

تأثیر تغییر کاربری مرتع به کشاورزی بر حاصلخیزی خاک در منطقه تفتان

مهديه ابراهيمي^{1*}، سمانه کاشانی²، عین‌اله روحی مقدم³

تاریخ دریافت: 93/11/15 تاریخ پذیرش: 94/10/05

1- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه زابل

2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه زابل

3- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه زابل

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: maebrahimi2007@uoz.ac.ir

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی مرتعی بر خصوصیات خاک در منطقه تفتان (استان سیستان و بلوچستان) انجام شد. چهار کاربری شامل باغ، زراعت آبی (یونجه)، زراعت دیم (رهاشده) و مرتع انتخاب گردید. با توجه به وسعت هر کاربری بین 4 تا 6 نمونه خاک از عمق 0-30 سانتی‌متری در قالب طرح کاملاً تصادفی برداشت شد. برخی خصوصیات خاک شامل بافت، اسیدیته، قابلیت هدایت الکتریکی، ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل‌دسترس، پتاسیم قابل‌دسترس، کربن ناپایدار و کربنات کلسیم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در کاربری باغ در مقایسه با مرتع به‌جز فسفر و کربن ناپایدار تفاوت معنی‌داری بین سایر خصوصیات خاک وجود نداشت و کربن ناپایدار و فسفر کاربری باغ بیشتر بود. در زراعت آبی نیتروژن تفاوت معنی‌دار با مرتع داشت، به‌طوری‌که مقدار نیتروژن در زراعت آبی بیشتر بود. مقایسه زراعت دیم با مرتع نشان داد که تنها هدایت الکتریکی تفاوت معنی‌دار داشت به‌طوری‌که شوری خاک در زراعت دیم بیشتر بود. تجزیه واریانس خصوصیات خاک نشان داد که به‌جز فسفر، پتاسیم و کربنات کلسیم، کلیه خصوصیات خاک کاربری‌های مختلف باهم تفاوت معنی‌دار داشتند. بیشترین میزان نیتروژن، فسفر و ماده آلی در کاربری زراعت آبی اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان پتاسیم و کربن ناپایدار به‌ترتیب مربوط به مرتع و زراعت دیم بود. به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که تغییر کاربری اراضی تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات خاک دارد. هرچند نیتروژن، فسفر و کربن آلی خاک در کاربری‌های زراعی در مقایسه با کاربری مرتع بیشتر بود ولی تغییر کاربری به‌ترتیب منجر به افزایش و کاهش شوری و کربنات کلسیم گردید.

واژه‌های کلیدی: تخریب خاک، تغییر کاربری اراضی، خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک، زراعت دیم، مراتع تفتان

Effect of Land Use Change from Rangeland to Agricultural Land on Soil Fertility in Taftan Region

M Ebrahimi^{*1}, S Kashani², E Rouhimoghaddam³

Received: 4 February 2015 Accepted: 26 December 2015

¹-Assist. Prof., Range and Watershed Management. Dept., Univ. of Zabol, Iran

²- M.Sc. Graduate, Range and Watershed Management. Dept., Univ. of Zabol, Iran

³-Assist. Prof., Range and Watershed Management. Dept., Univ. of Zabol, Iran

Corresponding Author, Email: maebrahimi2007@uoz.ac.ir.

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of rangeland conversion into agricultural land use on soil properties in Taftan region (Sistan and Baluchestan province). Four land use types were selected including horticultural, irrigated alfalfa farm, abandoned rainfed agriculture and rangeland. Considering each land use area, soil samples (4-6) were taken from 0-30 cm depth in a completely randomized design. Some soil properties such texture, pH, electrical conductivity, organic matter, total nitrogen, available phosphorus, available potassium, labile carbon and CaCO₃ were measured. Results revealed that in the horticultural land use compared to the rangeland one, there was no significant difference among soil characteristics except for the phosphorus and labile carbon factors, while labile carbon and phosphorus had higher amounts in the horticultural land use. The results revealed that just the nitrogen amount had a significant difference between the irrigated farm and rangeland and the level of nitrogen in irrigated farm was higher. The electrical conductivity amount had a significant difference in abandoned agriculture and the rangeland, as salinity in the abandoned agriculture was more. Analysis of variance showed that there were significant differences among the all properties of the soil in different land uses except phosphorus, potassium and CaCO₃. The highest amounts of nitrogen, phosphorous and organic carbon were measured in the irrigated farm. The highest amount of potassium and labile carbon were related to the rangeland and the abandoned agriculture respectively. Generally, results of this study showed that the land use change had significant effect on the soil properties. However, nitrogen, phosphorus and organic carbon were less in the rangeland than the agricultural land uses, land use change led to decrease and increase in salinity and CaCO₃ respectively.

Keywords: Dry farming, Lands conversion, Physico-chemical soil properties, Soil degradation, Taftan rangeland

محدودیت منابع آب و خاک سبب شده که استفاده بهینه از اراضی بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد که دسترسی به این بهینه سازی، تنها با اعمال برنامه ریزی اصولی و مدیریت صحیح اراضی امکان پذیر است. از

مقدمه

توسعه پایدار در هر نظام نیازمند قوام مؤلفه های تشکیل دهنده آن مانند مدیریت های علمی و بهینه کشاورزی و منابع طبیعی هست (عبادپور 1379).

گسترده‌ای تخریب خاک و بیابان‌زایی را باعث شود (احمدی ایلخچی و همکاران 1381).

در ایران عرصه‌های وسیعی از منابع طبیعی بدون رعایت اصول اکولوژیکی جهت تأمین غذا و سایر مقاصد تبدیل به سایر کاربری‌ها شده‌اند، درحالی‌که بسیاری از این اراضی استعداد کاربری به‌صورت زراعت را دارا نبوده و استعداد فرسایشی بالایی دارند (احمدی ایلخچی و همکاران 1381). در این بین استان سیستان و بلوچستان هم از این موضوع مستثنا نبوده و عرصه‌های مرتعی و طبیعی وسیعی در این استان بدون رعایت اصول علمی به زیر کشت محصولات زراعی رفته یا در جهت مقاصد خاص مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند، درحالی‌که تغییر کاربری اراضی بدون شک خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کیفیت ذاتی و پویایی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و توانایی طبیعی خاک در انجام وظایف خود را کاهش خواهد داد (کاشانی 1393). به‌طور کلی نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که در اغلب نقاط ایران مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک، اراضی زیادی وجود دارند که بدون در نظر گرفتن پتانسیل و استعدادهایشان، کاربری آن‌ها تغییر داده شده است. این تغییرات در طولانی‌مدت باعث از بین رفتن منابع طبیعی کشور می‌شود. این تغییر کاربری به‌صورت کاملاً علمی ارزیابی نشده و همه جوانب آن در نظر گرفته نمی‌شود و چون این تبدیل‌ها در توان و استعداد این اراضی نیست و با یک سیاست غلط مدیریتی در عرض چند سال مراتع، این گنجینه ارزشمند طبیعت نابود می‌شود که خود می‌تواند زمینه‌ساز مشکلات بعدی برای طبیعت و کشور باشد. لذا، در این تحقیق سعی شده تا اثر تبدیل کاربری از مرتع به کاربری کشاورزی بر تخریب خاک در مراتع تفتان واقع در استان سیستان و بلوچستان مشخص شود، تا راهکارهای مدیریتی جهت جلوگیری از این تخریب‌ها تا حد ممکن ارائه گردد.

سویی رشد بی‌رویه جمعیت و به‌دنبال آن نیاز روزافزون انسان به غذا، کشاورزان کشورهای مختلف جهان را به‌سوی بهره‌برداری از زمین‌های نامرغوب و اراضی حاشیه‌ای همچون مراتع و جنگل‌های واقع در اراضی شیب‌دار سوق داده است. این در حالی است که این اراضی عمدتاً دارای استعداد فرسایشی بالا و پتانسیل تولید پایینی هستند (حاج عباسی و همکاران 1381، انگمن و لروپی 1995).

تغییر کاربری اراضی، عموماً ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و لذا کیفیت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کیفیت دو جنبه دارد: 1) کیفیت ذاتی¹ که توانایی طبیعی خاک در انجام وظایف خود (تولید بیولوژیک، بهبود کیفیت آب‌وهوا و تأمین سلامت گیاه، انسان و حیوان) هست و به خاک‌سازی و عوامل مؤثر بر آن بستگی داشته و تحت تأثیر مدیریت خاک قرار نمی‌گیرد و 2) کیفیت پویای خاک² که بسته به نوع مدیریت خاک متغیر است (حاج عباسی و همکاران 1381).

در ایران مراتع در مکان‌هایی واقع هستند که از توان و استعداد تخریب بالایی برخوردار می‌باشند. خاک این مناطق در طی سالیان متمادی همراه با گونه‌های بومی استقرار یافته و دارای بازده طبیعی خود می‌باشند. اگرچه این بازده از حدود معمول بین‌الملل پایین‌تر است، ولی با اعمال عملیات خاک‌ورزی از حالت طبیعی خارج شده و به‌شدت تخریب پذیر گشته و کمترین بازده را نیز خواهد داشت (احمدی ایلخچی و همکاران 1381). بسیاری از اراضی خشک و نیمه‌خشک جهان تحت تأثیر از پدیده تخریب اراضی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی قرار گرفته و به سرزمین‌های بی‌حاصل و بیابانی تبدیل شده‌اند (پوپلو و همکاران 2011) و نیز به‌دلیل قرارگیری بخش گسترده‌ای از آن در منطقه خشک و نیمه‌خشک، فعالیت‌های کشاورزی از جمله روش‌های نادرست آبیاری و مدیریت اراضی می‌تواند به‌طور

¹ -Inherent soil quality

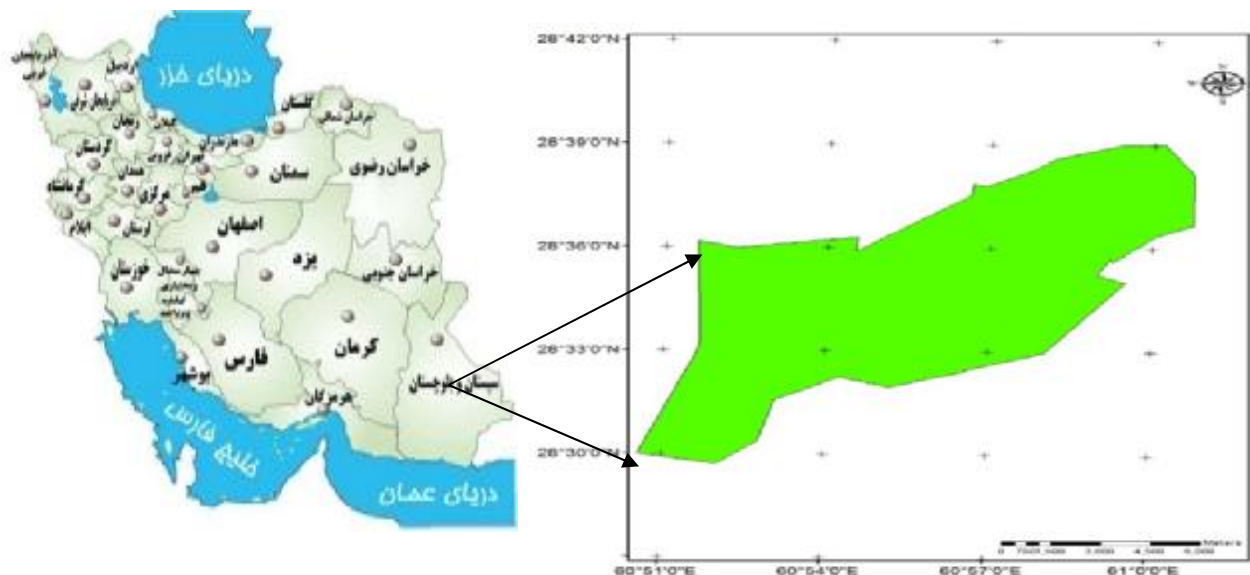
² - Dynamic soil quality

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

طول شرقی و 28 درجه و 23 دقیقه تا 28 درجه و 39 دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. دامنه ارتفاعی منطقه از 1805 تا 2940 متر گسترده شده است و ارتفاع متوسط آن برابر با 2217/7 متر هست. بارندگی متوسط منطقه 160 میلی‌متر و متوسط دما 19/7 درجه سلسیوس هست. سردترین ماه سال، دی با میانگین 8/7 درجه سلسیوس و گرم‌ترین ماه سال، تیرماه است که میانگین درجه حرارت 30 درجه سلسیوس است. از نظر آب و هوایی جزء ناحیه ایران- توران بوده و منطقه استپی معتدل با اقلیم خشک سرد هست (شکل 1).

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرق ایران در استان سیستان و بلوچستان واقع شده است. این محدوده بخشی از مراتع تفتان واقع در 45 کیلومتری شمال شهرستان خاش هست. این محدوده با مساحتی حدود 2500 هکتار بخشی از مراتع تفتان واقع در 45 کیلومتری شمال شهرستان خاش هست. مراتع تفتان در مجاورت مناطق بیابانی کمربند خشک، با گستره‌ی جغرافیایی 60 درجه و 47 دقیقه تا 61 درجه و 01 دقیقه



شکل 1- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه.

دیگری از جامعه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد. با توجه به پیشینه تبدیل کاربری‌های موجود در منطقه، چهار کاربری کاملاً نزدیک به یکدیگر انتخاب گردیدند. به طوری که به جز در بعضی از فاکتورها مانند حضور دام (در کاربری مرتع) و کشت و کار (در کاربری‌های زراعی و باغی) در سایر شرایط محیطی و خصوصیات توپوگرافیک مشابه بودند. پوشش گیاهی غالب مرتعی منطقه مورد مطالعه به طور عمده شامل *Artemisia sieberi*, *Ar. lehmaniana*, *Amygdalus lycioides* و *Zygophyllum eurypterum* به همراه *Cousinia stocksil*.

با اتکای به مراتع و توسعه جمعیت، زراعت و باغداری در منطقه رونق گرفته است. در حقیقت مراتع این منطقه در سیستم‌های مختلف مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. پس با توجه به شرایط خاص منطقه، دارای تنوع کاربری هست. عمده تیپ‌های رویشی منطقه شامل قیچ زارها، درمنه زارها و بادام‌زارها است که در این مطالعه تحت عنوان کاربری مراتع مدنظر قرار گرفتند. در کنار این کاربری‌ها، کاربری‌های غیرطبیعی شامل زراعت آبی یونجه، باغ و اراضی کشاورزی آبی رها شده که سابقه کشت در گذشته را داشته‌اند، بخش

انجام شد. همچنین جهت تعیین تفاوت بین فاکتورهای مورد مطالعه بین کلیه کاربری‌ها، داده‌ها مورد تجزیه واریانس یک‌طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS16 قرار گرفتند. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح 5% استفاده گردید.

نتایج

مقایسه تأثیر کاربری‌های متفاوت اراضی بر خصوصیات خاک با مرتع (شاهد)

نتایج حاصل از مقایسه دو به دوی کاربری باغی و مرتع (شاهد) در جدول 1 آورده شده است. مقایسه نتایج نشان داد که در کاربری باغی در مقایسه با مرتع (شاهد) به جز فاکتورهای فسفر قابل‌دسترس و کربن ناپایدار تفاوت معنی‌داری بین سایر خصوصیات مطالعه شده خاک وجود نداشت ($p < 5\%$). با وجود عدم تفاوت معنی‌دار سایر فاکتورهای خاک اندازه‌گیری شده، این فاکتورها در کاربری مرتع مقادیر بیشتری داشت. طبق نتایج کاربری زراعت آبی با مرتع (شاهد) در جدول 2، فاکتور نیتروژن کل و آهک در سطح 5% دارای تفاوت معنی‌دار بود ($p < 5\%$). به طوری که مقدار نیتروژن کل (0/08 درصد) در زراعت آبی در مقایسه با نیتروژن کل (0/02 درصد) مرتع بیشتر بود، در حالی که درصد آهک در کاربری مرتع (21/04 درصد) بیشتر از زراعت آبی (15/00 درصد) بود. در مورد سایر خصوصیات مؤثر بر حاصلخیزی خاک مانند کربن آلی، فسفر قابل‌دسترس، نیتروژن کل، پتاسیم قابل‌دسترس و کربن ناپایدار با وجود عدم تفاوت معنی‌دار، مقادیر این فاکتورها در زراعت آبی بیشتر از مرتع بود، اما میزان اسیدیته در کاربری مرتع بیشتر از زراعت آبی محاسبه شد. همچنین مقایسه نتایج خصوصیات خاک در کاربری زراعت دیم رها شده با مرتع، نشان داد که به جز قابلیت هدایت الکتریکی تفاوت معنی‌دار در سایر

Alhaji camelorum و Hamada salicornica هست. در این تحقیق کاربری‌هایی انتخاب شد که در کمترین حالت 10 سال سابقه تغییر کاربری داشتند. در اراضی زراعی به‌طور عمده تحت کشت Medicago sativa و کاربری باغی، شامل درختان زردآلو بود.

نمونه برداری

قبل از انجام مطالعات صحرائی، با مطالعات مقدماتی و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی محدوده مورد مطالعه تعیین شد. از آنجاکه لایه سطحی خاک مستعدترین بخش خاک جهت تغییر خصوصیات هست، جهت بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک، از مکان‌های تعیین شده، در مجموع تعداد 24 نمونه خاک از عمق 0 تا 30 سانتی‌متر در 4 تا 6 تکرار بسته به وسعت هر کاربری برداشت شد. نمونه‌های خاک ابتدا در هوای آزاد خشک و بعد از کوبیده شدن، از الک 2 میلی‌متری رد شدند. فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل بافت خاک (دی 1982)، pH (مدل دستگاه Hanna-HI8314) (توماس 1996)، قابلیت هدایت الکتریکی (Hanna-HI8633) (روول 1993)، ماده آلی خاک (مدل دستگاه Unico215) (والکی و بلاک 1934)، درصد نیتروژن کل (بلاک 1965)، فسفر قابل دسترس (اولسن و سامر 1982)، پتاسیم قابل دسترس (مدل دستگاه Felem Gen way) (روول 1993)، کربن ناپایدار³ (مدل دستگاه UV/Vis 2100) (سو و همکاران 2009) و درصد کربنات کلسیم (لئوپرت و سوئرز 1996) بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از حصول اطمینان از وجود مقادیر پرت، همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن توزیع داده‌ها، مقایسه هر کاربری با شاهد آن با استفاده از روش تی جفت نشده در سطح 5%

³ - Labile Carbon

زمین مرتعی بیشتر از زراعت دیم رها شده بود و کربن آلی و نیتروژن کل در زراعت دیم رها شده مقادیر بیشتری در مقایسه با زمین مرتعی داشتند (جدول 3).

خصوصیات خاک دیده نشد ($p > 5\%$). به طوری که شوری خاک در زراعت دیم رها شده بیشتر بود، اما میزان pH، آهک، فسفر قابل دسترس و پتاسیم قابل دسترس در

جدول 1- مقایسه اثر تغییر کاربری مرتع به باغی بر برخی خصوصیات خاک.

Sig	T	مرتع (شاهد)	باغ	خصوصیات
0/16 ^{ns}	-2/48	8/10±0/90 ^a	7/77±0/19 ^a	اسیدیته
0/1	3/50	0/99±0/50 ^a	0/45±0/10 ^a	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)
0/52 ^{ns}	5/48	0/30±0/16 ^a	0/83±0/13 ^a	کربن آلی (%)
0/11 ^{ns}	1/29	0/02±0/05 ^a	0/078±0/01 ^a	نیتروژن کل (%)
0/02 [*]	0/87	7/90±1/90 ^a	5/90±1/79 ^b	فسفر قابل دسترس (mg kg ⁻¹)
0/11 ^{ns}	-1/23	420±30/8 ^a	415±14/89 ^a	پتاسیم قابل دسترس (mg kg ⁻¹)
0/81 ^{ns}	-2/01	20/00±5/86 ^a	12/00±5/13 ^a	آهک (%)
0/023 [*]	14/83	109/00±10/14 ^b	905/5±10/08 ^a	کربن ناپایدار (mg kg ⁻¹)
0/053 ^{ns}	-2/25	66±5/48 ^a	71±8/71 ^a	شن (%)
0/49 ^{ns}	0/73	11±1/21 ^a	8±5/29 ^a	رس (%)
0/56 ^{ns}	-2/75	23±1/15 ^a	21±3/46 ^a	سیلت (%)
-	-	شنی لوم	شنی لوم	بافت خاک

* معنی دار در سطح احتمال 5 درصد و n.s غیر معنی دار (داده ها=انحراف از معیار). در هر ردیف تفاوت دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری معنی دار نیست. sig: سطح معنی داری و T مقدار عدد به دست آمده در آزمون تی استیودنت هست.

جدول 2- مقایسه اثر تغییر کاربری مرتع به زراعت آبی بر برخی خصوصیات خاک.

Sig	T	مرتع (شاهد)	زراعت آبی	خصوصیات
0/91 ^{ns}	-8/35	8/18±5/05 ^a	7/85±0/04 ^a	اسیدیته
0/11 ^{ns}	19/05	0/20±0/00 ^a	1/3±0/10 ^a	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)
0/056 ^{ns}	9/79	0/27±0/1 ^a	0/84±1/01 ^a	کربن آلی (%)
0/01 [*]	8/5	0/04±0/01 ^b	0/08±0/00 ^a	نیتروژن کل (%)
0/13 ^{ns}	3/47	7/60±1/2 ^a	10/00±0/20 ^a	فسفر قابل دسترس (mg kg ⁻¹)
0/18 ^{ns}	6/08	429±32 ^a	410±5/29 ^a	پتاسیم قابل دسترس (mg kg ⁻¹)
0/05 [*]	-0/990	21/04±6/1 ^a	15/00 ±5/08 ^a	آهک (%)
0/38 ^{ns}	238/11	100±6/11 ^a	104/5 ±3/60 ^a	کربن ناپایدار (mg kg ⁻¹)
0/054 ^{ns}	-4/39	66±2/21 ^a	59±1/01 ^a	شن (%)
0/11 ^{ns}	-1/73	11±1/21 ^a	9±1/00 ^a	رس (%)
0/39 ^{ns}	1/27	23±1/15 ^a	32±1/35 ^a	سیلت (%)
-	-	شنی لوم	شنی لوم	بافت خاک

* معنی دار در سطح احتمال 5 درصد و n.s غیر معنی دار (داده ها=انحراف از معیار). در هر ردیف تفاوت دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری معنی دار نیست. sig: سطح معنی داری و T مقدار عدد به دست آمده در آزمون تی استیودنت هست.

جدول 3- مقایسه اثر تغییر کاربری مرتع به زراعت رهاشده بر برخی خصوصیات خاک.

Sig	T	مرتع (شاهد)	زراعت رهاشده	خصوصیات
0/08 ^{ns}	3/61	8/3±0/02 ^a	8±0/09 ^a	اسیدیته
0/019 [*]	1/17	0/2±0/00 ^b	0/65±0/49 ^a	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)
0/12 ^{ns}	3/22	0/33±0/01 ^a	0/75±0/17 ^a	کربن آلی (%)
0/11 ^{ns}	1/73	0/03±0/00 ^a	0/06±0/02 ^a	نیترژن کل (%)
0/08 ^{ns}	-4/46	7/8±0/51 ^a	4/5±1/77 ^a	فسفر قابل‌دسترس (mg kg ⁻¹)
0/22 ^{ns}	-3/68	434±44/66 ^a	425±45/07 ^a	پتاسیم قابل‌دسترس (mg kg ⁻¹)
0/11 ^{ns}	-1/80	23/06±0/70 ^a	16/9±6/96 ^a	آهک (%)
0/07 ^{ns}	4/23	98/00±10/59 ^a	705/00±13/97 ^a	کربن ناپایدار (mg kg ⁻¹)
0/185 ^{ns}	1/58	66/00±4/12 ^a	57/80±3/02 ^a	شن (%)
0/561 ^{ns}	-1/25	11/00±1/41 ^a	7/30±1/00 ^a	رس (%)
0/12 ^{ns}	-1/57	23/00±1/07 ^a	34/90±2/03 ^a	سیلت (%)
-	-	شنی لوم	شنی لوم	بافت خاک

* معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد و n.s غیر معنی‌دار (داده‌ها±انحراف از معیار). در هر ردیف تفاوت دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. sig: سطح معنی‌داری و T مقدار عدد به‌دست‌آمده در آزمون تی استیودنت هست.

تجزیه واریانس و مقایسه تأثیر کاربری‌های

متفاوت اراضی بر خصوصیات خاک

میزان را دارا بود. خاک کاربری زراعت آبی دارای بیشترین و زراعت دیم رهاشده کمترین میزان فسفر قابل‌دسترس بود. آهک در مرتع بیشترین مقدار و در کاربری باغی دارای کمترین مقدار بود. کاربری زراعت آبی و مرتع به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد کربن آلی نسبت به سایر کاربری‌ها بودند. همچنین میزان کربن ناپایدار نیز در زراعت آبی بیشتر از سایر کاربری‌ها بود، درحالی‌که کاربری مرتع در مقایسه با سایر کاربری‌ها دارای کمترین میزان کربن ناپایدار بود. میانگین درصد رس در مرتع بیشتر از سایر کاربری‌ها و در کاربری باغی کمترین مقدار را دارا بود. در کاربری باغی بیشترین مقدار شن و در زراعت دیم رهاشده بیشترین مقدار سیلت اندازه‌گیری شد.

مقایسه خصوصیات خاک کاربری‌های مورد مطالعه در جدول 4 نشان داد که اسیدیته (p<1%)، قابلیت هدایت الکتریکی (p<1%)، کربن آلی (p<5%)، نیترژن کل (p<1%)، کربن ناپایدار (p<1%)، درصد رس (p<5%)، سیلت (p<5%) و شن (p<1%) کلیه مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار داشت (p<5%). نتایج حاصل از بررسی در کاربری‌های مورد مطالعه نشان داد که کاربری مرتع و کاربری باغی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان pH می‌باشند. هدایت الکتریکی در کاربری زراعت آبی دارای بیشترین مقدار بود، درحالی‌که این میزان در مرتع کمتر از سایر کاربری‌ها بود. درصد نیترژن کل در کاربری زراعت آبی بیشترین و در مرتع کمترین

جدول 4- نتایج مقایسه تأثیر کاربری‌های متفاوت اراضی بر خصوصیات خاک.

خصوصیات	Sig	F	مرتع (شاهد)	کشاورزی رهاشده	زراعت آبی	باغی
اسیدیته	0/001**	9/52	8/20±0/08 ^{ab}	8/00±0/12 ^c	7/85±0/19 ^a	7/77±0/21 ^a
هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)	0/00**	12/63	0/20±0/03 ^b	0/65±0/36 ^b	1/3±0/60 ^a	0/45±0/14 ^b
کربن آلی (%)	0/00**	18/93	0/33±0/10 ^c	0/75±0/21 ^b	0/84±0/32 ^a	0/83±0/39 ^a
نیترژن کل (%)	0/05*	2/98	0/03±0/02 ^b	0/06±0/01 ^{ab}	0/08±0/03 ^a	0/078±0/04 ^a
فسفر قابل دسترس (mg kg ⁻¹)	0/33 ^{ns}	1/28	7/7±1/29 ^a	4/5±2/85 ^a	10±1/54 ^a	5/9±1/04 ^a
پتاسیم قابل دسترس (mg kg ⁻¹)	0/14 ^{ns}	3/28	433±9/39 ^a	425±9/14 ^b	410±6/72 ^b	415±6/05 ^b
آهک (%)	0/19 ^{ns}	1/75	22/06±4/45 ^a	16/9±5/96 ^b	15/00±5/6 ^b	12/00±6/99 ^b
کربن ناپایدار (mg kg ⁻¹)	0/00**	115/90	450/13±13/40 ^b	705/5±20/66 ^a	104/5±5/23 ^c	90/5±5/41 ^d
رس (%)	0/05*	2/95	11/00±1/30 ^a	7/30±1/72 ^b	9/00±1/67 ^{ab}	8/00±4/50 ^{ab}
شن (%)	0/00**	17/26	66±5/62 ^a	57/8±5/14 ^b	59±5/57 ^b	71±6/33 ^a
سیلت (%)	0/02*	3/84	23±1/09 ^b	34/9±2/13 ^a	32±2/44 ^a	21±2/44 ^b

بحث

اثر تغییر کاربری بر میزان اسیدیته و کربنات

کلسیم خاک

معیاری برای توجیه اسیدیته خاک تا مرز 8/3 باشد. به-نحوی که افزایش pH در کاربری مرتعی حاصل از افزایش میزان کربنات کلسیم است، که این خصوصیت جزء ویژگی خاک‌های مناطق خشک هست. چنانچه میزان اسیدیته از مرز 8/3 بگذرد، میزان قلیائیت از محدوده ضعیف به متوسط خواهد رسید که غالباً به-دلیل وجود کربنات سدیم هست. کشت و زرع به دلیل تأثیر بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها و کربن آلی خاک موجب افزایش اسیدیته خاک خواهد شد (بلسندت و همکاران 2000). در حقیقت، مقایسه کربنات کلسیم خاک‌های مورد مطالعه، حاکی از افزایش میزان آهک در خاک مرتعی بوده که سبب افزایش pH شده است. افزایش کربنات کلسیم در خاک، باعث افزایش pH خاک می‌شود (دورمار 1998)، از جمله دلایل افزایش pH در کاربری مرتع در مقایسه با سایر کاربری‌ها چرای دام هست (جوادی و همکاران 1384). طی چرای شدید دام، عمق پروفیل خاک کاهش یافته و منجر به این می‌شود که کربنات کلسیم به سطح خاک نزدیک‌تر شود (دورمار 1998). از دلایل پایین بودن کربنات کلسیم کاربری‌های زراعت آبی، باغی و زراعت رهاشده می‌تواند عدم برگشت کلسیم به خاک در نتیجه برداشت محصول باشد (تمپلر و همکاران 2005، شیرانپور و همکاران

به منظور دستیابی به مدیریت پایدار اراضی و بهبود کیفیت آن‌ها، ارزیابی کمی عوامل و شاخص‌های مؤثر در پایداری اراضی ضروری است (محمدی و همکاران 1389). خصوصیات خاک از جمله مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده پایداری اکوسیستم‌های جنگلی و مرتعی هستند (وانگ و همکاران 2011). از جمله این خصوصیات اسیدیته خاک است. اسیدیته خاک بر عواملی مانند قابلیت استفاده عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، تحریک عناصر سنگین و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک مؤثر هست. اسیدیته خاک در اثر مدیریت‌های مختلف اراضی ممکن است تغییر نماید (محمدی و همکاران 1389، ژانگ و همکاران 2012). با توجه به نتایج تجزیه واریانس خصوصیات کاربری‌ها، کاربری مرتع و باغی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان pH و کربنات کلسیم بودند. به طور کلی می‌توان بیان کرد که تغییر کاربری مرتع به سایر کاربری‌ها موجب افزایش اسیدیته خاک در عمق 0-30 سانتی‌متری شده است. در بررسی اسیدیته کاربری‌های مورد مطالعه، موضوع درصد کربنات کلسیم می‌تواند

شستشو انجام نمی‌گیرد (جعفری و سرمدیان 1382). اما، شرایط منطقه مورد مطالعه با شرایط کل استان سیستان و بلوچستان متفاوت بوده، به نحوی که این منطقه بیشترین میزان بارندگی را نسبت به سایر مناطق استان داشته و کانی‌های تشکیل‌دهنده خاک‌های منطقه نیز دارای املاح زیاد و مضر نیست. به همین دلیل نتایج قابلیت هدایت الکتریکی، حاکی از غیر شور (شیرین) بودن خاک کاربری‌های مورد مطالعه است. اما انجام کشت و کار متوالی در اراضی زراعی دیم رها شده و باغی تغییر جزئی در میزان قابلیت هدایت الکتریکی به وجود آورده است (کاشانی 1393).

در مطالعات انجام شده در زمینه تأثیر تبدیل اراضی طبیعی به زراعی به افزایش قابلیت هدایت الکتریکی در اثر جنگل‌تراشی و تخریب اراضی مرتعی و سپس کشت و کار روی این اراضی اشاره شده است (بولن و همکاران 1991). نیک‌نهاد قرماخر و مارامایی (1390) در مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک حوضه آبخیز کوچک گزارش کردند که قابلیت هدایت الکتریکی خاک زراعی در مقایسه با کاربری مرتع و جنگل هرچند تفاوت معنی‌داری نداشت، اما شوری خاک زراعی بیشتر بود که دلیل این امر را افزایش کود به زمین زراعی بیان کردند. بنابراین یکی از دلایل بیشتر بودن قابلیت هدایت الکتریکی خاک زراعت آبی در مطالعه حاضر در مقایسه با کاربری مرتع می‌تواند به استفاده کودهای شیمیایی در این کاربری باشد. هرچند باید میزان جذب گیاهی و محلول باقی‌مانده در خاک نیز مدنظر قرار گیرد. علاوه بر این کربنات کلسیم خاک کاربری مرتعی در مقایسه سه کاربری دیگر بیشتر بود. در واقع در قابلیت هدایت الکتریکی پایین‌تر آهک و در قابلیت هدایت الکتریکی بالاتر NaCl نقش اصلی را بر عهده دارند که تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی خاک کاربری‌های مورد مطالعه نیز مؤید نقش آهک در آنها هست (عبادپور 1379). زهتابیان و

1391). با توجه به این‌که اغلب کودهای نیتروژنی و بسیاری از کودهای آلی نیتروژن‌دار که در کاربری‌های زراعی و باغی استفاده می‌شود، خاصیت اسیدی دارند و با اکسیداسیون هر کاتیون آمونیوم به آنیون نیترات، دو یون پرتون تولید می‌شود در نتیجه اسیدیته افزایش می‌یابد، لذا افزایش اسیدیته کاربری‌های غیر مرتعی، سبب افزایش آبشویی و کاهش میزان کلسیم می‌گردد (شیرانپور و همکاران 1391). دلایل دیگری نیز برای کاهش pH در خاک این کاربری‌ها وجود دارد، از آن جمله این‌که، وقتی ماده آلی در خاک این کاربری‌ها که میزان آن هم زیاده‌تر است، تجزیه می‌شود هم اسید آلی و هم اسید معدنی تولید می‌شود که ساده‌ترین و فراوان‌ترین این اسیدها اسیدکربنیک است. اگرچه اسیدکربنیک، اسید ضعیفی است، ولی تولید دائم آن در خاکی که در آن تراکم ریشه زیاد است باعث حل شدن آهک و شستشوی آن از خاک می‌گردد. خارج شدن آهک از خاک، موجب کاهش pH می‌گردد (کلاری 1995). شخم زیاد، زیر و رو کردن خاک و آبیاری مداوم همواره موجبات شستشوی خاک را فراهم می‌کند، در نتیجه مهاجرت املاح از لایه‌های سطحی خاک به طرف اعماق در شرایط زهکشی مناسب در تغییرات pH خاک تأثیر دارد و همین امر سبب اختلاف pH خاک بین قطعات تحت کشت و آبیاری و قطعات بکر و بایر می‌شود (اسپوسیتو 2008).

اثر تغییر کاربری بر میزان قابلیت هدایت

الکتریکی خاک

نتایج حاصل از مطالعه حاضر اختلاف معنی‌دار قابلیت هدایت الکتریکی کاربری زراعت آبی را با سایر کاربری‌ها نشان داد. در حقیقت، قابلیت هدایت الکتریکی در کاربری زراعت آبی دارای بیشترین مقدار و در مرتع کمتر از سایر کاربری‌ها بود. مقایسه هدایت الکتریکی یا شوری خاک، به تجمع املاح خاک که غالباً ناشی از تخریب کانی‌های تشکیل‌دهنده خاک است اتفاق می‌افتد، که در مناطقی با بارندگی کم، با افزایش املاح به خاک،

زراعت آبی نقش بیشتری در جلوگیری از تخریب خاک و گسترش توسعه پایدار دارد.

پس از نیتروژن و فسفر یکی از عناصر غذایی ماکرو به لحاظ اهمیت، پتاسیم است که به دلیل نقش مهمی که در تنظیم فتوسنتز، انتقال کربوهیدرات‌ها، ساخت پروتئین و غیره دارد، میزان مصرف آن در گیاهان بعد از نیتروژن بیش از سایر عناصر است ولی چون خاک‌ها غالباً دارای مقادیر فراوانی از پتاسیم قابل‌استفاده هستند، گیاهان معمولاً کمتر به کمبود این عنصر دچار می‌شوند (جعفری و سرمدیان 1382). نتایج حاصل از بررسی کاربری‌های مورد مطالعه نشان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار پتاسیم در مرتع با دیگر کاربری‌ها بود. هرچند میزان پتاسیم در مرتع بیشتر از دیگر کاربری‌ها و در زراعت آبی کمتر از بقیه بود. با توجه به این‌که در کشور پهناور ایران میزان پتاسیم در حد کافی هست، لذا میزان پتاسیم در منطقه مورد مطالعه در حد نرمال بوده و تفاوت‌های غیر محسوس نیز می‌تواند بسته به فعالیت‌های مدیریتی و نوع کشت و برداشت دارد (هاشمی راد 1393).

اثر تغییر کاربری بر کربن آلی و کربن ناپایدار

خاک

نتایج حاصل از مطالعه حاضر، نشان داد که میزان کربن آلی ($p < 5\%$) و کربن ناپایدار ($p < 1\%$) خاک کاربری زراعت آبی دارای افزایش معنی‌دار نسبت به سایر کاربری‌ها بود. در حقیقت خاک کاربری‌های زراعت آبی و مرتع به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان کربن آلی و کربن ناپایدار بودند. با مراجعه به نتایج آزمایشگاهی، فقر ماده آلی در کاربری‌های مورد مطالعه کاملاً مشهود هست. اما در زراعت آبی یونجه، به دلیل کشت و کار و افزودن مواد آلی (کودهای آلی و شیمیایی) و همچنین به علت کشت متراکم گونه‌های زراعی (یونجه) و تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های ریزوبیوم در ریشه، میزان نیتروژن، کربن آلی و کربن ناپایدار خاک افزایش محسوسی نشان داد.

خسروی (1389) افزایش شوری خاک را در تبدیل مرتع به زراعت باغی در منطقه طالقان گزارش کردند.

اثر تغییر کاربری بر میزان نیتروژن، فسفر و

پتاسیم خاک

نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف جهت رشد گیاه است و در واقع این عنصر را به عنوان گلوگاه رشد گیاه معرفی می‌کنند. فسفر نیز از فاکتورهای مؤثر در حاصلخیزی خاک‌ها هست و جزء عناصر ضروری در تولید محصولات کشاورزی است (سالاردینی 1384، وانگ و همکاران 2011).

نتایج حاصل از بررسی کاربری‌های مورد مطالعه نشان داد که خاک کاربری زراعت آبی بیشترین و کمترین رها شده کمترین میزان فسفر را داشت. همچنین بیشترین و کمترین مقدار نیتروژن به ترتیب در زراعت آبی و کاربری مرتع اندازه‌گیری شد. در اراضی زراعت آبی و باغی به دلیل وابستگی شدید گیاهان مثمر و غیرمثمر به نیتروژن و فسفر و همچنین استفاده متناوب گیاهان از ذخایر نیتروژن و فسفری خاک، لذا با انجام کشت و کار، میزان نیتروژن و فسفر موجود در خاک کاهش می‌یابد (مجددی و همکاران 1391). بنابراین جهت بهبود شرایط تولید محصولات زراعی و باغی می‌بایست این عناصر به خاک افزوده شوند، که دائم به صورت کودهای آلی و شیمیایی به خاک اضافه می‌گردند. در اراضی مرتعی که دخل و تصرف انسان به واسطه کشت و زرع وجود ندارد و کوددهی (آلی و شیمیایی) نیز صورت نمی‌گیرد، میزان نیتروژن و فسفر آن در مقایسه با سایر کاربری‌ها کمتر هست (هاشمی-راد 1393، وانگ و همکاران 2007). کاهش مقدار نیتروژن خاک در کاربری مرتع در مقایسه با سایر کاربری‌ها می‌تواند به دلیل کاهش بقایای گیاهی جهت تبدیل به هوموس در اثر چرای شدید دام و به هم خوردن تعادل نیتروژن خاک باشد (نیک‌نهاد قرماخر و مارامایی 1390). بنابراین شاید بتوان گفت کاربری

ناشی از برداشت گیاهان توسط دامها و در نتیجه کاهش میزان لاشبرگ اضافه شونده به خاک باشد (کاشانی 1393). همچنین کاهش میزان ماده آلی، نشانگر کاهش بیوماس میکروبی و لذا بازچرخش ماده آلی خاک نیز هست (جونز 1971). مطالب گفته شده می‌تواند دلیلی بر کاهش ماده آلی در کاربری مرتع مورد مطالعه باشد. هاشمی‌راد (1393) در مطالعه تأثیر تبدیل کاربری از مرتع به زراعت آبی و دیم در کهگیلویه و بویراحمد نشان داد که مقدار کربن آلی خاک در اراضی مرتعی کاهش معنی‌داری در مقایسه با دو کاربری دیگر داشت که دلیل آن را چرای بی‌رویه مرتع، عدم برگشت بقیای گیاهی به خاک و استفاده کشاورزان از کود در اراضی زراعی گزارش کرد. بومن و ریدر (1990) گزارش کردند که تبدیل مراتع به اراضی زراعی سبب کاهش چشمگیر ماده آلی خاک می‌شود. تاینسن و استورات (1983) نیز بیان داشتند که تغییر کاربری اراضی مرتعی عموماً سبب کاهش ماده آلی خاک از طریق تسریع تجزیه زیستی و هدررفت خاک می‌شود. ژانگ و همکاران (2012) در مقایسه تغییر کاربری از مرتع به جنگل دست‌کاشت، چمنزار مصنوعی و زراعت ره‌اشده بر میزان ماده آلی و کربن ناپایدار خاک بیان داشتند که تغییر کاربری مرتع باعث افزایش معنی‌دار میزان ماده آلی و کربن ناپایدار در خاک این کاربری‌ها در مقایسه با مرتع گردید.

اثر تغییر کاربری بر اجزای بافت خاک

بافت خاک یکی از خصوصیات فیزیکی پایدار خاک است و بر روی سایر خواص خاک مانند وزن مخصوص ظاهری خاک، ذخیره رطوبتی خاک، ساختمان خاک، نفوذپذیری خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد رطوبت اشباع و مقدار ماده آلی تأثیر می‌گذارد (جعفری و سرمدیان 1382). در نتیجه تغییر کاربری مرتعی به کاربری زراعت آبی، باغی و اراضی کشاورزی دیم ره‌اشده تغییرات معنی‌داری در میانگین اجزای تشکیل‌دهنده بافت خاک روی داده است. تحقیقات

ماده آلی خاک بخش مهمی از خاک است که سهم بسزایی در حاصلخیزی و بهره‌وری خاک دارد (استونسون 1994، پوراکیاسدا و همکاران 2007). مواد آلی با شرکت در ساختمان کلونیدی خاک ضمن اتصال ذرات خاک با یکدیگر، میزان آب قابل نگهداری توسط خاک را افزایش می‌دهد (زرین کفش 1371). به‌طور کلی ماده آلی خاک شامل سه منبع، مواد آلی پایدار، مواد آلی ناپایدار و مواد آلی بی‌اثر است (استونسون 1994). که در چند دهه اخیر توجه بیشتری به مواد آلی ناپایدار خاک شده است، چراکه به‌عنوان شاخص مناسبی برای کیفیت خاک و سلامت محیط‌زیست شناخته شده است که دارای حساسیت زیادی نسبت به عملیات خاک‌ورزی، تناسب زراعی، عملیات کوددهی و سایر عوامل اثرگذار بر مواد آلی کل خاک هست (لیک و همکاران 2009، لی و همکاران 2010، پوپلو و همکاران 2011). علاوه بر این، اثرات تغییر در مدیریت خاک، بر ماده آلی ناپایدار خاک نسبت به ماده آلی پایدار خاک سریع‌تر قابل مشاهده است (لی و همکاران 2009). در این بین خاک جنگل‌ها و مراتع به خاطر دارا بودن ماده آلی نسبتاً بالا و ساختمان مناسب همواره مورد توجه بوده اما تغییر در مدیریت کاربری آن‌ها و اعمال خاک‌ورزی تأثیر زیادی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دارد (برومند و همکاران 1393).

به‌طور کلی، وارد نمودن گیاهانی که توان باروری خاک را ارتقاء می‌دهند، در نظام تناوب و کشت (نظیر گونه‌های یک و چندساله از تیره لگومینوز)، می‌تواند به بهبود وضعیت کربن آلی خاک کمک مؤثری کند. تحقیقات انجام شده در زمینه اثر کشت گونه‌های لگوم نشان داده است که این عملیات مدیریتی می‌تواند بین 9 تا 19 درصد ذخیره کربن آلی خاک را افزایش دهد (کوتیکا و همکاران 2005). بنابراین کاربری زراعت آبی نیز به دلیل نوع محصول کشت شده (یونجه) و همچنین کوددهی نسبتاً مناسب دارای افزایش ماده آلی خاک هست. کاهش مقدار کربن آلی در خاک مرتعی می‌تواند

بود که تغییر کاربری اراضی باعث افزایش فاکتورهای مؤثر بر حاصلخیزی مانند نیتروژن، فسفر و ماده آلی خاک در کاربری‌های زراعی در مقایسه با مرتع گردیده، اما انجام کشت و کار متوالی در اراضی زراعی دیم رهاشده و باغی سبب افزایش میزان قابلیت هدایت الکتریکی خاک این کاربری‌ها و شوری خاک شده است. باید در نظر داشت که گسترش فعالیت‌های زراعی منجر به برهم زدن تعادل طبیعی و سبب تغییر در خصوصیات خاک شده و هر چه میزان تخریب و تغییرات اعمال شده بیشتر باشد پیامدهای منفی آن نیز بیشتر خواهد بود. با توجه به این که در منطقه مورد مطالعه، احیا کاربری مرتع به طور کامل میسر نیست، بنابراین راه حل طولانی مدت برای بهبود مشکلات پیش آمده در خصوصیات خاک، در اراضی زراعی، کاهش عملیات خاک‌ورزی و افزودن ماده آلی به خاک است.

نشان داده است که بافت خاک حساسیت کمی به تغییرات مدیریت دارد (کی 1990). مفیدی و همکاران (2012) بیان نمودند که تغییر کاربری مرتع به زمین کشاورزی دیم سبب تغییر کلاس بافت خاک نمی‌شود؛ ولی میزان رس خاک در کاربری دیم نسبت به مرتع به طور معنی داری بیشتر است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با وجود تفاوت معنی دار در اجزای تشکیل دهنده بافت خاک، تغییر کاربری مرتع به زمین کشاورزی در تغییر کلاس بافت خاک تأثیری نداشت؛ هر چند به نظر می‌رسد که این پدیده شاید در درازمدت باعث تغییر کلاس بافتی این خاک‌ها شود.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به یافته‌های حاصل از این تحقیق، تغییرات ایجاد شده در خصوصیات خاک کاربری‌های مورد مطالعه متفاوت بود. به طور کلی نتایج حاکی از این

منابع مورد استفاده

- احمدی ایلخچی ع، حاج عباسی مع و جلالیان ا، 1381. اثر تغییر کاربری مرتعی به دیم‌کاری بر تولید رواناب، هدررفت و کیفیت خاک در منطقه دوراهان چهارمحال و بختیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 3، شماره 3، صفحه‌های 13 تا 24.
- برومند م، قاجار سپانلو م و بهمنیار مع، 1393. اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: سمسکنده ساری). پژوهش‌نامه مدیریت حوزه آبخیز، جلد 5، شماره 9، صفحه‌های 78 تا 94.
- جعفری م و سرمدیان ف، 1382. مبانی خاک‌شناسی و رده‌بندی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- جوادی س ا، جعفری م، آذرنیوند ح و زاهدی ق، 1384. بررسی اثر چرای دام بر روی پارامترهای خاک در مرتع بیلاقی لار. نشریه علمی و پژوهشی علوم کشاورزی، جلد 11، شماره 4، صفحه‌های 71 تا 78.
- حاج عباسی مع، جلالیان ا، خواجه‌الدین ج و کریم‌زاده ح، 1381. مطالعه موردی تأثیر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، حاصلخیزی و شاخص کشت‌پذیری خاک در بروجن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 1، شماره 6، صفحه‌های 149 تا 160.
- زرین کفش م، 1371. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران.
- زهتابیان غ، و خسروی ح، 1389. ارزیابی تاثیر فعالیت‌های کشاورزی بر تخریب اراضی در منطقه طالقان. نشریه مرتع و آبخیزداری، جلد 63، شماره 2، صفحه‌های 207 تا 281.
- سالاردینی ع ا، 1384. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.
- شیرانپور ب، بهرامی ا و شعبان‌پور م، 1391. تاثیر تغییر کاربری جنگل به باغ چای بر حاصلخیزی خاک در استان گیلان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره 4، صفحه‌های 826 تا 831.

- عبادپور ا، 1379. مطالعه مورفولوژی، مینرالوژی و رده‌بندی خاک‌های ایستگاه تحقیقاتی خواجه (تبریز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- کاشانی س. 1393. تأثیر تبدیل مرتع به کشاورزی آبی بر حاصلخیزی خاک در منطقه تفتان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل.
- مجددی ح، مرادمند جلالی ع، اسماعیل‌پور س و بهمنیار م، 1391. بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی جنگلی بر خصوصیات شیمیایی خاک. مجله پژوهش‌های آبخیزداری، شماره 97، صفحه‌های 1 تا 6.
- محمدی ج، خادمی ح و نائل م، 1389. بررسی تغییرپذیری کیفیت خاک سطحی در اکوسیستم‌های انتخابی در منطقه زاگرس مرکزی. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، جلد 3، شماره 9، صفحه‌های 105 تا 120.
- نیک‌نهاد قرماخر ح و مارامای م، 1390. مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک حوضه (مطالعه موردی: آبخیز کچیک). مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد 1، شماره 2، صفحه‌های 81 تا 96.
- هاشمی‌راد م، 1393. تأثیر تبدیل مرتع به کاربری‌های کشاورزی بر تخریب خاک در شهرستان چرام (استان کهگیلویه و بویراحمد). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل.
- 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.
- Black CA, 1965. Methods of soil chemical analysis and microbiological properties. *Agronomy*, American Society of Agronomy, Madison.
- Bolan NS, Hedley MJ and White RE, 1991. Process of soil acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pastures. *Journal of Plant and Soil* 134: 53-63.
- Bowman RA and Reader JD, 1990. Change in soil properties in a central plains rangelands soil after 20, 30 and 60 years of cultivation. *Journal of Plant and Soil* 134: 53-63.
- Carter MR and Gregorich EG, 1997. Concepts of soil quality and their significance. Pp. 1-19. In: Gregorich EG and Carter MR. (eds). *Methods for Assessing Soil Quality*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Clary WP, 1995. Vegetation and soil responses to grazing simulation on riparian meadows. *Journal of Range Management*, 48:18-25.
- Day PR, 1982. Particle fractionation and particle-size analysis. Pp. 545-567. In: Black CA.(ed). *Methods of Soil Analysis*. Agronomy Monograph, Madison, WI.
- Dormaar JF and Walter W, 1998. Effect of forty-four years of grazing on fescue grassland soils. *Journal of Range Management* 51:122-126.
- Engeman R and Leroy P, 1995. Population and sustainable food production. Pp. 40-48. In: *Conserving Land*. Committee for the National Institute for Environment, Washington. DC.
- Jones MJ, 1971. The maintenance of soil organic matter under continuous cultivation at Samaru, Nigeria. *Journal of Agriculture Science* 77: 473-482.
- Kay BD, 1990. Rates of change of soil structure under different crop systems. *Advances in Soil Science* 12: 1-52.
- Koutika LS, Nolte C, Yemefack M, Ndango R, Folefoc D and Weis S, 2005. Leguminous fallows improve soil quality in south-central Cameroon as evidenced by the particulate organic matter status. *Geoderma* 125: 343-354.
- Laik R, Kumar K, Das DK. and Chaturvedi OP, 2009. Labile soil organic matter pools in a calciorient after 18 years of afforestation by different plantations. *Journal of Applied Soil Ecology* 42: 71-78.
- Lee SB, Lee CH, Jung KY, Do Park K., Lee D and Kim PJ, 2009. Changes of soil organic carbon and its fractions in relation to soil physical properties in a long-term fertilized paddy. *Soil and Tillage Research* 104: 227-232.
- Liu MY, Chang QR, Qi YB and Sun N, 2010. Soil organic carbon and particulate organic carbon under different land use types on the Loess Plateau. *Journal of Natural Resources* 25(2): 218-226.
- Loeppert RH and Suarez DL, 1996. Carbonate and gypsum. Pp. 437-475. In: Bigham JM and Bartels JM.(eds.) *Methods of Soil Analysis*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Mofidi M, Alijanpour A, Sheidai Karkaj E, Rashtbari M and Motamedi J, 2012. Human-induced impacts of land use management on soil properties (case study: high-altitude area of Sahand mountain rangelands, East Azerbaijan-Iran). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 3: 1993-2002.
- Olsen SR and Sommers LE, 1982. Phosphorus. Pp. 403-430. In: Page AL.(ed). *Methods of Soil Analysis*, Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Poeplau C, Don A, Vesterdal L, Leifeld J, Van Wesemael B, Schumacher J and Gensior A, 2011. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone-carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology* 17: 2415-2427.

- Purakayastha TJ, Chhonkar PK, Bhadraray S, Patra AK, Verma V and Khan MA, 2007. Long-term effects of different land use and soil management on various organic carbon fractions in Inceptsol of subtropical India. *Australian Journal of Soil Research* 45(1): 33–40.
- Rowell DL, 1993. *Soil Science: Methods and Applications*. Longman, Harlow, Essex.
- Sposito G, 2008. *The chemistry of soil*. Oxford University press.
- Stevenson FJ, 1994. *Humus chemistry. Genesis, Composition, Reactions*. New York, Wiley.
- Su YZ, Liu WJ, Yang R, Fan GP, 2009. Carbon sequestration effect following retirement of degraded croplands into alfalfa forage land in the middle of Hexi Corridor region, Northwest China. *Acta Ecologica Sinica* 29(12): 6385–6391.
- Templer PH, Groffman PM, Flecker AS and Power AG, 2005. Land use change and soil nutrient transformations in the Los Haitises region of the Dominican Republic. *Soil Biology and Biochemistry* 37:215-225.
- Thomas GW, 1996. Soil pH and soil acidity. Pp.475-490. In: Bartels J M.(ed.) *Methods of Soil Analysis*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Tissen H, Stewart and JW, 1983. Particle size fraction and their use in studies of soil organic matter composition in size fraction. *Soil Science Society of America Journal* 47: 509-5014.
- Walkley A and Black IA, 1934. Review Examination of the degtjareff method determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Journal of Soil Science* 34: 29-38.
- Wang F, Xiao HL, Su YZ and Gui-ping F, 2011. Changes of soil quality after reclamation in oasis saline meadow in Linze, Gansu, China. *Journal of Desert Research* 31(3): 723–728.
- Wang XL, Guo SL, Ma YH, Huang DY and Wu JS, 2007. Effects of land use type on soil organic C and total N in a small watershed in loess hilly-gully region. *Chinese Journal of Applied Ecology* 18(6): 1281–1285.
- Zhang LH, Xie ZK, Zhao RF and Wang YJ, 2012. The impact of land use change on soil organic carbon and labile organic carbon stocks in the Longzhong region of Loess Plateau. *Journal of Arid Land* 4(3): 241–250.