Original Article, Vol. 11, No. 2, Summer, 2023, pp 49-60

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Influence of Different Land Uses on Some Soil Microbial Indices (Case Study: Lasjerd, Semnan Province, Iran)

H. R. Saeedi[1], A. Sadeghipour[2]*, N. Kamali[3], A. A. Zolfaghari[4]

1. MSc. Student of Desert studies Faculty, Semnan University, Semnan, Iran.
2. Assistant professor, Desert studies faculty, Semnan University, Semnan, Iran.
3. Assistant Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands. Tehran, Iran.
4. Associate professor, Desert studies faculty, Semnan University, Semnan, Iran.

* Corresponding Author: a.sadeghipour@semnan.ac.ir

Received date: 29/05/2023 **Accepted date: 30/07/2023**

10.22034/JDMAL.2023.2003379.1416

Extended Abstract

Introduction

Widespread lands in arid, semi-arid, or dry sub-humid areas of the world have been influenced by the consequences of the land degradation resulting from natural factors and human activities like agriculture, changes in the land use. A large part of Iran is located in arid and semi-arid regions. The degradation of soil can be greatly impacted by agricultural activities, incorrect management, and improper land management. The most suitable solution to reduce the negative effects of land use change on the desert is to choose the best type of land management with the least degradation. The fragile nature of these ecosystems and the large area of arid and semi-arid areas of the country require proper and accurate management. Soil is an important and valuable terrestrial source of OC storage, which plays a significant role in the global C cycle by storing about 1500 billion tons of C. The total C in microbial biomass is 1.4% of the total SOC. demonstrating the significant contribution of this sector to the global C cycle. Land use change can be one of the most important factors of land degradation that affects the quality and quantity of soil organic C, and soil characteristics. The present study was done to investigate the role of different land uses including rangeland as control, abandoned land, *Triticum aestivum L.* cultivation, *Hordeum vulgare L.* cultivated lands and *Medicago sativa L.* cultivation, on some soil microbial indices such as basal soil respiration, substrate induced respiration, microbial biomass carbon, microbial biomass nitrogen, microbial quotient, metabolic coefficient and carbon access index, in Lasjerd , Semnan province in two depths of 0 to 10 cm and 10 to 30 cm.

Material and Methods

The initial step was to select various treatments that included rangeland as control treatment, abandoned land, *Triticum aestivum* cultivation, Hordeum vulgare cultivated lands and Medicago sativa cultivation. In the second step, soil sampling was performed at two depths of 0-10 and 10-30 cm in five replications. In this regard, one soil profile in the center and four other profiles were dug in the form of a cross, considering the marginal effect. The samples needed for soil biological tests were carried and stored in the refrigerator containing dry ice and biological tests were performed later. The considered factors were measured by valid scientific guidelines and methods. Data related to soil microbial properties were analyzed by a factorial test in the form of

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Original Article, Vol. 11, No. 2, Summer, 2023, pp 49-60

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

a completely random design with five repetitions. All statistical computing was done using SPSS 19 software and the mean comparison tests were performed by Duncan test.

Results and Discussion

The results of the present study indicated that there is significant impact of the treatments on the properties studied at the two depths, at the first soil layer equals to the depth of 0 to 10 cm, basal soil respiration, substrate induced respiration, microbial biomass carbon, microbial biomass nitrogen, microbial quotient, and metabolic coefficient have been affected by different land uses, as the highest level of basal soil respiration in the abandoned land equals to 0.424 $mgCO_2g$-1dm24h-1 and the lowest in *Triticum aestivum* cultivation 0.006 $mgCO_2g$-1dm24h-1, as well as the second depth- 10 to 30 cm- basal soil respiration, microbial quotient, metabolic coefficient are affected by different types of land uses. The highest amount of metabolic coefficient was observed in abandoned lands as 0.068 $mgCO_2$-Cg-1MBCday-1 and the lowest was found in *Medicago sativa* cultivation lands equals to 0.013 $mgCO_2$-Cg-1MBCday-1. Soil microbial indices are sensitive to land use changes. The first top 10 cm of the soil studied, has been most affected by these indices.

Due to the failure of soil pedons, the change in land use from rangeland to agricultural lands increases the speed of litter decomposition and decreases the storage of soil nutrients, the microbial population, composition and activity of the soil as an indicator of soil quality, health and fertility. But techniques of no-tillage or minimal-tillage, as well as the principles of sustainable agriculture (such as returning the residues to the soil, proper use of chemical fertilizers, using biological fertilizers, and biological control of pests) cause the destructive process of the biological indices to be adjusted and get balanced in a shorter time period with environment. Considering the changes in the biological indicators of the soil, which have caused the destruction of the cultivated lands in the studied area, it is suggested to rehabilitate the bare lands with native rangeland species of the region, such as *Artemisia sieberi Besser*, *Zygophyllum eurypterum Boiss.* & Buhse, and *Astragalus tribuloides* Delile. Range management plans are the only way to allocate rangelands in the region, and a detailed survey of rangelands in the region is necessary. To prevent land use change, it is important to address the multi-purpose uses of rangelands and the determination of economic units to support the lives of beneficiary households.

Keywords: Basal soil respiration; Metabolic coefficient; Soil biological characteristics; Agricultural lands

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

مقاله پژوهشی، سال یازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۲، صفحات ۴۹ تا ۶۰

نشریه مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

تأثیر کاربری اراضی بر برخی شاخص‌های میکروبی خاک در منطقه لاسجرد، استان سمنان

حمیدرضا سعیدی[۱]، احمد صادقی‌پور[۲*]، نادیا کمالی[۳]، علی‌اصغر ذوالفقاری[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده کویر شناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
۲. استادیار دانشکده کویر شناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
۳. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۴. دانشیار دانشکده کویر شناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
* نویسندهٔ مسئول: a.sadeghipour@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۸**

10.22034/JDMAL.2023.2003379.1416

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی نقش کاربری‌های مختلف اراضی بر برخی شاخص‌های میکروبی خاک در لاسجرد سمنان در دو عمق صفر تا ۱۰cm و ۱۰ تا ۳۰cm انجام شد. بعد از تعیین اراضی مختلف به عنوان تیمارهای تحقیق، نمونه برداری از خاک صورت گرفت؛ به این صورت که یک پروفیل در مرکز و چهار پروفیل بصورت متقاطع در اطراف با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، حفر شد. داده‌های مربوط به ویژگی‌های میکروبی خاک با بهره‌گیری از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۵ تکرار و آزمون دانکن تجزیه و تحلیل شد. در عمق اول، تنفس پایه خاک، تنفس برانگیخته، C زیست‌توده میکروبی، N زیست‌توده میکروبی، ضریب میکروبی و ضریب متابولیک تحت تأثیر کاربری‌های مختلف قرار گرفته‌اند. بیشترین میزان تنفس پایه خاک در اراضی رها شده معادل ۰/۴۲۴ $mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$ و کمترین میزان در کشت *Triticum aestivum* L. و برابر ۰/۰۰۶ $mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$ اندازه‌گیری شد. همچنین در عمق دوم، تنفس پایه خاک، ضریب میکروبی و ضریب متابولیک از انواع کاربری ها متاثر شدند، بطوری که بیشترین میزان ضریب متابولیک در اراضی رها شده برابر ۰/۰۶۸ $mgCO_2\text{-}Cg^{-1}MBCday^{-1}$ و کمترین آن در اراضی کشت *Medicago sativa* L. برابر ۰/۰۱۳$mgCO_2\text{-}Cg^{-1}MBCday^{-1}$ مشاهده شد. بطور کلی شاخص‌های میکروبی خاک به تغییرات کاربری اراضی حساس هستند و اولین عمق مورد بررسی، بیشترین تأثیر را از این شاخص‌ها داشته است. تغییر اراضی مرتعی به کاربری کشاورزی، با شکستن خاکدانه‌های خاک، سرعت تجزیه مواد آلی را افزایش می‌دهد و ذخیره‌سازی عناصر غذایی، جمعیت، ترکیب و فعالیت میکروبی خاک را به‌عنوان شاخص کیفیت، سلامت و حاصلخیزی خاک کاهش می‌دهد.

واژگان کلیدی: تنفس پایه؛ ضریب متابولیکی میکروبی؛ ویژگی‌های زیستی خاک؛ اراضی کشاورزی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

■ مقدمه

اراضی گسترده‌ای در مناطق خشک و کم باران جهان تحت تأثیر پی‌آمدهای تخریب اراضی ناشی از عوامل طبیعی، فعالیت‌های انسانی نظیر کشاورزی و بهره‌گیری بی‌رویه از زمین قرار گرفته و به سرزمین‌های بی حاصل و بیابانی تبدیل شده‌اند. به دلیل اینکه بخش گسترده‌ای از کشور ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است، فعالیت‌های نادرست کشاورزی مثل شیوه‌های غلط آبیاری و مدیریت نامعقولانه اراضی می‌تواند منجر به تخریب شدید و گسترده خاک شود. تغییر کاربری اراضی، بوم‌نظام‌ها را شدیداً تغییر می‌دهد، پیامدهای منفی این تغییرات گاهی تا ده‌سال قابل جبران نمی‌باشد (۹). خاک به عنوان منبع اصلی تولید غذا و زیست‌توده، عامل تعدیل تغییرات اقلیمی از طریق ترسیب C جو و بستر حیات موجودات زنده اکوسیستم می‌باشد. خاک می‌تواند به عنوان مخزن بزرگ OC جهانی، به‌ترتیب ۳/۳ برابر اتمسفر و ۴/۵ برابر C موجود در گیاهان و موجودات زنده را در خود ذخیره کند (۱۰). با توجه به سطح وسیع مناطق خشک و نیمه خشک کشور و شکننده بودن این بوم‌نظام‌ها در این مناطق باید مدیریت صحیح و دقیقی صورت گیرد (۲۶). خاک، با توان نگهداری حدود ۱۵۰۰ میلیارد تن C، منبعی با اهمیت در ذخیره OC جهانی است و نقشی مهم و قابل توجه در چرخه C دارد. مجموع C زیست‌توده میکروبی شامل ۱/۴٪ از تمامی SOC است، که بیانگر سهم قابل توجه این بخش در چرخه جهانی C است، تغییر در کاربری اراضی می‌تواند از مهمترین عوامل تخریب اراضی باشد که کیفیت و کمیت C آلی خاک و خصوصیات دیگر خاک را نیز متأثر می‌کند (۲۹، ۶). الگوهای کاربری اراضی علاوه بر تأثیر بر مقدار و کیفیت عناصر غذایی خاک، بر زیست‌توده و تنفس میکروبی خاک هم تأثیرگذار است (۳، ۱۹).

میکروارگانیسم‌های خاک بخش مهمی از جانداران خاکزی را تشکیل می‌دهند که فرایندهای خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این موجودات، تأثیر اساسی در تجزیه بقایای گیاهی دارند (۲۰). فعالیت‌های میکروبی خاک به‌ویژه فعالیت‌های کربنی خاک تحت تأثیر عوامل انسانی و محیطی قرار دارند (۵؛ ۲۷). فعالیت‌های میکروبی خاک در سلامت و پایداری بوم‌نظام حائز اهمیت می‌باشند زیرا بر تامین مواد غذایی برای گیاه، تجزیه لاشبرگ، تنظیمات C خاک و بسیاری از فاکتورهای زنده و غیر زنده بوم‌نظام موثر است (۳۱). انواع مختلف کشت و مدیریت اراضی بقایای گیاهی با کیفیت متفاوت را تولید می‌کنند و تنوع مشخصه‌های بقایای گیاهی ممکن است در ترکیب و عملکرد جوامع میکروبی خاک تفاوت ایجاد کند و آنها را تحت تأثیر قرار دهد. به‌دلیل اینکه جوامع میکروبی اهمیت زیادی در فرایندهای خاک دارند، شدت فعالیت این موجودات، شاخص خوبی برای ارزیابی محیط و خاک به شمار می‌رود (۱۴). فعالیت‌های میکروبی خاک در انواع کاربری به‌دلیل اینکه بسترهای متفاوت رشد و رویش را در خود دارند متفاوت می‌باشد (۱۱). با توجه به تغییر شرایط اقلیمی که همراه با افزایش دما، خشکسالی‌های پیاپی، تغییر پراکنش، الگو و میزان بارش بوده است، انتخاب مناسبترین نحوه به‌کارگیری اراضی به‌ویژه در مناطق خشک که دارای بوم‌نظام‌هایی به‌واقع شکننده‌تر می‌باشند، بسیار اهمیت دارد.

با توجه به اهمیت فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک در جهت پایداری بوم‌نظام، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف زمین بر برخی شاخص‌های میکروبی خاک مثل تنفس پایه خاک[1]، تنفس برانگیخته[2]، C زیست‌توده میکروبی[3]، N زیست‌توده میکروبی[4]، نسبت میکروبی[5]، ضریب متابولیکی میکروبی[6] و قابلیت دسترسی C[7]، به‌عنوان شاخص‌های مهمی در کیفیت و سلامت خاک در لاسجرد سمنان است. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به درک بیشتر تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خاک، از جنبه‌های کاربردی تثبیت کربن کمک کند.

■ مواد و روش

معرفی منطقه مورد بررسی

لاسجرد، از توابع شهرستان سرخه، در فاصله ۱۲ Km شهرستان سرخه، ۳۵ Km غرب سمنان و در مسیر جاده اصلی سمنان- تهران قرار دارد. این روستا با ۱۲۷۳m ارتفاع

[1] Basal soil respiration
[2] Substrate induced respiration
[3] Microbial biomass carbon
[4] Microbial biomass nitrogen
[5] Microbial quotient
[6] Metabolic coefficient
[7] Carbon Access Index

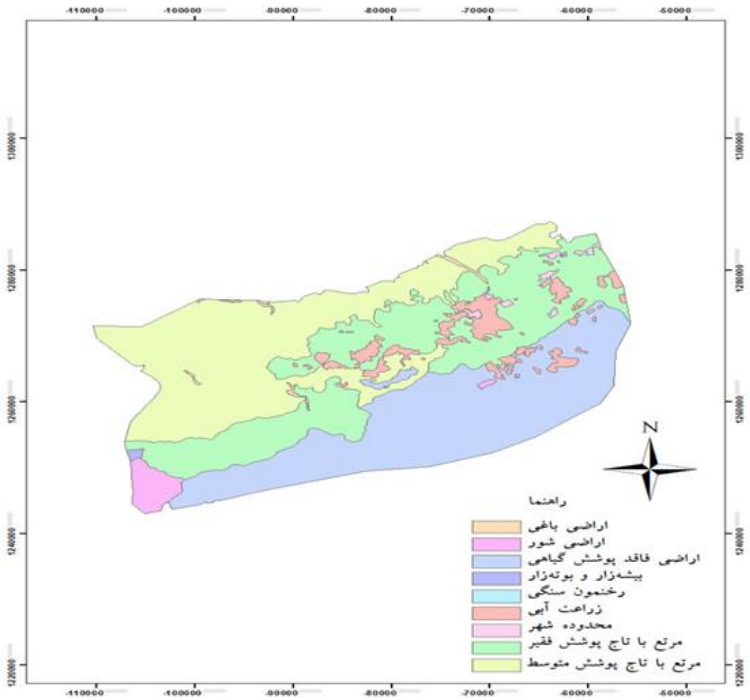
ازسطح دریا در طول جغرافیایی ′۵۳ °۴ و عرض جغرافیایی ′۳۵ °۲۴ واقع شده است. این منطقه دارای تابستان گرم و زمستان سرد و خشک می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه منطقه مورد مطالعه ۱۵۵/۲mm است، زمستان بیشترین و تابستان کمترین بارندگی را دارد. میانگین دمای سالانه منطقه $20/45^{\circ}C$ و اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه خشک و سرد می‌باشد. در محدوده مورد بررسی (شکل ۱)، اراضی کشاورزی مختلف با نحوهٔ بهره‌برداری و انواع کشت مختلف با شرایط و ویژگی‌های اولیه خاک یکسان به‌عنوان تیمارهای پژوهش انتخاب شدند، اراضی مرتعی مجاور تیمارهای کشاورزی به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

روش نمونه‌برداری

پس از انتخاب اراضی مختلف به عنوان تیمارهای پژوهش یعنی اراضی مرتعی شاهد با تیپ گیاهی *Artemisia sieberi* Besser، اراضی بایر، اراضی کشت *Triticum aestivum* L.، اراضی کشت *Medicago sativa* L. و اراضی کشت *Hordeum vulgare* L. نمونه‌برداری از خاک در دو عمق صفر تا ۱۰cm و ۱۰ تا ۳۰cm صورت گرفت؛ به این صورت که یک پروفیل در مرکز و چهار نیم‌رخ به‌صورت بعلاوه در اطراف با در نظر گرفتن تأثیر حاشیه‌ای، کنده شد. در اراضی دارای پوشش گیاهی، نمونه‌های خاک از فاصله بین گیاهان برداشت شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در کیسه‌های پلاستیکی برای انجام آزمایش‌های زیستی خاک، در یخچال حاوی یخ خشک حمل و نگهداری شد و آزمایش‌های زیستی بر روی آن‌ها انجام شد.

اندازه‌گیری آزمایشگاهی

برای اندازه‌گیری تنفس پایه خاک، در ابتدا ۵۰gr خاک مرطوب تازه به ظروف در بسته منتقل شد. سپس ۲۰ml محلول ۰/۵ مولار NaOH به هر ظرف حاوی خاک اضافه شد و نمونه‌ها برای ۲۴ ساعت در دمای $25^{\circ}C$ نگهداشته شدند. سپس نمونه‌ها با اسید ۰/۲۵ نرمال تیتر شده و در پایان مقدار CO_2 آزاد شده به روش تیتراسیون اندازه‌گیری و مقدار $C\text{-}CO_2$ بر حسب $mg.kg^{-1}$ خاک خشک محاسبه شد (۱). تنفس برانگیخته به این صورت اندازه‌گیری شد که ۸۰ mg گلوکز به ۲۰g خاک اضافه شد و نمونه‌ها همانند اندازه‌گیری تنفس پایه، به مدت ۲۴ ساعت درون ظروف سربسته انکوبه شدند و مقدار $C\text{-}CO_2$ بر حسب $mg.kg^{-1}$ خاک خشک محاسبه شد (۲۹). به منظور اندازه‌گیری C زیست‌توده میکروبی به روش تدخین-استخراج، ۲۵g خاک مرطوب از هر نمونه با $CHCl_3$ به مدت ۲۴ ساعت تدخین شد.



شکل ۱. موقعیت مکانی منطقه مورد بررسی

آنگاه $CHCl_3$ نمونه‌ها با دادن خلا حذف و خاک تدخین شده و تدخین نشده به صورت جداگانه با محلول K_2SO_4 ۰/۵ مولار به مدت ۳۰ دقیقه هم‌زده و از کاغذ صافی عبور داده شدند. پس از این‌که pH نمونه‌ها به وسیله NaOH و HCl در محدوده ۶/۵ تا ۶/۸ تنظیم شد، OM هر نمونه به روش اکسایش تر اندازه‌گیری شد. N زیست‌توده میکروبی نمونه‌های خاک هم با استفاده از روش تدخین بـا $CHCl_3$- انکوباسیون و اندازه گیری NH_4 وNO_3 به روش رنگ‌سنجی اندازه گیری شد و نتایج به صورت وزنی ارائه شد و در نهایت نسبت C/N زیست‌توده میکروبی به دست آمد (۱۲). نسبت میکروبی هر نمونه، از تقسیم N زیست‌توده میکروبی به OC به دست آمد. SOC به روش اکسایش تر (۳۰) اندازه-گیری شد. ضریب متابولیک میکروبی، به صورت CO_2 آزاد شده از تنفس هر واحد زنده میکروبی در واحد زمان محاسبه شد (۳۲). شاخص قابلیت دسترسی C، که شاخصی برای تعیین متغیرهای محیطی بر فعالیت میکروبی خاک است، از تقسیم مقدار $C\text{-}CO_2$ به دست آمده از تنفس پایه بر حسب $mg.kg^{-1}$ خاک در روز بر مقدار $C\text{-}CO_2$ به دست آمده از تنفس برانگیخته محاسبه شد (۷). پس از آزمون و تأیید همگنی و نرمال بودن داده‌های مربوط به ویژگی‌های میکروبی خاک، این داده‌ها به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار تجزیه و تحلیل شدند. کلیه محاسبه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 و مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن انجام شد.

■ نتایج

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) کاربری‌های مختلف بر ویژگی‌های زیستی خاک در عمق صفر تا ۱۰cm خاک نشان داد که از بین خصوصیات مورد بررسی کاربری‌های مختلف بر فاکتورهای تنفس پایه، تنفس برانگیخته، C زیست‌توده میکروبی، N زیست‌توده میکروبی، نسبت C/N زیست‌توده میکروبی، ضریب متابولیک میکروبی تأثیر معنی‌دار داشته است.

تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر تنفس پایه خاک در عمق صفر تا ۱۰Cm خاک دارد (جدول ۲)، به این صورت که بیشترین میزان تنفس پایه مربوط به اراضی بایر برابر $0/424 mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$ و کمترین آن مربوط به کاربری کشت *Triticum aestivum* L. برابر $mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$ ۰/۰۶ می‌باشد، همچنین اراضی بایر و شاهد از نظر آماری در یک گروه قرار گرفته و اراضی تحت کشت *Medicago sativa* L. و *Hordeum vulgare* L. در یک گروه آماری قرار دارند. تأثیر معنی‌دار انواع کاربری بر میزان تنفس برانگیخته خاک در پژوهش حاضر مشاهده شد، کمترین میزان تنفس برانگیخته در اراضی مرتعی برابر $0/376 mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$ است، همچنین بیشترین میزان آن مربوط به اراضی کشت یونجه $mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$ ۱/۲ می‌باشد. C زیست‌توده میکروبی خاک در این عمق در تیمارهای مختلف متفاوت است، به طوریکه C زیست‌توده میکروبی خاک در اراضی بایر، کمترین و برابر $42/4 mg.kg^{-1}$ می‌باشد، در همین راستا تیمارهای کشت *T. aestivum* ، *M. sativa* و *H. vulgare* در یک گروه آماری از نظر مقدار C زیست‌توده میکروبی قرار می‌گیرند. کاربری‌های مختلف از نظر آماری مقادیر متفاوت N زیست‌توده میکروبی را دارا می‌باشند، کاربری‌های *T. aestivum* ، *M. sativa* و *H. vulgare* از نظر آماری در یک گروه، و اراضی بایر و مرتع در یک گروه قرار می‌گیرند، بیشترین مقدار N زیست‌توده میکروبی در اراضی تحت‌کشت *M. sativa* و برابر $1/382 mg.kg^{-1}$ بود. نسبت C/N زیست‌توده میکروبی خاک در این عمق تحت‌تأثیر انواع کاربری قرار گرفته‌است، به‌طوریکه بیشترین مقدار نسبت C/N زیست‌توده میکروبی مربوط به اراضی کشت *T. aestivum* و *H. vulgare* و کمترین آن مربوط به اراضی بایر معادل ۶۲/۵۵ می‌باشد. تأثیر معنی‌دار انواع کاربری بر مقدار نسبت میکروبی در خاک در پژوهش حاضر مشاهده شد، بیشترین مقدار نسبت میکروبی در اراضی تحت کشت *T. aestivum* و برابر با $10/162 mgCmicg^{-1}Corg$ است. تیمارهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر ضریب متابولیکی خاک دارد، به‌طوریکه بیشترین مقدار این ضریب مربوط به اراضی بایر و کمترین آن مربوط به اراضی زیرکشت *T. aestivum* و *H. vulgare* می‌باشد.

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) کاربری‌های مختلف بر ویژگی‌های بیولوژی خاک در عمق ۱۰ تا ۳۰cm خاک نشان می‌دهد از بین ویژگی‌های مورد بررسی کاربری‌های

مختلف بر ویژگی‌های تنفس پایه، نسبت میکروبی و ضریب متابولیکی میکروبی تأثیر معنی‌دار داشته است. تیمارهای مورد مطالعه همچنین تأثیر معنی‌داری بر تنفس پایه خاک در عمق ۱۰ تا ۳۰Cm خاک دارد (جدول ۲)، به طوریکه بیشترین مقدار تنفس مربوط به کاربری مرتع $mgCO_2g^{-1}$ $^1dm24h^{-1}$ ۰/۲۳ و اراضی بایر $mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$ ۰/۲۲ و کمترین آن مربوط به کاربری *M. sativa* $mgCO_2g^{-1}$ $^1dm24h^{-1}$ ۰/۰۸ می‌باشد. تیمارهای مورد بررسی دارای تأثیر معنی‌دار بر مقدار نسبت میکروبی در خاک می‌باشند و بیشترین مقدار آن در اراضی تحت کشت*T. aestivum* $mgCmicg^{-1}Corg$ ۳/۹۲ مشاهده شد.

جدول ۱. تحلیل واریانس کاربری‌های مختلف بر ویژگی‌های زیستی خاک

فاکتور	عمق	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
تنفس پایه $mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$	۱	بین گروه‌ها	۴	۰/۰۸۵۲	۱۴/۱۲۸**
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۰۰۶	
	۲	بین گروه‌ها	۴	۰/۰۳	۲/۸۳*
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۰۱	
تنفس برانگیخته $mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$	۱	بین گروه‌ها	۴	۰/۸۸۷۹	۱۸/۱۵۶۵**
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۰۴۸۹	
	۲	بین گروه‌ها	۴	۰/۱۴۸۳	۱/۲۵ ns
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۱۱۸۶	
C زیست‌توده میکروبی $mg.kg^{-1}$	۱	بین گروه‌ها	۴	۴۹۰۶۹/۴۶	۱۸/۲۳۹۵**
		درون گروه‌ها	۲۰	۲۶۲۰/۳۴	
	۲	بین گروه‌ها	۴	۳۲۰۸/۶۰	۶/۹۹۸ ns
		درون گروه‌ها	۲۰	۴۵۸/۴۶	
N زیست‌توده میکروبی $mg.kg^{-1}$	۱	بین گروه‌ها	۴	۰/۴۰۸۷	۷/۰۳۷۲**
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۰۵۸	
	۲	بین گروه‌ها	۴	۰/۲۱۲۰	۱/۲۷۹ ns
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۱۶۵۶	
نسبت C/N زیست‌توده میکروبی	۱	بین گروه‌ها	۴	۶۲/۵۶۹	۳/۹۸۷*
		درون گروه‌ها	۲۰	۱۵/۶۹۵	
	۲	بین گروه‌ها	۴	۷۶۷/۷۲	۱/۱۱ ns
		درون گروه‌ها	۲۰	۶۹۱/۱۹	
نسبت میکروبی $mgCmicg^{-1}Corg$	۱	بین گروه‌ها	۴	۱۳/۱۰۱	۴/۵۴۳*
		درون گروه‌ها	۲۰	۲/۸۸۵	
	۲	بین گروه‌ها	۴	۴/۲۳	۲۱/۳۳*
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۲۰۲	
ضریب متابولیکی میکروبی $mgCO_2\text{-}Cg^{-1}MBCday^{-1}$	۱	بین گروه‌ها	۴	۴۴/۳۰۶۹	۷/۰۴۴*
		درون گروه‌ها	۲۰	۶/۲۸۹۸	
	۲	بین گروه‌ها	۴	۰/۰۰۲	۲۲/۲۰۴*
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۰۰۰۱	
قابلیت دسترسی C $mg/kg/day$	۱	بین گروه‌ها	۴	۶۲/۵۶۹	۲/۱۲ ns
		درون گروه‌ها	۲۰	۱۵/۶۹۵	
	۲	بین گروه‌ها	۴	۰/۰۰۵	۰/۱۴۳ ns
		درون گروه‌ها	۲۰	۰/۰۳۵	

* معنی دار در سطح ۵ در صد، ** معنی دار در سطح ۱ در صد؛ عمق ۱: صفر تا ۱۰Cm، عمق ۲: ۱۰ تا ۳۰Cm

جدول ۲. اثر کاربری‌های مختلف بر فاکتورهای بیولوژی خاک

فاکتور	عمق	مرتع	بایر	*Triticum aestivum*	*Hordeum vulgare*	*Medicago sativa*
تنفس پایه	۱	۰/۳۷۲a	۰/۴۲۴a	۰/۰۶c	۰/۱۷۲b	۰/۱۵۸b
$mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$	۲	۰/۲۳a	۰/۲۲a	۰/۱۴b	۰/۱۲b	۰/۰۸c
تنفس برانگیخته	۱	۰/۴۲۲c	۰/۳۷۶c	۰/۷۸۷b	۰/۸۶۶b	۱/۲a
$mgCO_2g^{-1}dm24h^{-1}$	۲	۰/۸۰۲a	۰/۸۳۲a	۰/۷۴۲a	۰/۷۸۹a	۰/۸۱۱a
C زیست‌توده میکروبی	۱	۱۱۹/۸b	۴۲/۴c	۲۷۱/۴a	۲۶۲/۸a	۲۱۹/۲a
$mg.kg^{-1}$	۲	۸۴/۴a	۸۲/۲a	۹۱/۶a	۹۴/۵a	۹۰/۴a
N زیست‌توده میکروبی	۱	۰/۶۷۶b	۰/۷۲۶b	۱/۰۷a	۱/۰۰۶a	۱/۳۸۲a
$mg.kg^{-1}$	۲	۰/۲۱۴a	۰/۲۶۴a	۰/۲۵۸a	۰/۲۸۴a	۰/۲۸۴a
نسبت C به N زیست‌توده	۱	۲۰۸/۳۳b	۶۲/۵۵c	۲۶۳/۷۷a	۲۶۸/۶۰a	۱۶۶/۴۰b
میکروبی	۲	۳۹۴/۳۹a	۳۱۱/۳۶a	۳۵۵/۰۳a	۳۳۲/۷۴a	۳۱۸/۳a
نسبت میکروبی	۱	۳/۴۹۹c	۲/۷۴۹c	۱۰/۱۶۲a	۵/۲۲۴b	۳/۸۱۴c
$mgCmicg^{-1}Corg$	۲	۳/۰۲b	۱/۷۴۹c	۳/۹۲a	۳/۸۸a	۳/۸۴a
ضریب متابولیکی میکروبی	۱	۰/۰۳۱b	۰/۱a	۰/۰۰۷c	۰/۰۰۶c	۰/۰۰۵c
$mgCO_2\text{-}Cg^{-1}MBCday^{-1}$	۲	۰/۰۵۱b	۰/۰۶۸a	۰/۰۱۸c	۰/۰۲۶c	۰/۰۱۳c
قابلیت دسترسی C	۱	۰/۳a	۰/۳۹a	۰/۳۴a	۰/۴۱a	۰/۳۸a
mg/kg/day	۲	۰/۴۴a	۰/۳۷a	۰/۴۱a	۰/۳۹a	۰/۴۵a

عمق ۱: صفر تا ۱۰Cm، عمق ۲: ۱۰ تا ۳۰Cm

همچنین اراضی تحت کشت از نظر آماری در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. تأثیر معنی‌دار انواع کاربری بر ضریب متابولیکی خاک در این عمق مشاهده شد، به طوریکه بیشترین مقدار این ضریب مربوط به اراضی بایر و معادل ۰/۰۶۸ $mgCO_2\text{-}Cg^{-1}MBCday^{-1}$ و کمترین آن مربوط به اراضی تحت کشت می‌باشد.

■ بحث و نتیجه‌گیری

تغییر کاربری اراضی تأثیری شگرف و اساسی در بیابانی شدن اراضی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد، مطالعه بر روی نقش تغییرات کاربری در مراتع موجود در این مناطق با توجه به شرایط خاص و ویژه حاکم بر آن‌ها از جمله پایین بودن مقدار بارش، متعادل نبودن الگوی پراکنش بارندگی، شدت و مدت بارندگی، بالا بودن pH و EC خاک و ... بسیار حائز اهمیت است؛ همچنین انتخاب بهترین نوع مدیریت اراضی که کمترین مقدار تخریب را به دنبال داشته باشد، می‌تواند تنها راه حل کاهش اثرات منفی تغییر کاربری در تسریع روند بیابانی شدن در این مناطق باشد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر بیانگر تفاوت عملکرد ویژگیهای مورد بررسی در دو عمق مورد مطالعه می‌باشد، به‌طوریکه شاخص‌های میکروبی خاک در لایه سطحی بیشتر تحت‌تأثیر نوع کاربری قرار گرفته است. تنفس پایه در اراضی مرتعی نسبت به اراضی تحت تیمارهای مختلف کشاورزی بیشتر است، به‌طوریکه در عمق اول خاک مرتع این مقدار ۴۲٪ بیش از تنفس پایه در اراضی تحت کشت *Triticum aestivum* L. می‌باشد، همچنین مقدار این ویژگی در عمق دوم اراضی مرتعی، ۵۷٪ بیش از اراضی تحت کشت *Medicago sativa* L. می‌باشد. در مورد تنفس میکروبی در اراضی و کاربریهای مختلف در تحقیقات مختلف نتایج متفاوتی به دست آمده است. تنفس میکروبی در خاک‌های مرتعی دست‌نخورده، بیشتر است و این موضوع را می‌توان به OC بیشتر در این خاک‌ها مربوط دانست، بطوری‌که اتلاف SOM در اثر فعالیت‌های کشاورزی و مدیریت ناصحیح خاک، عموماً به‌عنوان اصلی‌ترین ویژگی کم شدن تنفس خاک در خاک‌های زراعی نسبت به خاک‌های دست‌نخورده مطرح می‌شود (۲۸، ۲۱). در حالی که پژوهشی دیگر مشخص کرد که مقدار OC، N، C زیست‌توده میکروبی و تنفس در بوم‌سازگان جنگل زراعی در مقایسه با زراعت فاقد درخت بیشتر است (۴). برخی محققان نیز گزارش کردند که تبدیل اراضی مرتعی به زراعی موجب افزایش تنفس میکروبی خاک شد، زیرا محدودیت تجزیه C در خاک‌های زراعی در مقایسه با خاک‌های دست نخورده بیشتر است. همچنین خاک‌های دست نخورده جمعیت میکروبی یا وزن توده‌ی میکروبی بیشتری نسبت به خاک‌های مزروعی دارند و بنابراین مقدار OM بیشتری در

زمان مشخص می‌تواند در این خاک‌ها تجزیه شود و تنفس فراوان‌تری خواهند داشت(۲۸). به‌هم‌خوردگی خاک تأثیر قابل توجهی بر مقدار تنفس خاک دارد و به دلیل تأثیر بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها از جهت فراهمی اکسیژن، رطوبت و دمای خاک، همچنین در معرض برخورد قطرات باران قرار گرفتن خاکدانه‌ها، بر مقدار تنفس خاک تأثیرگذار است (۲۵). عملیات کشاورزی و به ویژه خاکورزی در دراز مدت سبب افزایش دسترسی ریزجانداران خاک به اکسیژن شده و در نتیجه فعالیت های میکروبی و از جمله تنفس خاک افزایش می‌یابد که نهایتاً منجر به تجزیه ذخیره OM یعنی تجزیه بیشتر بقایای گیاهی و کاهش کیفیت خاک می‌گردد. بطور کلی انجام عملیات شخم در کشاورزی سنتی، فعالیت‌های میکروبی را با تأمین اکسیژن لازم برای اکسیداسیون و تجزیه میکروبی OM تشدید می‌کند و علاوه بر این در این مدیریت‌ها بخش مهمی از ماده خشک گیاهی به صورت محصول برداشت شده از زمین خارج شده که باعث کاهش کیفیت خاک می‌شود (۴). از سوی دیگر، بهم‌خوردگی خاک در اثر فعالیت‌های انسانی مانند چرای مفرط دام، شخم، خاکورزی، کشت و کار و برداشت از معادن، موجب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌گردد که خود افزایش دما را به دنبال دارد، افزایش دما در نتیجه فعالیت‌های مکانیکی، کاهش رطوبت به دلیل تبخیر بیشتر را به دنبال دارد، هر کدام از این ویژگیها بر مقدار تصاعد C در مناطق مورد مطالعه تأثیرگذار است. مقادیر بیشتر CO_2 آزاد شده طی فرآیند تنفس، نشان‌دهنده فعالیت عمومی میکروب‌ها به‌ویژه فعالیت هتروتروف‌ها بوده و شاخصی برای تعیین بخش قابل معدنی‌شدن SOC محسوب می‌شود (۲۳).

از آنجا که شیوه‌های مدیریتی اراضی نیز علاوه بر عوامل محیطی بر تبادلات C بین خاک و اتمسفر تأثیرگذار است؛ دستیابی به روش مدیریت درست اراضی برای ترسیب C بیشتر در خاک و کاهش تنفس خاک ضروری است (۲۴، ۱۳). هرگاه منابع C و عناصر غذایی خاک مانند منطقه مورد مطالعه، متوسط و یـا کم باشـد مقدار تنفس میکروبی افزایش می‌یابد، چرا که C و عناصر غـذایی موجود صرف اعمال حیاتی میشوند و کمتر صرف تشکیل بافت‌های جدید میکروبی می‌گردند (۲۲، ۲۶، ۱۷). مقدار تنفس برانگیخته در لایـه عمقی خاک اراضی مرتعی، بایر و تحت کشت تفاوت معنی‌داری ندارد و می‌توان اینطور نتیجه‌گیری کرد که عامـل محـدود کننده تجزیه گلوکز، جمعیت میکروبی نبوده است و با اضافه کردن سوبسترا به خاک، در همه تیمارها جمعیت میکروبی افزایش یافته و بنابراین تنفس یکسـانی در همه اراضی مشاهده می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان داد مقدار C زیست‌توده میکروبی در اراضی کشاورزی بیش از اراضی مرتعی است، که میتوان این مسئله را به اضافه کردن کودهای دامی به خاک، جهت افزایش محصول در این مناطق دانست. افزودن کودهای دامی به خاک، با فراهم کردن مواد آلی، شرایط را برای فعالیت بیشتر میکروارگانیسمها مهیا می‌کند. شاخص‌های زیستی خاک بسیار پویا هستند و مقدار و جهت تغییرات آن‌ها در خاک کاربری‌های اراضی مختلف کاملاً متفاوت خواهد بود. همچنـین این شاخص‌ها در بحث کیفیـت خـاک بسیار حساس هستند و نسبت به نحوه مدیریت اراضی پاسخ سریع خواهند داد.

تغییر کاربری اراضی و عملیات کشاورزی، باعث کاهش ورود بقایای گیاهی تازه -که به راحتی تجزیه می‌شوند- به خاک می‌شود. کاهش مقادیر C سهل‌التجزیه در خاک موجب تقلیل زیست‌توده میکروبی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک می‌شود. زیست‌توده میکروبی یکی از مخازن عناصر غذایی در خاک است (۱)، که در تجزیه OM و بازچرخ عناصر غذایی ضروری نقش مهمی ایفا می‌کند و نقش اساسی در تجزیه آلاینده‌های آلی نیز دارد. نسبت C/N زیست‌توده میکروبی تیمارهای مختلف در عمق اول خاک دستخوش تغییر شده است، به‌طوریکه این مقدار در اراضی تحت‌کشت *Hordeum vulgare* L. و *M. sativa* بیش از دیگر اراضی است، زیادبودن این نسبت بیانگر بیشتر بودن جمعیت و فعالیت قارچها نسبت به باکتری‌ها می‌باشد. زی‌توده میکروبی خاک یکی از اجزا مهم SOM است که نقش به‌سزایی در تبدیل و ذخیره مواد غذایی دارد. در واقع زیتوده میکروبی خاک، بین ۱ تا ۵٪ کل C و بـیش از ۵٪ کـل N خاک را دارا است (۲).

در هر دو عمق مورد بررسی، شاخص ضریب متابولیک در اراضی بایر بیش از سایر اراضی می‌باشد که نشان‌دهندهٔ بیشتر بودن مقدار تنش وارده به محیط است. به طور کلی تغییر

کاربری‌اراضی، به خصوص رها شدن اراضی دیم، موجب تخریب برخی ویژگی‌های خاک می‌شود، که سرآغاز تخریب سرزمین و بیابانزایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در اثر این تخریب‌هاست که خاک ویژگی‌های فیزیکی، عناصر، عوامل زیستی و حاصلخیزی خود را از دست می‌دهد و قابلیت بهره‌وری اقتصادی را نخواهد داشت و به شکل اراضی بایر و مستعد ایجاد فرسایش و گردوغبار و سیل رها می‌شود. در بررسی حاضر نیز بیشترین تخریب و کاهش کیفیت خاک در اراضی بایر مشاهده شد، با توجه به سطح قابل توجه دیم‌زارهای رها شده در سطح کشور، احیا این اراضی با روش‌های مناسب جهت حفظ کیفیت خاک بسیار حائز اهمیت است.

تبدیل اراضی مرتعی به اراضی زراعی و انجام شخم و خاکورزی، موجب تخریب ساختمان خاک بر اثر شکستن خاکدانه‌ها و آزادشدن C و عناصر غذایی حبس‌شده در بین خاکدانه‌های ماکرو، بهبود هوادهی خاک بر اثر کشاورزی، تغییر مقدار ورود C به خاک، دگرگونی کیفیت مواد آلی و به دنبال آن تغییر ترکیب میکروارگانیسم‌های خاک، موجب سرعت گرفتن تجزیه بقایا و کاهش عناصر غذایی خاک و در ادامه کاهش جمعیت، ترکیب و فعالیت‌های میکروبی خاک به عنوان شاخص کیفیت، سلامت و حاصل‌خیزی خاک می‌شود. حاصلخیزی خاک به سه مؤلفه در تعامل با هم شامل: ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی وابسته است؛ به‌طورمعمول تغییر کاربری اراضی با تحت تأثیر قرار دادن هر سه مولفه، موجب کاهش زیست‌توده میکروبی می‌شود که می‌تواند چرخه عناصر را در خاک تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش توان تولیدی این اراضی گردد. هرچند تغییرکاربری از عرصه‌های طبیعی بـه کشت و کار، با کاهش شاخص‌های کیفیت خاک تـوام است؛ اما استفاده از روش‌های جدید بی-خاکورزی یا کم‌خاکورزی و رعایت اصول کشاورزی پایدار مثل برگرداندن بقایای گیاهی به خاک، مصرف متعادل کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای زیستی از جمله کود سبز و کودهای حیوانی و به کارگیری روشهای کنترل بیولوژیک آفات، می‌تواند منجر به تعدیل شدت کاهش کیفیت خاک شده و محیط طی زمان کوتاه‌تری بـه تعادل اولیه نزدیک‌تر شود. رعایت همین اصول اولیه صحیح کشاورزی می‌تواند مسیر را برای رسیدن به کشاورزی پایدار هموار نماید.

با توجه به تغییرات شاخص‌های زیستی خاک که باعث تخریب اراضی تغییرکاربری‌یافته در منطقه مورد مطالعه شده است، پیشنهاد می‌شود احیاء اراضی بایر با گونه‌های مرتعی بومی منطقه مثل *Artemisia sieberi* Besser، *Zygophyllum eurypterum* Boiss. & Buhse و *tribuloides* Delile، *Astragalus* همچنین ممیزی دقیق مراتع در منطقه صورت گیرد و واگذاری مراتع منطقه صرفا در قالب طرح‌های مرتعداری انجام شود و به‌منظور جلوگیری از تغییر کاربری اراضی به استفاده‌های چند منظوره از مراتع و تعیین واحدهای اقتصادی برای تأمین زندگی خانوارهای بهره‌بردار پرداخت.

■ سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از معاونین آموزشی و تحصیلات‌تکمیلی و پژوهشی وقت دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان به‌عمل می‌آورند.

■ References

1. Anderson, T.H. (2003). Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 98*(1-3), 285–293. DOI: https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00088-4
2. Bottomley, P.J., Scott Angle, J. & Weaver, R. W. (2018). *Methods of soil analysis, Part 2: microbiological and biochemical properties*. USA: Soil Science Society of America.
3. Chen, J., Chen, J., Liao, A., Cao, X., Chen, L., Chen, X., He, C., Han, G., Peng, Sh., Lu, M., Zhang, W., Tong, X. & Mills, J. (2015). Global land cover mapping at 30m resolution: A POK-based operational approach. *ISPRS Photogrammetry and Remote Sensing, 103*, 7–27. DOI: https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.09.002
4. Datta, A., Basak, N., Chaudhari, S.K., & Sharma, D.K. (2015). Soil properties and organic carbon distribution under different land uses in reclaimed sodic soils of North-West India. *Geoderma Regional, 4*, 134-146. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2015.01.006

5. Fernández-Romero, M.L., Lozano-García, B., & Parras-Alcántara, L. (2014). Topography and land use change effects on the soil organic carbon stock of forest soils in Mediterranean natural areas. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 195*, 1–9. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.05.015

6. Fu, C., Chen, Z., Wang, G., Yu X., & Yu, G. (2021). A comprehensive framework for evaluating the impact of land use change and management on soil organic carbon stocks in global drylands. *Current Opinion in Environmental Sustainability, 48*, 103–109. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.12.005

7. Gerdemann, J.W. & Nicolson, T.H. (1963). Spores of Mycorrhizal Endogone Species Extracted from Soil by Wet Sieving and Decanting. *Transactions of the British Mycological Society, 46*(2), 235-244. DOI: https://doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80079-0

8. Ghimire, R., Norton, J.B., Stah, P.D., & Norton, U. (2014). Soil microbial substrate properties and microbial community responses under irrigated organic and reduced-tillage crop and forage production systems. *Plos One*, 9(8), 1-14. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103901

9. Hamilton, S.E., & Casey, D. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography, 25*, 729–738. DOI: https://doi.org/10.1111/geb.12449

10. Hamilton, S.E., & Friess, D.A. (2018). Global carbon stocks and potential emissions due to mangrove deforestation from 2000 to 2012. *Nature Climate Change, 8*, 240–244. DOI: https://doi.org/10.1038/s41558-018-0090-4

11. Jagadamma, S., Mayes, M.A., Steinweg, J.M., & Schaeffer, S.M. (2014). Substrate quality alters the microbial mineralization of added substrate and soil organic carbon. *Biogeosciences, 11*(17), 4665–4678. DOI: https://doi.org/10.5194/bg-11-4665-2014

12. Jenkinson, D. S., & Ladd, J. N. (1981). Microbial biomass in soil: measurement and turnover. *Soil biochemistry*, *5*(1), 415-471.

13. Joneidi, H., Sadeghipour, A., Kamali, N., & Nikoo, S. (2015). Effects of land use change on soil carbon sequestration and emissions (case study: arid rangelands of Eivanakei, Semnan province). *Natural Environment, 68*(2), 191-200. DOI: 10.22059/JNE.2015.54947 [In Persian]

14. Kamali, N., Eftekhari, A., & Ashoori, P. (2020). Protection Levels and Distribution of Organic Carbon in Size Fractions of Soil (case of: Salook, North Khorasan). *Rangeland, 14*(1), 85-95. DOI: 20.1001.1.20080891.1399.14.1.8.6 [In Persian]

15. Kamali, N., Eftekhari, A., Souri, M., Nateghi, S., & Bayat, M. (2020). Grazing impact on vegetation cover and some soil factors (Case study: Houz-e-Soltan Lake, Qom). *Rangeland, 14*(3), 490-499. DOI: 20.1001.1.20080891.1399.14.3.10.2 [In Persian]

16. Kamali, N., Saberi, M., Sadeghipour, A., & Tarnian, F. (2020). An Evaluation on Impacts of Different Land Uses and Land Covers on Emission of Carbon Dioxide from the Soil (Case Study: Biabanak, Semnan Province). *Ecopersia, 8*(3), 155-161. DOI: 20.1001.1.23222700.2020.8.3.5.8 [In Persian]

17. Kamali, N., & Sadeghipour, A. (2017). Determining the most important factors related to carbon storage in different land uses (case study: Shahriar, Iran). *Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 29*(2), 2-8. DOI: 10.22092/WMEJ.2016.112319 [In Persian]

18. Kamali, N., & Sadeghipour, A. (2018). Monthly and quarterly review of carbon emission at different intensities of water erosion (Case study: Ghara aghaj basin- Isfahan province). *Natural Environment,70*(3), 709-717. DOI: 10.22059/JNE.2017.100048.695 [In Persian]

19. Kamali, N., Siroosi, H., & Sadeghipour, A. (2020). Impacts of wind erosion and seasonal changes on soil carbon dioxide emission in southwestern Iran. *Arid Land, 12*, 690–700. DOI: https://doi.org/10.1007/s40333-020-0018-5

20. Karhu, K., Auffret, M.D., Dungait, A.J. Hopkins, D.W., & Prosser J.I. (2014). Temperature sensitivity of soil respiration rates enhanced by microbial community response. *Nature, 513*, 81–84. DOI: https://doi.org/10.1038/nature13604

21. Khormali F., & Shamsi, S. (2009). Micromorphology and quality attributes of the loess derived soils affected by land use change: a case study in Ghapan watershed, northern Iran. *Mountain Science, 6*(2), 197–204. DOI: https://doi.org/10.1007/s11629-009-1037-z

22. Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., & Mozzanica, E. (2005). Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 105*(1–2), 323-333. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.02.002

23. Raiesi F. (2007). The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in Central Iran. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 121*(4), 309–318. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.11.002

24. Jafari, M., Azarnivand, H., Sadeghipour, A., Kamali, N. Heidari A., & Maddah arefi, H. (2016). Effect of Different Grazing Intensities on Soil Carbon Sequestration and Nitrogen Stabilization (Case Study: Shahriar). *Rangeland and Watershed management, 69*(2), 427-436. DOI: https://doi.org/10.22059/jrwm.2016.61693 [In Persian]

25. Sadeghipour, A., Kamali, N., Kamali, P., & Joneidi, H. (2014). The changes in monthly and seasonal values of carbon emission in different grazing intensities (Case study: Ghoosheh, Semnan). *Rangeland and Watershed management, 67*(3), 451-458. DOI: https://doi.org/10.22059/jrwm.2014.52837 [In Persian]

26. Sadeghipour, A., Kamali, N., & Joneidi, H. (2014). Investigation of the effect of rangeland restoration and mechanical rehabilitation operations on seasonal and monthly changes in soil carbon dioxide emission rate (Case study: Sorkheh rangelands, Semnan province). *Rangeland, 7(3)*, 88-97. [In Persian]

27. Sattler, D., Murray, L.T., Kirchner, A., & Lindner, A. (2014). Influence of soil and topography on aboveground biomass accumulation and carbon stocks of afforested pastures in South East Brazil. *Ecological Engineering, 73*, 126–131. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.003

28. Su, Y.Z., Zhao, H.L., Zhang, T.H., & Zhao, X.Y. (2014). Soil properties following cultivation and non-grazing of a semi-arid sandy grassland in northern China. *Soil and Tillage Research, 75*, 27–36. DOI: https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00157-0

29. Tan, Z., & Lal, R. (2005). Carbon sequestration potential estimates with changes in land use and tillage practice in Ohio, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 111*(1-4), 140-152. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.05.012

30. Walkley, A., & Black, I.A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science., 37*, 29–38. DOI: http://dx.doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003

31. Wang, T., Kang, F., Cheng, X., Han, H., & Ji, W. (2016). Soil organic carbon and total nitrogen stocks under different land uses in a hilly ecological restoration area of North China. *Soil Tillage Research, 163*, 176–184. DOI: https://doi.org/10.1016/j.still.2016.05.015

32. Wardel, D.A., & Ghani, A. (1995). A critique of the microbial metabolic quotient (qCO2) as a bioindicator od disturbance and ecosystem development. *Soil Biology and Biochemistry, 27*(12), 1601-1610. DOI: https://doi.org/10.1016/0038-0717(95)00093-T