), 101-112.
38. Shahabinejad, N., Mahmoodabadi, M., Jalalian, A.and Chavoshi, E., 2020. The Influence of Soil Properties on the Wind Erosion Rate at Different Regions of Kerman Province. Water and Soil Science, 24 (3) ,209-222.
39. Shaoping, K., Zhiwei, D., Bingchen, W., Huihui, W., Jialiang, L., & Hongbo, S. 2021. Changes of sensitive microbial community in oil polluted soil in the coastal area in Shandong, China for ecorestoration. Ecotoxicology and Environmental Safety, 207, 111551.
40. Shojaei, S., Hakimzadeh., M.A., Sodaiezadeh, H., Jafari, M. and Afzali, S.F., 2019, Optimization of Parameters Affecting Organic Mulch Test to Control Erosion. Journal of Environmental Management, 249, 1-11.
41. Vali, A., Barabadi, H., and Amirahmadi, A., 2018. Investigating effect of urban wastewater treatment On the Soil Properties of desert areas (Case Study: Sabzevar Sewage Treatment Plant). Arid Regions Geographic Studies, 8 (32), 36-47
42. Warncke, D., and Brown, J.R., 1998. Potassium and other basic cations. Recommended chemical soil test procedures for the North Central Region, 1001, 31.
43. Weinan, C. and Fryrear, D.W., 1996. Grain-size distributions of wind-eroded material above a flat bare soil. Physical Geography, 17(6), 554-584.
44. Wenzel, W., 2009. Rhizosphere processes and management in plant-assisted bioremediation (phytoremediation) of soils. Plant and Soil, 321(1), 385- 408.
45. Zare, S., 2015. Investigation of the efficiency of resin, mineral, polymer and biopolymer mulches for stabilization of sand dunes and feasibility study of their replacement with oil mulch, PhD thesis, University of Tehran, 527pp.
46. Zarin doost, M.R., Badkooi, A., and Shariatmadari, N., 2006. The effect of microbial activity on increasing the removal efficiency of lead and petroleum products from contaminated soils by electrokinetic process. Modares Engineering Technical Journal, 23, 53-65.

Investigating the Effects of Petroleum Mulching on Soil's Physico-Chemical Properties

Masoomeh Salehi Mourkani[1], Ghasem Ghoohestani[2], Maryam Bagherpour[3], Salman Zare*[4], Maryam Mombani[5], Bijan Khalilimoghadam[6]

Received: 25/04/2022 Accepted: 09/06/2022

Extended Abstract

Introduction: Considered the habitat of a large number of living organisms, the soil is regarded as one of the most significant resources for fulfilling the essential needs of human beings, whose destruction brings about lots of damage to various aspects of the organisms' life.

As a natural phenomenon occurring in soils with sparse vegetation where the wind blows at high speed, wind erosion is a highly influential contributing factor to soil degradation, covering one-third of the world's lands. On the other hand, wind erosion-induced detachment of the surface soil and the movement of quicksand causes enormous damage to various aspects of human life. Meanwhile, arid and desert areas are more subject to the damage incurred by wind erosion and the influx of quicksand.

Various methods have already been used to contain wind erosion and prevent its damage, including biological, mechanical, and soil fixation methods. However, in some areas where biological operations are difficult to perform, mulching is initially used to temporarily stabilize the region. In this regard, petroleum mulching has been the most commonly used method in Iran since 50 years ago. Nonetheless, some experts believe that petroleum mulching increases soil temperature, raises heavy metals and hydrocarbons, intensifies groundwater and environmental pollution, decreases permeability, and inflicts harm on plants and animals. On the contrary, some other scholars argue that not only does petroleum mulching pollute the soil but also increases vegetation, animal population, and consequently the soil's microbial population by raising the soil's temperature and increasing its moisture. However, adding petroleum mulch to soil raises concerns about polluting the soil with petroleum materials and altering the soil's physicochemical properties.

Materials and Methods: This study used the soil samples collected in three replications from the 0-5 cm and 5-10 cm depths of both the control area and Hamidiyeh city's sand dunes, Khuzestan province, that had been mulched for short-term (less than 5 years), medium-term (5-20 years), and long-term (more than 20 years) to investigate the physicochemical properties of the soil. The samples were then transferred to a laboratory where the soil's physical properties, including the texture, true specific gravity, temperature, and humidity, and its chemical properties, including EC, pH, chlorine, carbonate, bicarbonate, calcium, magnesium, lime, phosphorus, sodium, potassium, and the sodium adsorption ratio were examined and analyzed using the SAS software.

Results and Discussion: The results revealed that while petroleum mulching caused significant changes in the soil's temperature, moisture, chlorine, bicarbonate, potassium, EC, and pH, it exerted no influence on the soil's texture, calcium, lime, and sodium absorption ratio. It was also found that due to its black color, petroleum

1 M.Sc. student, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Areas, University of Tehran, Iran
2 PhD Student, Department of Dry and Mountainous Rehabilitation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran
3 M.Sc. student, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Areas, University of Tehran, Iran
4 Assistant Professor, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Areas, University of Tehran,Iran, Corresponding author, zaresalman@ut.ac.ir
5 PhD in Desertification, Office of Desert Affairs, Natural Resources and Watershed Management Organization, Tehran, Iran
6 Associate Professor, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan
DOI: 10.22052/deej.2022.11.35.60

mulch absorbs sunlight and increases the soil's surface temperature, decreasing the soil's permeability and moisture with its greasy hydrophobic nature. Moreover, the study found that compared to the control area, petroleum mulching increased the amounts of the soil's EC, bicarbonate, phosphorus, and potassium, and reduced its magnesium, chlorine, true specific gravity, and sodium in some areas.

Taking the above-mentioned results into consideration, it could generally be argued that in addition to influencing the soil's physicochemical properties, petroleum mulching makes significant changes in the moisture, temperature, true specific gravity, pH, EC, bicarbonate, chlorine, potassium, and phosphorus of the soil. Furthermore, the investigation of the effects of petroleum mulching in the region suggested that most of the restrictive changes made in the region occurred during the short term, with the changes turned towards the improvement of the soil's quality and fertility and the increase in the soil's temperature by the establishment, improvement, and growth of vegetation over time.

Therefore, if mulching does not helps improve vegetation due to the special conditions of the region (for instance, non-exclosure of the region and preserving it throughout the first mulching years), petroleum mulching is not recommended as it increases the temperature, decrease the moisture, and restricts some properties of the soil in the short-term. However, should there be any chances for the improvement of vegetation, petroleum mulching will increase the soil's quality.

Keywords: Petroleum mulch, Soil quality, Physicochemical properties of soil, pH, EC.