اثر گونه وتیورگراس (*Chrysopogon zizanioides*) در برخی از خصوصیات خاک (مطالعه موردی: ایستگاه کچیک، مراوه‌تپه، استان گلستان)

معصومه احمدی بنی[۱]، حمید نیک نهاد قرماخر*[۲]، مشهدقلی مارامایی [۳] و مژگان السادات عظیمی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۰۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۶/۳۰

چکیده

وتیورگراس (*Chrysopogon zizanioides*) گونه گیاهی غیربومی چندمنظوره‌ای است که از سال۱۳۸۷ به‌صورت آزمایشی در چند کرت تحقیقاتی در ایستگاه کچیک در مراوه‌تپه استان گلستان کشت گردیده است. از آنجاکه گونه‌های گیاهی غیربومی می‌توانند بر محیط کشت تأثیر داشته باشند، قبل از کشت وسیع، مطالعه آثار آن‌ها بر خصوصیات خاک ضروری است. بدین منظور از دو تیمار تحت کشت وتیورگراس و شاهد، پنج نمونه خاک از عمق‌های صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتری (مجموعاً ۲۰ نمونه خاک) برداشت شد. برخی خصوصیات فیزیکی خاک شامل بافت، جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، رطوبت اشباع، پایداری خاکدانه‌ها، و ویژگی‌های شیمیایی آن شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربنیک، ازت کل، آهک، فسفر قابل‌جذب، سدیم تبادلی، پتاسیم تبادلی، کلسیم تبادلی و منیزیم تبادلی تعیین گردید. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با آنالیز واریانس فاکتوریل انجام شد. پس از گذشت شش سال، وتیورگراس بر پایداری خاکدانه‌ها و مقدار آهک خاک اثر منفی معنی‌داری داشته است، اما باعث افزایش معنی‌دار مقدار کربن آلی، فسفر قابل‌جذب، سدیم و پتاسیم تبادلی خاک شده است. با توجه به کاهش معنی‌دار پایداری خاکدانه‌ها ($p<0/05$)، علیرغم افزایش معنی‌دار ($p>0/05$) عناصر حاصلخیزکننده خاک (کربن، فسفر و پتاسیم) درنتیجه کاشت وتیورگراس، در خصوص کاشت این گیاه در مراتع منطقه موردمطالعه می‌بایست با احتیاط برخورد نمود. مطالعه اثرات این گیاه بر پوشش گیاهی منطقه موردمطالعه نیز توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: وتیورگراس، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، ایستگاه کچیک.

[۱]- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

[۲]- استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

*: نویسنده مسئول: hamidniknahad@yahoo.com

[۳] - کارشناس ارشد آبخیزداری، جهاد کشاورزی گرگان، استان گلستان.

[۴] - استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

مقدمه

خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تأثیر آب‌وهوا و نوع پوششی که در آن به‌وجود می‌آید، تغییر می‌کند (۴۶). خاک و گیاه جزئی از اکوسیستم بوده، در ارتباط متقابل با یکدیگر می‌باشند به‌طوری‌که گونه‌های گیاهی بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیر گذاشته و گیاه نیز از خاک تأثیر می‌پذیرد (۴۱). تأثیر گونه‌های گیاهی بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تحت کشت، توسط محققان مختلفی ازجمله: اردکانی (۱۳۸۱)، رسولی و جعفری (۱۳۸۷)، بلسکی و کنهام[1] (۱۹۹۴) و اسکودارو و همکاران[2] (۲۰۰۰) مورد تأکید قرار گرفته است. مطالعه خاک سه ناحیه زیر، لبه و خارج سایه‌انداز گیاه مرتعی لاریاتریدنتاتا (*Larrea tridentata*) توسط پرکینز و همکاران[3] (۲۰۰۶) نشانگر آن است که میزان پتاسیم قابل‌استفاده از زیر به خارج سایه‌انداز کاهش داشته و در زیر سایه‌انداز به‌طور معنی‌داری بیشتر است. مطالعه بیرد و همکاران[4] (۲۰۰۲) نیز، نشانگر افزایش پایداری خاکدانه‌ها و مقدار کربن، نیتروژن آلی و نسبت C/N در خاک سایه‌انداز گونه گیاهی *Prosopis glandulosa* است. وزل و همکاران[5] (۲۰۰۰) با مطالعه خاک زیر سایه‌انداز و خارج سایه‌انداز ۵۷ گونه مرتعی مشاهده نمودند که فسفر قابل‌استفاده خاک زیر سایه‌انداز به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از خارج آن است و چون ماده آلی یکی از عوامل مهم در ذخیره عناصر غذایی به‌خصوص در خاک‌های فقیر است، دلیل این امر را افزایش ماده آلی در زیر سایه‌انداز گیاه دانستند. ویرجینیا و جارل[6] (۱۹۸۳) نشان داده‌اند که نیتروژن کل، نیترات، کربنیک، بی‌کربنات سدیم، فسفر و پتاسیم به‌طور معنی‌داری در زیر تاج‌پوشش *Prosopis juliflora* بیشتر می‌باشد، درصورتی‌که مقدار یون‌های سدیم و کلر در فواصل بین تاج پوشش‌ها، افزون‌تر اندازه‌گیری شده است. ارزیابی اثر *P. juliflora* در بهبود حاصلخیزی خاک‌های تخریب یافته در هندوستان (بوجواید و همکاران، ۱۹۹۱) نشانگر آن است که این گیاه از طریق کاهش pH، قابلیت هدایت الکتریکی و مقدار سدیم قابل‌تبادل و نیز با افزایش ظرفیت نفوذپذیری خاک، کربنیک خاک، نیتروژن کل، فسفر، و مقدار پتاسیم، منیزیم و کلسیم قابل‌تبادل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی را بهبود بخشیده است. کارگر و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تغییرپذیری خصوصیات خاک زیر بوته‌های درمنه کوهی در مراتع واوسر کیاسر مشاهده نمودند که مقدار هدایت الکتریکی در لایه سطحی خاک نسبت به لایه عمقی و همچنین در زیر تاج‌پوشش نسبت به بیرون آن بیش‌تر است و علت این امر را برگشت زیست‌توده گیاهی و تجزیه آن و تجمع املاح در سطح خاک و نیز، استفاده ریشه‌های گیاهان از املاح لایه عمقی دانستند. مهدوی اردکانی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی مناطق تحت کشت اشنان (*Seidlitzia rosmarinus*)، سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) و گز (*Tamarix aphylla*) در منطقه چاه افضل اردکان یزد نشان دادند که کاشت اشنان سبب کاهش معنی‌دار مقدار ماده آلی و نسبت کربن به نیتروژن در عمق اول (صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) و همچنین سبب کاهش ماده‌آلی در عمق‌دوم (۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر) شده است. تاغ‌کاری سبب کاهش هدایت الکتریکی و افزایش عناصر حاصلخیزی خاک مانند پتاسیم و نیز کاهش درصد ذرات رس و سیلت و افزایش درصد شن گردیده و کاشت گز سبب افزایش معنی‌دار مقادیر کربن، نسبت کربن به نیتروژن، پتاسیم، ماده آلی و اسیدیته خاک در عمق اول شده است. مطالعه لی و همکاران[7] (۲۰۰۷) نشانگر آن است که میزان ذرات شن در زیر سایه‌انداز گز نسبت به خارج سایه‌انداز، افزایش یافته ولی در زیر سایه‌انداز تاغ کاهش داشته است. آن‌ها دلیل این امر را تفاوت در شکل ظاهری دو گونه‌گیاهی

1. Blesky & Canham
2. Escudero
3. Perkins
4. Bird
5. Wezel
6. Virginia & Jarrel
7. Li

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

مورد مطالعه و در نهایت تفاوت در تجمع ذرات معلق در باد می‌دانند.

بررسی تنوع و میزان عناصر معدنی تثبیت‌شده در سمنان توسط گونه *Salsola rigida* و تأثیر آن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک توسط قربانیان و جعفری (۱۳۸۶) نشانگر افزایش میزان ماده آلی، ازت، پتاسیم و بی‌کربنات در زیر سایه‌انداز گیاه نسبت به خاک بین‌بوته‌ای می‌باشد.

استان گلستان با سطحی بالغ بر ۲۲ هزار کیلومترمربع دارای سازندهای لسی گسترده‌ای می‌باشد (۲). خاک‌های لسی جزء حاصلخیزترین خاک‌های جهان محسوب می‌شوند اما کاملاً حساس به فرسایش می‌باشند (۱۸). بخش وسیعی از مراتع استان گلستان (در این سازندهای لسی) دارای شرایط حساس و شکننده اکولوژیکی می‌باشند. احیا پوشش گیاهی یکی از اقداماتی است که جهت جلوگیری از این پدیده می‌تواند موردتوجه قرار گیرد (۲۵). با توجه به روابط موجود بین خاک و گیاهان، جهت احیاء و اصلاح مراتع، نیاز به کشت گونه‌های سازگار با شرایط محیطی حاکم بر این مناطق می‌باشد (۴۱). سطح وسیعی از مراتع تخریب یافته استان گلستان به کشت گونه گیاهی غیربومی آتریپلکس اختصاص داده شده است اما به دلیل وجود اقلیم متنوع در استان گلستان نمی‌توان گیاه خاصی را برای کشت در کل سطح مراتع استان توصیه نمود. اصلاح و احیای مراتع تخریب یافته استان گلستان نیازمند کشت انواع گونه‌های سازگاری دارد که بتوانند علاوه بر تولید علوفه از تخریب کمی و کیفی خاک نیز جلوگیری نمایند (۲۵).

وتیورگراس (*Chrysopogon zizanioides*) از خانواده *Poaceae* و گیاهی گرمسیری است که به‌طور طبیعی در بسیاری از مناطق جهان می‌روید و دارای دامنه رویش وسیعی است و جهت اصلاح و احیا اراضی تخریب یافته استفاده می‌شود. این گیاه ارتفاعی معادل ۵۰ الی ۱۵۰ سانتی‌متر و ریشه‌ای به عمق ۳ الی ۴ متر دارد. وتیورگراس در خاک‌های فقیر دارای خاصیت فرسایش‌پذیری بالا، بسیار مؤثر است. سیستم ریشه عمیق آن باعث می‌شود که خشک‌سالی شدید را تحمل نماید. از وتیورگراس جهت حفاظت خاک و آب، کنترل فرسایش کنار رودخانه‌ای، کنترل فرسایش ساحلی، کنترل فرسایش آبی و بادی، کاهش هرزآب، پایداری حاشیه جاده‌ها، جمع‌آوری رسوبات دانه‌ریز و درشت، تثبیت شیب‌ها و دامنه‌ها و ممانعت از زمین‌لغزش، تعلیف دام، تهیه مالچ جهت کنترل علف‌های هرز، تثبیت تپه‌های شنی، افزایش حاصلخیزی خاک‌های شنی، صنایع دستی، کاهگل پشت‌بام، تولید خشت گلی، نخ، ریسمان، طناب، و مصارف پزشکی و آرایشی استفاده می‌شود (۳۵). وتیورگراس با داشتن رشد سریع و سازش با محیط های مختلف اهمیت خاصی در احیا اراضی تخریب یافته پیدا نموده است. بررسی نتایج حاصل از کاشت وتیورگراس در خاک‌های شور و سدیمی و تپه‌های شنی در ویتنام، نشانگر کاهش pH (به میزان دو واحد تا عمق یک متری)، املاح محلول خاک و سدیم خاک (بیش از ۵۰ درصد) در اراضی شور و سدیمی و نیز کاهش چشمگیر فرسایش بادی و آبی در تپه‌های شنی مورد مطالعه می باشد (۳۵).

در سال ۱۳۸۷، نظر به اهمیت بالای کنترل بیومهندسی فرسایش و تامین علوفه دام‌ها، گونه‌ای از گیاه وتیور تحت عنوان *Chrysopogon zizanioides* از کشور استرالیا به‌صورت گلدان وارد ایران شد و در خردادماه همان سال به‌طور آزمایشی و تحقیقاتی در ایستگاه کچیک واقع در شرق استان گلستان کشت گردید (۳۵). باتوجه به اهمیت مراتع قشلاقی مراوه‌تپه برای مرتع‌داران و دامداران این منطقه و با عنایت به موفقیت استقرار اولیه آن (متوسط رشد ساقه ۸۴ و ریشه ۳۲ سانتی‌متر، تحمل حداکثر و حداقل دمای ۴۰/۸+ و ۵/۶- درجه سانتی‌گراد و نیز حداکثر و حداقل رطوبت نسبی ۱۰۰ و ۲۰ درصد) در ایستگاه کچیک به همراه راحتی کنترل گسترش این گیاه که فاقد بذر می‌باشد، به‌عنوان یک ابزار بیومهندسی جدید و به‌منظور کنترل فرسایش و رسوب در اراضی لسی شرق استان گلستان که بسیار حساس به فرسایش بوده و فرسایش متوسطی معادل ۱۲ تن درهکتار در سال را دارا می‌باشند، پیشنهاد شده است (۳۱). با توجه به موفقیت‌آمیز بودن کشت این گیاه در مناطق مختلف حوزه آبخیز کچیک (۳۵) در شهرستان مراوه‌تپه استان گلستان و نتایج حاصل از مطالعه کیفیت علوفه این گیاه در مراحل

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

مختلف رشد (۱) کاربرد آن در طرح‌های احیا مراتع محتمل می‌باشد.

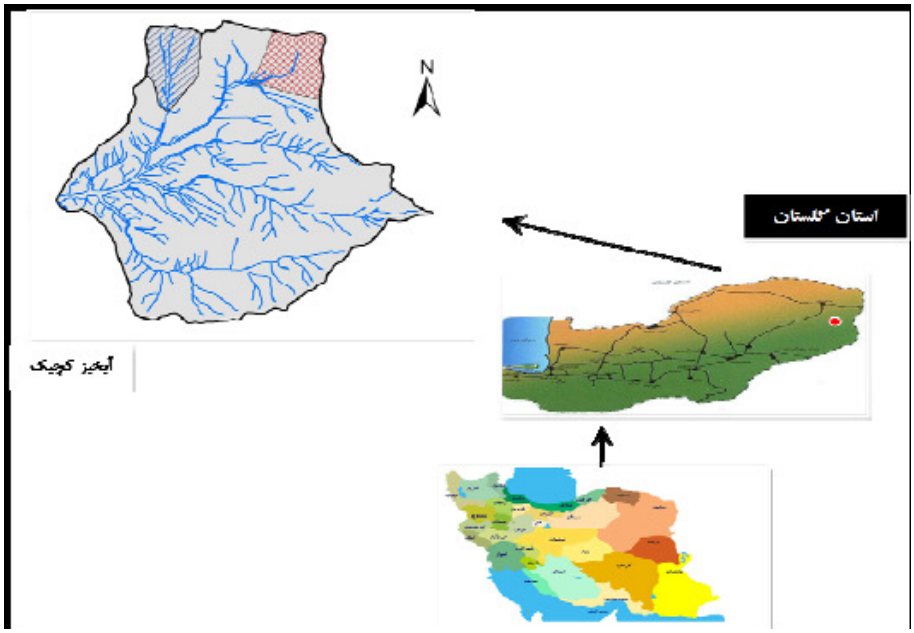
ازآنجاکه گونه‌های غیربومی با شرایط محیط‌کشت سازگاری کامل ندارند و ممکن است که بر محیط‌کشت تأثیر زیان‌باری داشته باشند، از این‌رو، قبل از کشت گونه‌های غیربومی در عرصه وسیع، می‌باید در سطوح تحقیقاتی تأثیر آن‌ها را بر خاک و گیاهان بومی ارزیابی نمود و درصورتی‌که فاقد اثرات منفی باشند، می‌توان به کشت آن‌ها اقدام نمود (۴). لذا تحقیق حاضر جهت آزمون فرضیه"گونه گیاهی وتیورگراس بر خصوصیات خاک سایه‌انداز خود اثری ندارد، و به منظور شناخت اثرات این گونه گیاهی غیربومی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

ایستگاه زوجی و معرف کچیک در حوزه آبخیز کچیک منطقه مراوه تپه به مساحت کل ۳۶۰۰ هکتار، در طول جغرافیایی ″۵۲ ′۵۷ °۵۲ الی ″۱۰ ′۵۵ °۵۲ و عرض جغرافیایی ″۱۵ ′۴۲ °۳۷ الی ″۲۵ ′۴۶ °۳۷ واقع می‌باشد (شکل۱). میانگین بارندگی سالیانه آن ۴۸۲ میلیمتر، متوسط درجه حرارت سالانه آن ۱۶/۷ °C و متوسط رطوبت نسبی سالانه آن ۶۳/۸ درصد می‌باشد. بر اساس روش آمبرژه دارای اقلیم نیمه خشک سرد می‌باشد (۳۵).

پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

پوشش غالب بخش‌های جنگلی این حوزه عمدتاً شامل درختان ممرز (*Carpinus betulus*) و سیاه تلو (*Paliurus spina*) به‌همراه آلوکوهی (*Prunus sp.*)، زالزالک‌وحشی (*Bursaria spinosa*) و انار (*Punica granatum*) می‌باشد. پوشش گیاهی غالب مرتعی منطقه مورد مطالعه شامل علف‌باغ (*Dactylis glomerata*)، به‌همراه شبدرشیرین (*Melilotus sp*)، بابونه (*Anthemis nobilis*)، ختمی (*Althaea officinalis*)، و *Thalictrum sp.* می‌باشد. اراضی زراعی نیز به مدت بیش‌از ۴۰ سال، عمدتاً تحت کشت گندم (*Triticum aestivum*) واقع شده‌اند (۳۵).



شکل ۱: شکل و موقعیت ایستگاه معرف و زوجی کچیک در داخل حوره آبخیز کچیک.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

نمونه برداری خاک

نمونه‌های خاک در خرداد ماه ۱۳۹۳، از دو تیمار شاهد و تحت کشت وتیورگراس (از زیر پایه‌های وتیورگراس در کرت‌های ۱×۸ مترمربعی دارای ۱۴ پایه وتیورگراس ۶ ساله که در یک ردیف به‌فاصله ۵۰ سانتی‌متر از کناره کرت و با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر در سه تکرار نشا شده بودند) در مجاورت یکدیگر در بخش نمونه ایستگاه کچیک که به مدت ۲۰ سال قرق می باشد، برداشت شدند. این دو تیمار از لحاظ شرایط محیطی و فیزیوگرافی به طور کامل به‌یکدیگر همانندی داشتند و فقط از لحاظ عدم وجود نهال‌های کشت شده دارای اختلاف بودند. در هر تیمار، نمونه‌های خاک از عمق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتری برداشت شد. از هر عمق ۵ نمونه، از هر تیمار ۱۰ نمونه و مجموعاً ۲۰ نمونه خاک برداشت شد و به آزمایشگاه خاک‌ها و بذور مرتعی دانشکده مرتع و آبخیزداری دانشگاه گرگان انتقال داده شد.

مطالعات آزمایشگاهی

آماده کردن نمونه‌ها

پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه جهت انجام مطالعات آزمایشگاهی، نمونه‌ها در معرض هوای‌آزاد خشک گردیدند. بخشی از نمونه‌ها به‌همراه تعدادی کلوخه جهت تعیین پایداری خاکدانه‌ها ازطریق میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD[1]) و نیز جهت اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک، از بقیه نمونه‌ها جدا گردید. سپس، تمامی نمونه‌های خاک بعد از کوبیدن، توسط الک ۲ میلی‌متری الک شدند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌های خاک

جهت تعیین بافت خاک، پس از تجزیه مواد آلی با آب اکسیژنه و حذف خاصیت چسبندگی رس‌ها با استفاده از نمک کالگن، از روش هیدرومتری (۱۲) استفاده گردید. درصد رطوبت اشباع نمونه‌های خاک نیز به‌صورت وزنی به‌دست آمد (۱۷). جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب) بااستفاده از کلوخه و به روش پارافین (۸) و درصد تخلخل کل نمونه‌ها بااستفاده از جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک، محاسبه گردید. پایداری خاکدانه‌ها با روش الک مرطوب (۳ و ۲۳) تعیین شد. بدین منظور، از هریک از نمونه‌های خاک دست‌نخورده تیمارهای مورد مطالعه که از الک ۴ میلیمتری عبور داده شده بودند، ۵۰ گرم توزین و بر روی سری الک‌های ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ میلیمتری قرار داده شد و سپس دستگاه با سرعت ۴۰ دور در دقیقه برای مدت ۱۰ دقیقه تنظیم شد. درنهایت پس از جداسازی ذرات ماسه، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بر حسب میلی‌متر و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

رابطه (۱)

$$MWD=\sum_{i=1}^{n}\bar{x}w_i$$

اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های خاک

اسیدیته خاک در عصاره اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد (۳۰). هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) نمونه‌های خاک نیز با دستگاه هدایت سنج الکتریکی در عصاره اشباع اندازه‌گیری شد (۳۸). درصد ماده آلی به روش والکلی- بلک اندازه‌گیری شد (۳۳). درصد آهک خاک به‌روش اسیدی‌متری به‌دست آمد (۴۰). فسفر قابل‌جذب (پی پی ام) با استفاده از روش اولسن و همکاران (۱۹۵۴)، اندازه‌گیری شد. مقدار سدیم و پتاسیم تبادلی میلی‌گرم در کیلوگرم با استفاده از فلیم‌فوتومتر و مقادیرکلسیم و منیزیم تبادلی (میلی اکی والان در لیتر) از طریق تیتراسیون تعیین شد (۳۹). درصد ازت خاک با استفاده از روش کجلدال اندازه‌گیری شد (۲۱).

تحلیل‌های آماری

پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها با روش آندرسون دارلینگ، همگنی واریانس‌ها با روش لون، و عدم وجود داده‌های پرت و انتهایی از طریق نمودارهای مستطیلی، تجزیه و تحلیل داده‌ها با آنالیز واریانس فاکتوریال در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام گردید.

1. Mean Weight Diameter (MWD)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

نتایج

اثر وتیورگراس در خصوصیات فیزیکی خاک

بافت خاک: گونه وتیورگراس در بافت خاک اثر معنی‌دار نداشت ($p >$۰/۰۵) (جدول‌های ۱ و ۲). بین درصد اجزای تشکیل دهنده بافت خاک در تیمارها و عمق‌های مطالعه شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p >$۰/۰۵) و بافت خاک در تیمار زیر کشت وتیورگراس و تیمار فاقد آن مشابه، سیلتی رسی لومی، بود.

جرم مخصوص ظاهری و درصد تخلخل خاک: جرم مخصوص ظاهری خاک سطحی (صفر تا ۱۵ سانتی‌متر) تیمار شاهد کمتر و درصد تخلخل آن بیشتر از تیمار تحت کشت وتیورگراس بود (جدول ۱). اگرچه نتایج حاصل از آنالیز واریانس فاکتوریال (جدول ۲) نشانگر تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها نمی‌باشد ($p>$۰/۰۵). جرم مخصوص ظاهری خاک زیرین (۱۵ تا ۳۰ سانتی متری) تیمار تحت کشت وتیور گراس نیز کمتر و درصد تخلخل آن بیشتر از تیمار شاهد می‌باشد (جدول ۱)، اما با توجه به نتایج حاصل از آنالیز واریانس فاکتوریال (جدول ۲) تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد ($p>$۰/۰۵).

درصد رطوبت اشباع: بین درصد رطوبت اشباع خاک در تیمارها و عمق‌های موردمطالعه تفاوت معنی‌داری($p>$۰/۰۵) وجود ندارد (جداول ۱ و ۲).

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD): میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) در هر دو عمق (صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی متری) خاک تیمار تحت کشت وتیورگراس کمتر از تیمار شاهد بود. نتایج نشانگر اثر اصلی معنی‌دار کشت وتیورگراس بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) می‌باشد ($p<$۰/۰۵). عمق خاک نیز دارای اثر اصلی معنی‌دار بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) نمی‌باشد ($p>$۰/۰۵). نتایج (جدول ۲) به‌دست آمده نشانگر اثر متقابل معنی‌دار بین سایت و عمق خاک بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) نمی‌باشد ($p<$۰/۰۵)

اثر وتیورگراس در خصوصیات شیمیایی خاک:

هدایت الکتریکی (EC): میانگین هدایت الکتریکی خاک سطحی از ۲/۷۴ دسی زیمنس بر متر در تیمار شاهد به ۳/۱۱ دسی زیمنس بر متر در تیمار تحت کشت وتیورگراس افزایش یافته است (جدول ۳). میانگین هدایت الکتریکی خاک زیرین نیز از ۲/۳۷ دسی زیمنس بر متر در تیمار شاهد به ۲/۴۲ دسی زیمنس بر متر در تیمار تحت کشت وتیورگراس رسیده است. نتایج آنالیز واریانس فاکتوریل (جدول ۴) نشانگر آن است که بین هدایت الکتریکی خاک در تیمار تحت کشت وتیورگراس و تیمار شاهد و نیز بین عمق‌های مختلف خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($p>$۰/۰۵). همچنین، نتایج (جدول ۴) نشانگر اثرمتقابل معنی‌دار کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین هدایت الکتریکی خاک نمی‌باشد ($p>$۰/۰۵).

اسیدیته (pH): میانگین اسیدیته خاک در تیمارها و عمق‌های مورد مطالعه برابر با ۸/۲ است و تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نمی‌شود (جدول ۴).

کربن آلی (OC): درصد کربن آلی در خاک سطحی (صفر تا ۱۵ سانتیمتر) و نیز خاک عمقی (۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر) تیمار تحت کشت وتیورگراس افزایش یافته است (جدول ۳)، بطوریکه میانگین آن از ۱/۲۱ درصد در خاک سطحی تیمار شاهد به ۱/۳۳ درصد در خاک سطحی تیمار تحت کشت وتیورگراس رسیده است. کشت وتیور گراس اثراصلی معنی‌داری بر میانگین درصد کربن آلی خاک نهاده است ($p<$۰/۰۱) (جدول ۴). همچنین، اثر متقابل کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین درصد کربن آلی معنی‌دار ($p<$۰/۰۵) بود (جدول ۴).

ازت کل: خاک سطحی (صفر تا ۱۵ سانتیمتر) تیمار شاهد با میانگین ۰/۰۳۷ درصد دارای کمترین و خاک عمقی تیمار شاهد با ۰/۰۵۲ درصد دارای بیشترین درصد ازت کل خاک می‌باشند. بین درصد ازت کل خاک در تیمار تحت کشت وتیورگراس و تیمار شاهد و نیز بین اعماق خاک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>$۰/۰۵).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

همچنین، اثرمتقابل کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین درصد ازت کل خاک معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

فسفر قابل جذب: میانگین فسفر قابل جذب خاک در نتیجه کشت وتیورگراس افزایش یافته است و میانگین آن از ۱/۳۲ (پی پی ام) در خاک سطحی تیمار شاهد به ۱/۶۴ (پی پی ام) در تیمار تحت کشت وتیورگراس و نیز از ۰/۷۶ (پی پی ام) در خاک عمقی تیمار شاهد به ۱/۵۸ (پی پی ام) در تیمار تحت کشت وتیورگراس رسیده است (جدول ۳). کشت وتیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میانگین فسفر قابل‌جذب خاک نهاده است (p<۰/۰۵) اما عمق خاک اثر معنی‌داری بر میانگین فسفر قابل جذب خاک نداشت (p>۰/۰۵) (جدول ۴). همچنین، نتایج (جدول ۴) نشانگر اثرمتقابل معنی‌دار کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین فسفر قابل جذب خاک نمی‌باشد (p>۰/۰۵).

کربنات کلسیم: درصد کربنات‌کلسیم خاک در نتیجه کشت وتیورگراس کاهش یافته است و میانگین آن از ۲۷/۳ درصد در خاک سطحی تیمار شاهد به ۱۹/۳ درصد در تیمار تحت کشت وتیورگراس و نیز از ۲۲/۸ درصد در خاک عمقی تیمار شاهد به۱۴/۸درصد در تیمار تحت کشت وتیورگراس رسیده است. وتیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میانگین درصد کربنات‌کلسیم خاک نهاده است (p<۰/۰۱). عمق خاک نیز اثر معنی‌داری بر میانگین درصد کربنات کلسیم دارد (P<۰/۰۵). نتایج به‌دست آمده (جدول ۴) نشانگر اثر متقابل معنی‌دار کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین درصد کربنات‌کلسیم خاک نمی‌باشد (p>۰/۰۵).

سدیم تبادلی: میانگین سدیم تبادلی خاک در نتیجه کشت وتیورگراس افزایش یافته است و میانگین آن از۱۴۷/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک سطحی تیمار شاهد به ۱۸۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار تحت کشت وتیورگراس و نیز از ۱۴۵/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک عمقی تیمار شاهد به ۱۸۶/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار تحت کشت وتیورگراس رسیده است. نتایج آنالیز واریانس فاکتوریال (جدول ۴) بیانگر آن است که کشت وتیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میانگین سدیم تبادلی خاک نهاده است (p<۰/۰۵) اما عمق خاک اثر معنی‌داری بر میانگین سدیم تبادلی خاک ندارد (p>۰/۰۵). همچنین، نتایج (جدول ۴) نشانگر اثرمتقابل معنی‌دار کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین سدیم تبادلی خاک نمی‌باشد (p>۰/۰۵).

پتاسیم تبادلی: میانگین پتاسیم تبادلی خاک در نتیجه کشت وتیورگراس افزایش یافته است و میانگین آن از ۱۱/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک سطحی تیمار شاهد به ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار تحت کشت وتیورگراس و نیز از ۷/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک عمقی تیمار شاهد به ۱۲/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار تحت کشت وتیورگراس رسیده است. نتایج آنالیز واریانس فاکتوریال (جدول ۴) بیانگرآن است که کشت وتیورگراس اثراصلی معنی‌داری بر میانگین پتاسیم تبادلی خاک نهاده است (p<۰/۰۱). عمق خاک نیز اثر معنی‌داری بر میانگین پتاسیم تبادلی خاک دارد (p>۰/۰۱). نتایج (جدول ۴) نشانگر اثرمتقابل معنی‌دار کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین پتاسیم‌تبادلی خاک نمی‌باشد (p>۰/۰۵).

کلسیم‌تبادلی: میانگین کلسیم‌تبادلی خاک در نتیجه کشت وتیورگراس کاهش یافته است و میانگین آن از ۱۹/۰۴ میلی‌اکی‌والان در لیتر در خاک سطحی تیمار شاهد به ۱۷/۲۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر در تیمار تحت کشت وتیورگراس و نیز از ۱۷/۸۴ میلی‌اکی‌والان در لیتر در خاک عمقی تیمار شاهد به ۱۵/۶۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر در تیمار تحت کشت وتیورگراس رسیده است. بین میانگین کلسیم‌تبادلی خاک در تیمار تحت کشت وتیورگراس و تیمار شاهد و نیز بین عمق‌های مختلف خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵). همچنین، نتایج (جدول ۴) نشانگر اثر متقابل کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین کلسیم‌تبادلی خاک معنی‌دار نمی‌باشد (p>۰/۰۵).

منیزیم تبادلی: میانگین منیزیم تبادلی خاک در خاک سطحی تیمارهای شاهد و تحت کشت وتیورگراس به‌ترتیب ۲۰/۴۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر و ۱۹/۹۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر و میانگین آن در خاک عمقی تیمار های شاهد و تحت کشت وتیورگراس به‌ترتیب ۲۲/۹۶ میلی‌اکی‌والان در لیتر و ۲۳/۲۸ میلی‌اکی‌والان در لیتر می‌باشد (جدول ۳). بین میانگین منیزیم تبادلی خاک در

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

تیمار تحت کشت وتیورگراس و تیمار شاهد و نیز بین عمق‌های مختلف خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵) (جدول ۴). همچنین، اثر متقابل کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین منیزیم تبادلی خاک معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵) (جدول ۴).

جدول ۱- میانگین خصوصیات فیزیکی خاک در تیمارها و عمق‌های مختلف خاک در ایستگاه معرف و زوجی کچیک

خصوصیات فیزیکی خاک	شاهد		تحت کشت	
	۰-۱۵ (سانتی‌متر)	۱۵-۳۰ (سانتی‌متر)	۰-۱۵ (سانتی‌متر)	۱۵-۳۰ (سانتی‌متر)
رس (درصد)	۲۸/۰± ۱/۴۱	۲۸/۰±۱/۶۷	۲۶±۳/۴۶	۲۸/۰±۰/۸۹
لای (درصد)	۵۴±۱/۴۰	۵۴±۲/۸۳	۵۵/۲۰±۳/۶۳	۵۴/۰±۲
ماسه (درصد)	۱۸/۰±۱/۴۱	۱۷/۰±۱/۶۷	۱۸/۰±۱/۷۹	۱۷/۰±۲/۱۹
بافت خاک	سیلتی رسی لومی	سیلتی رسی لومی	سیلتی رسی لومی	سیلتی رسی لومی
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	۱/۳۹±۰/۱۷	۱/۶۸±۰/۲۳	۱/۵۱±۰/۱۵۵	۱/۵۰±۰/۱
تخلخل (درصد)	۴۷/۶۶±۶/۴۱	۳۶/۶۶±۸/۵۶	۴۲/۹۱±۵/۸۶	۴۳/۳۶±۳/۸۶
رطوبت اشباع (درصد)	۳۹/۴۸±۰/۷۱	۴۰/۰۵±۱/۱۹	۳۶/۷۷±۶/۷۹	۴۱/۶۱±۲/۴۲
میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (میلی متر)	۰/۱۷±۰/۰۴	۰/۲۳±۰/۱۳	۰/۱۰±۰/۰۴	۰/۱۳±۰/۰۶

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس فاکتوریل وتیور گراس× عمق خاک بر روی خصوصیات فیزیکی خاک در ایستگاه معرف و زوجی کچیک

منابع تغییر	اثر اصلی تیمار (بین گروهی)			اثر اصلی عمق (درون گروهی)			اثر متقابل (تیمار - عمق)		
	درجه آزادی	F	P	درجه آزادی	F	P	درجه آزادی	F	P
رس (درصد)	۱	۱/۱۳۶	۰/۳۰۲	۱	۲/۲۲۷	۰/۱۵۵	۱	۱/۱۳۶	۰/۳۰۲
لای (درصد)	۱	۰/۲۶۵	۰/۶۱۴	۱	۰/۲۶۵	۰/۶۱۴	۱	۰/۲۶۵	۰/۶۱۴
ماسه (درصد)	۱	۰/۲۵	۰/۶۲۴	۱	۱/۰۰	۰/۳۳۲	۱	۰/۲۵	۰/۶۲۴
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب)	۱	۰/۱۱۷	۰/۷۳۷	۱	۳/۳۹۷	۰/۰۸۴	۱	۴	۰/۰۶۳
تخلخل (درصد)	۱	۰/۱۱۷	۰/۷۳۷	۱	۳/۳۹۷	۰/۰۸۴	۱	۴	۰/۰۶۳
رطوبت اشباع (درصد)	۱	۰/۱۲۵	۰/۷۲۸	۱	۲/۷۱۳	۰/۱۱۹	۱	۱/۶۹۳	۰/۲۱۲
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی متر)	۱	۶/۸۶۲	۰/۰۱۹*	۱	۱/۶۸۸	۰/۲۱۲	۱	۰/۱۰۳	۰/۷۵۲

جدول۳- میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیمارها و عمق های مختلف خاک در ایستگاه معرف و زوجی کچیک

خصوصیات شیمیایی خاک	شاهد		تحت کشت وتیور گراس	
	۰-۱۵ (سانتی‌متر)	۱۵-۳۰ (سانتی‌متر)	۰-۱۵ (سانتی‌متر)	۱۵-۳۰ (سانتی‌متر)
هدایت الکتریکی (ds/m)	۲/۷۴±۰/۶۸	۰/۶۱±۲/۳۷	۳/۱۱±۰/۷۹	۰/۳۶±۲/۴۲
اسیدیته (pH)	۰/۰۲±۸/۲	۸/۲±۰/۰۳	۰/۰۷±۸/۲	۰/۰۹±۸/۲
کربن آلی (درصد)	۰/۰۲±۱/۲۱	۰/۰۳±۱/۱۳	۰/۰۲±۱/۳۳	۰/۰۵ ۱/۵۴±
ازت کل (درصد)	۰/۰۳۷±۰/۰۱	۰/۰۱±۰/۰۵۲	۰/۰۳۸±۰/۰۱	۰/۰۱۹±۰/۰۴
فسفر قابل جذب (mg/kg)	۰/۳±۱/۳۲	۰/۷۶±۰/۴۷	۰/۴۶±۱/۶۴	۱/۵۸±۰/۶۶
کربنات کلسیم (درصد)	۳/۷۳±۲۷/۳۰	۴/۴۹±۲۲/۸۰	۱۹/۳۰±۲/۳۶	۳/۱۱±۱۴/۸۰
سدیم تبادلی (mg/kg)	۱۹/۳۶±۱۴۷/۶۰	۱۳/۱۴±۱۴۵/۶	۱۸۱/۶±۲۲/۸۲	۴۸/۰۷±۱۸۶/۴۰
پتاسیم تبادلی (mg/kg)	۱/۷۹±۱۱/۲۰	۷/۶۰±۰/۸۹	۲/۰±۱۶/۰	۰/۸۹±۱۲/۴۰
کلسیم تبادلی (meq/lit)	۱/۴۶±۱۹/۰۴	۵/۰۵±۱۷/۸۴	۱۷/۲۰±۲/۰۸	۲/۱±۱۵/۶۰
منیزیم تبادلی (meq/lit)	۲۰/۴۸±۲/۴۲	۶/۷۹±۲۲/۹۶	۱/۴۸±۱۹/۹۲	۲۳/۲۸±۳/۶۸

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

جدول ۴- نتایج آزمایش فاکتوریل وتیور گراس×عمق خاک بر روی خصوصیات شیمیایی خاک در ایستگاه معرف و زوجی کچیک

منابع تغییر	اثر اصلی تیمار (بین گروهی)			اثر اصلی عمق (درون گروهی)			اثر متقابل (تیمار - عمق)		
	درجه آزادی	F	P	درجه آزادی	F	P	درجه آزادی	F	P
هدایت الکتریکی (ds/m)	۱	۰/۵۴۸	۰/۴۷	۱	۳/۵۷۵	۰/۰۷۷	۱	۰/۳۴۲	۰/۵۶۷
اسیدیته	۱	۰/۲۶	۰/۶۱۸	۱	۰/۰۰۶	۰/۹۳۷	۱	۱/۷۹۳	۰/۲۰۱
کربن آلی (درصد)	۱	۱۵/۱۸۸	۰/۰۰۱**	۱	۱/۰۲۱	۰/۳۲۷	۱	۴/۶۹	۰/۰۴۶*
ازت کل (درصد)	۱	۰/۶۹۳	۰/۴۱۷	۱	۱/۷۶۵	۰/۲۰۳	۱	۱/۱۵	۰/۲۹۹
فسفرقابل جذب (mg/kg)	۱	۵/۷۴۶	۰/۰۳۱*	۱	۱/۶۷۳	۰/۲۱۷	۱	۱/۱۲	۰/۳۰۸
کربنات کلسیم (درصد)	۱	۲۵/۸۹۸	۰/۰۰**	۱	۸/۱۹۴	۰/۰۱۱*	۱	۰/۰۰	۱/۰
سدیم تبادلی (mg/kg)	۱	۸/۲۷۹	۰/۰۱۱*	۱	۰/۰۱۲	۰/۹۱۶	۱	۰/۰۶۸	۰/۷۹۷
پتاسیم تبادلی (mg/kg)	۱	۵۲/۳۶۴	۰/۰۰**	۱	۲۹/۴۵۵	۰/۰۰**	۱	۰/۰۰	۱/۰
کلسیم تبادلی (meq/lit)	۱	۲/۲۹۱	۰/۱۵	۱	۱/۰۷۹	۰/۳۱۴	۱	۰/۰۲۲	۰/۸۸۴
منیزیم تبادلی (meq/lit)	۱	۰/۰۱۲	۰/۹۱۳	۱	۱/۸۸۱	۰/۱۸۹	۱	۰/۱۶۲	۰/۶۹۳

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان داد که پس از گذشت شش سال، میانگین درصد ماده آلی، فسفر قابل جذب و پتاسیم تبادلی در سایه‌انداز وتیورگراس افزایش معنی‌داری یافته و شاخص پایداری خاکدانه‌ها کاهش معنی‌داری داشته است. این یافته‌ها با نتایج قربانیان و عسگری (۱۳۸۶)، ویرجینیا و جارل (۱۹۸۳)، وزول و همکاران (۲۰۰۰) و بیرد و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص اثرات گونه‌های گیاهی مختلف بر خصوصیات شیمیایی خاک همخوانی دارد اما با نتایج بیرد و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص شاخص پایداری خاکدانه ها، همخوانی ندارد.

ویژگی‌های پویا و ذاتی خاک مانند نوع و میزان ماده آلی، درصد رس، ماسه، لای و مقدار کربنات کلسیم، هر یک به گونه‌ای در پایداری خاک‌دانه‌ها نقش دارند. پیچیدگی روابط متقابل و گاهی اثرات متناقض این عوامل بر پایداری خاک‌دانه‌ها، نتیجه‌گیری در مورد چگونگی برآیند آن‌ها را مشکل می‌سازد (۶). کربنات کلسیم با ایجاد باندهای قوی بین ذرات خاک موجب افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها می‌گردد. ضمن آن‌که با افزایش میزان آن در خاک‌ها، بر نقش ماده آلی در پایداری خاک‌دانه‌ها اثر گذاشته و آن را کم‌رنگ می‌نماید (۱۱). در خاک‌هایی با مواد آلی کم‌تر از ۵ درصد، پایداری خاک‌دانه‌ها به طور عمده متأثر از مقدار آهک است (۴۳). رس زمانی پایداری را افزایش می‌دهد که میزان سدیم در خاک کم باشد و در حضور سدیم زیاد، تأثیر منفی بر پایداری دارد (۲۴) در خاک‌های ایران که عمدتاً بر روی مواد مادری آهکی تشکیل‌شده‌اند درصد کربنات کلسیم نقش مثبتی در جهت افزایش پایداری ساختمان خاک بازی می‌کند. افزایش پایداری خاک‌دانه در خاک‌های آهکی، حاصل تشکیل باندهای قوی کلسیمی بین ذرات خاک بوده که حضور درصد بالای رس در خاک علاوه بر این که بر میزان انبساط‌پذیری خاک موثر است اثر مثبتی در ایفای نقش آهک در پایداری خاک‌دانه دارد (۳۷). در خصوص کاهش شاخص پایداری خاک‌دانه‌ها در تیمار تحت کشت وتیورگراس، می‌توان چنین استدلال نمود که باتوجه به عدم تغییر معنی‌دار درصد اجزای تشکیل دهنده بافت خاک، پایین بودن درصد ماده‌آلی خاک (کم‌تر از ۵ درصد) باعث برجسته شدن نقش کربنات کلسیم در پایداری خاکدانه‌ها در منطقه مورد مطالعه شده است و کاهش معنی‌دار درصد کربنات کلسیم در هردو عمق تیمار تحت کشت وتیور گراس در قیاس با تیمار شاهد منجر به کاهش معنی دار شاخص پایداری خاکدانه‌ها شده است.

نتایج نشانگر آن است که میانگین هدایت الکتریکی خاک در تیمار تحت کشت وتیورگراس، کمی افزایش یافته است. افزایش معنی‌دار غلظت یون‌های سدیم در هردو عمق و نیز افزایش معنی‌دار غلظت یون‌های پتاسیم در عمق دوم تیمار تحت کشت وتیور گراس می‌تواند علت این امر باشد.

خاک مورد مطالعه قلیایی متوسط می‌باشد (۱۳). برخی از گیاهان مانند آفتابگردان (*Helianthus annuus*)، تاغ(*Haloxylon sp.*)، اشنان (*Seidlitzia sp.*) و شپشو (*Anabasis sp.*) در اثر معدنی شدن مواد آلی اندام‌های

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

خود مقداری کربنات و بی‌کربنات قلیایی به‌وجود می‌آورند و باعث افزایش قلیاییت خاک می‌شوند (۲۸). نتایج این تحقیق بیانگر آن است که لاشبرگ وتیورگراس دارای چنین خاصیتی نمی‌باشد.

خاک تیمار شاهد و تیمار تحت کشت وتیور گراس از نظر مقدار ماده آلی، جزء خاک‌های کمی هوموسی هستند (۵). افزایش میزان ماده آلی خاک زمانی رخ می‌دهد که نسبت کربن ورودی (تولید خالص اولیه) به هدر رفت کربن (تنفس میکربی و تجزیه ماده آلی) افزایش یابد. میزان کربن آلی در خاک تیمار تحت کشت وتیورگراس افزایش‌یافته است و این افزایش در عمق دوم بیشتر از عمق اول می باشد و علت آن را می‌توان ساختار خاص ریشه وتیور گراس دانست که با افزایش عمق، گستردگی بیشتری می‌یابد.

وتیورگراس تفاوت معنی‌داری در میزان ازت کل خاک ایجاد ننموده است و خاک هر دو تیمار، از لحاظ مقدار درصد ازت کل، فقیر می‌باشند (۵).

درصد کربنات کلسیم در هر دو عمق مورد مطالعه تیمار تحت کشت وتیورگراس در قیاس با تیمار شاهد کاهش معنی‌داری یافته است. احتمالا" دی‌اکسید کربن ناشی از تنفس میکروبی ریشه‌های افشان و حجیم وتیورگراس سبب آهک‌زدایی از خاک گردیده است. واکنش عمومی که در حرکت کربنات‌ها عمل می‌کند، به شرح زیر است:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

آهک‌زدایی هنگامی رخ می‌دهد که CO_2 و H_2O موجود بوده و واکنش با ایجاد بیکربنات محلول به سمت راست گرایش پیدا کند. آهکی‌شدن هنگامی اتفاق می‌افتد که دی‌اکسیدکربن با آب از سیستم خارج شده و واکنش به‌سمت چپ هدایت شود (۲۵).

کاشت وتیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میزان فسفر قابل‌جذب خاک نهاده است. از آنجا که درخاک‌های آهکی، انحلال‌پذیری فسفات‌های کلسیم با افزایش فعالیت یون کلسیم به وسیله آهک و یا جذب بر سطوح آن کاهش می‌یابد (۲۹) احتمالاً کاهش معنی‌دار کربنات کلسیم (آهک) در تیمار تحت کشت وتیورگراس، منجر به افزایش میانگین فسفر قابل جذب خاک گردیده است. افزایش میزان کربن آلی و فسفر در تیمار تحت کشت وتیورگراس می‌تواند تا حدی ناشی از تجزیه مواد آلی ریشه وتیورگراس باشد. از آنجا که پوشش مواد آلی برسطح خاک‌دانه‌ها امکان جذب فسفات توسط خاکدانه‌ها را تقلیل می‌دهد (۳۰)، افزایش ماده آلی خاک درتیمار تحت کشت وتیورگراس نیز می‌تواند از دلایل افزایش فسفر قابل جذب خاک باشد.

میزان املاح سدیم در تیمار تحت کشت وتیورگراس افزایش یافته است که با نتایج حاصل از کاشت وتیورگراس ویتنام، همخوانی دارد (۳۵). با توجه به اینکه از یک طرف خاک منطقه مورد مطالعه، کمی شور می‌باشد و از طرف دیگر گیاه وتیورگراس نسبت به شوری گیاه بردباری می‌باشد لذا می‌توان چنین استنتاج نمود که این گیاه هرساله مقداری کلرید سدیم را از خاک برداشت می‌نماید که در صورت عدم درو یا چرای به موقع، با ریختن برگ‌ها و یا شست وشوی گیاه توسط باران، نمک جذب شده توسط گیاه به خاک سطحی برمی‌گردد.

افزایش ماده آلی خاک می‌تواند پتاسیم تبادلی خاک را افزایش دهد. هوموس، سطوح ذرات اکسیدهای آهن و آلومینیوم را پوشانده و از ظرفیت تثبیت پتاسیم خاک می‌کاهد. لذا با افزایش ماده آلی خاک، پتاسیم در فاز تبادلی باقیمانده و از احتمال تثبیت آن کاسته می شود. از طرف دیگر، ترکیبات گاز کربنیک تولید شده از تجزیه مواد آلی، با آب موجود در خاک تولید اسید کربنیک می‌نماید. این اسید درخاک‌های دارای کانی‌های پتاسیم‌دار (از قبیل میکاهای موجود در ذرات سیلت خاک‌های لسی)، احتمالاً باعث دگرگونی ساختمان کانی‌ها شده و به این ترتیب میزان یون‌های پتاسیم تبادلی افزایش می‌یابد. یون هومات سبب جذب سطحی پتاسیم می‌شود و به‌راحتی آن را دراختیار گیاه قرار می‌دهد (۱۵ و۱۶). میشرا و همکاران

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

(۲۰۰۳) دلایل افزایش قابل ملاحظه پتاسیم قابل‌استفاده در زیر سایه‌انداز درختان اوکالیپتوس را به آزاد شدن پتاسیم از کانی‌های پتاسیم‌دار یا آزاد شدن آن از تجزیه لاشبرگ ارتباط داده‌اند. گریگوری (۲۰۰۶) آثار ناشی از ریشه گیاهان بر خصوصیات شیمیایی خاک را به دلایلی ازجمله عدم موازنه کاتیون‌ها و آنیون‌ها در نتیجه جذب یون‌ها توسط ریشه گیاه، آزادسازی آنیون‌های آلی، تنفس ریشه و تولید میکربی اسیدهای تولید شده توسط میکروارگانیسم‌ها نسبت می‌دهد.

کاهش درصد کربنات کلسیم خاک و به تبع آن کاهش پایداری خاک‌دانه‌ها در منطقه مورد مطالعه همگام با افزایش میانگین هدایت الکتریکی خاک در تیمار تحت کشت وتیورگراس، با توجه به نقش سدیم در پخشیدگی خاک و کاهش پایداری آن، معنی‌دار نمی‌باشد اما با توجه به اینکه خاک تیمارهای مورد مطالعه در طبقه خاک‌های کمی شور قرار می‌گیرند (۴۸) می‌تواند در طولانی مدت مشکل ساز باشد. ماده آلی از مهم‌ترین اجزاء تشکیل‌دهنده خاک بوده و بسیاری از کارکردهای خاک به عنوان یک سیستم زنده به این جزء بستگی دارد (۴۴). با افزایش درصد ماده آلی خاک، انتظار می‌رود که این کارکردها بهبود یابند. افزایش میانگین سدیم خاک در طولانی مدت، می‌تواند دارای تبعات منفی باشد.

با عنایت به نتایج به‌دست آمده، فرضیه "گونه گیاهی وتیورگراس بر خصوصیات خاک سایه‌انداز خود اثری ندارد" رد می‌گردد و با توجه به کاهش پایداری خاک‌دانه‌ها، علیرغم افزایش معنی‌دار عناصر حاصلخیز کننده خاک (کربن، فسفر و پتاسیم) در نتیجه کاشت وتیورگراس، در خصوص کاشت این گیاه در مراتع منطقه مورد مطالعه می‌بایست با احتیاط برخورد نمود و پیش از کشت انبوه این گیاه، بررسی دقیق اثرات ناشی از کاهش کربنات کلسیم خاک و کاهش پایداری خاکدانه‌ها و مطالعه تغییرات تنش برشی خاک در دامنه‌های تپه‌های لسی منطقه مورد مطالعه ضروری می‌باشد. مطالعه اثرات این گیاه بر پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه نیز توصیه می‌گردد.

References

1. Ahmadi Beni, M., H. Niknahad Gharmakher., M, Azimi. & M, Maramaei, 2014. Investigation of Forage Quality of Vetiveria zizanioides in Semi-Steppe Region of Maravehtappeh, Golestan Province, Iran. Journal of Rangeland Science, 4(4):287-297.
2. Ajami, M., F. Khormali, & Sh. Ayoubi, 2013. Role of deforestation and land use change on soil erodibility of loess in eastern Golestan province. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 94: 36-44.
3. Angers, D.A & G.R. Mehuys, 1993. Aggregate stability to water. P 651-657, In: M.R. Carter (ed), Soil Sampling and Methods of analysis, Lewis Publishers, Boca Raton. 823p.
4. Ardakani, M.R. 2002. Ecology. Tehran University press, 340p. (In Persian).
5. Azarnivand, H & M.A. Zare Chahouki, 2010. Rangeland Ecology. Tehran University press, 346p. (In Persian).
6. Bagherifam, S., A.R. Karimi, A. Lakzian & E. Izanloo, 2013. Effects of land use management on soil organic carbon, particle size distribution and aggregate stability along hillslope in semi-arid areas of northern Khorasan. Journal of Water and Soil Conservation, 20(4):51-73.
7. Bird, S.B., J.E. Herrick, M.M. Wander & S.F. Wright, 2002. Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland, Environmental Pollution, 116: 445-455.
8. Black, C.A. 1986. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, 1188p.
9. Blesky, A.J & C.D. Canham, 1994. Forest gaps and isolated savanna trees. An application of patch dynamics in two ecosystems. Bioscience, 44: 77-84.
10. Bhojvaid, P.P. & V.R. Timmer, 1998. Soil dynamics in an age sequence of Prosopis juluflora planted for sodium soil restoration in India. Forest Ecology and Management, 106(2):181-193.
11. Boujila, A., & T. Gallai, 2008. Soil organic carbon fraction and aggregate stability in carbonated and no carbonated soils in Tunisia. Journal of Agronomy, 7: 127-137.
12. Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Journal of Agronomy, 54(5):464–465.
13. Delavari, M.A & M. Mohamadi, 2011. Interpret soil test results. What is the meanings of numbers? Zanjan University press. P450. (In Persian).
14. Escudero, A.J., M.Iriondo, J.M. Olano, A. Rubio & R.C. Somolinos, 2000. Factor affecting establishment of a Gypsophyte, the case of Lepidium subulatum (Brassicaceae). American Journal of Botany. 87: 861-871.
15. Evangelou, V.P., A.D. Karathanasis & R.L. Blevins, 1986. Effect of soil organic matter accumulation on potassium and ammonium quantity-intensity relationships. Soil Science Society of America Journal, 50(2):378-382.
16. Evangelou, V.P & R.L. Blevins, 1988. Effect of long-term tillage systems and nitrogen addition on potassium Quantity-Intensity relationships. Soil Science Society of America Journal, 52(4):1047-1054.
17. Famiglietti, J.S., J.W. Rudnicki & M. Rodell, 1998. Variability in surface moisture content along a hillslope transect: Rattlesnake Hill, Texas. Journal of Hydrology. 210:1.259-281.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]

18. Farshadirad.A, E. Dordipour, F. khormali & F. kiani, 2011.Potassium forms in soil and its separates in some loess and loess-like soils of Golestan providence. Journal of Water and Soil Conservation, 18(3): 1-16. (In Persian).
19. Ghorbanian, D. & M. Jafari, 2007. Study of soil and plant characteristics interaction in Salsola rigida in desert lands. Iranian Journal of Range and Desert Research, 14 (1):1-7. (In Persian).
20. Gregory, P.J. 2006. Plant Roots, Growth, Activity and Interaction with Soils. Blackwell Pub., UK.318p.
21. Kargar, M., Z. Jafarian & J. Ghorbani, 2010. The effect of *Artemisia aucheri* canopy and density on soil properties (Case study: Vavsar Rangeland Kiasar). Rangeland, 4(2): 240-249.
22. Kemper, W.D. & R.C. Rosenau, 1986. Aggregate stability and size distribution. P 425-442, In: Klute, A. (ed), Methods of Soil Analysis, Part 1. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.1188p.
23. Kalra, Y.P. 1998. Handbook of reference methods for plant analysis. CRC press, New York, 360P.
24. Kemper, W.D & E.J. Koch, 1966. Aggregate stability of soils from Western United States and Canada. In: Measurement procedure. Correlations with soil constituents. ARS, USDA Technical Bulletins. no. 1355.
25. Khatir – Nameni, J., 2004. Investigation on the effects of Atriplex on rangeland soils in Golestan province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 12 (3):311-335. (In Persian).
26. Khormali, F., & S. Shamsi, 2009. Investigation of the quality and micromorphology of soil evolution in different landuses of a loess hillslope of Golestan province, a case study in Ghapan region. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 16(3):14-27. (In Persian).
27. Li, J., C.Zhao, H.Zhu, Y.Li & F. Wang, 2007. Effect of plant species on shrub fertile island at an Oasis-desert Ecotone in south Juggar Basin, China. Journal of Arid Environment, 71(4): 350-361.
28. Mahdavi Ardakani, S.R, M. Jafari, N. Zargham, M.A. Zare Chahouki, N. Baghestani Meibodi & A. Tavili,2011. Investigation on the effects of *Haloxylon aphyllum, Seidlitzia rosmarinus* and *Tamarix aphylla* on soil properties in Chah Afzal-Kavir (Yazd). Iranian Journal of Forest, 2(4):357-365.
29. Malekouti, M.J & J. Tabatabaei, 1999. Proper nutrition of fruit trees to achieve increased performance and quality of horticultural products in calcareous soils of Iran. Amouzesh keshavarzi press. P266. (In Persian).
30. Malekouti, M.J. & M.Homaee, 2005. Soil fertility of arid and semi-arid regions "Difficulties and Solutions". 2nded. Tarbiat Modarres University press, 508p. (In Persian).
31. Maramaei, M, 2011. Assessment of vetiver grass technology status as an erosion and sediment controller instrument in loess area of Golestan province, Proceedings of Fourth National Conference on Erosion and Sedimentation, Tarbiat Modares University, pp.315.(In Persian).
32. McLean, E.O. 1988. Soil pH and lime requirement. P 199-224, In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part2, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison. 1159 p.
33. Mishra, A., Sharma, S. D. & G. H. Khan, 2003. Improvement in physical and chemical properties of sodic soil by 3, 6 and 9 years old plantation of *Eucalyptus tereticornis*: Biorevegeation of sodic soil. Forest Ecology and Management, 182: 115-124.
34. Nelson, D.W. & L.E. Sommers, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. P 539-577, In: Page,A.L., R.H. Miller & D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No. 9, 2nd ed. American Society of Agronomy Inc., Madison.
35. Niknahad Gharmakher, H., G.M. Gholizadeh, M. Maramaei, 2014. Evaluation of the effects of topography on the survival of vetiver grass in the Kechik catchment. Rangeland, 8(3): 230-237.
36. Olsen, S.R., C.V.Cole, F.S.Watanabe & L.A. Dean, 1954. Estimation of available P in soils by extraction with sodium bicarbonate. P 1-19, In: R.H. Miller and D.R. Jeeney (eds), Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and mineralogical properties. SSSA Publisher., Madison.
37. Owliaie, H., A. Abtahi & R. Heck, 2006. Pedogenesis and clay mineralogical investigation of soils formed on gypsiferous and calcareous materials, on a transect, southwestern Iran. Geoderma, 134: 62– 81.
38. Page, M.C., D.L.Sparks, M.R.Woll & G.J. Hendricks, 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy mMiddle Atlantic coastal plain Soils. Soil Science Society of American Journal, 51(6):1460-1465.
39. Page, A.L., R.H. Miller & D.R. Jeeney, 1992b. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and mineralogical properties. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison. 1159 p.
40. Pansu, M., 2006. Handbook of soil analysis, Mineralogical, Organic and Inorgani methods. Springer, New York, 995p.
41. Perkins, S.R., K.C. McDaniel & A.L. Ulery, 2006. Vegetation and soil change following creosotebush (*Larrea tridentata*) control in the Chihuahuan Desert. Journal of Arid Environment, 64 (1): 152-173.
42. Rasooli, B., & M. Jafari, 2008. Study of *Atriplex canescens* effects on soil properties in different depth. Pajouhesh & Sazandegi, 80: 203-209.
43. Sevink, J., J.M. Verstraten & J. Jongejans, 1998. The relevance of humus forms for land degradation in Mediterranean mountainous areas. Geomorphology, 23: 285- 292.
44. Sparling, G.P., D. Wheeler, E.T. Vesely & L.A. Schipper, 2006. What is Soil organic matter worth?. Journal of Environment Quality. 35:548–557.
45. Virginia, R.A. & W.M. Jarrel, 1983. Soil properties in a Mesquite dominant Sonoran desert ecosystem. Soil Science Society of America Journal, 47: 138- 144.
46. Wei, W., L. Chen, B. Fu, Z. Huang, D. Wu & L. Gui, 2007. The effect of land uses and Rainfall regimes on runoff and soil erosion in the semi-arid loess hilly area, China. Journal of Hydrology, 335: 247–258.
47. Wezel, A., J.L. Rajot & C. Herbrig, 2000. Influence of shrubs on soil characteristics and their function in Sahelian agro-ecosystems in semi-arid Niger. Journal of Arid Environment, 44: 383-398.
48. Zarinkafsh, M., 1993. Applied soil science, Evaluation, Morphology and Quantitative Analysis of soil-water-plant. Tehran university press. P342.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1394.9.3.6.3]