نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۶ شماره ۴، صفحه ۹۷۰-۹۵۳، (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2019.120707
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0875.1398.4.953.77.26.1578.1605

تأثیر کاربری‌های جنگل، مرتع و کشاورزی و اقلیم بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در استان ایلام

فاطمه کرمی[۱] و مسعود بازگیر [۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد ایلام، ایلام، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران،پست الکترونیک: m.bazgir@ilam.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۹

چکیده

اقلیم و کاربری اراضی، دو عامل مهم می‌باشند که بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تأثیر زیادی دارند. این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر اقلیم و کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سال ۱۳۹۵ در استان ایلام انجام شد. پس از بررسی‌های اولیه، منطقه ایوان با اقلیمی نیمه‌مرطوب و گنجوان با اقلیمی نیمه‌خشک در استان ایلام انتخاب گردیدند. در هر منطقه، سه کاربری شامل جنگل، مرتع و کشاورزی در نظر گرفته شد. پس از بررسی‌های میدانی در هر کاربری، پنج نمونه مرکب با سه تکرار از عمق‌های سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) و تحتانی (۳۰-۱۰ سانتی‌متری) خاک به‌صورت تصادفی برداشت گردید. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار آهک (۴۷/۸۵ درصد) و سیلت خاک (۳۱/۷۵ درصد) در اقلیم نیمه‌خشک گنجوان به‌دست آمد. خاک‌های اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان بیشترین مقدار رس و پتاسیم قابل جذب را داشتند. بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری (۱/۸۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در اقلیم نیمه‌خشک گنجوان تحت تأثیر کاربری کشاورزی در عمق تحتانی خاک به‌دست آمد. کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری (۱/۰۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان در عمق سطحی خاک تحت تأثیر کاربری جنگل مشاهده گردید. بیشترین میزان ماده آلی در کاربری جنگل در اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان به‌دست آمد که ۴۲/۸۵ درصد بیشتر از اقلیم نیمه‌خشک گنجوان بود. کاربری کشاورزی، کمترین میزان ماده آلی (۴/۳۷ درصد) را داشت. بیشترین مقدار نیتروژن (۵۱۴/. درصد) و فسفر قابل جذب (۳۵/۰۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) در اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان تحت کاربری جنگل به‌دست آمد. در منطقه نیمه‌مرطوب ایوان مقدار کلسیم و منیزیم محلول در خاک تحتانی (۳۰-۱۰ سانتی‌متری) در مقایسه با خاک سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) بیشتر بود. به‌طور کلی با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی در اقلیم‌های نیمه‌خشک گنجوان درصد رس، ماده آلی و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب کاهش یافت. بنابراین، مدیریت صحیح کاربری اراضی در اقلیم‌های نیمه‌خشک برای حفظ مطلوب ویژگی‌های خاک بسیار ضروریست.

واژه‌های کلیدی: آب و هوا، بافت خاک، عناصرغذایی خاک، کاربری، ماده آلی.

مقدمه

تشکیل خاک تحت تأثیر پنج عامل اقلیم، موجودات زنده، پستی و بلندی، مواد مادری و زمان، در شرایط معینی شروع و طی فرایندهای خاک‌سازی تکمیل می‌شود. هریک از ویژگی‌های خاک مانند وضعیت عناصر غذایی، واکنش خاک، مقدار و نوع رس، تخلخل، کربنات‌ها و غیره تحت تأثیر عوامل خاک‌ساز قرار می‌گیرند. اقلیم یکی از مهمترین عوامل تشکیل‌دهنده خاک به‌شمار می‌رود که از طریق عواملی مانند بارندگی، دما، تبخیر و تعرق، یخبندان، باد و همچنین تشعشع به‌طور مستقیم بر بعضی از فرایندهای

خاک‌سازی تأثیر دارد (Jafari & Sarmadian, 2007). وضعیت عوامل خاکی به‌طور عمده حاصل عوامل اقلیمی در درازمدت است و به‌همین جهت است که خصوصیات خاک، نوع گیاهان و چگونگی رشد گیاهان با تغییر اقلیم تفاوت می‌یابد (Supit *et al.,* 2012).

نوع کاربری زمین، نقش مهمی در تغییرات زمانی و مکانی ویژگی‌ها و کیفیت خاک دارد (Zhao *et al.,* 2013). تغییرات کاربری اراضی اثرهای زیادی بر خصوصیات خاک دارد (Biro *et al.,* 2013). این تغییرات کاربری از جنگل به اراضی کشاورزی، سبب می‌شود ورودی و مواد آلی باقیمانده کاهش یابد و این امر خود منجر به کاهش باروری خاک، افزایش میزان فرسایش، کاهش ماده آلی و مواد مغذی و افزایش میزان تشدید و تخریب خاک می‌شود (Biro *et al,.* 2013؛ Muñoz- Rojas *et al.,* 2015).

خاک‌های اراضی جنگلی و مراتع به علت دارا بودن مواد آلی زیاد و ساختمان مناسب همواره مورد توجه بوده‌اند ولی تغییر در مدیریت و کاربری آنها و اعمال خاک‌ورزی، عموماً تأثیر عمده‌ای بر میزان ماده آلی و دیگر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گذارد (Mojaddi *et al.,* 2012). از دست رفتن ماده آلی اغلب در اثر تبدیل اکوسیستم‌های طبیعی به کشاورزی اتفاق می‌افتد (Vahabzadeh *et al.,* 2016). Gholami و همکاران (۲۰۱۶)، نیز نشان دادند که تبدیل مراتع به زمین‌های کشاورزی باعث کاهش چشم‌گیر ماده آلی خاک می‌شود. خصوصیات خاک ازجمله ظرفیت تبادل کاتیونی، هدایت الکتریکی، ماده آلی و نیتروژن کل با تبدیل اراضی از جنگل به کشاورزی کاهش می‌یابد (Bahrami *et al.,* 2010). Awotoye و همکاران (۲۰۱۳)، نتیجه گرفتند که تغییر کاربری جنگل‌های صنعتی و طبیعی به اراضی کشاورزی باعث کاهش میزان ماده آلی خاک و میزان کاتیون کلسیم می‌شود؛ ولی تغییر کاربری اراضی تأثیر معنی‌داری بر جرم مخصوص ظاهری و میزان سیلت و شن در عمق‌های مختلف ندارد. Rezapour و Samadi (۲۰۱۴)، در مطالعه اثر سه کاربری زراعی، مرتعی و جنگل نشان دادند که نوع کاربری تأثیر قابل‌توجهی بر نوع کانی‌های رسی داشته و کاربری زراعی باعث کاهش کیفیت خاک گردیده است. Zeraat pisheh و همکاران (۲۰۱۲)، تحقیقی در یک توالی اقلیمی در استان گلستان انجام دادند، آنان به این نتیجه رسیدند که شاخص اقلیمی نسبت بارندگی به تبخیر و تعرق سالیانه، با توجه به نقشی که در تعیین رژیم‌های رطوبتی خاک دارد، مهمترین عامل تأثیرگذار بر تکامل و تحول خاک است. Auwal و David (۲۰۱۵)، به ارزیابی توزیع مواد مغذی خاک تحت تأثیر کاربری‌های کشاورزی باغ و جنگل پرداختند. آنان نشان دادند که هدایت الکتریکی، کربنات خاک، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سولفور به‌طور زیادی به الگوی کاربری وابسته است. به‌طوری‌که بیشترین مقدار این عوامل در خاک‌های تحت کاربری جنگل مشاهده می‌شود و میانگین اسیدیته خاک بین ۷/۰۲ تا ۸/۰۸ است که تغییرات زیادی در کاربری‌های مختلف ندارد. بنابراین، تغییر کاربری از جنگل و باغ به مزراع، بر توزیع عناصر مغذی خاک و در دسترس بودن آنها تأثیر زیادی دارد. Datta و همکاران (۲۰۱۵)، با بررسی ویژگی خاک‌های سدیمی و اجزای کربنات در کاربری‌های مختلف شمال‌غربی هند به این نتیجه رسیدند که در همه کاربری‌ها با افزایش عمق، جرم مخصوص ظاهری، مقدار سیلت، رس، مقدار اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک افزایش می‌یابد. این محققان بیشترین مقدار کربنات را در خاک‌های تحت کشت اکالیپتوس (*Eucalyptus camadulensis* Dehnh.) مشاهده کردند که می‌تواند به دلیل وجود لاشبرگ فراوان و ترکیباتی همانند رزین و تانن در بقایای اکالیپتوس باشد. Hunke و همکاران (۲۰۱۵)، با بررسی ویژگی‌های خاک تحت تأثیر کاربری‌های مختلف در برزیل نشان دادند که تغییر کاربری اراضی منجر به کاهش نفوذپذیری خاک، کاهش پایداری خاکدانه‌ها و همچنین افزایش اسیدیته خاک می‌شود. شرایط آب و هوایی می‌تواند با میزان کربن آلی خاک ارتباط مستقیم داشته باشد (Alvaro-Fuentes *et al.,* 2012). Soleimani و Azmodeh (۲۰۱۰) به بررسی نقش کاربری اراضی بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و فرسایش‌پذیر خاک در سه کاربری جنگل، زراعت دیم، گندم (*Triticum aestivum* L.) و باغ پرداختند و نشان دادند که میزان ماده آلی و حداکثر نیتروژن کل در دو لایه خاکی ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ در اراضی جنگلی

بیشتر از دو کاربری دیگر است. جرم مخصوص ظاهری و اسیدیته خاک، طی تغییر کاربری جنگل افزایش یافت. به‌طوری‌که تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و باغ، تأثیر معنی‌داری بر درصد ذرات رس و سیلت نداشت و تنها در لایه ۱۰-۰ سانتی‌متری، تفاوت معنی‌داری از لحاظ ذرات شن مشاهده شد.

استان ایلام با مساحتی در حدود ۲۰۱۵۰ کیلومترمربع حدود ۱/۲ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد و از تنوع اقلیمی و اکوسیستم‌های طبیعی (جنگل و مرتع) و مدیریت شده (کشاورزی) برخوردار است. این استان به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود که در شمال استان به‌دلیل رشته کوه‌های بلند و مناطق جنگلی وسیع دارای آب و هوای معتدل و بعکس در جنوب استان به‌دلیل بیابانی بودن و اقلیم گرم و خشک دارای پوشش گیاهی پراکنده می‌باشد. از سوی دیگر در استان اراضی زیادی وجود دارند که بدون در نظر گرفتن قابلیت و استعدادشان تحت کاربری‌های مختلفی قرار گرفته‌اند. ازاین‌رو با توجه به اهمیت تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی در اقلیم‌های مختلف بر خصوصیات خاک، این مطالعه با هدف بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سه کاربری جنگل، مرتع و کشاورزی در دو اقلیم متفاوت، یکی منطقه گنجوان با اقلیم نیمه‌خشک و دیگری منطقه ایوان با اقلیم نیمه‌مرطوب اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در سال ۱۳۹۵ در دو منطقه گنجوان و ایوان در استان ایلام انجام شد (شکل ۱). با توجه به اینکه یکی از اهداف مطالعه تأثیر اقلیم بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بود، دو منطقه در استان با اقلیمی متفاوت شامل شهرستان ایوان در شمال استان و بخش گنجوان در حوزه جنوبی و گرمسیری شهرستان چوار از توابع شهر ایلام انتخاب گردید. منطقه گنجوان در ۷۶ کیلومتری شهرستان ایلام در محدوده ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۷۴۰ متر از سطح دریا واقع شده است. میانگین سالانه بارندگی و دما در گنجوان به‌ترتیب ۳۲۹/۷ میلی‌متر و ۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد بوده و بر اساس طبقه‌بندی دومارتن نیمه‌خشک می‌باشد. شهرستان ایوان در ۴۰ کیلومتری شهر ایلام قرار دارد که بین ۴۶ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۱۷۰ متر است. منطقه مذکور بر اساس طبقه‌بندی دومارتن دارای اقلیم نیمه‌مرطوب و میانگین بارندگی سالانه آن ۶۷۵ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه آن ۱۷ درجه سانتی‌گراد است.

روش بررسی

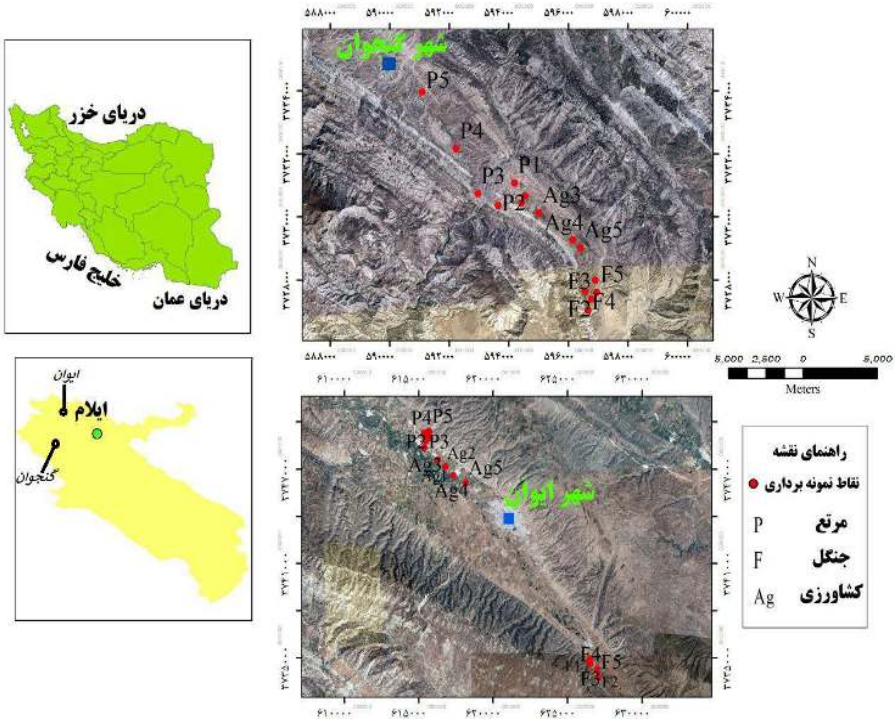
انتخاب سایت‌های مطالعاتی

به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، سه نوع کاربری زمین شامل جنگل، مرتع و زراعی انتخاب گردید. در هر دو منطقه ایوان و گنجوان، بخش‌هایی از این کاربری‌ها که به‌صورت پیوسته با هم بودند و حداقل اختلاف ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب در آنها مشاهده شده بود، انتخاب شدند. پوشش غالب بخش‌های جنگلی این مناطق به‌طور عمده شامل درختان بلوط (*Quercus brantii* Lindl.) می‌باشد. اراضی زراعی در دو منطقه به مدت زمان طولانی، به‌طور عمده زیر کشت گندم است. پوشش گیاهی کاربری مرتع شامل علفزار و بوته‌زار می‌باشد که گیاهان غالب آن را خارشتر (*Alhagi camelorum* Fisch.)، علف باغ (*Dactylic glomerata*)، گون (*Astragalus bisulcatus* Hook.)، فرفیون (*Euphorbia helioscopia* L.)، جو وحشی (*Hordeum murinum* L.) و خار زرد (*Cardus pycnocephalus* L.) تشکیل می‌دهد.

نمونه‌برداری از خاک

پس از بازدید و شناسایی دقیق هر منطقه، با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) در هر کاربری یک پلات ۵۰×۵۰ متر طراحی گردید. به‌منظور نمونه‌برداری از خاک، از هر پلات به‌صورت تصادفی پنج نمونه مرکب با سه تکرار از عمق‌های سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) و تحتانی (۳۰-۱۰

سانتی‌متری) نمونه‌های خاک برداشت شدند (Zobeiry, 2009). نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشگاه ایلام انتقال یافتند. در جدول ۱ مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا نقاط نمونه‌برداری خاک در دو منطقه گنجوان و ایوان نمایش داده شده است.



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه در ایران و استان ایلام

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

نمونه‌های خاک پس از هواخشک‌شدن، از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، جرم مخصوص ظاهری خاک به روش کلوخه (Blake & Hartge, 1986) و ماده آلی خاک (روش اکسایش تر والکی- بلاک) برآورد گردید (Page *et al.*, 1992). نیتروژن کل خاک به روش کجلدال (Wuest *et al.*, 2005)، فسفر قابل جذب به روش اولسن با دستگاه اسپکترفتومتر (Page *et al.*,1992)، پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم و به‌کمک دستگاه فیلم‌فتومتر (Chapman & Pratt, 1978)، منیزیم و کلسیم محلول به روش کمپلکسومتری (Page *et al.*,1992) و آهک به روش خنثی کردن مواد خنثی‌شونده با اسید کلریدریک و تیتراسیون اسید اضافی با سود (Page *et al.*,1992) اندازه‌گیری شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با پنج تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل اقلیم در دو سطح (نیمه‌خشک-گنجوان و نیمه‌مرطوب-ایوان)، کاربری اراضی در سه سطح (کشاورزی، جنگل و مرتع) و عمق خاک در دو سطح عمق سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری خاک) و عمق تحتانی (۳۰-۱۰ سانتی‌متری خاک) بودند. تجزیه آماری داده‌های آزمایش با نرم‌افزار SAS .19 و مقایسه میانگین‌ها نیز با روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم نمودارها نیز با Excel انجام گردید.

جدول ۱- مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا برای نقاط نمونه‌برداری خاک در دو منطقه گنجوان و ایوان

منطقه	کاربری	ارتفاع (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
ایوان	مرتع	۱۱۳۵	۳۳° ۵۲' ۲۳"	۴۶° ۱۴' ۵۴"
		۱۱۶۷	۳۳° ۵۲' ۲۸"	۴۶° ۱۵' ۵"
		۱۱۴۳	۳۳° ۵۲' ۳۱"	۴۶° ۱۴' ۵۴"
		۱۱۴۷	۳۳° ۵۲' ۳۸"	۴۶° ۱۴' ۵۰"
		۱۱۷۰	۳۳° ۵۲' ۴۲"	۴۶° ۱۵' ۳"
	جنگل	۱۳۶۱	۳۳° ۴۴' ۴۸"	۴۶° ۲۱' ۵۶"
		۱۳۹۵	۳۳° ۴۴' ۴۱"	۴۶° ۲۱' ۵۶"
		۱۴۰۹	۳۳° ۴۴' ۳۷"	۴۶° ۲۱' ۵۷"
		۱۳۹۱	۳۳° ۴۴' ۲۶"	۴۶° ۲۲' ۱۴"
		۱۴۳۰	۳۳° ۴۴' ۱۰"	۴۶° ۲۲' ۱۷"
	کشاورزی	۱۱۰۷	۳۳° ۵۲' ۸"	۴۶° ۱۶' ۵۰"
		۱۱۲۲	۳۳° ۵۱' ۴۳"	۴۶° ۱۵' ۲۵"
		۱۱۳۰	۳۳° ۵۱' ۲۹"	۴۶° ۱۵' ۴۵"
		۱۱۲۸	۳۳° ۵۱' ۱۱"	۴۶° ۱۶' ۵"
		۱۱۳۲	۳۳° ۵۰' ۵۵"	۴۶° ۱۶' ۳۷"
گنجوان	مرتع	۸۸۶	۳۳° ۴۲' ۵۵"	۴۶° ۰' ۵۹"
		۸۲۰	۳۳° ۴۲' ۳۲"	۴۶° ۰' ۳۸"
		۸۲۷	۳۳° ۴۲' ۴۵"	۴۶° ۰' ۱۱"
		۸۱۳	۳۳° ۴۳' ۳۱"	۴۵° ۵۹' ۴۴"
		۷۸۳	۳۳° ۴۴' ۳۰"	۴۵° ۵۹' ۰"
	جنگل	۹۴۰	۳۳° ۴۱' ۱۴"	۴۵° ۲' ۴۳"
		۸۹۷	۳۳° ۴۱' ۳"	۴۵° ۲' ۳۰"
		۸۹۱	۳۳° ۴۰' ۵۵"	۴۵° ۲' ۳۸"
		۸۶۳	۳۳° ۴۰' ۴۳"	۴۶° ۲' ۳۴"
		۹۰۵	۳۳° ۴۱' ۲"	۴۶° ۲' ۴۵"
	کشاورزی	۸۷۱	۳۳° ۴۲' ۴۲"	۴۶° ۱' ۱۳"
		۸۵۲	۳۳° ۴۲' ۳۵"	۴۶° ۱' ۸"
		۸۸۲	۳۳° ۴۲' ۲۴"	۴۶° ۱' ۳۱"
		۹۴۰	۳۳° ۴۱' ۵۶"	۴۶° ۲' ۱۴"
		۹۵۹	۳۳° ۴۱' ۴۸"	۴۶° ۲' ۲۴"

نتایج

آماره‌های توصیفی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

جدول ۲ آمار توصیفی ویژگی‌های فیزیکی شامل جرم مخصوص ظاهری، اجزای تشکیل‌دهنده بافت خاک و شیمیایی مانند ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب، کلسیم و منیزیم محلول را نشان می‌دهد.

جدول ۲- آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه

خصوصیات خاک	حداقل	حداکثر	میانگین	دامنه تغییرات	ضریب تغییرات	انحراف معیار	خطای معیار
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۰۸	۱/۸۷	۱/۴۱	۰/۷۹	۱۴/۵۶	۰/۲۱	۰/۰۳
آهک (درصد)	۲۰/۷۵	۶۹/۵۰	۴۳/۴۱	۴۸/۷۵	۳۱/۲۲	۱۳/۵۵	۱/۷۵
رس (درصد)	۱۵/۰۰	۴۴/۰۰	۲۳/۶۵	۲۹/۰۰	۲۸/۸۶	۶/۸۲	۰/۸۸
سیلت (درصد)	۱۵/۰۰	۶۰/۰۰	۲۸/۵۲	۴۵/۰۰	۲۴/۵۰	۶/۹۹	۰/۹۰
شن (درصد)	۳۱/۰۰	۷۹/۰۰	۴۸/۷۰	۴۸/۰۰	۱۶/۲۳	۷/۹۰	۱/۰۲
ماده آلی (درصد)	۱/۷۲	۱۰/۹۲	۶/۱۶	۹/۱۹	۳۶/۵۷	۲/۲۵	۰/۲۹
نیتروژن کل (درصد)	۰/۰۹	۰/۶۸	۰/۳۲	۰/۵۹	۴۲/۹۹	۰/۱۴	۰/۰۲
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳/۹۰	۳۷/۱۰	۳۲/۶۴	۳۳/۲۰	۳۰/۵۸	۲۳/۰۴	۲/۹۷
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۵۹/۰۳	۷۱۴/۳۶	۳۴۵/۵۵	۶۵۵/۳۳	۶۷/۸۲	۳۴/۳۵	۳/۲۵
کلسیم محلول (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	۱/۰۰	۴/۸۰	۲/۷۵	۳/۸۰	۳۳/۷۶	۰/۹۳	۰/۱۲
منیزیم محلول (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	۰/۴۰	۶/۸۰	۱/۹۷	۶/۴۰	۶۳/۱۶	۱/۲۴	۰/۱۶

ویژگی‌های فیزیکی خاک

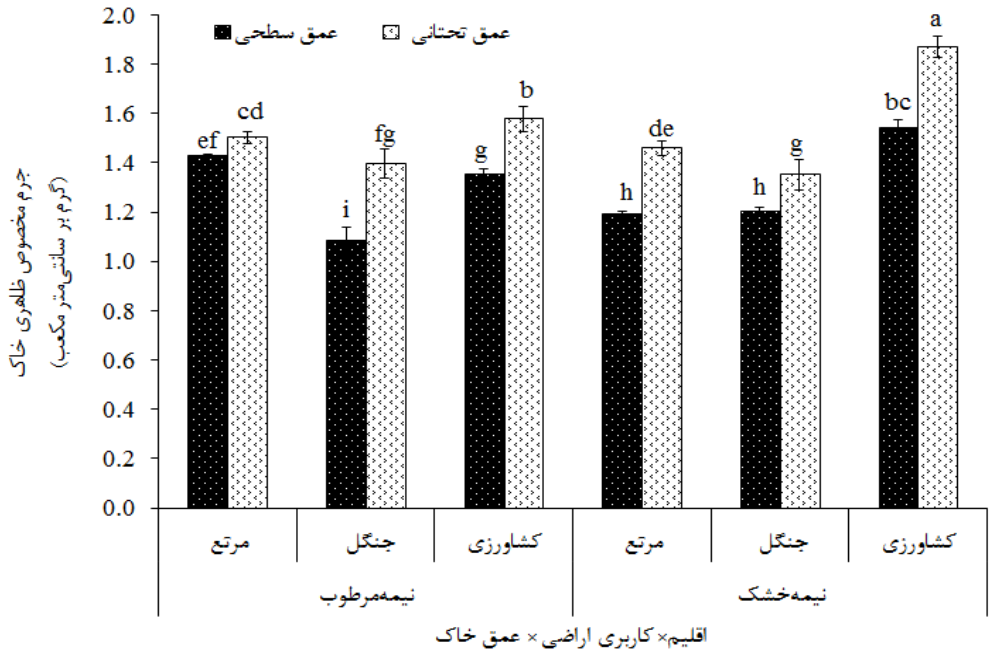
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثرهای اقلیم، کاربری اراضی، عمق خاک، اثرهای متقابل دوگانه (اقلیم× کاربری اراضی)، (کاربری اراضی× عمق خاک) و اثرهای متقابل سه‌گانه (اقلیم× کاربری اراضی× عمق خاک) بر جرم مخصوص ظاهری خاک در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). اثرهای اقلیم و کاربری اراضی بر ذرات رس، سیلت و آهک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. مقدار شن تحت تأثیر اثرهای کاربری اراضی در سطح احتمال یک درصد و اثرهای متقابل دوگانه (اقلیم× عمق خاک) در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۳).

با افزایش عمق خاک، جرم مخصوص ظاهری در کاربری‌های مختلف در هر دو اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان و نیمه‌خشک گنجوان افزایش یافت. بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری (۱/۸۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در اقلیم نیمه‌خشک گنجوان تحت تأثیر کاربری کشاورزی در عمق تحتانی خاک به‌دست آمد (شکل ۲). کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری (۱/۰۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان در عمق سطحی خاک تحت تأثیر کاربری جنگل مشاهده گردید. جرم مخصوص ظاهری در کاربری‌های جنگل و کشاورزی در اقلیم نیمه‌خشک گنجوان در مقایسه با اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان بیشتر بود. در اقلیم نیمه‌خشک گنجوان، جرم مخصوص ظاهری در عمق سطحی خاک در مقایسه با عمق تحتانی در کاربری‌های مرتع، جنگل و کشاورزی به‌ترتیب ۱۸/۴۹، ۱۱/۱۱ و ۱۷/۵۴ درصد کاهش یافت. این میزان در اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان به‌ترتیب ۴/۹۳، ۲۲/۵۸ و ۱۴/۴۵ درصد بود (شکل ۲).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرهای اقلیم، کاربری اراضی و عمق خاک بر ویژگیهای فیزیکی خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		جرم مخصوص ظاهری	آهک	رس	سیلت	شن
اقلیم	۱	۰/۱۹۶**	۱۱۸۸**	۵۷۰**	۴۱۰**	۹^{ns}
کاربری اراضی	۲	۰/۵۴۵**	۸۲۱**	۴۴۵**	۱۸۵**	۵۸۶**
عمق خاک	۱	۰/۷۷۶**	۱۸^{ns}	۵۰^{ns}	۱۰۴^{ns}	۱۱۲^{ns}
اقلیم× کاربری اراضی	۲	۰/۱۰۰**	۳۸۶^{ns}	۲۷^{ns}	۶۴^{ns}	۹۴^{ns}
اقلیم× عمق خاک	۱	۰/۰۰۲^{ns}	۹۸^{ns}	۱^{ns}	۴۶^{ns}	۱۶۶*
کاربری اراضی× عمق خاک	۲	۰/۰۱۴**	۱۶^{ns}	۴^{ns}	۳۷^{ns}	۷۱^{ns}
اقلیم× کاربری اراضی× عمق خاک	۲	۰/۰۴۶**	۵۵^{ns}	۱^{ns}	۲۷^{ns}	۷۶^{ns}
خطای آزمایشی	۴۸	۰/۰۰۲	۱۴۵	۲۴	۲۹	۳۳
ضرایب تغییرات (درصد)	-	۳/۳۷	۲۷/۷۶	۲۰/۸۸	۱۸/۹۶	۱۱/۸۹

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ ^{ns}: غیرمعنی‌دار



شکل ۲- جرم مخصوص ظاهری خاک تحت تأثیر کاربری اراضی در دو اقلیم نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک در عمق‌های مختلف خاک

بیشترین مقدار آهک خاک (۴۷/۸۵ درصد) در اقلیم نیمه‌خشک به‌دست آمد که ۲۲/۸۴ درصد بیشتر از اقلیم نیمه‌مرطوب بود. بیشترین (۴۹/۷۴ درصد) و کمترین (۳۶/۹۲ درصد) مقدار آهک خاک به‌ترتیب در کاربری کشاورزی و جنگل مشاهده گردید (جدول ۴).

بیشترین مقدار ذرات رس خاک (۲۶/۷۳ درصد) در اقلیم نیمه‌مرطوب به‌دست آمد که در مقایسه با اقلیم نیمه‌خشک ۲۹/۹۴ درصد بیشتر بود (جدول ۴). بیشترین (۲۸/۷۰ درصد) و کمترین (۱۹/۳۵ درصد) مقدار رس به‌ترتیب در کاربری جنگل و کشاورزی مشاهده گردید. میزان رس در کاربری جنگل در مقایسه با کاربری مرتع و کشاورزی به‌ترتیب ۲۵/۳۲ و ۴۸/۳۲ درصد بیشتر بود. اقلیم نیمه‌خشک بیشترین میزان سیلت را به خود اختصاص داد که نسبت به اقلیم نیمه‌مرطوب ۲۰/۱۹ درصد بیشتر بود (جدول ۴). بیشترین میزان سیلت (۳۱/۷۵ درصد) در کاربری مرتع حاصل گردید و بین کاربری‌های کشاورزی و جنگل از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین میزان سیلت را به خود اختصاص دادند. بیشترین میزان شن (۵۴/۹۵ درصد) در کاربری کشاورزی مشاهده گردید و کاربری‌های جنگل و مرتع کمترین میزان شن را داشتند (جدول ۴).

جدول ۴- تأثیر اقلیم و کاربری اراضی بر ذرات مختلف خاک

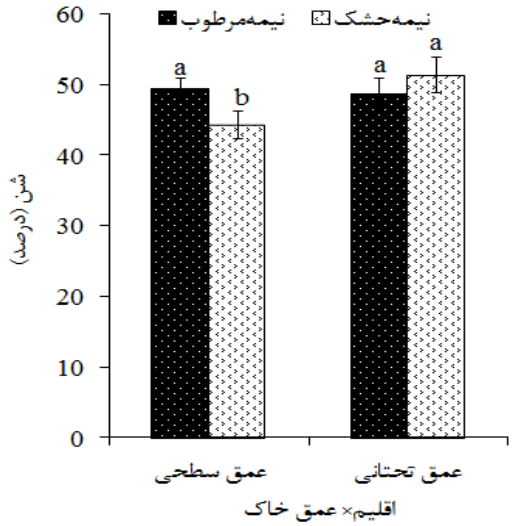
تیمار	آهک (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)
		اقلیم		
نیمه‌مرطوب	۳۸/۹۵^{b} ±۲/۴۱	۲۶/۷۳^{a} ±۱/۶۹	۲۵/۹۰^{b} ±۱/۰۱	۴۹/۱۰^{a} ±۱/۵۰
نیمه‌خشک	۴۷/۸۶^{a} ±۳/۰۲	۲۰/۵۷^{b} ±۱/۰۶	۳۱/۱۳^{a} ±۱/۱۸	۴۸/۳۰^{a} ±۲/۱۸
		کاربری اراضی		
مرتع	۴۳/۵۶^{ab} ±۲/۸۲	۲۲/۹۰^{b} ±۱/۵۹	۳۱/۷۵^{a} ±۲/۰۵	۴۵/۳۵^{b} ±۱/۵۹
جنگل	۳۶/۹۳^{b} ±۲/۴۸	۲۸/۷۰^{a} ±۱/۴۰	۲۸/۱۰^{b} ±۰/۹۵	۴۵/۷۸^{b} ±۰/۹۴
کشاورزی	۴۹/۷۳^{a} ±۳/۱۸	۱۹/۳۵^{c} ±۰/۶۳	۲۵/۷۰^{b} ±۱/۲۳	۵۴/۹۵^{a} ±۱/۷۹

حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

در عمق سطحی خاک، بیشترین میزان شن (۴۹/۴۰ درصد) در اقلیم نیمه‌مرطوب به‌دست آمد که در مقایسه با اقلیم نیمه‌خشک ۱۱/۵۸ درصد بیشتر بود. اما در عمق تحتانی خاک دو اقلیم از نظر میزان شن با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۳).

ویژگی‌های شیمیایی خاک

اثرهای اقلیم، کاربری اراضی، عمق خاک و اثرهای متقابل دوگانه (اقلیم× کاربری اراضی) و (کاربری اراضی× عمق خاک) بر ماده آلی خاک و نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۵).



شکل ۳- ذرات شن خاک تحت تأثیر دو عمق مختلف خاک در دو اقلیم نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب

کاربری اراضی و اثرهای متقابل دوگانه (اقلیم× کاربری اراضی) تأثیر معنی‌داری بر فسفر و پتاسیم قابل جذب داشت. همچنین، فسفر قابل جذب تحت تأثیر اثرهای متقابل دوگانه (کاربری اراضی× عمق خاک) قرار گرفتند (جدول ۵). اثرهای اقلیم، کاربری اراضی، عمق خاک، اثرهای متقابل دوگانه (اقلیم× کاربری اراضی) و اثرهای متقابل سه‌گانه (اقلیم× کاربری اراضی× عمق خاک) بر کلسیم محلول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تأثیر کاربری اراضی، اثرهای متقابل دوگانه (اقلیم× کاربری اراضی) و اثرهای متقابل سه‌گانه (اقلیم× کاربری اراضی× عمق خاک) بر منیزیم محلول معنی‌دار ($P<0.01$) بود (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس اثرهای اقلیم، کاربری اراضی و عمق خاک بر ویژگی‌های شیمیایی خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ماده آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
اقلیم	۱	۳۰/۷۵**	۰/۰۷۷**	۱/۹^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۷/۴۹۱**	۱/۹۴۴^{ns}
کاربری اراضی	۲	۹۵/۰۸**	۰/۲۳۸**	۱۲۷۵۳/۸**	۱/۲۶۳**	۶/۳۳۹**	۴/۴۹۸*
عمق خاک	۱	۱۷/۷۹*	۰/۰۴۴*	۱۷۶/۶^{ns}	۰/۲۲۸^{ns}	۱/۴۱۱^{ns}	۰/۶۰۰^{ns}
اقلیم× کاربری اراضی	۲	۱۱/۵۴*	۰/۰۲۹*	۶۰۳/۰*	۰/۰۶۷*	۱/۲۹۸**	۱۰/۰۸۸**
اقلیم× عمق خاک	۱	۰/۶۰^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۶/۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۳۲۲^{ns}	۰/۰۲۴^{ns}
کاربری اراضی× عمق خاک	۲	۲۵/۹۰**	۰/۰۶۵**	۳۴۹۷/۲**	۰/۰۲۵^{ns}	۰/۰۵۱^{ns}	۲/۹۳۶^{ns}
اقلیم× کاربری اراضی× عمق خاک	۲	۰/۳۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۲۸۱/۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۴/۶۴۲**	۴/۸۲۴**
خطای آزمایشی	۴۸	۲/۷۹	۰/۰۰۷	۱۴۶/۰	۰/۰۱۴	۰/۳۵۶	۰/۹۲۲
ضرایب تغییرات (درصد)	-	۲۶/۰۳	۲۶/۰۳	۳۳/۶۶	۳۳/۱۶	۲۱/۶۶	۳۸/۸۳

میزان ماده آلی خاک در اقلیم نیمه‌مرطوب بیشتر از اقلیم نیمه‌خشک بود (جدول ۶). بیشترین میزان ماده آلی خاک (۱۰/۲۸ درصد) در کاربری جنگل در اقلیم نیمه‌مرطوب به‌دست آمد که ۴۲/۸۵ درصد بیشتر از اقلیم نیمه‌خشک بود. همچنین، ماده آلی خاک در کاربری جنگل در اقلیم نیمه‌مرطوب در مقایسه با کاربری مرتع و کشاورزی به‌ترتیب ۵۵/۰۶ و ۱۳۰/۰۶ درصد بیشتر بود (جدول ۶). میزان میزان ماده آلی خاک در کاربری مرتع در مقایسه با کاربری کشاورزی در اقلیم نیمه‌مرطوب ۲۰/۱۰ درصد بیشتر بود. کاربری کشاورزی، کمترین میزان صفت مزبور را به همراه داشت که در بین دو اقلیم اختلاف آماری نداشت (جدول ۶). ماده آلی خاک در عمق تحتانی خاک در کاربری‌های مختلف کاهش داشت. البته لازم است یادآوری شود که در مجموع کاربری جنگل از سطح ماده آلی خاک بالاتری در مقایسه با کاربری مرتع و کشاورزی برخوردار بود. بیشترین ماده آلی خاک (۱۰/۴۶ درصد) در کاربری جنگل در عمق سطحی خاک به‌دست آمد و با افزایش عمق خاک، میزان ماده آلی خاک کاهش یافت (جدول ۷).

بیشترین میزان نیتروژن (۰/۵۱ درصد) در اقلیم نیمه‌مرطوب تحت کاربری جنگل به‌دست آمد که در مقایسه با نیتروژن اقلیم نیمه‌خشک ۴۲/۸۵ درصد بیشتر بود (جدول ۶). مقدار نیتروژن کاربری مرتع در اقلیم نیمه‌مرطوب ۲۰/۱۰ درصد بیشتر از مقدار آن در کاربری مرتع در اقلیم نیمه‌خشک بود که از لحاظ آماری با هم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. البته بین کاربری کشاورزی در هر دو اقلیم از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). بیشترین مقدار نیتروژن خاک (۰/۵۲۳ درصد) در کاربری جنگل در عمق سطحی خاک (۰-۱۰ سانتی‌متری) به‌دست آمد. کمترین میزان نیتروژن خاک (۰/۲۴۸ درصد) نیز در کاربری کشاورزی در عمق تحتانی خاک (۱۰-۳۰ سانتی‌متری) حاصل شد که با عمق سطحی خاک در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۷). میزان نیتروژن خاک در کاربری جنگل در عمق سطحی خاک ۲/۷ برابر کاربری کشاورزی بود. البته بین نیتروژن کاربری مرتع در هر دو عمق اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷). بیشترین میزان فسفر قابل جذب خاک (۳۵/۰۴ و ۳۲/۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) به‌ترتیب در کاربری جنگل در اقلیم نیمه‌مرطوب و کاربری جنگل در اقلیم نیمه‌خشک به‌دست آمد (جدول ۶). در اقلیم نیمه‌مرطوب، بین فسفر قابل جذب خاک کاربری مرتع و کشاورزی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، اما در اقلیم نیمه‌خشک فسفر قابل جذب خاک در کاربری کشاورزی بیشتر از غلظت آن در کاربری مرتع بود (جدول ۶). بیشترین مقدار فسفر قابل جذب خاک (۵۹/۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) به تیمار کاربری جنگل در عمق سطحی خاک اختصاص یافت (جدول ۷). کاربری جنگل در عمق تحتانی خاک نیز در رتبه دوم قرار گرفت. البته بین فسفر قابل جذب خاک کاربری مرتع با کاربری کشاورزی در هر دو عمق خاک اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. فسفر قابل جذب خاک کاربری مرتع و کشاورزی در عمق سطحی خاک بیشتر از عمق تحتانی خاک بود (جدول ۷). فرایند کوددهی در اراضی کشاورزی می‌تواند سبب افزایش فسفر خاک در اراضی کشاورزی شود ولی در منطقه ایوان و گنجوان چنین تفاوتی مشاهده نشد. از دلیل‌های این امر می‌توان به کاهش ذرات رس در خاک‌های کشاورزی اشاره کرد. همچنین جذب فسفر توسط گیاهان و خروج آن به دلیل برداشت محصول از دیگر عوامل کاهش فسفر خاک در اثر کشاورزی است. فرسایش خاک تقریباً مهمترین سازوکار برای انتقال فسفر از کاربری زراعی است (Yousefifard *et al.*, 2007). بنابراین، در کاربری کشاورزی می‌توان کاهش فسفر را به وجود فرسایش نسبت داد که موجب هدررفت فسفر در این کاربری شده است که با نتایج به‌دست توسط Vahabzadeh و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد. کاهش میزان فسفر از کاربری جنگل به زراعت با نتایج Tajari و همکاران (۲۰۱۳) که کاهش چهار برابری فسفر را گزارش نموده‌اند، مطابقت دارد. Niknahad و Marmarai (2011) در استان گلستان پایین‌تر بودن مقدار فسفر قابل جذب را در اراضی کشاورزی نسبت به اراضی جنگل گزارش نمودند. افزایش مقدار فسفر خاک در کاربری مرتع را می‌توان به

مدفون شدن بیشتر فضولات و لاشبرگ و تحرک بیشتر فسفر موجود در سطح خاک بر اثر تردد دام و به هم خوردن خاک سطحی نسبت داد. ازآن‌جاکه فسفر در خاک توسط مواد آلی جذب سطحی می‌شود و از فرسایش آن جلوگیری به‌عمل می‌آورد غلظت فسفر در عمق سطحی خاک بیشتر از عمق تحتانی خاک در کاربری‌های مختلف است. در خاک‌های اقلیم نیمه‌مرطوب که میزان رس بالاتری دارند مقادیر فسفر و پتاسیم قابل جذب بیشتر بوده است. وجود رس سبب جذب سطحی این یون‌ها شده و از آبشویی و هدررفت آنها جلوگیری می‌کند. مقدار پتاسیم قابل جذب در دو اقلیم نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک تحت تأثیر کاربری جنگل تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و بیشترین میزان این عنصر (۶۷۰ و ۶۲۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌ترتیب) را داشتند (جدول ۶). کمترین میزان پتاسیم قابل جذب خاک در کاربری کشاورزی در اقلیم نیمه‌مرطوب مشاهده شد که با کاربری مرتع در اقلیم نیمه‌خشک اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

جدول ۶- ماده آلی و غلظت عناصر خاک تحت تأثیر کاربری اراضی در دو اقلیم نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب

اقلیم	کاربری اراضی	ماده آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)
نیمه‌مرطوب	کشاورزی	۴/۴۷^{d} ±۰/۵۴	۰/۲۲۴^{d} ±۰/۰۳	۱۶/۷۴^{c} ±۱/۵۹	۱۶۷^{c} ±۱/۵۲
	جنگل	۱۰/۲۹^{a} ±۰/۹۱	۰/۵۱۴^{a} ±۰/۰۵	۳۵/۰۴^{a} ±۲/۱۹	۶۷۰^{a} ±۶/۱۲
	مرتع	۶/۶۳^{bc} ±۰/۳۸	۰/۳۳۲^{bc} ±۰/۰۲	۲۳/۴۱^{bc} ±۲/۶۵	۲۳۴^{bc} ±۲/۴۳
نیمه‌خشک	کشاورزی	۴/۳۷^{d} ±۰/۵۸	۰/۲۱۹^{d} ±۰/۰۲	۲۹/۶۰^{b} ±۳/۳۶	۳۰۶^{b} ±۲/۹۲
	جنگل	۷/۲۰^{b} ±۰/۷۰	۰/۳۶۰^{b} ±۰/۰۳	۳۲/۹۴^{a} ±۱/۲۹	۶۲۹^{a} ±۶/۵۴
	مرتع	۴/۳۷^{cd} ±۰/۴۲	۰/۲۷۶^{cd} ±۰/۰۳	۱۵/۷۱^{c} ±۲/۹۱	۱۵۷^{c} ±۳/۲۱

حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۷- ماده آلی و غلظت عناصر خاک تحت تأثیر کاربری اراضی در دو عمق مختلف خاک

عمق	کاربری اراضی	ماده آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)
سطحی	کشاورزی	۳/۸۷^{d} ±۰/۳۹	۰/۱۹۴^{d} ±۰/۰۱۹	۳۰/۰۸^{c} ±۵/۱۷
	جنگل	۱۰/۴۷^{a} ±۰/۷۵	۰/۵۲۳^{a} ±۰/۰۳۸	۵۹/۹۳^{a} ±۵/۰۸
	مرتع	۶/۵۳^{b} ±۰/۵۵	۰/۳۲۷^{b} ±۰/۰۲۸	۲۴/۴۳^{cd} ±۳/۰۱
تحتانی	کشاورزی	۴/۹۷^{cd} ±۰/۵۰	۰/۲۴۸^{cd} ±۰/۰۲۵	۱۶/۲۵^{d} ±۱/۷۷
	جنگل	۷/۰۲^{b} ±۰/۷۹	۰/۳۵۱^{b} ±۰/۰۴۰	۴۸/۰۵^{b} ±۵/۳۲
	مرتع	۵/۶۲^{bc} ±۰/۴۵	۰/۲۸۱^{bc} ±۰/۰۲۲	۱۴/۶۸^{d} ±۲/۱۱

حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

در اقلیم نیمه‌مرطوب کلسیم محلول خاک در عمق تحتانی خاک در مقایسه با عمق سطحی بیشتر بود. در اقلیم نیمه‌مرطوب، بیشترین مقدار کلسیم محلول خاک (۴/۰۸ میلی‌اکی والان در لیتر) در عمق تحتانی خاک با کاربری جنگل مشاهده شد که با عمق سطحی خاک تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۸). در اقلیم نیمه‌خشک، مقدار کلسیم خاک در کاربری جنگل در هر دو عمق تفاوت معنی‌داری نداشت و بیشتر از کاربری مرتع بود (جدول ۸). همچنین در اقلیم نیمه‌خشک، مقدار کلسیم محلول خاک در کاربری کشاورزی تحت تأثیر عمق قرار نگرفت و کمترین میزان این عنصر را داشت (جدول ۸).

بیشترین مقدار منیزیم محلول خاک (۳/۹۲ میلی‌اکی والان در لیتر) در اقلیم نیمه‌مرطوب تحت تأثیر کاربری جنگل در عمق تحتانی خاک به‌دست آمد که با کاربری مرتع در عمق سطحی خاک اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۸). به‌طوری‌که کاربری کشاورزی در اقلیم نیمه‌خشک در عمق تحتانی خاک کمترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد (جدول ۸).

جدول ۸- عناصر غذایی خاک تحت تأثیر کاربری اراضی در دو عمق مختلف خاک

عمق خاک	کاربری اراضی	غلظت کلسیم محلول (میلی‌اکی‌والان در لیتر)		غلظت منیزیم محلول (میلی‌اکی‌والان در لیتر)	
		نیمه‌مرطوب	نیمه‌خشک	نیمه‌مرطوب	نیمه‌خشک
سطحی	کشاورزی	$۲/۰۸^{ef} \pm ۰/۲۷$	$۱/۸۴^{ef} \pm ۰/۳۳$	$۱/۰۴^{d} \pm ۰/۰۹$	$۱/۶۸^{cd} \pm ۰/۳۴$
	جنگل	$۳/۴۴^{ab} \pm ۰/۳۳$	$۳/۴۴^{ab} \pm ۰/۱۹$	$۲/۸۰^{b} \pm ۰/۵۸$	$۲/۳۲^{bc} \pm ۰/۳۸$
	مرتع	$۲/۴۸^{bc} \pm ۰/۲۳$	$۲/۵۶^{cde} \pm ۰/۱۹$	$۲/۹۶^{ab} \pm ۰/۶۶$	$۱/۶۰^{cd} \pm ۰/۱۴$
تحتانی	کشاورزی	$۳/۲۸^{bc} \pm ۰/۲۹$	$۱/۴۴^{f} \pm ۰/۱۳$	$۱/۶۸^{cd} \pm ۰/۴۲$	$۱/۱۲^{d} \pm ۰/۲۳$
	جنگل	$۴/۰۸^{a} \pm ۰/۵۴$	$۲/۹۶^{bcd} \pm ۰/۲۸$	$۳/۹۲^{a} \pm ۰/۷۵$	$۱/۴۴^{cd} \pm ۰/۴۱$
	مرتع	$۳/۴۴^{de} \pm ۰/۰۷$	$۲/۱۶^{ef} \pm ۰/۱۶$	$۲/۳۲^{bc} \pm ۰/۳۶$	$۰/۶۲^{e} \pm ۰/۲۲$

حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

بحث

ویژگی‌های فیزیکی خاک

با توجه به نتایج مشخص شد که در کاربری‌های مورد مطالعه، با افزایش عمق خاک، جرم مخصوص ظاهری افزایش یافت. همچنین، خاک‌های کشاورزی نسبت به خاک‌های جنگل و مرتع جرم مخصوص ظاهری بالاتری داشتند، دلیل این امر احتمالاً انجام عملیات کشت و کار، خاک‌ورزی و تجزیه ماده آلی می‌باشد که سبب کاهش میزان ماده آلی در اراضی کشاورزی گردیده و متعاقب آن جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش یافته است. Gholami و همکاران (۲۰۱۶)، در سه کاربری مرتع، جنگل و اراضی زراعی در منطقه بانه استان کردستان نشان دادند که جرم مخصوص ظاهری در کاربری زراعی افزایش و کربن آلی کاهش یافته است. مطابق نتایج این پژوهشگران تبدیل اراضی طبیعی و بکر به اراضی زراعی منجر به فشردگی لایه‌های خاک همراه با افزایش جرم مخصوص ظاهری شده است. در اراضی مرتعی نیز به دلیل متراکم شدن خاک در اثر لگدکوبی مکرر دام جرم مخصوص ظاهری به‌ویژه در خاک‌های مرطوب اقلیم ایوان افزایش یافته است. Steffens و همکاران (۲۰۰۸)، نیز به تأثیر منفی چرای دام بر جرم

مخصوص ظاهری خاک اشاره کردند. عامل اصلی تفاوت جرم مخصوص ظاهری در دو اقلیم نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب را می‌توان به وجود مواد آلی بیشتر در اقلیم نیمه‌مرطوب نسبت داد که با نتایج به‌دست آمده توسط García-Orenes و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که جرم مخصوص ظاهری خاک در ارتباط با ماده آلی خاک و نحوه بهره‌برداری از زمین می‌باشد.

میزان آهک در اقلیم نیمه‌مرطوب کمتر از نیمه‌خشک بود. با توجه به بارندگی بیشتر در منطقه ایوان به نظر می‌رسد که فرایند آبشویی در خاک رخ داده و میزان آهک در این اقلیم کمتر از اقلیم نیمه‌خشک گنجوان بود. از سوی دیگر می‌توان آهک کمتر منطقه ایوان را به بالا بودن ماده آلی در این اقلیم نسبت داد. ماده آلی با اسیدی‌کردن محیط خاک باعث می‌شود که آهک خاک کم شود (Saber, 2012). همچنین آهک توسط آب و باران به بی‌کربنات محلول تبدیل شده و به قسمت‌های عمیق‌تر خاک منتقل می‌گردد (Saber, 2012). در کاربری زراعت نسبت به کاربری مرتع و جنگل بیشترین میزان آهک مشاهده گردید. احتمالاً عملیات خاک‌ورزی سبب شده تا لایه‌های پایین خاک با درصد آهک بیشتر به سطح بالایی خاک نزدیک شده و با توجه به قرار گرفتن در لایه‌های فوقانی و مخلوط شدن با آن، درصد آهک خاک سطحی را افزایش می‌دهد. نتایج مشابه توسط Riahi و همکاران (۲۰۱۶) به‌دست آمد. بافت خاک هر منطقه متأثر از سنگ‌های مادری، خصوصیات زمین‌شناسی و اقلیم است. در منطقه گنجوان با کاهش بارندگی و رطوبت و افزایش دما از میزان رس کاسته شده است. دلیل آن کاهش مواد آلی خاک، کمتر شدن کمپلکس‌های رس- هوموس و شسته‌شدن رس از افق‌های سطحی توسط بارندگی می‌تواند باشد (Saber, 2012). میزان رس در خاک زراعی کمتر بود. کاهش میزان رس خاک در اثر کشت و کار را می‌توان احتمالاً به فرسایش خاک در اراضی کشاورزی و خارج شدن ذرات رس توسط رواناب‌های سطحی نسبت داد. Martínez-Mena و همکاران (۲۰۰۸)، در مطالعات خود مشاهده کردند که طی تغییر کاربری از جنگل به زراعی، میزان رس و سیلت کاهش می‌یابد و بر میزان و درصد شن افزوده می‌شود. در توجیه این نتیجه می‌توان بیان کرد که با کاهش ماده آلی خاک، به موجب آن کاهش پایداری خاکدانه طی تغییر کاربری جنگل، میزان فرسایش افزایش پیدا می‌کند. Niknahad و Marmarai (۲۰۱۱)، با مطالعه اثرهای تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک در حوضه آبخیز کیچیک مشاهده کردند که در اثر تغییر کاربری اراضی، بافت خاک از شنی رسی لومی در اراضی جنگلی به شنی لومی در اراضی مرتعی و زراعی تغییر یافته است. ازاین‌رو به نظر می‌رسد در اقلیم نیمه‌خشک با کاهش بارندگی و افزایش دما به دلیل نامناسب‌شدن شرایط هوادیدگی بر میزان سیلت در این منطقه افزوده شده است.

ویژگی‌های شیمیایی خاک

تبدیل جنگل و مرتع به زمین کشاورزی سبب کاهش ماده آلی در هر دو عمق خاک گردید. مهمترین عاملی که باعث کاهش مقدار ماده آلی در زمین زراعی شده، کشت و کار است. زیرا طی عملیات شخم‌زدن، تجزیه مواد آلی خاک افزایش می‌یابد (Martínez-Mena *et al.*, 2008). همچنین، می‌توان بیان کرد که در خاک جنگل به دلیل فقدان کشت و زرع و وجود لاشبرگ فراوان، بین تجزیه سریع ماده آلی خاک و تجمع سریع لاشبرگ توازن وجود دارد، اما در اراضی زراعی و مرتعی این توازن به چشم نمی‌خورد. کاهش ماده آلی در اثر تغییر کاربری جنگل به زراعت در پژوهش‌های Gholami و همکاران (۲۰۱۶) نیز مشاهده شده است. Riahi و همکاران (۲۰۱۶)، کاهش ماده آلی ناشی از انجام عملیات شخم را در نتیجه تسریع تجزیه ماده آلی خاک می‌دانند. کشت و کار و عملیات زراعی در هر دو اقلیم نیمه‌مرطوب ایوان و نیمه‌خشک گنجوان باعث کاهش ماده آلی خاک گردید، کاهش کربن آلی خاک در اثر کشت و کار احتمالاً به دلیل کاهش مقدار کربن ورودی به خاک‌های زراعی می‌باشد، چون در این خاک‌ها قسمت عمده ماده

خشک تولیدی به‌صورت محصول برداشت شده از زمین خارج می‌شود. بنابران کربن ورودی کمتر و کربن خروجی بیشتر در این اراضی می‌تواند از دلایل عمده کاهش میزان کربن آلی در این خاک‌ها باشد. میزان ماده آلی خاک در اقلیم نیمه‌مرطوب بیشتر از اقلیم نیمه‌خشک بود. Franzluebbers (۲۰۰۲)، نشان داد که ماده آلی خاک تحت اقلیم مرطوب و سرد نسبت به اقلیم خشک‌تر در یک توالی اقلیمی بیشتر تجمع می‌یابد. به‌طور کلی، عمق سطحی در مقایسه با عمق تحتانی، به علت ورود بیشتر بقایا و مواد گیاهی تازه و آلی مقادیر بیشتری از ماده آلی را دارا بود. Vahabzadeh و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که میزان ماده آلی در اراضی زراعی و مرتعی در مقایسه با کاربری جنگل، کاهش برابر با ۳۵/۷۰ و ۲۱/۸۵ درصد در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری و ۳۶/۲۲ و ۲۲/۶۴ درصد در عمق ۳۰-۱۰ سانتی‌متری به‌ترتیب داشته است. حداکثر نیتروژن کل در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری در کاربری جنگل، به میزان ۰/۳۷ درصد و حداقل آن در عمق ۳۰-۱۰ سانتی‌متری در کاربری زراعی به میزان ۰/۱۶ درصد مشاهده شد که کاهش برابر با ۵۶/۷۵ درصد را نشان داد. چگالی ظاهری، اسیدیته و میزان شن خاک با تغییر کاربری جنگل، افزایش و تخلخل و ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان سیلت و رس آن کاهش یافته است.

طبق این نتایج، کاربری کشاورزی موجب کاهش معنی‌دار درصد ماده آلی و نیتروژن خاک شده است که این مسئله می‌تواند موجب کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش عملکرد و مستعد شدن اراضی برای فرسایش گردد. روند تغییرات مقدار نیتروژن خاک، مشابه ماده آلی بود، زیرا بخش عمده نیتروژن خاک به شکل نیتروژن آلی است. در هر دو اقلیم نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب، کاربری جنگل بیشترین مقدار نیتروژن را داراست. در اراضی زراعی مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنه که به‌طور معمول بدون استفاده از کودهای آلی به خاک افزوده می‌شوند، می‌تواند با بر هم زدن تعادل خاک و نسبت کربن به نیتروژن دلایل تجزیه بیشتر مواد آلی را فراهم کند (Manna *et al.,* 2007). Riahi و همکاران (۲۰۱۶)، گزارش کردند که جرم مخصوص ظاهری، کربنات کلسیم، اسیدیته و میزان شن خاک طی تغییر کاربری جنگل به مرتع و زراعت افزایش و تخلخل خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان سیلت و رس خاک کاهش یافته است. میزان ماده آلی در اراضی زراعی و مرتعی، میزان کاهشی برابر ۰/۳۵ و ۲۱/۸ درصد در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری و ۳۶/۳ و ۲۲/۶ درصد در عمق ۳۰-۱۰ سانتی‌متری در مقایسه با کاربری جنگل داشته است. حداکثر نیتروژن کل در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری در کاربری جنگل به میزان ۰/۳۷ درصد و حداقل آن در لایه ۳۰-۱۰ سانتی‌متری در کاربری زراعی به میزان ۰/۱۶ درصد مشاهده شد که کاهش برابر با ۵۶/۷۵ درصد را نشان داد. Rezapour و Samadi (۲۰۱۲) در مطالعه اثر کشت بلندمدت بر خصوصیات خاک‌های اینسپتی‌سول نشان دادند که کشت بلندمدت باعث کاهش معنی‌دار میزان کربن آلی و نیتروژن خاک گردیده است. همچنین در سال‌های خشک بخش عمده‌ای از نیتروژن موجود در خاک نامتحرک شده و به‌صورت نیتروژن آلی در ریشه و خاک ذخیره می‌شود تا در سال‌های بعد با فراهم شدن رطوبت کافی مصرف شود، بنابراین در سال‌های خشک کمبود رطوبت از عامل‌های مؤثر کمبود نیتروژن قابل استفاده برای گیاه در خاک است (Jafari & Sarmadian, 2007). بر این اساس به تناسب گذشت زمان از میزان پوشش گیاهی منطقه گنجوان کاسته شده است، در نتیجه بر خشکی خاک افزوده گردیده و با افزایش خشکی میزان نیتروژن قابل مصرف کاهش یافته است. یکی دیگر از دلایل کاهش نیتروژن در اقلیم نیمه‌خشک، عدم تکامل خاک منطقه و فقیر بودن آن است. با تغییر کاربری از اراضی طبیعی به اراضی کشاورزی پتاسیم قابل جذب کاهش یافته است. کاهش پتاسیم قابل جذب در زمین کشاورزی می‌تواند به دلیل شست‌وشوی این عنصر به لایه‌های زیرین و یا خروج آن از طریق محصولات کشاورزی باشد. Kiani و همکاران (۲۰۰۷)، در استان گلستان اعلام کردند که مقدار پتاسیم با قطع درختان جنگلی و افزایش عملیات کشاورزی و در

نتیجه افزایش شست‌وشوی این عنصر و انتقال به لایه‌های پایینی خاک، از ۲۵۵ به ۲۱۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک کاهش یافته است. دلیل بیشتر پتاسیم خاک در مراتع را می‌توان به اثر مثبت دام بر میزان پتاسیم خاک از طریق تردد دام و فضولات دامی دانست که قسمت عمده پتاسیم موجود در علوفه خورده شده توسط دام از طریق فضولات دام به محیط بازگردانده می‌شود و در افزایش پتاسیم قابل جذب در منطقه نقش دارد. منطقه ایوان دارای بارندگی بالایی است، ازاین‌رو آب‌شویی در این منطقه نسبت به منطقه گنجوان بیشتر است. Alvaro-Fuentes و همکاران (۲۰۱۲)، نیز گزارش کردند که با افزایش حجم آب‌شویی غلظت پتاسیم محلول خاک کاهش می‌یابد. مقدار کلسیم و منیزیم محلول خاک در خاک‌ها تابع اقلیم و بافت خاک است. Bahrami و همکاران (۲۰۱۰)، نیز در مطالعه خود بیان کردند که تبدیل جنگل طبیعی به مزرعه چای در اثر کاهش مقدار رس، سبب کاهش مقدار کلسیم خاک شده است. غلظت کلسیم و منیزیم اقلیم نیمه‌خشک بیشتر از نیمه‌مرطوب بود. با توجه به آب‌شویی بالای منطقه مرطوب، یافته‌های این تحقیق مورد انتظار بود. Halvin و همکاران (۲۰۰۵)، گزارش کردند که کلسیم قابل آب‌شویی است و میزان آب‌شویی آن بین ۷۵ تا ۲۰۰ پوند بر ایکر در سال است. Ramazanpur و Rasooli (۲۰۱۵)، تغییر کاربری از جنگل به باغ چای مقادیر رس، سیلت و جرم مخصوص ظاهری را به‌ترتیب به میزان ۱۱۲، ۱۰/۵ و ۱۷ درصد افزایش و مقادیر شن، کربن آلی، کلسیم تبادلی، منیزیم تبادلی، پتاسیم تبادلی و ظرفیت تبادلی را به‌ترتیب ۳/۷، ۱۱، ۹/۷، ۱۷، ۲۹ و ۳۲/۶ درصد کاهش داد.

به‌طورکلی نتایج این پژوهش حکایت از آن دارد که تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی به اراضی زراعی، سبب کاهش معنی‌دار مقدار ماده آلی خاک و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در هر دو عمق خاک گردید. خاک‌های منطقه ایوان با اقلیم نیمه‌مرطوب دارای حداکثر میزان رس، ماده آلی، نیتروژن، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و بی‌کربنات محلول هستند. در خاک‌های منطقه گنجوان با اقلیمی نیمه‌خشک غلظت عناصر سدیم، کلر محلول بیشتر از منطقه ایوان با اقلیمی نیمه‌مرطوب بود. همچنین مقدار سیلت، آهک و جرم مخصوص ظاهری خاک در این اقلیم بیشتر بود. میزان ماده آلی خاک در اقلیم نیمه‌خشک کمتر از نیمه‌مرطوب بود. کاربری جنگل در هر دو اقلیم بیشترین غلظت ماده آلی، رس، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول را داشت. درصد شن و سیلت، آهک، جرم مخصوص ظاهری خاک و کلر و سدیم در اراضی کشاورزی بیشتر از اراضی مرتع و جنگل بود. بنابراین لازم است نسبت به جلوگیری از تغییر کاربری اراضی و مدیریت صحیح آن و همچنین اصلاح الگوی کشت در اراضی کشاورزی در مناطق با اقلیم‌های متفاوت به‌ویژه اقلیم‌های خشک اقدامات لازم و صحیح انجام شود.

منابع مورد استفاده

- Alvaro-Fuentes, J., Easter, M. and Paustian, K., 2012. Climate change effects on organic carbon storage in agricultural soils of northeastern Spain. Journal of Agricultural Ecosystem and Environment, 155 (8): 87-94.
- Auwal, M. and David, A. A., 2015. Assessment of nutrient distribution as affected by land use pattern in Allahabad Region. International Journal of Geology, 5(2): 26-31.
- Awotoye, O. O., Adebola, S. I. and Matthew, O. J., 2013. The effects of land-use changes on soil properties in a humid tropical location; Little-Ose forest reserve, south-western Nigeria. Research Journal of Agricultural and Environmental Management, 2(6): 176-182.
- Bahrami, A., Emadodin, I., Ranjbar-Atashi, M. and Rudolf-Bork, H., 2010. Land use change and soil degradation: A case study, north of Iran. Agriculture and Biology. Journal of North America, 1(4): 600-605.
- Biro, K., Pradhan, B., Muchroithner, M. and Makeschin, F., 2013. Land use/land cover change analysis and its impact on soil properties in the Northern part of Gadarif Region, Sudan. Journal of Land Degradation and Development, 24(1): 90-102.
- Blake, G. R. and Hartge, K. H., 1986. Bulk density. In: Klute, A., Ed., Methods of soil analysis. Part 1: physical and mineralogical methods, 2nd, Agronomy Monograph, Madison, 363-382p.
- Bouyoucos, G. J., 1962. Hydrometer method

- Muñoz- Rojas, M., Jordán, A., Zavala, L. M., De La Rosa, D., Abd-Elmabod, S. K. and Anaya–Romero, M., 2015. Impact of land use and land cover changes on organic carbon stocks in Mediterranean soils (1956- 2007). Journal of Land Degradation and Development, 26(2): 168-179.
- Niknahad, H. and Marmarai, M., 2011. Study of the effects of land use change on soil properties (Case Study: Kechik Watershed). Journal of Soil Management and Sustainable Production, 1(2): 81-96.
- Page. A. L., Miller, R. H. and Jeeney, D. R., 1992. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and mineralogical properties. SSSA Publication, Madison, 624 P.
- Ramazanpur, H. and Rasooli, N., 2015. Investigating the effects of land use change on some soil characteristics. Journal of Soil Science Researches of Soil and Water Sciences, 29(2): 221-231.
- Rezapour, S., 2014. Response of some soil attributes to different land use types in calcareous soils with Mediterranean type climate in north-west of Iran. Journal of Environmental Earth Science, 71: 2199-2210.
- Rezapour, S. and Samadi, A., 2012. Assessment of Inceptisols soil quality following long-term cropping in a calcareous environment. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 184: 1311-1323.
- Riahi, M., Vahabzadeh R. and Raai, R., 2016. The role of land use change on some physical and chemical properties of soils (Case Study: Kiasar Galogah Basin). Journal of Water and Soil Science, 26(1): 159-171.
- Saber, D., 2012. Investigation of soil characteristics in different land uses affected by semi-humid and humid climates. M.Sc. thesis, Department of Soil Science, Shahid Bahonar University, Kerman.
- Soleimani, K. and Azmodeh, A., 2010. Investigating the role of land use change on some physical, chemical and soil erosion properties. Journal of Natural Geography Research. 74: 111-124.
- Steffens, M., Kölbl, A., Totsche, K. U. and Kögel-Knabner, I., 2008. Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (P.R. China). Journal of Geoderma, 143: 63-72.
- Supit, I. C., Van Diepen, A., De Wit, A. J. W., Wolf, J., Kabat, P., Baruth B. and Ludwig, F., 2012. Assessing climate change effects on European crop yields using the crop growth monitoring system and a weather generator. Journal of Agricultural and Forest Meteorology, 164: 96-111.

improved for making particle size analysis of soils. Agronomy Journal, 54 (15): 464-465.

- Chapman, H. D. and Pratt, P. F., 1978. Methods of analysis for soils, plants and waters. Division of Agricultural Sciences, University of California, Berkeley, USA. 309 P.
- Datta, A., Basak, N., Chaudhari, S. K. and Sharma, D. K., 2015. Soil properties and organic carbon distribution under different land uses in reclaimed sodic soils of North-West India. Journal of Geoderma Regional, 4: 134-146.
- Franzluebbers, A. J., 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. Journal of Soil Tillage Research, 66: 95-106.
- García-Orenes, F., Guerrero, C., Mataix-Solera, J., Navarro-Pedreno, J., Gómez, I., and Mataix-Beneyto, J., 2005. Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different degraded soils amended with biosolids. Soil Tillage Research, 82: 65-76.
- Gholami, L., Davari, M., Nabiolahi, K. and Junidigafari, H., 2016. The Effect of Land Use Change on Some Soil Physical and Chemical Properties (Case Study: Baneh). Journal of Soil and Water Resources Conservation, 5(3): 13-28.
- Halvin, J., Beaton, J. D., Tisdale, S. L. and Nelson, W. L., 2005. Soil fertility and fertilizers. Pearson Education, New Jersey, 356p.
- Hunke, P., Roller, R., Zeilhofer, P., Schröder, B. and Mueller, E. N., 2015. Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil. Journal of Geoderma Regional, 4: 31-43.
- Jafari, M. and Sarmadian, F., 2007. Soil science of and soil taxonomy. Tehran University Press, 276p.
- Kiani, F., Jalalian, A., Pashai, A. and Khademi, H., 2007. The role of forestry, pasture and degradation of rangelands on soil quality indices in Loess lands of Golestan province. Journal of Agricultural Science and Technology, 11(41): 453 - 464.
- Manna, M. C., Swaru, A., Wanjari, R. H., Mishra, B. and Shahi, D. K., 2007. Long-term fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields. Journal of Soil Tillage Research, 94: 397-409.
- Martínez-Mena, M., López, J., Almagro M., Boix-Fayos, C. and Albaladejo, J., 2008. Effect of water erosion and cultivation on the soil carbon stock in a semiarid area of South-East Spain. Journal of Soil Tillage Research, 99: 119-129.
- Mojaddi, H., Moradi, A., Jalali, S., Ismailpoor, A. and Bahmanyar, M. A., 2012. Effect of forest land use change on soil chemical properties. Watershed Journal of Research and Development, 97: 1-6.

– Tajari, S., Barani, M., Khormali, F. and Kiani, F., 2013. The effect of land use changes on soil in organic phosphorus in loess area in Toshan, Golestan province. Journal of Water and Soil, 29(2): 453-465.
– Vahabzadeh, G. H., Riahi, M. R. and Roshani, S. H., 2016. Investigation of Land Use Change on Some Physicochemical Properties of Soil and Erosion (Case Study: Basin of Watershed, Kaftargah of Behshahr County). Journal of Environmental Erosion Research, 22: 75-88.
– Wuest, S. B., Caesar, T. T. C., Wright, S. F. and Williams, J. D., 2005. Organic matter addition, N, and residue burning effects on infiltration, biological, and physical properties of an intensively tilled silt-loam soil. Journal of Soil Tillage Research, 84: 154-167.
– Yousefifard, M., Jalalian, A. and Khademi, H., 2007. Estimating nutrient and soil loss from pasture land use change using rainfall simulator. Journal of Water and Soil Science, 11(40): 93-107.
– Zeraat pisheh, M., Khormali, F., Kiani, F. and Pahlevani, M. H., 2012. Studying clay minerals in soils formed on loess parent materials in a climatic gradient in Golestan province. Journal of Soil Research, 26(3): 303-316.
– Zhao, G., Mu, X., Wen, Z., Wang, F. and Gao, P., 2013. Soil erosion, conservation, and Eco-environment changes in the loess plateau of China. Journal of Land Degradation and Development, 24: 499-510.
– Zobeiry, M., 2009. Forest Inventory. Tehran University Press, Tehran, 424p.

Impact of Forest, Rangeland and Agriculture Land Uses and Climate on Soil Physical and Chemical Properties in Ilam Province

F. Karami[1] and M. Bazgir[*2]

1-M.Sc. Graduate, Department of Soil Science, Islamic Azad Ilam University, Ilam, Iran
2*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Soil and Water Engineering, Ilam University, Ilam, Iran, Email: m.bazgir@ilam.ac.ir

Received:.01/19/2019 Accepted: 05/19/2019

Abstract

Climate and land use are two important factors which are greatly influence on soil physical and chemical properties. This research was conducted to study the effects of climate and land use on physical and chemical properties of soil in Ilam province in 2016. After initial studies, Ivan area with semi-humid climate and Ganjavan with semi-arid climate in Ilam province were selected. In each region, three land uses including forest, rangeland and agricultural were considered. After field studies in each land use, five soil samples were taken from 0-10cm and 10-30cm depths and collected randomly. The results showed that the highest amount of soil lime (47.85%) and soil silt (31.75%) were obtained in semi-arid climate of Ganjvan. The soils of Ayvan as a semi-humid climate had the highest amount of clay and K available. The highest bulk density (1.87 $g.cm^{-3}$) was obtained in semi-arid climate of Ganjavan under the effect of agricultural use at lower soil depth. The lowest amount of bulk density (1.08 $g.cm^{-3}$) was observed in semi-humid climate of Ayvan in the soil surface depth under forest land use. The highest amount of organic matter was obtained in forest land use in semi-humid climate in Ayvan, (42.85 %) which was more than semi-arid climate of Ganjvan. Agricultural land use had the lowest amount of organic matter (4.37%). The highest amount of N (0.514%) and P (35.04 $mg\ kg^{-1}$) concentrations were obtained in forest land use in the semi-humid climate of Ayvan. The amount of Ca and Mg concentration in subsoil solution (10-30cm) layer was higher than topsoil solution (0-10cm) layer in Ayvan. In general, by changing land use from forest to farm, the percentage of clay, organic matter, nitrogen, phosphorus, and potassium available decreased in semi-arid climates of Ganjvan. Therefore, proper land use management in semiarid climates is essential for optimal preservation of soil properties.

Keywords: Climate, soil texture, soil nutrition, land use, organic matter.