

## نقش تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کیاسر گلوگاه)

محمدرضا ریاحی<sup>1</sup>، قربان وهابزاده<sup>2\*</sup>، رمضان راعی<sup>3</sup>

تاریخ پذیرش: 94/07/19

تاریخ دریافت: 93/05/19

<sup>1</sup>- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

<sup>2</sup>- استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

<sup>3</sup>- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: [gh.vahabzadeh@sanru.ac.ir](mailto:gh.vahabzadeh@sanru.ac.ir)

### چکیده

تغییر جنگل به اراضی کشاورزی، عموماً تأثیر جدی بر میزان ماده آلی و دیگر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گذارد. بنابراین با توجه به گستردگی تغییر کاربری اراضی جنگلی استان مازندران، در این پژوهش به مطالعه اثرات تغییر کاربری بر خصوصیات خاک در بخشی از حوضه آبخیز نکارود پرداخته شد. بدین منظور نمونه‌های خاک از دولایه سطحی 0-10 و 10-20 سانتی‌متر در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی در سه کاربری جنگل، مرتع و زراعت برداشته و نتایج مقایسه شد. نتایج نشان داد که چگالی ظاهری، کربنات کلسیم، اسیدیته و میزان درصد شن خاک طی تغییر کاربری جنگل به مرتع و زراعت افزایش و تخلخل خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان درصد سیلت و رس خاک کاهش یافته است. میزان ماده آلی در اراضی زراعی و مرتعی، کاهش برابر با 35/70 و 21/85 درصد در لایه 0-10 سانتی‌متر و 36/22 و 22/64 درصد در لایه 10-20 سانتی‌متر در مقایسه با کاربری جنگل داشته است. بیشینه نیتروژن کل در لایه 0-10 سانتی‌متر در کاربری جنگل به میزان 0/37 درصد، و کمینه آن در لایه 10-20 سانتی‌متر در کاربری زراعی به میزان 0/16 درصد مشاهده شد، که کاهش معادل با 56/75 درصد را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: زیر حوضه آبخیز کیاسر، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کاربری اراضی

## The Role of Land Use Change on Some Soil Physicochemical Properties (Case Study: Watershed Basin of Keyasar Galooga)

MR Riahi<sup>1</sup>, G Vahabzadeh<sup>2\*</sup>, R Raei<sup>3</sup>

Received: 10 August 2014

Accepted: 11 October 2015

<sup>1</sup> M.Sc. Graduate, Dept. of Watershed Management, Sari Agric., Sciences and Natural Resources Univ., Iran

<sup>2</sup> Assist. Prof., Dept. of Watershed Management, Sari Agric., Sciences and Natural Resources Univ., Iran

<sup>3</sup> M.Sc. Graduate, Dept. of Range Management, Sari Agric., Sciences and Natural Resources Univ., Iran

\* Corresponding Author, Email: [gh.vahabzadeh@san.ru.ac.ir](mailto:gh.vahabzadeh@san.ru.ac.ir)

### Abstract

The change of forest to agricultural lands has serious effects on the amount of soil organic matter and physico-chemical characteristics. Noting the increasing change of forestry land use in Mazandaran province, this study was conducted to investigate the effects of land use change on soil characteristics in the Nekaroad watershed. For this purpose, soil samples were collected from the two depths (0-10 and 10-20 cm) and three different land uses (forest, pasture and agriculture). Then the sample were compared based on a randomized complete block design. The results showed that the bulk density, Calcium carbonate, pH and sand percent of the soil were increased while the soil porosity, cation exchange capacity, silt and clay percent were decreased with the change of forest land use to pasture and agriculture. The amounts of organic matter in the soil layer with the depth of 0-10 cm at the agricultural and pasture lands compared to forest land were decreased about 35.70 and 21.85 %, respectively. Similarly, the reduction of organic matter in the soil layer with the depth of 10-20 cm in the same lands were 36.22 and 22.64%, respectively. The maximum total nitrogen was 0.37 %, which was observed in the soil depth of 0-10 cm at forest land while the minimum of it was 0.16 % in the soil depth of 10-20 cm at agricultural land which showed a reduction of 56.75%.

**Keywords:** Keyasar sub watershed, Land use, Soil physico-chemical characteristics

### مقدمه

سریع جمعیت و افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، پوشش‌های طبیعی سطح زمین در حال تخریب و تبدیل به اراضی زراعی‌اند. تغییر نامناسب کاربری اراضی کاهش کیفیت خاک و نابودی دائم باروری زمین را در پی دارد (آندریز و همکاران 2004). در چهار قرن گذشته حدود 30 درصد از زمین‌های جنگلی و مراتع طبیعی در دنیا، تبدیل به چراگاه‌های دام و زمین‌های کشاورزی شده است که این امر سبب هدر رفت کربن آلی، تخریب ساختمان خاک، کاهش هدایت هیدرولیکی و افزایش چگالی ظاهری گردیده است (کانادل

خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی هر کشوری است که در مقیاس دوره زندگی انسان تجدید ناپذیر است (اسدیان و همکاران 1391). تخریب خاک در نتیجه فعالیت انسان، معضلی محیطی بوده و نقش عامل انسانی در پیدایش و تسریع این روند در بسیاری از مناطق مشخص شده است (مارزائیولی و همکاران 2010). مهم‌ترین عوامل مؤثر در تخریب محیط‌زیست و فشار بر منابع بوم‌شناختی افزایش سریع جمعیت همراه با بهره‌برداری ناپایدار از منابع است. امروزه، به سبب رشد

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

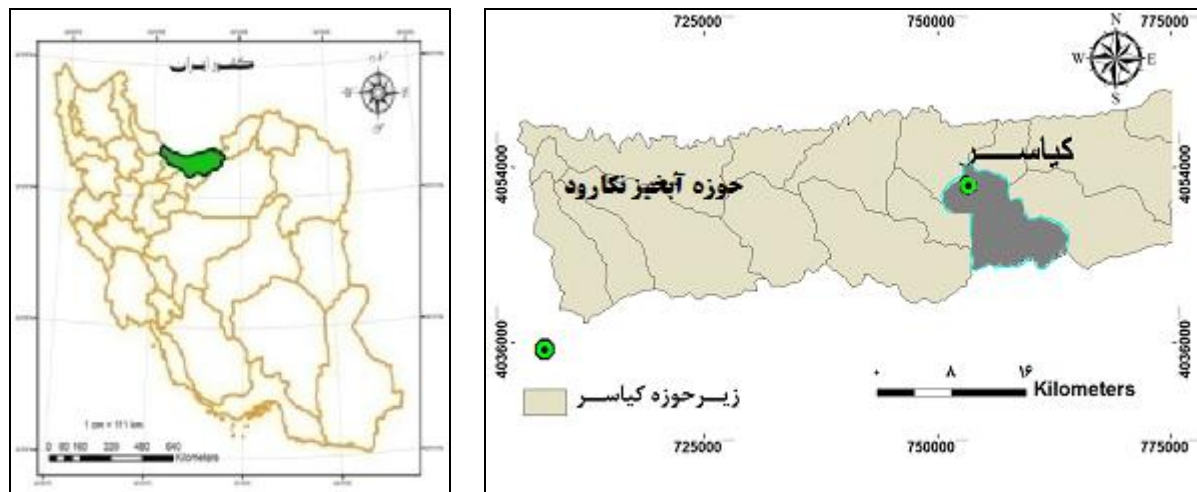
حوضه آبخیز کیاسر از زیرحوضه‌های نکارود در استان مازندران با مساحت 8030 هکتار هست که در 30 کیلومتری جنوب شهرستان گلوگاه بین "36°30'33" الی "36°35'41" عرض شمالی و "53°46'9" الی "57°4'53" طول شرقی واقع شده است. از نظر ناهمواری دارای بیشینه ارتفاع 2231، کمینه ارتفاع 1000 متر و شیب متوسط حوضه 8/79 درصد برآورده شده است. بارندگی سالانه در این منطقه حدود 602 میلی‌متر است. رطوبت نسبی سالانه بیش از 72% هست. دمای متوسط سالانه 16/96 درجه سلسیوس بوده و اقلیم منطقه طبق روش آمبرژه مرطوب معتدل است. متوسط تبخیر در منطقه بر اساس آمار 30 ساله (1363-1393) بر اساس ایستگاه تیرتاش 835/58 میلی‌متر است که بیشینه ماهانه آن 140/28 میلی‌متر در تیرماه و کمینه آن 16/6 میلی‌متر در دی‌ماه هست. خاک منطقه، غالباً از ضخامت کمی برخوردار است.

### کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

در حوضه مورد مطالعه کاربری اراضی شامل جنگل، مرتع و زراعت هست که میزان تراکم در هر قسمت بستگی به وضعیت منطقه و تیپ پوشش آن دارد. به طوری که در مناطق جنگلی تنک از تاج پوشش 40 درصد تا تاج پوشش از جنگل‌های انبوه 90 درصد را می‌توان مشاهده کرد در مناطق مرتعی تراکم پوشش کم و در بعضی مناطق شاهد خاک لخت هستیم. در این حوضه، متأسفانه کاربری اراضی در دو دهه گذشته با سرعت و وسعت زیادی، سیر قهقرایی را طی نموده است به نحوی که قسمت عمده‌ای از جنگل‌ها بی‌رحمانه مورد تجاوز و تخریب قرار گرفته‌اند. بر اساس اطلاعات به دست آمده از اهالی منطقه، حداقل 30 سال از زمان تبدیل کاربری اراضی جنگلی به اراضی زراعی و مرتعی می‌گذرد. کاربری‌های مورد مطالعه از نظر اقلیم، شرایط توپوگرافی و سازند زمین‌شناسی غالب، شرایط یکسانی داشته و در مجاورت هم قرار گرفته‌اند. این مطالعه صرفاً

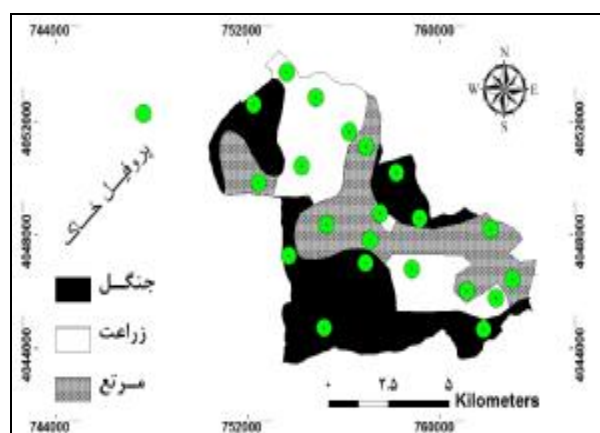
و نوبل (2001). تغییر کاربری اراضی در مناطق شمالی ایران معمولاً با کاهش میزان ماده آلی و مواد مغذی خاک همراه بوده و به تخریب ساختمان خاک و تغییر توزیع و پایداری خاکدانه‌ها منجر می‌شود (عمادی و همکاران 2008). نیک نهاد و مارامایی (1390) در مطالعه اثر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک در استان گلستان نشان دادند که در اثر تغییر کاربری، بافت خاک از شنی - رسی - لومی به شنی - لومی و طبقه خاک از گروه رسی با خاصیت خمیری بالا به گروه رسی با خاصیت خمیری پایین تبدیل شده و متوسط قطر خاکدانه‌ها نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه خاک زراعی در مقایسه با خاک‌های جنگلی و مرتعی دارای تخلخل کمتر و جرم مخصوص بیشتری می‌گردد. همچنین میزان ماده آلی، ازت آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در کاربری زراعی در قیاس با کاربری‌های جنگل و مرتع کاهش معنی‌داری دارد. چیبسا و تاآ (2009) به بررسی تغییرات درصد ماده آلی خاک در چهار عمق 0-5، 5-15، 15-30 و 30-60 سانتی‌متر تحت چهار کاربری مختلف پرداختند. در این بررسی کاربری اراضی جنگل، گندم‌زار، آیش و کشت‌شده مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان ماده آلی خاک در همه کاربری‌های مورد مطالعه با افزایش عمق کاهش یافته است. همچنین ایشان بیان داشتند که بیشترین و کمترین میزان ماده آلی خاک به ترتیب در عمق 0-5 و 30-60 سانتی‌متر در اراضی جنگل مشاهده شده است. با توجه به مطالب درج‌شده، در این مطالعه کوشش شد تا با بررسی تأثیر تغییر کاربری بر برخی از خصوصیات مهم خاک، گام مؤثری در راه جلوگیری از تخریب هر چه بیشتر منابع طبیعی برداشته شود و از این طریق کمکی هرچند کوچک به برنامه‌ریزی اصولی در این زمینه صورت گیرد. بدین ترتیب، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و مرتعی بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک صورت گرفته است.

به بررسی اثر تغییر کاربری بر روی آن‌ها پرداخته است و از نظر سایر عوامل، دارای وضعیت همگنی هست.



شکل 1- محدوده منطقه مورد مطالعه.

گرفت. از آنجاکه لایه سطحی خاک مستعدترین بخش خاک جهت تغییر خصوصیات خاک هست، عمق 0-20 سانتی‌متر، برای نمونه‌برداری در نظر گرفته شد (گارسیا و همکاران 2006). همچنین با توجه به کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه و عمق کم لایه خاک بالایی (افق A)، ضخامت 0-10 سانتی‌متر به‌طور جداگانه نمونه‌برداری گردید.



شکل 2- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه و پروفیل خاک.

تهیه نقشه کاربری اراضی

با توجه به اهداف اصلی تحقیق ابتدا نقشه‌های توپوگرافی 1:25000 منطقه با استفاده از یک دستگاه اسکنر، اسکن شده و سپس در محیط نرم‌افزار ArcGIS تصحیحات هندسی و مراحل مختلف رقومی‌سازی اطلاعات انجام شد. تصویر ماهواره‌ای IRS، سنجنده LISSIII مربوط به سال 2012 طی مراحل مختلف پیش‌پردازش نظیر: اعمال تصحیحات اتمسفری و هندسی آماده گردید. سپس با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و با روش حداکثر احتمال نقشه کاربری اراضی به دست آمد. کلاس‌های کاربری اراضی در سه گروه تحت عنوان اراضی زراعی دیم، اراضی مرتعی و جنگل تعیین شد.

مطالعات، اندازه‌گیری‌های صحرائی و نمونه

برداری خاک

در هر کاربری نمونه‌های خاک در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی از دو عمق 0-10 و 10-20 سانتی-متر و با استفاده از اوگر (مته خاکشناسی) برداشت شد و به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل گردید. نمونه‌برداری در هر عمق خاک با 7 تکرار به‌طور جداگانه صورت

## مطالعات آزمایشگاهی

بریمنر و مالوانی (1982) و درصد کربنات کلسیم خاک با استفاده از روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (احمدی و همکاران 1390).

## روش آماری تجزیه و تحلیل داده

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در محیط نرم-افزاری Excel، جهت تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS20 استفاده شد. در اولین مرحله، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام گرفت (گیسن و همکاران 2009). تحلیل واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی در سطح 5 درصد انجام پذیرفت. جهت تعیین رابطه آماری بین پارامترهای مورد مطالعه، ضریب همبستگی میان آن‌ها محاسبه گردید.

## نتایج و بحث

## چگالی ظاهری و درصد تخلخل کل

جدول 1 نتایج حاصل از چگالی اندازه‌گیری شده در دولایه 0-10 و 10-20 سانتی‌متر را نشان می‌دهد. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس نشان‌گر تفاوت معنی‌دار چگالی ظاهری ( $P < 0/05$ ) بین کاربری جنگل و زراعت در لایه 0-10 سانتی‌متر هست. ولی اختلاف معنی‌دار چگالی ظاهری بین کاربری‌های جنگل و زراعت با کاربری مرتع در همین لایه وجود ندارد. پارامتر چگالی ظاهری خاک در کاربری زراعی با کاربری‌های مرتعی و جنگلی در لایه 10-20 سانتی‌متری خاک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد هست، اما بین دو کاربری مرتعی و جنگلی اختلاف معنی‌داری در این پارامتر دیده نمی‌شود. میانگین درصد تخلخل کل خاک بین کاربری‌های مختلف تفاوت معنی‌دار با هم ندارند ( $P > 0/05$ ). چگالی ظاهری در اثر عملیات مدیریت اراضی که بر نوع پوشش گیاهی و ماده آلی، ساختمان و تخلخل خاک اثر می‌گذارد، تغییر می‌نماید. تغییر کاربری اراضی جنگلی، ماده آلی خاک را تخریب نموده و ثبات طبیعی خاکدانه‌ها را از طریق مستعد نمودن

بخشی از نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه خاک‌شناسی و قبل از کوبیده شدن، جهت تعیین پایداری خاکدانه‌ها و میانگین وزنی قطر ذرات خاک (MWD) و نیز تعدادی کلوخه برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک در نظر گرفته شد. سپس، تمامی نمونه‌های خاک به‌منظور آزمایش‌های خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در هوای آزاد خشک و بعد از کوبیده شدن، توسط الک 2 میلی‌متری الک شدند. بافت خاک پس از انحلال کربنات به‌وسیله اسیدکلریدریک 2 نرمال و تجزیه مواد آلی با آب‌اکسیژنه 30 درصد به‌روش هیدرومتری بویوکس (1962) تعیین گردید. کلوخه‌های در نظر گرفته‌شده برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری نیز در هوای آزاد خشک شدند و از جرم مخصوص ظاهری به‌روش پارافین بلک (1986) اندازه‌گیری به عمل آمد. درصد رطوبت اشباع نمونه‌های خاک به‌صورت وزنی تعیین گردید (فامیگلیتی و همکاران 1998). تخلخل کل نمونه‌های خاک با استفاده از جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک محاسبه شد. پایداری خاکدانه‌ها به‌روش الک مرطوب کیمپر و روسینو (1986) و انگرز و میهویز (1993) اندازه‌گیری شد و کمیت آن به‌عنوان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$MWD = \sum_{i=1}^n XW_i \quad [1]$$

اسیدیته خاک در گل اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر دارای الکترود شیشه‌ای اندازه‌گیری شد (مک لین 1988). آزمایش چسبندگی نمونه‌های خاک به‌روش آتربگ انجام شد و خاک‌ها به‌روش یونیفاید طبقه‌بندی شدند (براجا 2003). هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنجش الکتریکی در عصاره اشباع با روش پیچ و همکاران (1987)، ظرفیت تبادل کاتیونی به‌روش باور و همکاران (1952) و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر، نیتروژن کل به‌روش کلدرال

که پایداری خاکدانه‌ها در هر دو عمق، در خاک کاربری جنگل با پایداری خاکدانه‌ها در خاک کاربری‌های مرتع و زراعت، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارد ( $P < 0/05$ ). پایداری خاکدانه‌ها در هر دو عمق، در خاک کاربری مرتع نیز با پایداری خاکدانه‌ها در خاک کاربری زراعی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری دارد ( $P < 0/05$ ). مطالعه ضرایب همبستگی بین پایداری خاکدانه‌ها و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک نشان‌گر آن است که پایداری خاکدانه‌ها بیشترین همبستگی را با هدایت الکتریکی ( $P < 0/05$ )؛  $n=6$  و  $r = -0/74$ ، چگالی ظاهری خاک ( $P < 0/05$ )؛  $n=6$  و  $r = -0/72$  و رس خاک ( $P < 0/05$ )؛  $n=6$  و  $r = -0/79$  دارد. کارتر و همکاران (1998) بیان می‌کنند که کاهش پایداری خاکدانه‌ها بیان‌گر کاربری ناپایدار اراضی است. کریمی و همکاران (2008) فقیر بودن خاک از ماده آلی را از دلایل عدم پایداری خاکدانه‌ها دانسته‌اند. عملیات زراعی، خاکدانه‌های درشت را شکسته و ماده آلی را در معرض اتلاف قرار می‌دهد (عجمی 2007). پراکندگی خاکدانه‌ها منجر به ایجاد سله در سطح خاک گشته و این امر موجب کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب می‌گردد (کریمی و همکاران 2008)، که در نهایت موجب بالا رفتن پتانسیل فرسایش خاک می‌شود. بنابر جدول سطوح بحرانی پایداری خاک بر اساس میانگین وزنی قطر جدول 2، سطح بحرانی پایداری خاک کاربری‌های جنگل و مرتع در سطح متوسط هست. سطح بحرانی پایداری خاک زراعی نیز در سطح شدید بوده و در آستانه سقوط به سطح بسیار شدید هست.

#### بافت خاک

نتایج مربوط به درصد ذرات رس، سیلت و شن اندازه‌گیری شده، در جدول 1 ارائه گردیده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تغییر کاربری جنگل به اراضی مرتعی و زراعی، تأثیر مشخص و معنی‌داری روی درصد ذرات رس، سیلت و شن دارد. روند کلی تغییرات درصد رس، سیلت و شن طی تغییر کاربری،

آن‌ها به خسارات ناشی از آب و باد تضعیف می‌کند (کلیک 2005). همچنین با توجه به جدول 1 مشخص می‌شود که در کاربری‌های مورد مطالعه، با افزایش عمق نیز چگالی ظاهری افزایش می‌یابد. می‌توان انتظار داشت که عملیات خاک‌ورزی و به‌هم‌زدن خاک سطحی، موجب کاهش ماده آلی و در پی آن تخریب خاک شود و در نتیجه، خلل و فرج و یا تخلخل خاک کاهش و چگالی ظاهری آن افزایش یابد (کلیک 2005، بهرامی و همکاران 2010). همچنین نتایج این پژوهش حاکی از تبدیل اراضی جنگلی به اراضی مرتعی و زراعی هست که این امر سبب فشردگی لایه‌های خاک همراه با افزایش چگالی ظاهری آن گردیده است. فشار اعمال‌شده بر زمین توسط دام‌های اهلی در مراتع و ابرارآلات کشاورزی در مزارع نیز باعث فشردگی خاک شده و تخلخل خاک را خصوصاً در خاک‌های مرطوب کاهش می‌دهد. افزایش چگالی خاک در نتیجه تغییر کاربری اراضی می‌تواند باعث محدودیت‌هایی در رشد ریشه گیاهان و حرکت ضعیف هوا و آب در خاک شود و ممکن است منجر به توسعه کم ریشه گیاهان و رشد ضعیف آن‌ها گردیده، بر روی راندمان محصولات تأثیر گذاشته و پوشش گیاهی موجود جهت محافظت خاک از فرسایش را کاهش دهد. فشردگی خاک از طریق کاهش نفوذ آب می‌تواند منجر به افزایش رواناب و فرسایش در اراضی شیب‌دار شده و حتی در اراضی کم شیب‌تر که خاک اشباع از آب هست، این وضعیت را موجب می‌شوند. لذا با کاهش درصد ماده آلی، سبک شدن بافت و تخریب ساختمان خاک طی تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی و مرتعی، تخلخل خاک، کاهش و چگالی خاک، افزایش می‌یابد.

#### پایداری خاکدانه‌ها (MWD)

پایداری خاکدانه‌ها در کاربری‌های مختلف از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0/05$ ). بررسی مقادیر P (P-Value) نشان می‌دهد

کاربری جنگل، میزان فرسایش افزایش پیدا می‌کند و در طول فرآیند انتخابی فرسایش در جداسازی ذرات خاک، ذرات رس و سیلت جدا می‌شوند و به مناطق پایین دست انتقال می‌یابند (کلیک 2005، بیکت و استوسنیجر 2003). همچنین لال (1995) بیان می‌کند که فرسایش آبی فرآیندی انتخابی است که طی آن ذرات ریزدانه خاک با چگالی پایین جدا و منتقل می‌شوند.

نشان می‌دهد که با تغییر کاربری جنگل به اراضی مرتعی و زراعی، درصد رس و سیلت کاهش پیدا می‌کند و میزان شن افزایش می‌یابد. بیکت و استوسنیجر (2003)، مارتینز مینا و همکاران (2008) در مطالعات خود مشاهده کردند که طی تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و باغی، میزان رس و سیلت کاهش می‌یابد و بر میزان و درصد شن افزوده خواهد شد. در توجیه این نتیجه می‌توان بیان کرد که با کاهش ماده آلی خاک و به موجب آن کاهش پایداری خاکدانه طی تغییر

جدول 1- مقایسه خصوصیات فیزیکی موردنظر خاک در دولایه 0-10 و 10-20 سانتی‌متر در کاربری‌های مورد مطالعه.

Sig	F	زراعت		مرتع		جنگل		عمق (Cm)	واحد	متغیر
		انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار					
0/00	7/11	0/04	1/62 <sup>a</sup>	0/05	1/56 <sup>a b</sup>	0/036	1/53 <sup>b</sup>	0-10	(g cm <sup>-3</sup> )	چگالی ظاهری
0/00	7/32	0/07	1/67 <sup>a</sup>	0/04	1/59 <sup>b</sup>	0/045	1/57 <sup>b</sup>	10-20		
0/08	2/84	2/51	40/62 <sup>a</sup>	3/40	42/21 <sup>a</sup>	2/39	44/19 <sup>a</sup>	0-10	(%)	تخلخل کل
0/11	2/46	2/26	41/87 <sup>a</sup>	2/64	43/02 <sup>a</sup>	2/01	44/61 <sup>a</sup>	10-20		
0/00	634/21	0/37	0/68 <sup>c</sup>	0/42	1/22 <sup>b</sup>	0/58	1/56 <sup>a</sup>	0-10	(mm)	MWD
0/00	622/88	0/42	0/55 <sup>c</sup>	0/453	1/08 <sup>b</sup>	0/56	1/46 <sup>a</sup>	10-20		
0/00	239/01	1/14	37/80 <sup>a</sup>	1/53	33/80 <sup>b</sup>	1/37	22/50 <sup>c</sup>	0-10	(%)	شن
0/00	302/90	0/84	37/10 <sup>a</sup>	1/23	32/70 <sup>b</sup>	1/32	22/40 <sup>c</sup>	10-20		
0/00	83/76	1/01	20/50 <sup>b</sup>	1/39	21/50 <sup>b</sup>	1/39	28/60 <sup>a</sup>	0-10	(%)	سیلت
0/00	111/45	1/14	21/90 <sup>b</sup>	0/78	23/30 <sup>b</sup>	1/35	30/20 <sup>a</sup>	10-20		
0/00	22/91	2/02	41/70 <sup>c</sup>	1/21	44/70 <sup>b</sup>	2/54	48/90 <sup>a</sup>	0-10	(%)	رس
0/00	20/74	1/86	41 <sup>c</sup>	0/99	44 <sup>b</sup>	2/44	47/40 <sup>a</sup>	10-20		
		رسی		رسی		رسی		0-10		بافت خاک
		رسی		رسی		رسی		10-20		

a, b, c نشان‌دهنده تغییرات معنی‌دار میانگین‌ها در سطح 5 درصد هست (اعداد با علائم مختلف دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند).

جدول 2- سطوح بحرانی پایداری خاک (کریمی و همکاران 2008).

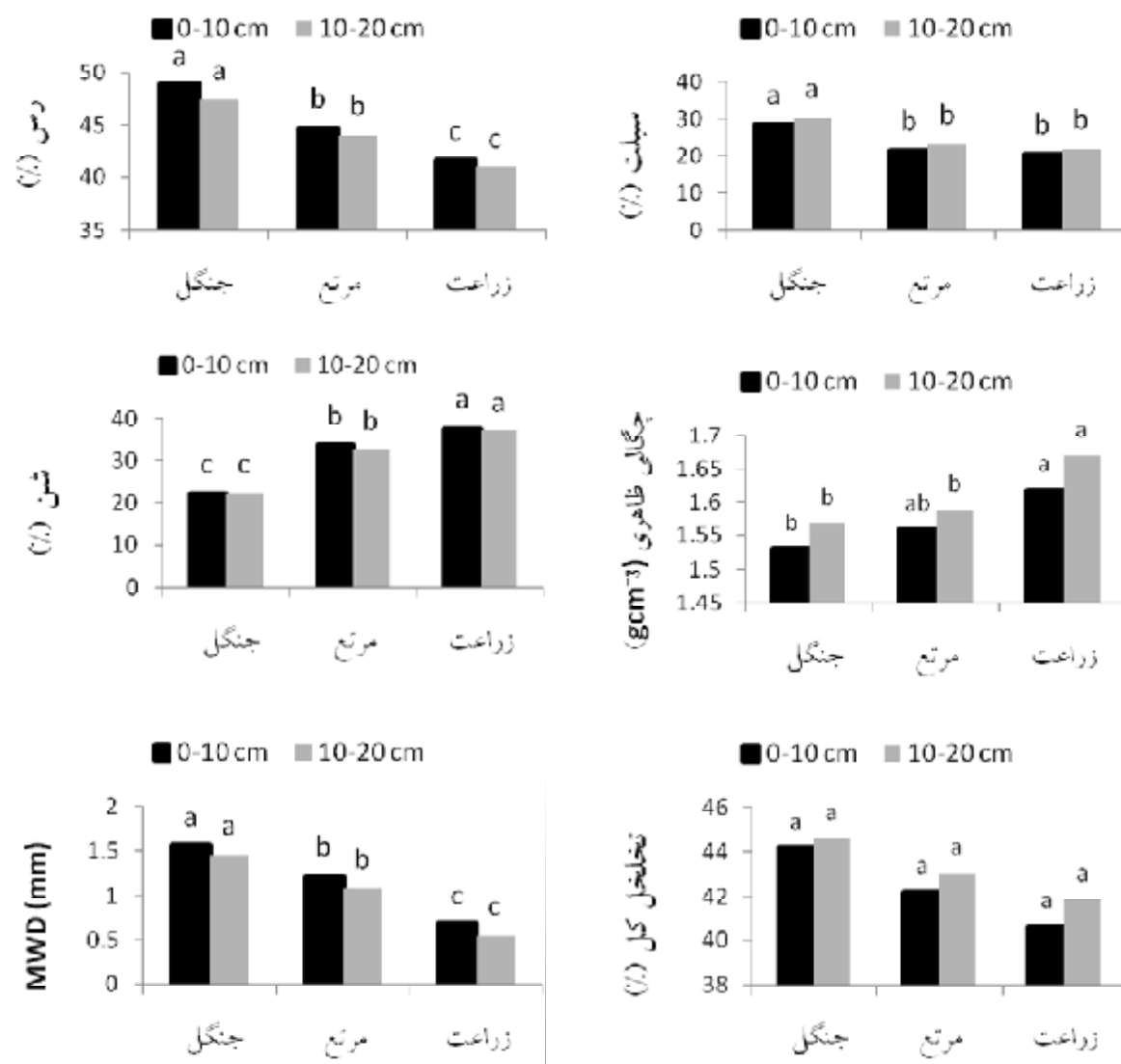
محدودیت	بسیار شدید	شدید	متوسط	کم	هیچ
MWD (mm)	0/5>	0/5-1	1-2	2-2/5	2/5<

عمق 0-10 سانتی‌متر و در عمق 10-20 سانتی‌متر بین 6/98 تا 7/52 اندازه‌گیری شده است. طبق این نتایج کمترین مقدار pH خاک در کاربری جنگل مشاهده شد. به‌طور کلی می‌توان گفت که تغییر کاربری جنگل در منطقه مورد مطالعه به اراضی کشاورزی و مرتعی

اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (EC) خاک اگرچه pH خاک در اثر مدیریت‌های مختلف اراضی ممکن است تغییر نماید (بی‌نام 1998)، اما با توجه به نتایج مندرج در جدول 3 میانگین تغییرات pH خاک در کاربری‌های مورد مطالعه بین 7/06 تا 7/48 در

این افزایش وابسته به کاهش بقایای آلی خاک و همچنین فعالیت‌های مدیریتی از جمله کوددهی است (گیسن و همکاران 2009).

موجب افزایش معنی‌دار pH خاک در تمام لایه‌ها شده است. افزایش pH خاک طی تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی در مطالعات سلیمانی و آزموده (1389) و بیکت و استوسنیچدر (2003) تأیید شده است.



شکل 3- نتایج شاخص‌های فیزیکی کاربری‌های جنگل، مرتع، زراعت (a, b, c طبقه‌بندی بر اساس آزمون توکی در سطح 5 درصد هست).

و نیز تشدید فرسایش هست. در مناطق فرسایشی، میزان املاح و عناصری مانند سولفات، منیزیم و سدیم، در نتیجه نسبت جذب سدیم و EC افزایش یافته و همین امر موجب افزایش pH خاک می‌گردد (امیری و پیروان 1391). میانگین EC خاک زراعی به‌طور معنی‌داری بیشتر از کاربری‌های دیگر هست، اما بین EC خاک

کشت و زرع به دلیل تأثیر بر فعالیت میکروارگانیسم و کربن آلی خاک موجب افزایش pH خاک خواهد شد (بالسدنت و همکاران 2000). افزایش pH خاک در کاربری مرتعی ناشی از کاهش مواد آلی در اثر چرای بی‌رویه و برداشت گیاهان توسط دام‌ها و در نتیجه کاهش میزان لاش‌برگ اضافه شونده به خاک



درصد، و کمینه آن در لایه 20-10 سانتی‌متر در کاربری زراعی به‌میزان 0/16 درصد مشاهده شد، که کاهش معادل با 56/75 درصد را نشان می‌دهد (جدول 3). چیبسا و تاها (2009) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که لایه سطحی خاک از نظر درصد ماده آلی و نیتروژن کل شرایط مناسب‌تری در قیاس با لایه تحتانی خاک دارد. ماده آلی و ازت کل خاک جنگلی با خاک سایر کاربری‌ها تفاوت معنی‌داری دارد. ماده آلی و ازت کل خاک مرتعی نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از خاک زراعی هست (جدول 3). می‌توان بیان کرد که در خاک جنگل، به‌دلیل عدم کشت و زرع و نیز 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 میزان ماده آلی، نشان‌گر کاهش بیوماس میکروبی و لذا بازچرخش ماده آلی خاک نیز هست (جائو و لال 1977). کاهش مقدار مواد آلی در خاک مرتعی می‌تواند ناشی از برداشت گیاهان توسط دام‌ها و در نتیجه کاهش میزان لاش‌برگ اضافه‌شونده به خاک و در اراضی زراعی به-دلیل تسریع تجزیه مواد آلی متعاقب انجام عملیات شخم و نیز تشدید فرسایش باشد (احمدی و همکاران 2003). عملیات خاک‌ورزی سبب مخلوط شدن لایه‌های زیرین خاک با درصد کربن آلی کمتر با خاک رویی حاوی کربن آلی بیشتر می‌شود و در نتیجه موجب کاهش کربن آلی خاک سطحی در قیاس با حالت اولیه و در نتیجه سبب افزایش معدنی شدن نیتروژن و کاهش نیتروژن خاک می‌شود (یوسفی‌فرد و همکاران 2007).

#### کربنات کلسیم خاک

بررسی میزان کربنات کلسیم نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ( $P < 0/05$ ) در هر سه کاربری هست (جدول 3). در کاربری زراعت نسبت به دیگر کاربری‌ها بیشترین میزان آن مشاهده گردید. علت آن است که 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،

جنگلی و خاک مرتعی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول 3). هدایت الکتریکی خاک نماینده میزان املاح هادی محلول خاک هست. احتمالاً کاربرد کود شیمیایی را می‌توان دلیل این امر دانست. ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)

میانگین CEC خاک کاربری‌های مورد مطالعه، به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) متفاوت هست (جدول 3). CEC خاک جنگلی به‌طور معنی‌داری بیشتر از CEC خاک‌های مرتعی و زراعی هست و CEC خاک مرتعی نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از CEC خاک زراعی هست (جدول 3). مقادیر CEC از مقادیر ماده آلی خاک تبعیت می‌نماید (جایوبا 2003). عجمی (2007)، کاهش مواد آلی خاک و نیز کاهش ذرات رس در خاک را دلیل کاهش معنی‌داری ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری زراعی دانسته‌اند. در این پژوهش نیز، مقادیر CEC خاک دارای همبستگی معنی‌داری با میزان ماده آلی ( $P < 0/05$ );  $n=6$  و  $r=0/89$  هست. همچنین این تغییر می‌تواند ناشی از تغییرات رخ داده در بافت خاک باشد که خود به‌طور غیرمستقیم ناشی از تغییرات کاربری صورت گرفته در منطقه است.

#### نیتروژن کل و کربن آلی

نتایج مربوط به درصد نیتروژن و ماده آلی اندازه‌گیری شده در جدول 3 نشان داده شده است. بر اساس این نتایج تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و مرتعی موجب کاهش معنی‌دار درصد نیتروژن و ماده آلی خاک شده است، که این مساله می‌تواند موجب کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش عملکرد و مستعد شدن اراضی برای فرسایش گردد. نتایج نشان داد که درصد ماده آلی مشاهده‌شده در اراضی زراعی و مرتعی، کاهش برابر با 35/70 و 21/85 درصد در لایه 0-10 سانتی‌متر و 36/22 و 22/64 درصد در لایه 10-20 سانتی‌متر در مقایسه با کاربری جنگل داشته است. نیتروژن مهم‌ترین عنصر موردنیاز برای رشد گیاهان است. این عنصر غذایی طی تغییر کاربری جنگل کاهش معنی‌داری را نشان می‌دهد. بیشینه نیتروژن کل در لایه 0-10 سانتی‌متر در کاربری جنگل به میزان 0/37

کاربردهای جنگل، مرتع و کشاورزی به ترتیب 202، 203 و 223 گرم در کیلوگرم بوده است.

درصد آهک خاک سطحی را افزایش دهد. در کاربری جنگل به علت نفوذپذیری بالا و آبشویی بیشتر، کمترین میزان آهک مشاهده شد. نتایج مشابه توسط کلیک (2005) به دست آمد که نشان داد میزان آهک در

جدول 3 - مقایسه خصوصیات شیمیایی موردنظر خاک در دولایه 0-10 و 10-20 سانتی متر در کاربری‌های مورد مطالعه.

Sig	F	زراعت		مرتع		جنگل		عمق (Cm)	واحد	متغیر
		انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار					
0/00	57/11	0/56	7/48 <sup>a</sup>	0/71	7/35 <sup>b</sup>	0/94	7/06 <sup>c</sup>	0-10	(Log [H <sup>+</sup> ])	اسیدیته
0/00	68/34	0/05	7/52 <sup>a</sup>	0/09	7/25 <sup>b</sup>	0/11	6/98 <sup>c</sup>	10-20		
0/00	12/26	0/00	0/68 <sup>a</sup>	0/31	0/61 <sup>b</sup>	0/53	0/59 <sup>b</sup>	0-10	(dS m <sup>-1</sup> )	هدایت
0/00	12/25	0/27	0/66 <sup>a</sup>	0/02	0/60 <sup>b</sup>	0/04	0/58 <sup>b</sup>	10-20		الکتریکی
0/00	187/23	1/20	12/50 <sup>c</sup>	1/19	20/30 <sup>b</sup>	1/17	24/60 <sup>a</sup>	0-10	(Cmol[kg <sup>-1</sup> ])	ظرفیت تبادل
0/00	267/39	1/04	12/20 <sup>c</sup>	1/12	20 <sup>b</sup>	0/74	24/10 <sup>a</sup>	10-20		کاتیونی
0/00	26/59	0/46	3/62 <sup>c</sup>	0/62	4/40 <sup>b</sup>	0/46	5/63 <sup>a</sup>	0-10	(%)	ماده آلی
0/00	37/24	0/52	3/38 <sup>c</sup>	0/29	4/10 <sup>b</sup>	0/42	5/30 <sup>a</sup>	10-20		
0/00	74/51	0/26	0/19 <sup>c</sup>	0/35	0/24 <sup>b</sup>	0/24	0/37 <sup>a</sup>	0-10	(%)	ازت کل
0/00	38/70	0/20	0/16 <sup>c</sup>	0/35	0/21 <sup>b</sup>	0/27	0/29 <sup>a</sup>	10-20		
0/00	2/03	0/12	4/14 <sup>c</sup>	0/61	3/19 <sup>b</sup>	0/04	0/49 <sup>a</sup>	0-10		
0/00	1/50	0/10	4/67 <sup>c</sup>	0/87	3/51 <sup>b</sup>	0/12	0/68 <sup>a</sup>	10-20	(%)	آهک

a, b, c نشان‌دهنده تغییرات معنی‌دار میانگین‌ها در سطح 5 درصد هست (اعداد با علائم مختلف دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند).

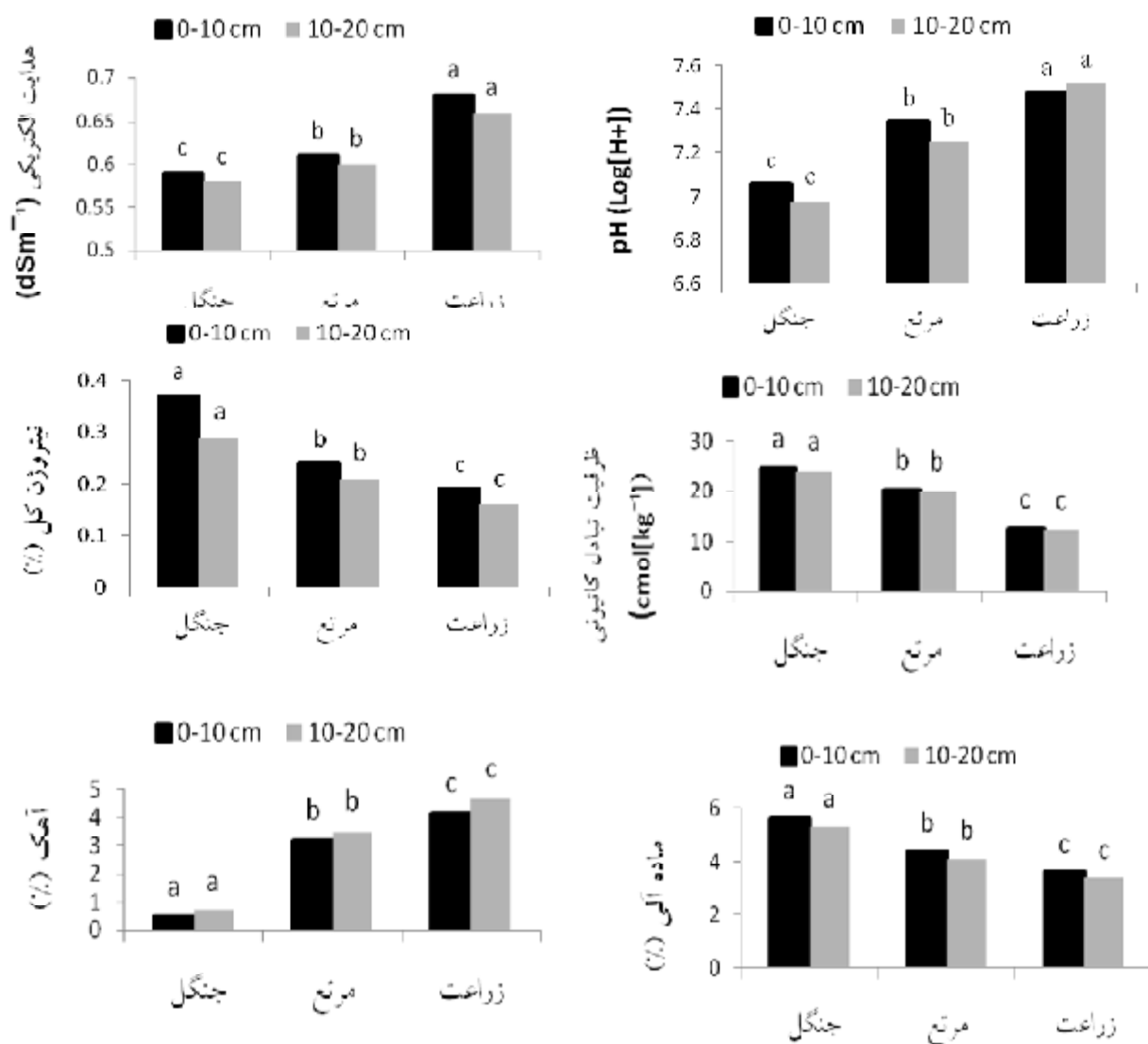
و حدود خمیری و روانی خاک در اثر کاهش میزان رس در خاک کاربری‌های مرتعی و زراعی نسبت به خاک کاربری جنگلی هست که منجر به تغییر خاک به گروه رسی با خاصیت خمیری پایین و در نتیجه مستعدتر شدن آن به فرسایش شده است.

#### شاخص خمیری خاک

در نتیجه طبقه‌بندی نمونه‌های خاک به روش یونیفاید، خاک کاربری جنگلی در گروه خاک رسی با خاصیت خمیری بالا اما خاک کاربری‌های مرتعی و زراعی در گروه خاک رسی با خاصیت خمیری پایین قرار گرفتند (جدول 4). علت این امر کاهش نمایه خمیری

جدول 4- طبقه‌بندی خاک‌های مورد مطالعه طبق روش یونیفاید.

گروه خاک	حدود آتربرج		نمایه خمیری	کاربری
	حد روانی	حد خمیری		
رس با خاصیت خمیری بالا	54/38	34/78	19/6	جنگلی
رس با خاصیت خمیری پایین	44/28	26/95	17/33	مرتع
رس با خاصیت خمیری پایین	35/60	21/79	13/81	زراعی



شکل 4- نتایج شاخص‌های شیمیایی کاربری‌های جنگل، مرتع، زراعت (a, b, c طبقه‌بندی بر اساس آزمون توکی در سطح 5 درصد هست).

### نتیجه‌گیری کلی

سیلت، رس، ماده آلی، نیتروژن کل، چگالی ظاهری، کربنات کلسیم، pH خاک و عدم اختلاف معنی‌دار در مقادیر هدایت الکتریکی و تخلخل خاک طی تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی و مرتعی است. بر اساس این نتایج، مشخص شد که تغییر کاربری جنگل موجب کاهش درصد ماده آلی، نیتروژن کل، رس، سیلت، ظرفیت تبادل کاتیونی، MWD و نیز افزایش درصد ذرات شن، pH خاک، هدایت الکتریکی، کربنات کلسیم و چگالی

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از داده‌های ماهواره‌ای قابلیت بالایی در بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه دارد. امروزه، در نتیجه تخریب ذخایر طبیعی، کاهش سطح عرصه‌های جنگلی و تبدیل آن‌ها به کاربری‌های ناپایدار، و پوشش‌های دیگر زمین، بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تحت تأثیر قرار می‌گیرد. نتایج این پژوهش گویای وجود تفاوت معنی‌دار آماری در مقادیر شن،

بهره‌دهی خود را نیز به شدت از دست خواهند داد. بنابراین، با توجه به اهمیت اکولوژیکی جنگل‌های شمال کشور، نتایج این تحقیق ضرورت توجه بیشتری به مطالعه قابلیت، اصلاح و تغییر کاربری اراضی در این مناطق را بیش‌ازپیش نشان می‌دهد.

#### سیاسگذاری

از سازمان فضایی ایران و مدیریت آبخیزداری استان مازندران به خاطر همکاری و مساعدت لازم در جمع‌آوری نقشه‌ها و داده‌های ماهواره‌ای تشکر و قدردانی می‌گردد.

ظاهری خاک شده است. نتیجه این‌که برخورد با منابع طبیعی دیر تجدیدشونده و استفاده پایدار از آن‌ها که از ارکان اصلی توسعه پایدار هر جامعه است و باید منطبق با موقعیت فیزیکی و استعداد کاری در درازمدت برای هر منطقه باشد. بدین معنی که استفاده از این اراضی و منابع، باید با کلیه پدیده‌ها و قوانین طبیعت که برای حفظ و بقای آن‌ها است، همخوانی داشته باشد. در صورت عدم توجه به چنین قوانین و پدیده‌هایی اگرچه ممکن است در کوتاه‌مدت اثرات نامطلوب چندانی بر منابع طبیعی مشاهده نشود ولی نهایتاً در طولانی‌مدت، ضمن افزایش هزینه‌های تولید، منابع طبیعی از جمله خاک،

#### منابع مورد استفاده

- احمدی ت، ملک‌پور ب و کاظمی س، 1390. بررسی تأثیر قرق بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کهنه لاشک کجور مازندران. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، سال 3، صفحه‌های 89 تا 100.
- اسدیان م، حجتی س م، پورمجیدیان م و فلاح ا، 1391. تأثیر انواع متفاوت کاربری زمین بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، و زیستی خاک در جنگل الندان ساری. نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب. جلد 66، شماره 4، صفحه‌های 377 تا 388.
- امیری م و پیروان ح ر، 1391. ارتباط بین فرسایش و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی در مارن‌های استان همدان. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، جلد 10، شماره 2، صفحه‌های 746 تا 729.
- سلیمانی ک و آزموده ع، 1389. بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و فرسایش پذیری خاک. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره 74، صفحه‌های 111 تا 124.
- عجمی م، 1385. تأثیر تغییر کاربری اراضی و موقعیت‌های مختلف ژئومورفیک بر پارامترهای کیفیت خاک، میکرومورفولوژی و کانی‌شناسی رس در اراضی لسی شرق استان گلستان، حوضه آبخیز آق سو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- نیک‌نهاد قرماخر ح و مارامایی م، 1390. اثر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک حوضه آبخیز کچیک. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد 1، شماره 2، صفحه‌های 81 تا 96.
- یوسفی فرد م، جلالیان ا و خادمی ح، 1384. اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر هدر رفت خاک، مواد آلی و عناصر غذایی در منطقه چشمه‌علی استان چهارمحال و بختیاری. سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، تهران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.

Ahmadi A, Haajabbasi M and Jalalian A, 2003. Effect of land use change on runoff production, soil loss and quality in Dorahan of Chahar Mahal Bakhtyari. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 6(4): 103-116.

Andrews SS, Karlen DL and Gambardella CA, 2004. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. Soil Science Society of America Journal 68: 1942-1962.

Angers DA and Mehuys, 1993. Aggregate stability to water. Pp. 651-657. In: Carter MR (ed). Soil Sampling and Methods of Analysis. Lewis publishers, Boca Raton.

Anonymous, 1998. Soil Quality Information Sheet, Soil Quality Indicators. Natural Resources Conservation Service (NRCS), USDA, USA.

- 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 Biology Journal North American* 1(4): 600-605.
- Balesdent J, Chenu C and Balabane M, 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil and Tillage Research* 53: 215-230.
- Bewket W and Stroosnijder I, 2003. Effects of agro- ecological land use succession on soil properties in Chemoga Watershed, Blue Nil Basins, Ethiopia. *Geoderma* 111: 85-95.
- Black CA, 1986. *Methods of Soil Analysis. Part 1.* ASA. Madison, WI. 9: 545-566.
- Bouyoucos GJ, 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy* 54: 464-465.
- Bower CA, Reitemeier RF and Fire-man M, 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali Soil. *Soil Science* 73: 251-261.
- Braja MD, 2003. *Principles of Foundation Engineering*, Thomson Press, Pp: 1-100.
- Bremner JM and Mulvaney CS, 1982. Nitrogen-total. Pp. 595-624. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR, (eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Canadell J and Noble L, 2001. Challenges of a changing earth. *Trends in Ecology Evolution* 16: 664-666.
- Carter MR, Gregorich EG, Angers DA, Donald RG and Bolinder MA, 1998. Organic C and N storage and organic C fractions in adjacent cultivated and forested soils of eastern Canada. *Soil and Tillage Research* 47: 253-261.
- Celik I, 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a Southern Mediterranean highland of Turkey. *Soil and Tillage Research* 83: 270-277.
- Chibsa T and Ta' a A, 2009. Assessment of soil organic matter under four land use systems, in Bale Highlands, Southeast Ethiopia. *World Applied Sciences Journal* 6(9): 1231-1246.
- Emadi M, Baghernejad M and Memarian HR, 2008. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. *Journal of Applied Sciences* 8(3):496-502.
- Famiglietti JS, Rudnticki JW and Rodell M, 1998. Variability in surface moisture content along a hill slope transect: Rattlesnake Hill, Texas. *Journal of Hydrology* 210: 259-281.
- Garcia-oliva F, Lancho JFG and Montano NM, 2006. Soil carbon and nitrogen dynamics followed by a forest-to-pasture conversion in western Mexico. *Agroforestry Systems* 66: 93-100.
- Geissen V, Sanchez-Hewnandez R, Kampichler C, Ramos-Reyes R, Sepulveda-Lozada A, Ochoa-Goana S, De Jong BH, Huerta-Lwanga E and Hernandez-Daumas S, 2009. Effects of land use change on some properties of tropical soils-An example from Southeast Mexico. *Geoderma* 151: 87-97.
- Jaiyeoba IA, 2003. Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid savannah. *Soil and Tillage Research* 70: 91-98.
- Juo ASR and Lal R, 1977. The effects of fallow and continuous cultivation on the chemical and physical properties of an Alfisol in western Nigeria. *Plant and Soil* 47: 567-584.
- Karimi H, Soufi M, Haghnia G and Khorasani R, 2008. Investigation of aggregate stability and soil erosion potential in some loamy and sandy clay loam soils: case study in Lamerd watershed (south of Fars province). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 14(6): 11-19.
- Kemper WD and Rosenau RC 1986. Aggregate stability and size distribution. Pp. 425-442. In: Klute A, (ed). *Methods of Soil Analysis. Part 1.* Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Lal R, 1995. Global soil erosion by water and carbon dynamics. Pp. 131-142. In: page AL, Lal R, Kimble J, Levine E and Stewart BA, (eds). *Soils and global change, advances in soil science* CRC press., Boca Raton, FL, USA.
- Martinez-Mena M, Lopez J, Almagro M, Boix-Fayos V and Albaladejo J, 2008. Effect of tillage in a Semiarid Area of South- East Spain. *Soil and Tillage Research* 99: 119-129.
- Marzaioli R, Ascoli RD, De Pascale RA and Rutigliano FA, 2010. Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. *Applied Soil Ecology* 44: 205-212.
- McLean EO, 1988. Soil pH and lime requirement. Pp.199-224. In: page AL, Miller RH and Keeney DR, (eds). *Methods of Soil Analysis.* American Society of Agronomy. Soil Science Society of American, Madison, WI.
- Page Mc, Sparks DL, Woll MR and Hendricks GJ, 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy middle Atlantic coastal plain soils. *Soil Science Society of America Journal* 51: 1460-1465.