

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

مراوه تپه، 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 سال ۱۳۸۷ به صورت آزمایشی در چند کرت تحقیقاتی در ایستگاه کچیک در مراوه تپه 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 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 قابل جذب، سدیم تبادلی، پتاسیم تبادلی، کلسیم تبادلی و منیزیم تبادلی تعیین گردید. تجزیه و تحلیل 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 قابل جذب، 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) در نتیجه کاشت وتیورگراس، در خصوص کاشت این گیاه در مراتع منطقه مورد مطالعه می‌بایست با احتیاط برخورد نمود. مطالعه اثرات این گیاه بر پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه 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.

مقدمه

خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تأثیر آب و هوا و نوع پوششی که در آن به وجود می آید، تغییر می کند (۴۶). خاک و گیاه جزئی از اکوسیستم بوده، در ارتباط متقابل با یکدیگر می باشند به طوری که گونه های گیاهی بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیر گذاشته و گیاه نیز از خاک تأثیر می پذیرد (۴۱). تأثیر گونه های گیاهی بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تحت کشت، توسط محققان مختلفی از جمله: اردکانی (۱۳۸۱)، رسولی و جعفری (۱۳۸۷)، بلسکی و کنهام^۱ (۱۹۹۴) و اسکودارو و همکاران^۲ (۲۰۰۰) مورد تأکید قرار گرفته است. مطالعه خاک سه ناحیه زیر، لبه و خارج سایه انداز گیاه مرتعی لاریاتریدنتاتا (*Larrea tridentata*) توسط پرکینز و همکاران^۳ (۲۰۰۶) نشانگر آن است که میزان پتاسیم قابل استفاده از زیر به خارج سایه انداز کاهش داشته و در زیر سایه انداز به طور معنی داری بیشتر است. مطالعه بیرد و همکاران^۴ (۲۰۰۲) نیز، نشانگر افزایش پایداری خاکدانه ها و مقدار کربن، نیتروژن آلی و نسبت C/N در خاک سایه انداز گونه گیاهی *Prosopis glandulosa* است. وزل و همکاران^۵ (۲۰۰۰) با مطالعه خاک زیر سایه انداز و خارج سایه انداز ۵۷ گونه مرتعی مشاهده نمودند که فسفر قابل استفاده خاک زیر سایه انداز به طور معنی داری بیش تر از خارج آن است و چون ماده آلی یکی از عوامل مهم در ذخیره عناصر غذایی به خصوص در خاک های فقیر است، دلیل این امر را افزایش ماده آلی در زیر سایه انداز گیاه دانستند. ویرجینیا و جارل^۶ (۱۹۸۳) نشان داده اند که نیتروژن کل، نیترات، کربنیک، بی کربنات سدیم، فسفر و پتاسیم به طور معنی داری در زیر تاج پوشش *Prosopis juliflora* بیشتر می باشد، در صورتی که مقدار یون های سدیم و کلر در فواصل بین تاج پوشش ها، افزون تر

اندازه گیری شده است. ارزیابی اثر *P. juliflora* در بهبود حاصلخیزی خاک های تخریب یافته در هندوستان (بجوایید و همکاران، ۱۹۹۱) نشانگر آن است که این گیاه از طریق کاهش pH، قابلیت هدایت الکتریکی و مقدار سدیم قابل تبادل و نیز با افزایش ظرفیت نفوذ پذیری خاک، کربنیک خاک، نیتروژن کل، فسفر، و مقدار پتاسیم، منیزیم و کلسیم قابل تبادل ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی را بهبود بخشیده است. کارگر و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تغییر پذیری خصوصیات خاک زیر بوته های درمنه کوهی در مراتع واوسر کیاسر مشاهده نمودند که مقدار هدایت الکتریکی در لایه سطحی خاک نسبت به لایه عمقی و همچنین در زیر تاج پوشش نسبت به بیرون آن بیشتر است و علت این امر را برگشت زیست توده گیاهی و تجزیه آن و تجمع املاح در سطح خاک و نیز، استفاده ریشه های گیاهان از املاح لایه عمقی دانستند. مهدوی اردکانی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی مناطق تحت کشت اشنان (*Seidlitzia rosmarinus*)، سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*) و گز (*Tamarix aphylla*) در منطقه چاه افضل اردکان یزد نشان دادند که کاشت اشنان سبب کاهش معنی دار مقدار ماده آلی و نسبت کربن به نیتروژن در عمق اول (صفر تا ۳۰ سانتی متر) و همچنین سبب کاهش ماده آلی در عمق دوم (۳۰ تا ۶۰ سانتی متر) شده است. تاغ کاری 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 معنی دار مقادیر کربن، نسبت کربن به نیتروژن، پتاسیم، ماده آلی و اسیدیته خاک در عمق اول شده است. مطالعه لی و همکاران^۷ (۲۰۰۷) نشانگر آن است که میزان ذرات شن در زیر سایه انداز گز نسبت به خارج سایه انداز، افزایش یافته ولی در زیر سایه انداز تاغ کاهش داشته است. آن ها دلیل این امر را تفاوت در شکل ظاهری دو گونه گیاهی

¹. Blesky & Canham². Escudero³. Perkins⁴. Bird⁵. Wezel⁶. Virginia & Jarrel

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 غریبومی 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، ریسمن، طناب، و مصارف پزشکی و آرایشی استفاده می‌شود (۳۵). وتیورگراس با داشتن رشد سریع و سازش با محیط‌های 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 می‌باشد (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 کوچک واقع در شرق استان گلستان کشت گردید (۳۵). با توجه 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 کوچک 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 کوچک (۳۵) در شهرستان مراوه‌تپه استان گلستان و نتایج حاصل از مطالعه کیفیت علوفه این گیاه در مراحل

(شکل ۱). میانگین بارندگی سالیانه آن ۴۸۲ میلیمتر، متوسط درجه حرارت سالانه آن $16/7^{\circ}\text{C}$ و متوسط رطوبت نسبی سالانه آن ۶۳/۸ درصد می باشد. بر اساس روش آمبرژه دارای اقلیم نیمه خشک سرد می باشد (۳۵).

پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

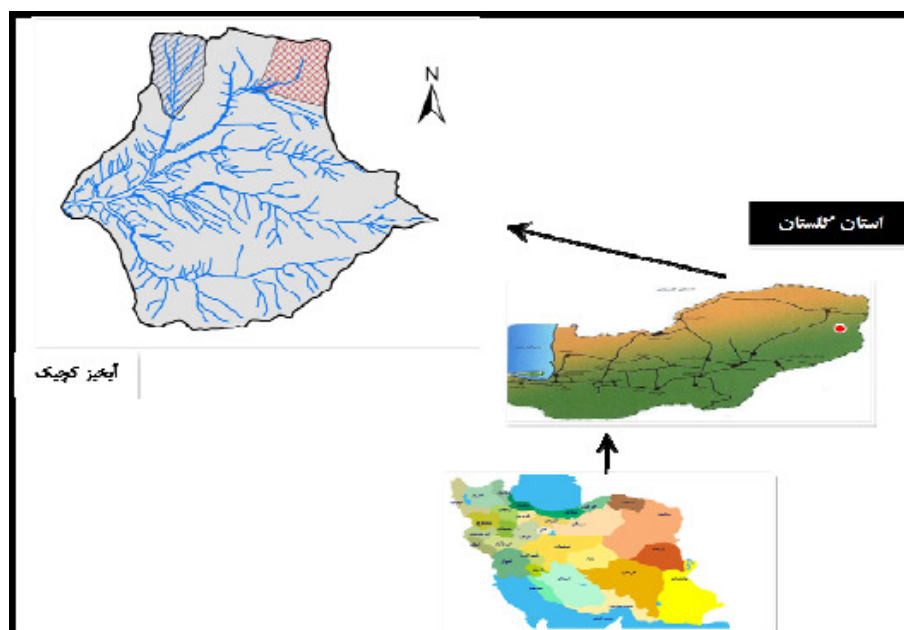
پوشش غالب بخش های جنگلی این حوزه عمدتاً شامل درختان ممرز (*Carpinus betulus*) و سیاه تلو (*Paliurus spina*) به همراه آلوکوهی (*Prunus sp.*)، زالزالک وحشی (*Bursaria spinosa*) و انار (*Punica granatum*) می باشد. پوشش گیاهی غالب مرتعی منطقه مورد مطالعه شامل علف باغ (*Dactylis glomerata*)، به همراه شبدر شیرین (*Melilotus sp*)، بابونه (*Anthemis nobilis*)، ختمی (*Althaea officinalis*) و *Thalictrum sp.* می باشد. اراضی زراعی نیز به مدت بیش از ۴۰ سال، عمدتاً تحت کشت گندم (*Triticum aestivum*) واقع شده اند (۳۵).

مختلف رشد (۱) کاربرد آن در طرح های احیا مراتع محتمل می باشد.

از آنجاکه گونه های غیربومی با شرایط محیط کشت سازگاری کامل ندارند و ممکن است که بر محیط کشت تأثیر زیان باری داشته باشند، از این رو، قبل از کشت گونه های غیربومی در عرصه وسیع، می باید در سطوح تحقیقاتی تأثیر آن ها را بر خاک و گیاهان بومی ارزیابی نمود و در صورتی که فاقد اثرات منفی باشند، می توان به کشت آن ها اقدام نمود (۴). لذا تحقیق حاضر جهت آزمون فرضیه "گونه گیاهی وتیورگراس بر خصوصیات خاک سایه انداز خود اثری ندارد، و به منظور شناخت اثرات این گونه گیاهی غیربومی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد.

مواد و روش ها

ایستگاه زوجی و معرف کچیک در حوزه آبخیز کچیک منطقه مراوه تپه به مساحت کل ۳۶۰۰ هکتار، در طول جغرافیایی $52^{\circ} 57'$ الی $55^{\circ} 52' 10''$ و عرض جغرافیایی $37^{\circ} 42' 15''$ الی $37^{\circ} 46' 25''$ واقع می باشد



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

نمونه برداری خاک

نمونه‌های خاک در خرداد ماه ۱۳۹۳، از دو تیمار شاهد و تحت کشت و تیورگراس (از زیر پایه‌های تیورگراس در کرت‌های ۸×۱ مترمربعی دارای ۱۴ پایه تیورگراس ۶ ساله که در یک ردیف به فاصله 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 می‌باشد، برداشت شدند. این دو تیمار از لحاظ شرایط محیطی و فیزیوگرافی به طور کامل به یکدیگر 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 هوای آزاد خشک گردیدند. بخشی از نمونه‌ها به همراه تعدادی کلوخه جهت تعیین پایداری خاکدانه‌ها از طریق 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 به صورت وزنی به دست آمد (۱۷). جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب) با استفاده از کلوخه و به روش پارافین

(۸) و درصد تخلخل کل نمونه‌ها با استفاده 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. در نهایت پس از جداسازی ذرات ماسه، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بر حسب میلی‌متر و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

رابطه (۱)

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

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 به روش اسیدی‌متری به دست آمد (۴۰). فسفر قابل جذب (پی پی ام) با استفاده از روش اولسن و همکاران (۱۹۵۴)، اندازه‌گیری شد. مقدار سدیم و پتاسیم تبادل می‌گرم در کیلوگرم با استفاده از فلیم‌فوتومتر و مقادیر کلسیم و منیزیم تبدالی (میلی اکوی 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)

نتایج

اثر وتیورگراس در خصوصیات فیزیکی خاک

بافت خاک: گونه وتیورگراس در بافت خاک اثر معنی‌دار نداشت ($p > 0.05$) (جدول‌های ۱ و ۲). بین درصد اجزای تشکیل دهنده بافت خاک در تیمارها و عمق‌های مطالعه شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p > 0.05$) 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 ($p > 0.05$). جرم مخصوص ظاهری خاک زیرین (۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری) تیمار تحت کشت وتیورگراس 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 ($p > 0.05$).

درصد رطوبت اشباع: بین درصد رطوبت اشباع خاک در تیمارها و عمق‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری ($p > 0.05$) وجود ندارد (جدول ۱ و ۲).

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD): میانگین

وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) در هر دو عمق (صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری) خاک تیمار تحت کشت وتیورگراس کمتر از تیمار شاهد بود. نتایج نشانگر اثر اصلی معنی‌دار کشت وتیورگراس بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) می‌باشد ($p < 0.05$). عمق خاک نیز دارای اثر اصلی معنی‌دار بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) نمی‌باشد ($p > 0.05$). نتایج (جدول ۲) به‌دست آمده نشانگر اثر متقابل معنی‌دار بین سایت و عمق خاک بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) نمی‌باشد ($p < 0.05$).

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 فاکتوریال (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 ($p > 0.05$). همچنین، نتایج (جدول ۴) نشانگر اثر متقابل معنی‌دار کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین هدایت الکتریکی خاک نمی‌باشد ($p < 0.05$).

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 وتیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میانگین درصد کربن آلی خاک نهاده است ($p < 0.01$) (جدول ۴). همچنین، اثر متقابل کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین درصد کربن آلی معنی‌دار ($p < 0.05$) 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 ($p > 0.05$).

همچنین، اثر متقابل کشت و تیورگراس و عمق خاک بر میانگین درصد ازت کل خاک معنی‌دار نبود ($p > 0.05$).

فسفر قابل جذب: میانگین فسفر قابل جذب خاک در نتیجه کشت و تیورگراس افزایش یافته است و میانگین آن از $1/32$ (پی پی ام) در خاک سطحی تیمار شاهد به $1/64$ (پی پی ام) در تیمار تحت کشت و تیورگراس و نیز از $0/76$ (پی پی ام) در خاک عمقی تیمار شاهد به $1/58$ (پی پی ام) در تیمار تحت کشت و تیورگراس رسیده است (جدول ۳). کشت و تیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میانگین فسفر قابل جذب خاک نهاده است ($p < 0.05$) اما عمق خاک اثر معنی‌داری بر میانگین فسفر قابل جذب خاک نداشت ($p > 0.05$) (جدول ۴). همچنین، نتایج (جدول ۴) نشانگر اثر متقابل معنی‌دار کشت و تیورگراس و عمق خاک بر میانگین فسفر قابل جذب خاک نمی‌باشد ($p > 0.05$).

کربنات کلسیم: درصد کربنات کلسیم خاک در نتیجه کشت و تیورگراس کاهش یافته است و میانگین آن از $27/3$ درصد در خاک سطحی تیمار شاهد به $19/3$ درصد در تیمار تحت کشت و تیورگراس و نیز از $22/8$ درصد در خاک عمقی تیمار شاهد به $14/8$ درصد در تیمار تحت کشت و تیورگراس رسیده است. و تیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میانگین درصد کربنات کلسیم خاک نهاده است ($p < 0.01$). عمق خاک نیز اثر معنی‌داری بر میانگین درصد کربنات کلسیم دارد ($p < 0.05$). نتایج به‌دست آمده (جدول ۴) نشانگر اثر متقابل معنی‌دار کشت و تیورگراس و عمق خاک بر میانگین درصد کربنات کلسیم خاک نمی‌باشد ($p > 0.05$).

سدیم تبادلی: میانگین سدیم تبادلی خاک در نتیجه کشت و تیورگراس افزایش یافته است و میانگین آن از $147/6$ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک سطحی تیمار شاهد به $181/6$ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار تحت کشت و تیورگراس و نیز از $145/6$ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک عمقی تیمار شاهد به $186/4$ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار تحت کشت و تیورگراس رسیده است. نتایج آنالیز واریانس فاکتوریال (جدول ۴) بیانگر آن است که کشت و تیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میانگین سدیم تبادلی خاک نهاده است ($p < 0.05$) اما عمق خاک

اثر معنی‌داری بر میانگین سدیم تبادلی خاک ندارد ($p > 0.05$). همچنین، نتایج (جدول ۴) نشانگر اثر متقابل معنی‌دار کشت و تیورگراس و عمق خاک بر میانگین سدیم تبادلی خاک نمی‌باشد ($p > 0.05$).

پتاسیم تبادلی: میانگین پتاسیم تبادلی خاک در نتیجه کشت و تیورگراس افزایش یافته است و میانگین آن از $11/2$ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک سطحی تیمار شاهد به 16 میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار تحت کشت و تیورگراس و نیز از $7/6$ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک عمقی تیمار شاهد به $12/4$ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار تحت کشت و تیورگراس رسیده است. نتایج آنالیز واریانس فاکتوریال (جدول ۴) بیانگر آن است که کشت و تیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میانگین پتاسیم تبادلی خاک نهاده است ($p < 0.01$). عمق خاک نیز اثر معنی‌داری بر میانگین پتاسیم تبادلی خاک دارد ($p > 0.01$). نتایج (جدول ۴) نشانگر اثر متقابل معنی‌دار کشت و تیورگراس و عمق خاک بر میانگین پتاسیم تبادلی خاک نمی‌باشد ($p > 0.05$).

کلسیم تبادلی: میانگین کلسیم تبادلی خاک در نتیجه کشت و تیورگراس کاهش یافته است و میانگین آن از $19/04$ میلی‌اکی‌والان در لیتر در خاک سطحی تیمار شاهد به $17/20$ میلی‌اکی‌والان در لیتر در تیمار تحت کشت و تیورگراس و نیز از $17/84$ میلی‌اکی‌والان در لیتر در خاک عمقی تیمار شاهد به $15/60$ میلی‌اکی‌والان در لیتر در تیمار تحت کشت و تیورگراس رسیده است. بین میانگین کلسیم تبادلی خاک در تیمار تحت کشت و تیورگراس و تیمار شاهد و نیز بین عمق‌های مختلف خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($p > 0.05$). همچنین، نتایج (جدول ۴) نشانگر اثر متقابل کشت و تیورگراس و عمق خاک بر میانگین کلسیم تبادلی خاک معنی‌دار نمی‌باشد ($p > 0.05$).

منیزیم تبادلی: میانگین منیزیم تبادلی خاک در خاک سطحی تیمارهای شاهد و تحت کشت و تیورگراس به‌ترتیب $20/48$ میلی‌اکی‌والان در لیتر و $19/92$ میلی‌اکی‌والان در لیتر و میانگین آن در خاک عمقی تیمارهای شاهد و تحت کشت و تیورگراس به‌ترتیب $22/96$ میلی‌اکی‌والان در لیتر و $23/28$ میلی‌اکی‌والان در لیتر می‌باشد (جدول ۳). بین میانگین منیزیم تبادلی خاک در

تیمار تحت کشت وتیورگراس و تیمار شاهد و نیز بین عمق‌های مختلف خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($p > 0.05$) (جدول ۴). همچنین، اثر متقابل کشت وتیورگراس و عمق خاک بر میانگین منیزیم تبادلی خاک معنی‌دار نبود ($p > 0.05$) (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±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	۴۰/۰±۱/۱۹	۳۶/۷۷±۶/۷۹	۴۱/۶۱±۲/۴۲
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی متر)	۰/۱۷±۰/۰۴	۰/۲۳±۰/۱۳	۰/۱۰±۰/۰۴	۰/۱۳±۰/۰۶

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس فاکتوریل وتیورگراس × 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

جدول ۳- میانگین خصوصیات شیمیایی خاک در تیمارها و عمق‌های مختلف خاک در ایستگاه معرف و زوجی کچیک

خصوصیات شیمیایی خاک	شاهد		تحت کشت وتیورگراس	
	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±۲۲/۳۶	۳/۱۱±۱۴/۸۰
سدیم تبادلی (mg/kg)	۱۹/۳۶±۱۴۷/۶۰	۱۳/۱۴±۱۴۵/۶	۱۸/۱۶±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

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

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه نشان داد که پس از گذشت شش سال، میانگین درصد ماده آلی، فسفر قابل جذب و پتاسیم تبدالی در سایه انداز وتیور گراس افزایش معنی داری یافته و شاخص پایداری خاکدانه ها کاهش معنی داری داشته است. این یافته ها با نتایج قربانیان و عسگری (۱۳۸۶)، ویرجینیا و جارل (۱۹۸۳)، وزول و همکاران (۲۰۰۰) و بیرد و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص اثرات گونه های گیاهی مختلف بر خصوصیات شیمیایی خاک همخوانی دارد اما با نتایج بیرد و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص شاخص پایداری خاکدانه ها، همخوانی ندارد.

ویژگی های پویا و ذاتی خاک مانند نوع و میزان ماده آلی، درصد رس، ماسه، لای و مقدار کربنات کلسیم، هر یک به گونه ای در پایداری خاکدانه ها نقش دارند. پیچیدگی روابط متقابل و گاهی اثرات متناقض این عوامل بر پایداری خاکدانه ها، نتیجه گیری در مورد چگونگی برآیند آن ها را مشکل می سازد (۶). کربنات کلسیم با ایجاد باندهای قوی بین ذرات خاک موجب افزایش پایداری خاکدانه ها می گردد. ضمن آن که با افزایش میزان آن در خاک ها، بر نقش ماده آلی در پایداری خاکدانه ها اثر گذاشته و آن را کمرنگ می نماید (۱۱). در خاک هایی با مواد آلی کمتر از ۵ درصد، پایداری خاکدانه ها به طور عمده متأثر از مقدار آهک است (۴۳). رس زمانی پایداری را افزایش می دهد که میزان سدیم در خاک کم باشد و در حضور سدیم زیاد، تأثیر منفی بر پایداری دارد (۲۴) در خاک های ایران که عمدتاً بر روی مواد مادری آهکی

تشکیل شده اند درصد کربنات کلسیم نقش مثبتی در جهت افزایش پایداری ساختمان خاک بازی می کند. افزایش پایداری خاکدانه در خاک های آهکی، حاصل تشکیل باندهای قوی کلسیمی بین ذرات خاک بوده که حضور درصد بالای رس در خاک علاوه بر این که بر میزان انبساط پذیری خاک موثر است اثر مثبتی در ایفای نقش آهک در پایداری خاکدانه دارد (۳۷). در خصوص کاهش شاخص پایداری خاکدانه ها در تیمار تحت کشت وتیور گراس، می توان چنین استدلال نمود که باتوجه به عدم تغییر معنی دار درصد اجزای تشکیل دهنده بافت خاک، پایین بودن درصد ماده آلی خاک (کمتر از ۵ درصد) باعث برجسته شدن نقش کربنات کلسیم در پایداری خاکدانه ها در منطقه مورد مطالعه شده است و کاهش معنی دار درصد کربنات کلسیم در هردو عمق تیمار تحت کشت وتیور گراس در قیاس با تیمار شاهد منجر به کاهش معنی دار شاخص پایداری خاکدانه ها شده است.

نتایج نشانگر آن است که میانگین هدایت الکتریکی خاک در تیمار تحت کشت وتیور گراس، کمی افزایش یافته است. افزایش معنی دار غلظت یون های سدیم در هردو عمق و نیز افزایش معنی دار غلظت یون های پتاسیم در عمق دوم تیمار تحت کشت وتیور گراس می تواند علت این امر باشد.

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

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 بر سطح خاک‌دانه‌ها امکان جذب فسفات توسط خاک‌دانه‌ها را تقلیل می‌دهد (۳۰)، افزایش ماده آلی خاک در تیمار 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 و شوی 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 می‌شود. از طرف دیگر، ترکیبات گاز کربنیک تولید شده از تجزیه مواد آلی، با آب موجود در خاک تولید اسید کربنیک می‌نماید. این اسید در خاک‌های 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 به راحتی آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (۱۵ و ۱۶). میشر و همکاران

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

خاک تیمار شاهد و تیمار تحت کشت وتیورگراس 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 میکروبی و تجزیه ماده آلی) افزایش یابد. میزان کربن آلی در خاک تیمار تحت کشت وتیورگراس افزایش یافته است و این افزایش در عمق دوم بیشتر از عمق اول می‌باشد و علت آن را می‌توان ساختار خاص ریشه وتیورگراس 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. احتمالاً "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:



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

کاشت وتیورگراس اثر اصلی معنی‌داری بر میزان فسفر قابل جذب خاک نهاده است. از آنجا که در خاک‌های آهکی، انحلال‌پذیری فسفات‌های کلسیم با افزایش فعالیت

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.

(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 از جمله 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

References

- 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.
- 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.
- 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.
- Ardakani, M.R. 2002. Ecology. Tehran University press, 340p. (In Persian).
- Azarnivand, H & M.A. Zare Chahouki, 2010. Rangeland Ecology. Tehran University press, 346p. (In Persian).
- 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.
- 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.
- Black, C.A. 1986. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, 1188p.
- 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.
- Bhojvaid, P.P. & V.R. Timmer, 1998. Soil dynamics in an age sequence of Prosopis juliflora planted for sodium soil restoration in India. Forest Ecology and Management, 106(2):181-193.
- 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.
- Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Journal of Agronomy, 54(5):464-465.
- Delavari, M.A & M. Mohamadi, 2011. Interpret soil test results. What is the meanings of numbers? Zanjan University press. P450. (In Persian).
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

18. Farshadrad, A., E. Dordipour, F. Khormali & F. Kiani, 2011. Potassium forms in soil and its separates in some loess and loess-like soils of Golestan province. *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*, 24(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. *Amouzeh keshavarzi press*. P266. (In Persian).
30. Malekouti, M.J. & M. Homaei, 2005. Soil fertility of arid and semi-arid regions "Difficulties and Solutions". 2nd ed. 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*. Part 2, 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*: Biorevegetation 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 middle 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 Inorganic 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.