Research Paper

Print ISSN: 2251-7480
Online ISSN: 2251-7400

Journal of
Water and Soil Resources Conservation (WSRCJ)

Web site:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

Email:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

Vol. 13
No. 2 (50)

Received:
2023-04-24

Accepted:
2023-06-27

Pages: 67-82

The Effect of Changing Land Use of Almond Orchards in Saman Plain of Chaharmahal and Bakhtiari Province to Agricultural Lands on Some Physical and Chemical Indicators of Soil Quality

Kamran Parvanak[1]

1) Assistant Prof., Dept. of Agriculture, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH), Share-Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
*Corresponding author email: ka.parvanak@gmail.com

Abstract:
Background and Aim: In recent years, some farmers in the plains of Saman in the province of Chaharmahal and Bakhtiari have changed the use of almond orchards in this area to agricultural land and pastures in order to provide food and fodder. Since these activities are mostly carried out without sufficient knowledge of the soil environment, there can be a serious threat to reduce soil quality. Therefore, studies on the effect of different managements on different soil characteristics and in the direction of a sustainable soil resource are very important. In this research, the effect of land use change in these areas on some physical and chemical indicators of soil quality was investigated.
Methods: In order to investigate the effect of land use change on some physical and chemical indicators of the soil quality of three land use systems comprising a permanent almond orchard, permanent pasture and almond orchard converted to land were selected in the plain of Saman. 15 samples of soil (45 samples in total) were taken from 0 to 30 cm in the form of networks (30 x 30 meters) in each of the three land use systems considered. Some physical and chemical parameters of studied soil samples measured by standard methods.After collecting and saving data in Excel, a one-side analysis of variance (ANOVA) was performed on using the SPSS18 software and the comparison of the means was also carried out on the basis of the LSD test at a probability level of 1%.
Results:The results of analysis of variance data showed that changing land use (changing of almond orchards to agricultural land) had significant effect on the indeces examined physical and chemical of at 0.01 level. The Land use change did not change the surface soil texture of the study areas. The soil texture of all three-study system was almost the same (clay loam inclined to sandy clay loam). According to the findings of the mean comparison, when almond orchards were converted to agricultural land, there was a significant reduction in total porosity, mean weighted diameter of soil aggregates (MWD), base infiltration rate, and soil organic carbon by 12%, 56%, 50%, and 54%, respectively. Conversely, there was a notable increase of 10%, 5%, 44%, and 18% in bulk density, pH, electrical conductivity, and soil lime percentage at a significance level of 0.01 ($pr<0.01$).In this study, substituting improved pasture plants with land grazed pasture significantly augmented the average of soil organic carbon, total porosity, solidity of soil aggregates (MWD) and base infiltration rate by 48%, 14%, 69%, and 40%, respectively, as compared to agricultural land at a significance level of 0.01 ($pr<0.01$). However, no significant difference was observed at a significance level of 0.01 ($pr>0.01$) between almond orchard and pasture land concerning the evaluated indicators.
Conclusion: Overall, the parameters analyzed indicate that organic carbon, mean weighted diameter of soil aggregates (MWD), and bulk density are reliable indicators of soil quality in the study area. The average values of these indicators provide an optimal alternative for management and tillage practices in various land uses. Moreover, due to the delicate and vulnerable ecosystems of Saman Plain, it is recommended to avoid converting garden lands (such as almond orchards) into agricultural lands within the study area. This approach will help prevent soil erosion in one of the most sensitive areas of the country.
Keywords: Agricultural land, AlmondOrchard, Land use change, Mean weighted diameter of soil aggregates,Soil quality

10.30495/WSRCJ.2023.72921.11371

مقاله پژوهشی

شاپا چاپی: ۷۴۸۰-۲۲۵۱
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۰-۲۲۵۰

نشریه حفاظت منابع آب و خاک

آدرس تارنما:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

پست الکترونیک:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

سال سیزدهم
شماره ۲ (۵۰)

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۲/۰۴

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۰۴/۰۶

صفحات: ۸۲-۶۷

تاثیر تغییر کاربری باغات بادام دشت سامان استان چهارمحال و بختیاری به اراضی زراعی بر برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک

کامران پروانک [۱]

۱) استادیار گروه کشاورزی، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
*ایمیل نویسنده مسئول: ka.parvanak@gmail.com

چکیده:

زمینه و هدف: در سالیان اخیر برخی از کشاورزان دشت سامان استان چهارمحال و بختیاری برای تامین غذا و علوفه بیش‌تر باغات بادام این منطقه را به اراضی زراعی و مرتعی تغییر کاربری داده‌اند. از آنجایی که این فعالیت‌ها عمدتاً بدون داشتن شناخت کافی از محیط خاک انجام می‌گیرد، می‌تواند تهدید جدی در جهت کاهش کیفیت خاک باشد. بنابراین، مطالعه در زمینه اثر مدیریت‌های متفاوت روی ویژگی‌های مختلف خاک و در جهت مدیریت پایدار منابع خاک اهمیت فراوانی دارد. در این پژوهش اثر تغییر کاربری اراضی در این عرصه‌ها بر برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک مورد بررسی قرار گرفت.

روش پژوهش: به‌منظور بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک، سه سیستم کاربری اراضی شامل باغ بادام دائمی، مرتع دائمی و باغ بادام تبدیل شده به زمین زراعی از اراضی دشت سامان انتخاب گردید. از هر کدام از سه سیستم کاربری مورد نظر ۱۵ نمونه خاک (در مجموع ۴۵ نمونه) از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری به‌صورت شبکه‌های منظم (متری ۳۰×۳۰) نمونه‌برداری شد. برخی پارمترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک‌های عرصه‌های مورد مطالعه مطابق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در محیط Excel، آنالیز واریانس یک طرفه داده‌ها (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS18 و مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تغییر کاربری اراضی (تبدیل باغ بادام به زمین زراعی) تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه ایجاد کرد. تغییر کاربری اراضی باعث تغییر بافت خاک سطحی عرصه‌های مطالعاتی نشد. بافت خاک هر سه سیستم مطالعاتی تقریباً یکسان (لوم رسی متمایل به لوم رسی شنی) بود. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، در اثر تبدیل باغ بادام به زمین زراعی مقادیر تخلخل کل، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، سرعت نفوذ پایه و کربن آلی خاک به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد به‌ترتیب کاهشی برابر ۱۲٪، ۵۶٪، ۵۰٪ و۵۴ درصد و مقادیر جرم مخصوص ظاهری خاک، pH، هدایت الکتریکی و درصد آهک خاک افزایشی برابر ۱۰٪، ۵٪، ۴۴٪ و ۱۸ درصد را نشان داد. در این تحقیق حفاظت اراضی مرتعی و جایگزینی گیاهان مرتعی باعث بهبود و افزایش معنی‌دار مقادیر میانگین کربن آلی خاک، تخلخل کل، پایداری خاکدنه‌ها و سرعت نفوذ پایه به‌ترتیب تا ۴۸٪، ۱۴٪، ۶۹٪ و ۴۰ درصد نسبت به کاربری زمین زراعی شده بود ($pr<0.01$). بین کاربری باغ بادام و زمین مرتعی تفاوت معنی‌داری از لحاظ شاخص‌های ارزیابی شده مشاهده نشد ($pr>0.01$).

نتایج: به‌طور کلی، در بین پارامترهای تحلیل شده شاخص‌های کربن آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و جرم مخصوص ظاهری خاک به ترتیب قابل اعتمادترین شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک برای منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بنابراین در این تحقیق مقادیر میانگین این شاخص‌ها به عنوان راه حل بهینه برای انتخاب مدیریت‌های جایگزین و روش‌های مختلف خاک‌ورزی در کاربری‌های فوق‌الذکر معرفی می‌گردد. همچنین با توجه به حساس و شکننده بودن اکوسیستم‌های دشت سامان توصیه می‌شود از تغییر کاربری اراضی باغی (قطع درختان بادام) و تبدیل این اراضی به اراضی زراعی در منطقه مطالعاتی خوداری شود. این رهنمود می‌تواند از سیر قهقرایی خاک‌های منطقه مطالعاتی که یکی از حساسترین عرصه‌های کشور به فرسایش می‌باشد، جلوگیری نماید.

کلید واژه‌ها: زمین زراعی، باغ بادام، تغییر کاربری اراضی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، کیفیت خاک

10.30495/WSRCJ.2023.72921.11371

مقدمه

بادام یکی از محصولاتی است که با شرایط آب و هوایی استان چهارمحال و بختیاری به‌خوبی سازگاری دارد. (Rabbanizadeh., 2022). بر اساس آمار رسمی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۰ این استان با دارا بودن ۱۷۳۸۵ هکتار بادام بارور یکی از قطب‌های اصلی تولید بادام در کشور به‌شمار می‌رود و با تولیدی برابر با ۱۶۲۸۷ تن دومین تولید کننده عمده این محصول در کشور به‌شمار می‌آید (Rabbanizadeh., 2022). باغ‌های بادام در این استان عمدتاً در دشت سامان بر روی اراضی تپه ماهوری آهکی احداث شده است (Tavakoli et al, 2008). لیکن در سالیان اخیر برخی از کشاورزان برای تامین غذا و علوفه بیشتر باغ‌های بادام این منطقه را تغییر کاربری داده‌اند و به اراضی زراعی و مرتعی تبدیل نموده‌اند (Hasanei., 2016). این فعالیت‌ها عمدتاً بدون داشتن شناخت کافی از محیط خاک انجام می‌گیرد و می‌تواند باعث تخریب کیفیت خاک گردد (Karlen et al., 2013). بنابراین، مطالعه شاخص‌های کیفیت خاک در شناسایی اثرات مدیریت‌های متفاوت در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی از جمله تخریب باغات، مراتع، جنگل‌ها و احیای اراضی از اهمیت زیادی برخوردار است (Mairura et al., 2017).

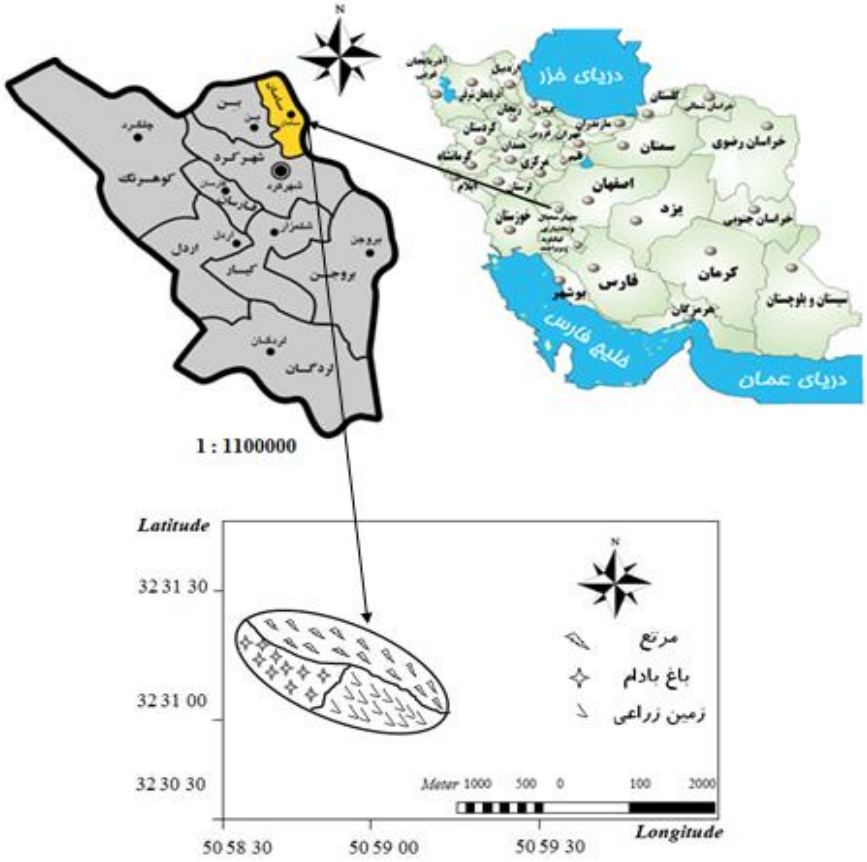
مطالعات دراز مدت کیفیت خاک توسط ایسلام و ویل[1] (۲۰۰۰) و کتلر[2] و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد، تخریب جنگل‌های تروپیکال در بنگلادش و تبدیل آنها به زمین‌های زراعی سبب تراکم خاک سطحی، تخریب ساختمان خاک و کاهش معنی‌دار مقدار کربن آلی خاک، مقدار نفوذ آب در خاک، تخلخل و پایداری خاکدانه‌ها و افزایش وزن مخصوص ظاهری، فرسایش آبی و بادی خاک شده است. آپزتگیوا [3] و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که در طی ۴۰ سال کشت در اراضی نیمه خشک کوردوبا آرژانتین پس از جنگل‌تراشی حدود ۳۸/۴ میلی‌گرم در هکتار کربن آلی از دست رفته است. مطالعات لیو[4] و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تغییر کاربری اراضی در فلات‌های رسی چین نشان داد، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، نسبت خاکدانه‌های پایدار در آب و میزان کربن آلی خاک در کاربری اراضی جنگلی و مرتعی بیش‌تر از کاربری اراضی زراعی است. همچنین نتایج تحقیق هانک[5] و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد، کربن آلی، پایداری خاکدانه‌ها، تخلخل و نفوذپذیری خاک در اثر تغییر کاربری اراضی در برزیل کاهش یافت و pH خاک افزایش یافته بود. تحقیقات انجام شده توسط سیلک[6] (۲۰۱۷) نشان داد، با تغییر کاربری جنگل و مرتع به زمین کشاورزی در اراضی جنوب غربی ترکیه میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و نفوذپذیری خاک کاهش و جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش می‌یابد. مولا و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی تاثیر تغییر سه کاربری جنگل، مرتع و اراضی زراعی در ارتفاعات شمال غربی اتیوپی بیش‌ترین میزان رس، pH، کربن آلی و کمترین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک را برای اراضی جنگلی نسبت به سایر کاربری‌ها گزارش نمودند. براساس نتایج تحقیقات ذولفقاری و حاج عباسی (۱۳۸۷)، تبدیل اراضی جنگلی به زمین کشاورزی در منطقه لردگان باعث کاهش مواد آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، هدایت هیدرولیکی اشباع و تخلخل کل و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک شد. مطالعات میرلوحی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد، اعمال روش بدون خاک ورزی باعث افزایش مواد آلی تا دو برابر، نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم می‌شود. همچنین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک سطحی شخم خورده نیز حدود ۲۰ درصد کوچک‌تر از خاک‌های شخم نخورده می‌باشد. نتایج تحقیقات انجام شده در استان گلستان نشان داد، مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و درصد ماده آلی خاک در خاک‌های تحت کشت کمتر از اراضی جنگلی و مرتعی است (Mojtahedi et al, 2014 and Khormali & Shamsi, 2009). نتایج مطالعات شکوهی و همکاران (۱۳۹۱) و دادشی و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد، کاربرد ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و یا کمپوست زباله شهری به‌همراه کود دامی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک و افزایش کربن آلی، تخلخل، نسبت پوکی و بهبود کیفیت خاک می‌شود. در پژوهش دیگری قربانی و همکاران (۱۳۹۲) در مورد تاثیر تغییر اراضی مرتعی به کشاورزی در استان گلستان اظهار کردند، مقادیر اسیدیته، هدایت الکتریکی و کربن آلی خاک تفاوت معنی‌داری را در اثر تغییر کاربری نشان ندادند. مجددی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش دادند، با تبدیل کاربری جنگل به باغ چای در حوزه لاهیجان، میزان آهک و pH خاک افزایش و مقدار کربن آلی خاک کاهش یافت. هم‌چنین فلاحت‌کار (۱۳۹۳) بیش‌ترین هدروی کربن آلی خاک در اثر تبدیل جنگل به مرتع در جنگل‌های هیرکانی شمال ایران را در حدود $۰/۴۵ \times ۱۰^{۴}$ و در اثر تبدیل مرتع به زمین‌های کشاورزی را نیز حدود $۰/۳۷ \times ۱۰^{۴}$ میلی‌گرم کربن در عمق ۴۰-۰سانتی‌متری خاک برآورد نمودند.

نتایج پژوهش غلامی و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد، تغییر کاربری اراضی در منطقه بانه استان کردستان بر درصد شن، سیلت و رس معنی‌دار نمی‌باشد. این در حالی است که تغییر کاربری اراضی سبب افزایش جرم مخصوص ظاهری، هدایت الکتریکی و واکنش خاک و کاهش کربن آلی، تخلخل، هدایت هیدرولیکی و پایداری خاکدانه‌ها شده است. رمضانپور و رسولی (۱۳۹۵) در یک مطالعه بیان کردند، تغییر کاربری اراضی (از جنگل به باغ چای) در شهرستان لنگرود به طور معنی‌داری مقادیر رس، سیلت، جرم مخصوص ظاهری و اکسید آهن آزاد را

افزایش و مقادیر شن، واکنش شیمیایی و کربن آلی خاک را کاهش داد. در پژوهش مولایی آرپناهی (۱۳۹۹) در اثر تغییر کاربری جنگل بکر به زمین کشاورزی در منطقه بازفت استان چهارمحال و بختیاری درصد شن و رس خاک، جرم مخصوص ظاهری، مقادیر اسیدیته، هدایت الکتریکی و کربنات کلسیم معادل خاک افزایش یافته بود و تخلخل و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های خاک به طور معنی‌دار کاهش نشان داد. نتایج بررسی تغییر کاربری اراضی جنگل، مرتع و کشاورزی در حوزه آبخیز هلشی کرمانشاه نشان داد، متوسط جرم مخصوص ظاهری، پایداری خاکدانه و کربن آلی خاک به صورت معنی‌داری در همه کاربری‌ها تغییر نمود و مقدار آنها در کاربری جنگل از همه بیشتر شده بود (Abdoalmohamdi et al, 2021). نتایج تحقیقات انجام شده در دو کاربری کشت نشده و کشت شده در اراضی کشت و صنعت کارون در منطقه دیمچه استان خوزستان نشان داد، جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه و ماده آلی بر اثر تغییر کاربری از کشت نشده به مزرعه تحت کشت نیشکر افزایش یافت و میزان تخلخل کل خاک کاهش نشان داد (Sadeghi mianrodi et al, 2022). در این تحقیق فرض شد تبدیل بخشی از باغات بادام دشت سامان به زمین زراعی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و به عنوان تهدید جدی برای کیفیت خاک این منابع می‌باشد. به همین دلیل تحقیق حاضر به منظور ارزیابی تاثیر مدیریت‌های مختلف بر برخی از شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک با استفاده از مقایسه تأثیر تغییر کاربری باغات بادام این منطقه به اراضی زراعی طراحی گردید و در آن از اصول مبتنی بر مطالعات کیفیت خاک استفاده شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی بر روی برخی از شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک، سه سیستم کاربری شامل کاربری باغ بادام دائمی، مرتع دائمی و باغ بادام تبدیل شده به اراضی کشاورزی از اراضی زراعی دشت سامان انتخاب گردید. دشت سامان در استان چهارمحال و بختیاری در ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح دریا، عرض جغرافیایی ۳۲/۳۲ – ۳۲/۲۷ و طول جغرافیایی ۵۰/۵۹ – ۵۰/۵۶ درجه شمالی، با میانگین بارندگی سالیانه ۳۲۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۱/۹ درجه سانتی‌گراد و اقلیمی سرد استپی واقع شده است (Plan and budget organization, 1985). این سه سیستم کاربری از شمال به شهر نافچ، از جنوب به شهرستان شهرکرد، از غرب به شهر چالشتر و از شرق به شهرستان سامان محدود می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱. محدوده منطقه مورد مطالعه

اراضی مزرعه از نظر فیزیوگرافی در دو واحد تپه‌ها و فلات‌های مرتفع قرار گرفته است. اراضی واقع بر روی تپه عموماً دارای خاکی بسیار کم عمق با بافت سطحی سبک و مقدار زیادی سنگریزه در سطح خاک می‌باشند. اراضی واقع بر روی فلات‌های مرتفع، دارای خاکی نسبتاً عمیق تا عمیق با بافت متوسط تا سنگین و مقدار زیادی سنگریزه در سطح و عمق خاک می‌باشد.گروه بزرگ خاک در این واحد اراضی مطابق با سیستم رده‌بندی آمریکایی Typic Calcixerepts می‌باشد (Plan and budget organization, 1985). میانگین درجه حرارت خاک ۱۵ درجه سانتی‌گراد و از نظر رژیم حرارتی خاک مزیک[۷] با رژیم رطوبتی زریک[۸] می‌باشد (Banai, 1989). بررسی‌های میدانی نشان داد، بخشی از اراضی این دشت به مدت بیش از ۸۰ سال است که زیر کشت بادام قرار دارند. بخشی از این باغات را در ۴۰ سال گذشته کشاورزان تغییری کاربری داده‌اند و به اراضی زراعی زیر کشت محصولات زراعی (عمدتاً گندم و جو) تبدیل نموده‌اند (Hasanei., 2016 and Tavakoli et al, 2008). این سه سیستم کاربری در مجاور هم قرار دارند. همچنین در انتخاب سه سیستم کاربری فوق فاکتورهای جهت و درجه شیب و مواد مادری در نظر گرفته شد. هر یک از سیستم‌های کاربری انتخاب شده به پنج بلوک ۱ هکتاری تقسیم شد. سپس نمونه‌برداری به صورت شبکه‌های منظم (متری۳۰×۳۰) و به تعداد ۳ نمونه خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری) از هر بلوک نمونه‌برداری شد. مجموعاً از ۳ سیستم کاربری فوق، ۴۵ نمونه خاک برداشت شد. کلیه نمونه‌ها در ظروف در بسته سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، در هوای آزاد خشک شدند. بخشی از نمونه‌ها پس از کوبیده شدن از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد و بخش دیگر نمونه‌ها جهت تعیین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD[۹])، قبل از کوبیده شدن از الک۴/۷۵ میلی‌متر عبور داده شد. بافت خاک پس از انحلال کربنات به وسیله اسیدکلریدریک و تجزیه مواد آلی با آب اکسیژنه ۳۰ درصد به روش هیدرومتری تعیین گردید (Bouyocos., 1962). جرم مخصوص ظاهری خاک به روش کلوخه (با استفاده از پارافین)، تخلخل خاک با استفاده از جرم مخصوص ظاهری (ρb) و حقیقی خاک (با فرض $\rho s = 2.65$) و بهره‌گیری از رابطه ($f = (1 - \rho b / \rho s)$) اندازه‌گیری شد (Blake and Hartge., 1986). جهت اندازه‌گیری MWD، از روش (Kamper and Rosenau., 1986) استفاده شد. در این روش ابتدا ۵۰ گرم از خاکدانه‌هایی با قطر ۲ تا ۴ میلی‌متری توزین شد. اندازه سری الک‌های مورد استفاده ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۰۵۳ میلی‌متر بود و مجموع الک‌ها در نوسان عمودی ۱/۵ اینچی و با سرعت ۳۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه در آب حرکت داده شد (روش غربال در آب)، سپس مقدار ذرات باقیمانده روی هر الک پس از خشک شدن در آون (با حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد)، توزین گردید. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها از معادله زیر به‌دست آمد:

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} \overline{x} \times w_i \qquad (۱)$$

در این معادله، MWD میانگین وزنی قطر ذرات خاک، $\overline{X}$ میانگین قطر خاکدانه‌های باقی مانده بر روی هر الک و w_i نسبت وزن خاکدانه‌های باقی مانده بر روی هر الک به وزن کل خاکدانه‌ها و n تعداد الک‌ها می‌باشد.

میزان شدت نفوذ آب در خاک به روش استوانه‌های مضاعف (Page et al., 1982) در هر کدام از سه سیستم کاربری مطالعاتی اندازه‌گیری شد. بعد از برداشت اطلاعات مربوط به آزمایش، معادله نفوذ کوستیاکوف به اطلاعات حاصل از هر آزمایش برازش داده شد. با مشتق‌گیری از این معادله، معادله سرعت نفوذ لحظه‌ای به دست آمد. سپس تغییرات نفوذ تجمعی و نیز سرعت نفوذ لحظه‌ای نسبت به زمان برای هرسیستم کاربری رسم گردید. کربن آلی خاک به روش والکلی- بلک از طریق اکسیداسیون مواد آلی توسط دی کرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ انجام شد و توسط آمونیوم فروسولفات نیم نرمال در مجاورت معرف فنانترولین با روش تیتراسیون، مقدار آن اندازه‌گیری شد (Nelson and Sommers., 1982). واکنش (pH) و هدایت الکتریکی (EC) نمونه خاک‌ها به ترتیب با استفاده از دستگاه pH متر و EC متر مدل (Meter ohm 620) در عصاره ۱:۲ خاک اندازه‌گیری شد (McLean., 1982). برای اندازه‌گیری میزان کربنات کلسیم معادل خاک از روش تیتراسیون برگشتی با اسید کلریدریک استفاده شد (Nelson and Sommers., 1982). پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در محیط Excel، آنالیز واریانس یک طرفه داده‌ها (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS18 و مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد (SPSS Inc, 2009).

نتایج و بحث

۱. تشریح خاک‌های منطقه مطالعاتی

منشاء اصلی خاک‌های منطقه سنگ‌های آهکی ژوراسیک و کرتاسه می‌باشد که قسمت عمده تشکیلات زمین شناسی را شامل می‌گردد. اراضی مزرعه از نظر فیزیوگرافی در دو واحد تپه‌ها و فلات‌های مرتفع قرار گرفته است. گروه بزرگ خاک در این واحدهای اراضی مطابق با سیستم رده‌بندی آمریکایی Typic Calcixerepts می‌باشد (Plan and budget organization, 1985). خاکی است با رژیم حرارتی و رطوبتی و به ترتیب مزیک

و زریک، نیمه عمیق تا عمیق با بافت متوسط تا نسبتاً سبک، به رنگ قهوه‌ای تیره تا قهوای مایل به قرمز تیره، متشکل از مواد آبرفتی و واریزه‌های قدیمی و در بعضی قسمت‌ها همراه با سنگریزه می‌باشد. ساختمان خاک فشرده و در سطح به صورت کروی[10] با مقدار نسبتاً زیادی از خلل و فرج و ریشه موئین می‌باشد (Banai, 1989).

۲. تاثیر تغییر کاربری ارضی بر اجزا بافت خاک

نتایج تجزیه واریانس تغییر کاربری اراضی بر میزان رس، سیلت و شن خاک در جدول (۱) نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، تاثیر تغییر کاربری اراضی بر میزان رس، سیلت و شن خاک معنی‌دار نیست ($pr>0.01$). این نتایج نشان می‌دهد، تغییر کاربری اراضی باعث تغییر بافت خاک سطحی عرصه‌های مطالعاتی نشده است و بیانگر آن است که خاک سطحی منطقه مورد مطالعه در سه سیستم کاربری باغ بادام، زمین زراعی و زمین مرتعی در کلیه نقاط مطالعاتی از لحاظ پنج فاکتور خاکسازی تقریباً مشابه بوده و این فاکتورها باعث ایجاد کیفیت ذاتی نسبتاً یکسانی در عرصه‌های مطالعاتی شده‌اند. بافت خاک هر سه سیستم مطالعاتی تقریباً یکسان (لوم رسی متمایل به لوم رسی شنی) می‌باشد. بافت خاک اصولاً از شاخص‌های ذاتی خاک است. نتایج فوق هم تائید کننده این موضوع است. لذا می‌توان نتیجه گرفت، مقایسه شاخص‌های کیفیت خاک در سیستم‌های مورد مطالعه واقع‌بینانه و منعکس کننده تاثیر مدیریت اراضی بر کارکردهای خاک خواهد بود. نتایج پژوهش قربانی وهمکاران(۱۳۹۲) در بررسی تاثیر تغییر سه کاربری مرتع، جنگل و اراضی زراعی در منطقه بانه استان کردستان و نیز نتایج مطالعه یوو تیسن[11] (۲۰۱۲) نشان داد، تغییر کاربری اراضی بر درصد شن، سیلت و رس خاک معنی‌دار نمی‌باشد که منطبق بر نتایج تحقیق حاضر است.

۳. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک

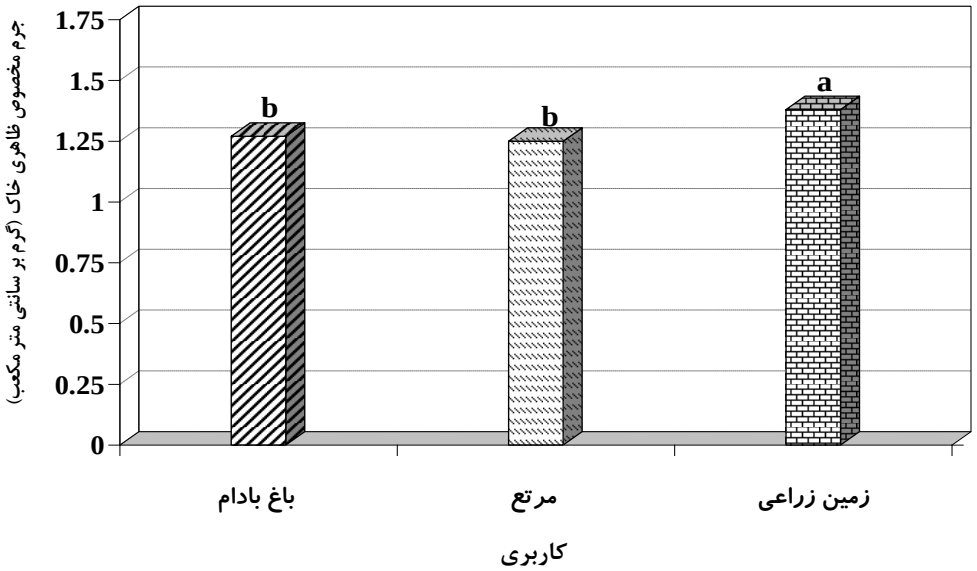
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۱) تغییر کاربری اراضی بر شاخص جرم مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل‌های ۲ و ۳)، در اثر تبدیل باغ بادام به زمین زراعی جرم مخصوص ظاهری خاک از ۱/۲۷ به ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب و تخلخل کل خاک از ۴۳ به ۳۸ درصد تغییر یافت و تفاوت بین این دو شاخص در نتیجه تغییر کاربری باغ بادام به زمین زراعی معنی‌دار بود ($pr<0.01$). در کاربری مرتع جرم مخصوص ظاهری ۱/۲۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب و تخلخل کل خاک ۴۴ درصد بود که نسبت به زمین زراعی این دو شاخص به ترتیب به ۱/۳۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب و ۳۸ درصد تغییر معنی‌دار نشان داد ($pr<0.01$). ولیکن بین کاربری باغ بادام و زمین مرتعی تفاوت معنی‌داری برای این دو شاخص مشاهده نشد ($pr>0.01$). دلیل آن می‌تواند ناشی از ماده آلی تقریباً یکسان در این دو کاربری باشد. به نظر می‌رسد، در زمین زراعی تراکم خاک به دلیل چرای دام و تردد ماشین آلات و نیز به هم خوردن ساختمان خاک در اثر انجام عملیات کشت و کار باعث شده مواد آلی خاک بیش‌تر در معرض هوا قرا گرفته، اکسید شده و از بین رود و در نتیجه جرم مخصوص ظاهری خاک نسبت به باغ بادام افزایش معنی‌دار نشان دهد. انجام عملیات خاک‌ورزی و تردد ماشین آلات کشاورزی در زمین زراعی نیز باعث خرد شدن خاکدانه‌های خاک و تبدیل آنها به خاکدانه‌های ریز می‌شود. این عمل باعث شده ذرات راحتر در آب شناور شده و همراه با روان آب انتقال یافته و در خلل و فرج خاک جای گیرند و موجب کاهش حجم منافذ ماکروپور و ایجاد یک لایه فشرده در زیر لایه گلخراب و نزدیک به سطح زمین گردد (Molaei Arpnahi et al, 2020). در نتیجه تخلخل کل خاک در زمین زراعی نسبت به باغ بادام کاهش یافته است.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تغییر کاربری اراضی مورد مطالعه بر شاخص فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک

		میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	رس	سیلت	شن	جرم مخصوص ظاهری خاک	تخلخل خاک	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها	کربن آلی خاک	واکنش خاک (pH)	آهک خاک	هدایت الکتریکی خاک (EC)
تیمار	۳	۶/۷۹^{ns}	۲/۹۱^{ns}	۲۱/۲۶^{ns}	۰/۰۲۵**	۵۷/۹۱**	۰/۳۹۵**	۰/۲۸**	۰/۰۷۹**	۴/۰۶۷**	۰/۰۶۶**
خطا	۱۲	۱۱/۶۶^{ns}	۱/۶۶^{ns}	۱۱/۶۷^{ns}	۰/۰۰۱**	۵/۵۰**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۶**	۰/۰۱۵**	۰/۵۹۷**	۰/۰۰۸**
کل	۱۵										

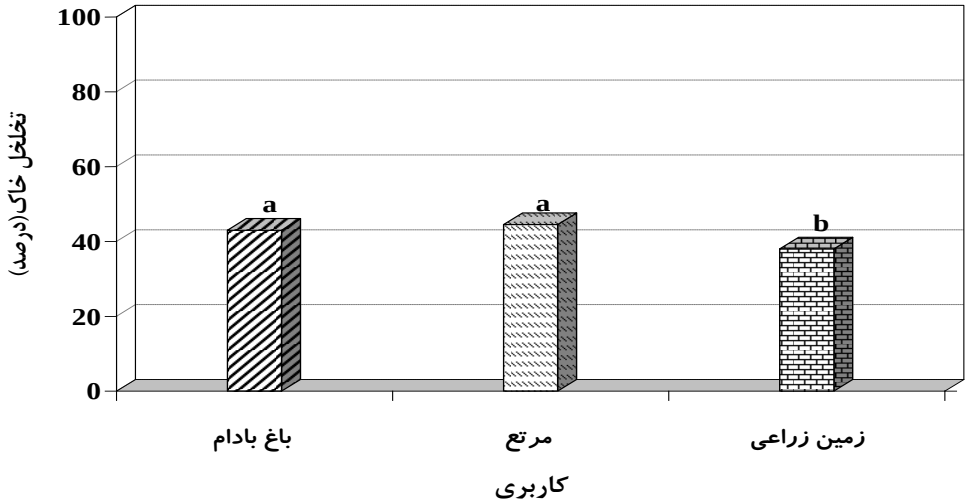
ns و ** به ترتیب نشان دهنده عدم تاثیر معنی‌دار و تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.

در کاربری مرتعی، بهبود پوشش گیاهی باعث افزایش کربن آلی خاک و به دنبال آن افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌شود (مولایی آرپناهی، ۱۳۹۹). در نتیجه، جرم مخصوص ظاهری خاک ۱۱ درصد کاهش و تخلخل کل خاک ۱۴ درصد افزایش نسبت به زمین زراعی نشان داده است (شکل‌های ۲ و۳). همچنین با مقایسه روند تغییرات جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک (شکل‌های ۲ و ۳) ملاحظه می‌شود میزان تخلخل خاک با افزایش جرم مخصوص ظاهری کاهش یافته است. مطالعات دراز مدت کیفیت خاک توسط ایسلام و ویت (۲۰۰۰) و کتلر و همکاران (۲۰۰۷) در بنگلادش در بررسی اثر تغییر جنگل‌های تروپیکال به کاربری کشاورزی بر روی جرم مخصوص ظاهری و تخلخل، نتایج تحقیقات سیلک (۲۰۱۷) در مورد تاثیر تغییر کاربری اراضی جنوب غربی ترکیه بر برخی خواص فیزیکی خاک، نتایج مطالعات شکوهی و همکاران (۱۳۹۱) و داداشی و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی تأثیر کاربرد سطوح مختلف کودهای آلی بر روی خصوصیات خاک، نتایج تحقیقات بیور و بلاک (۲۰۱۸) در بررسی تغییر کاربری سیستم مرتعی به زمین زراعی بر جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک نشان می‌دهد، تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی به اراضی زراعی همراه با دوره‌های استفاده از شخم برگردان باعث کاهش معنی‌دار کربن آلی خاک و به‌دنبال آن افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل خاک می‌گردد. نتایج این تحقیق از نتایج گزارشات فوق پیروی می‌کند.



شکل ۲. نتایج مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری در نتیجه تغییر کاربری اراضی

(حروف انگلیسی مشابه نشاندهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).



شکل ۳. نتایج مقایسه میانگین تخلخل کل خاک در نتیجه تغییر کاربری اراضی

(حروف انگلیسی مشابه نشاندهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).

۳. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها(MWD)

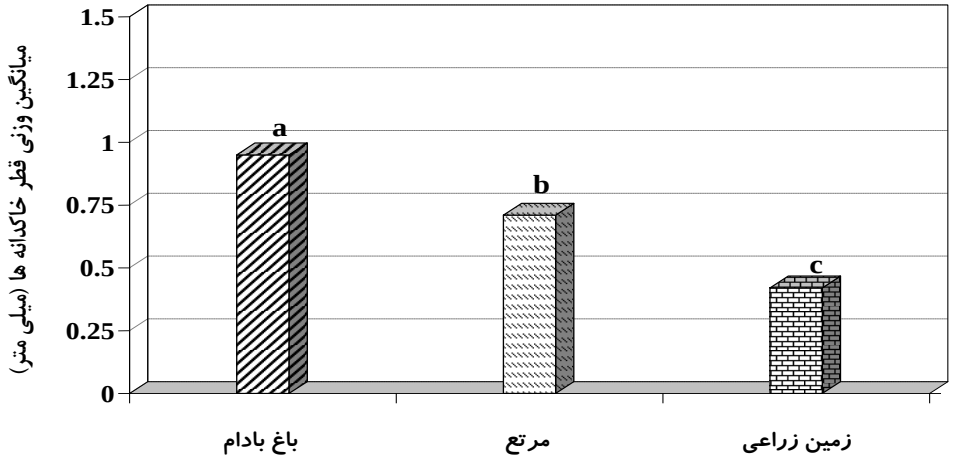
در این تحقیق میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به‌عنوان شاخص پایداری ساختمان خاک در مقابل تخریب، حساسیت خاک به فرسایش آبی، بادی، سخت و متراکم شدن خاک مورد بررسی قرار گرفت (Wang et al, 2020). این شاخص در پاسخ به پوشش گیاهی و مدیریت تغییر می‌کند. به‌طوری که نتایج تجزیه واریانس مقدار MWD در کاربری‌های مورد نظر نشان می‌دهد (جدول ۱) تغییر کاربری اراضی بر میانگین MWD تاثیر معنی‌دار دارد ($pr<0.01$). نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌ها در شکل (۴) آورده شده است. ملاحظه می‌شود، در نتیجه تغییر کاربری اراضی مقدار MWD از حداکثر ۰/۹۵میلی‌متر در کاربری باغ بادام تا حداقل ۰/۴۲ میلی‌متر در کاربری زمین زراعی تغییر پیدا کرده است که به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد کاهشی برابر ۵۶ درصد را نشان می‌دهد. بیش‌تر بودن میزان MWD در کاربری باغ بادام به‌علت مقدار کربن آلی بیش‌تر و عدم تخریب ساختمان خاک در این کاربری نسبت به کاربرهای زراعی و مرتعی می‌باشد. چراکه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مقدار MWD و مقدار کربن آلی خاک مشاهده شد (شکل ۵). نتایج بررسی پایداری خاکدانه‌های خاک‌های منطقه بازفت در ارتباط با مواد آلی توسط مولایی آرپناهی (۱۳۹۹) نیز نشان داد، پایداری خاکدانه‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری با مقدار مواد آلی خاک دارد. نتایج تحقیقات کاودیر[۱۲](۲۰۰۴) و صالحی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی تاثیر کاشت درختان بر پایداری خاکدانه‌ها نشان داد، بعد از دو فصل از رشد درختان، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب در مقایسه با شرایط آیش بیش از ۵۰ درصد افزایش یافت. آنها بقایای گیاهی افزوده شده به خاک و نیز ترکیب شیمیایی بقایا را دلیل افزایش پایداری بیش‌تر خاکدانه‌ها گزارش کردند. همچنین تحقیقات انجام شده توسط سیلک (۲۰۱۷) در مورد تاثیر تغییر کاربری اراضی جنوب غربی ترکیه نشان داد، با تغییر کاربری جنگل و مرتع به زمین کشاورزی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به ترتیب ۶۱ و ۵۲ درصد کاهش می‌یابد. نتایج تحقیقات فوق‌الذکر، منطبق با نتایج این تحقیق است.

در این تحقیق قرق اراضی مرتعی و جایگزینی گیاهان مرتعی باعث بهبود و افزایش مقدار MWD از ۰/۴۲میلی‌متردر کاربری زمین زراعی به ۰/۷۱ میلی‌متر در کاربری زمین مرتعی شده بود. به‌عبارتی پایداری خاکدانه‌ها در اراضی مرتعی تا ۶۹ درصد نسبت به اراضی زراعی افزایش معنی‌دار داشته است (شکل ۴). پایداری بیش‌تر خاکدانه‌ها در اراضی مرتعی نسبت به اراضی زراعی را ناشی از سیستم ریشه‌ای قوی، عدم به هم خوردن و خرد شدن خاکدانه‌ها و نیز تولید مواد پلی ساکارید بیش‌تر توسط ریشه گیاهان مرتعی گزارش کرده‌اند (Liu et al, 2013) که منطبق بر نتایج این تحقیق است.

کمتر بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در کاربری زمین زراعی نسبت به دو کاربری باغی و مرتعی می‌تواند ناشی از انجام عملیات کشت و کار و به هم خوردگی خاک سطحی و به‌دنبال آن کاهش مواد آلی و خرد شدن خاکدانه‌های بزرگ و تخریب ساختمان خاک باشد. به‌طوری که تحقیقات انجام شده توسط میرلوحی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر پایداری خاکدانه‌ها نیز نشان داد، استفاده از وسایل خاک‌ورزی باعث تغییر ساختمان خاک از طریق خرد کردن خاکدانه‌ها، تغییر در ساختار و یا اندازه خلل و فرج و نظم و ترتیب ذرات خاک می‌شود. همه این فرآیندها باعث شده بود میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک سطحی شخم خورده نیز حدود ۴۰ درصد کوچک‌تر از خاک‌های شخم نخورده باشد. همچنین نتایج تحقیقات انجام شده در استان گلستان بر روی تأثیر انواع پوشش گیاهی بر برخی خواص کیفی خاک نشان داد، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در خاک‌های تحت کشت حدود ۴۵ درصد کمتر از اراضی جنگلی و مرتعی است (Mojtahedi et al, 2014 and Khormali & Shamsi, 2009). نتایج تحقیق حاضر از نتایج تحقیقات فوق‌الذکر تبعیت می‌کند.

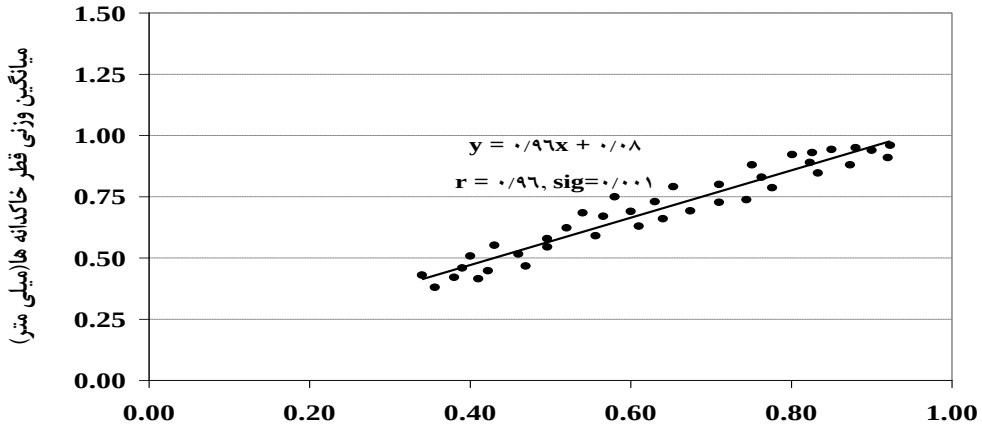
۵. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر نفوذپذیری خاک

در ارزیابی توانایی خاک در ذخیره و انتقال مایعات، گاز ها و گرما می‌توان از شاخص نفوذپذیری خاک استفاده نمود (Wang et al, 2020). بر اساس نتایج آزمایشات نفوذپذیری در منطقه مطالعاتی منحنی تغییرات نفوذ تجمعی آب در مقابل زمان برای کاربری‌های باغ بادام، زمین مرتعی و زمین زراعی در شکل (۶) ترسیم شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، در هر بازه زمانی، بیش‌ترین میزان نفوذ تجمعی مربوط به زمین باغ بادام است و کمترین آن مربوط به زمین زراعی می‌باشد. اراضی مرتعی از نظر میزان آب نفوذ یافته در خاک حد واسط اراضی باغی و زراعی قرار دارند. این موضوع از نظر حفظ و ذخیره آب در خاک و جلوگیری از رواناب و فرسایش خاک از اهمیت به سزایی برخوردار است.

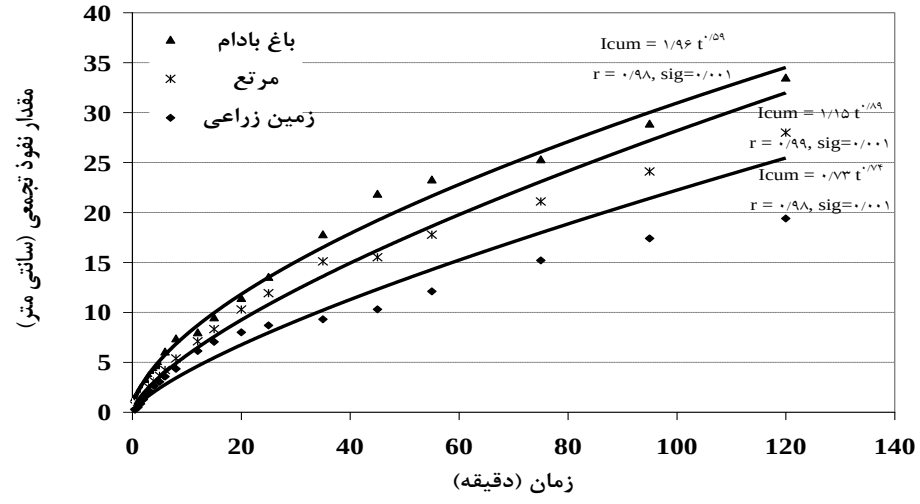


شکل ۴. نتایج مقایسه میانگین MWD در نتیجه تغییر کاربری اراضی

(حروف انگلیسی مشابه نشاندهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).



شکل ۵. همبستگی کربن آلی با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها



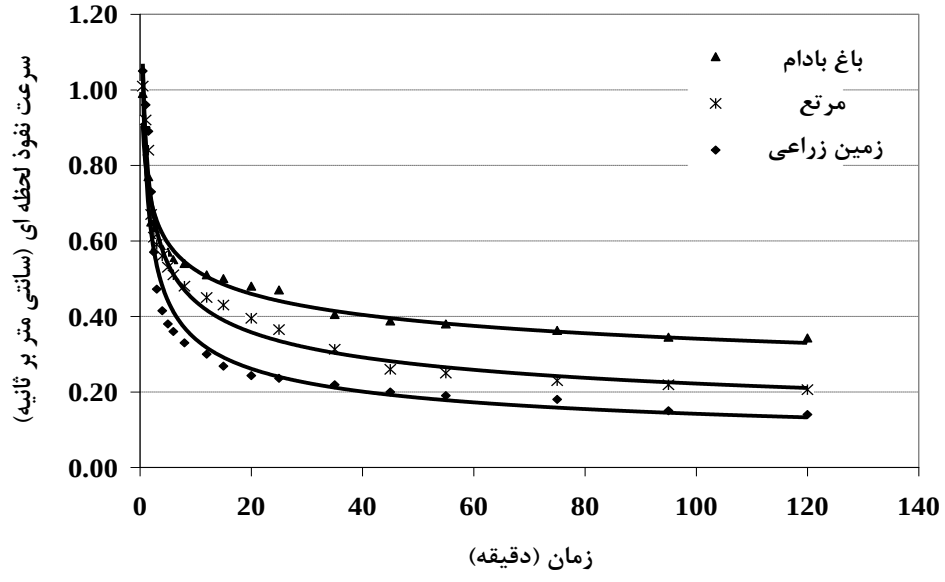
شکل ۶. تغییرات میزان نفوذ تجمعی در در نتیجه تغییر کاربری اراضی

شکل (۷) تغییرات سرعت نفوذ لحظه‌ای را در مقابل زمان برای کاربری‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، سرعت نفوذ اولیه در هر سه سیستم کاربری در ابتدای نفوذ بالاست و با گذشت زمان به‌تدریج از میزان آن کاسته می‌شود. در کاربری باغ بادام، درصد زیاد کربن آلی در خاک سطحی، پایداری بیش‌تر خاکدانه‌ها، رطوبت اولیه بالاتر، افزایش منافذ درشت خاک در لایه زیرین در اثر گسترش شبکه ریشه درختان باعث شده سرعت نفوذ اولیه طی انجام آزمایش به آرامی کاهش یافته و سرعت نفوذ نهایی بالاتری از دو کاربری زراعی و مرتعی داشته باشد. در کاربری زراعی دقایقی پس از شروع آزمایش به علت مسدود شدن حفرات و اشباع شدن خاک سطحی منحنی سرعت نفوذ اولیه در این عرصه به شدت کاهش پیدا می‌کند و زیر منحنی مربوط به کاربری باغ بادام و زمین مرتعی قرار می‌گیرد. مطالعات دراز مدت کیفیت خاک توسط کتلر و همکاران (۲۰۰۷)، هانک و همکاران (۲۰۱۵) و بیرهام و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی تاثیر کاربری‌های مختلف به‌ترتیب در بنگلادش، برزیل و اتیوپی نشان داد، قطع پوشش جنگلی و به‌هم خوردگی خاک سطحی در اثر عملیات خاک‌ورزی به‌همراه کاهش کربن آلی خاک در زمین‌های زراعی سبب تخریب ساختمان طبیعی خاک و ریز شدن خاکدانه‌های آن شده و حفرات سطحی ایجاد شده که در بدو نفوذ آب از سیستم کاربری جنگلی و مرتعی بیش‌تر بود اندکی پس از شروع آزمایش مسدود شده و در نتیجه سرعت نفوذ اولیه به‌شدت کاهش می‌یابد و به‌تبع آن سبب افزایش جریانات سطحی می‌شود. ذولفقاری و حاج عباسی (۱۳۸۷) و قربانی و همکاران (۱۳۹۲) به‌ترتیب در یک مطالعه بیان کردند تغییر کاربری اراضی از جنگلی به اراضی زراعی در منطقه بانه استان کردستان و منطقه لردگان استان چهارمحال وبختیاری، سبب کاهش نفوذپذیری خاک شده است. نتایج این تحقیق از نتایج مطالعات فوق‌الذکر پیروی می‌کند.

در عرصه مرتعی، همان‌طور از شکل (۷) ملاحظه می‌گردد، منحنی تغییرات سرعت نفوذ آن کمی بالاتر از کاربری زمین زراعی قرار دارد. علت آن احتمالاً ساختار فیزیکی بهتر (ناشی از عدم تردد ماشین آلات سنگین خاک‌ورزی به همراه کاهش به هم خوردگی سطح خاک) این کاربری نسبت به کاربری زراعی می‌باشد که باعث شده شدت تغییرات سرعت نفوذ آب به خاک شدید نباشد. نتایج تحقیقات مجتهدی و همکاران (۱۳۹۲) و مولایی آرپناهی (۱۳۹۹) به‌ترتیب در حومه شهرستان گنبد کاووس و منطقه بازفت استان چهارمحال و بختیاری نشان داد، سرعت نفوذ نهایی آب به خاک در شرایط قرق مراتع نسبت به اراضی زراعی افزایش معنی‌داری دارد.

۶. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر بر میزان کربن آلی خاک

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد، تغییر کاربری اراضی بر میزان کربن آلی خاک‌های منطقه مطالعاتی موثر است ($P<0.01$). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۸) میزان کربن آلی خاک از حداکثر ۰/۸۷ درصد در کاربری باغ بادام تا حداقل ۰/۴ درصد در کاربری زمین زراعی تغییر معنی‌دار داشته است ($pr<0.01$). به‌عبارتی کاهشی برابر ۵۴ درصد را در اثر تغییر کاربری باغ بادام به زمین زراعی نشان داده است. علت کاهش درصد کربن آلی زمین زراعی حاصل از تغییر کاربری باغ بادام می‌تواند ناشی از تشدید تاثیر عوامل فرسایش دهنده خاک و نیز انجام عملیات زراعی در زمین زراعی باشد (رمضانپور و رسولی، ۱۳۹۴).



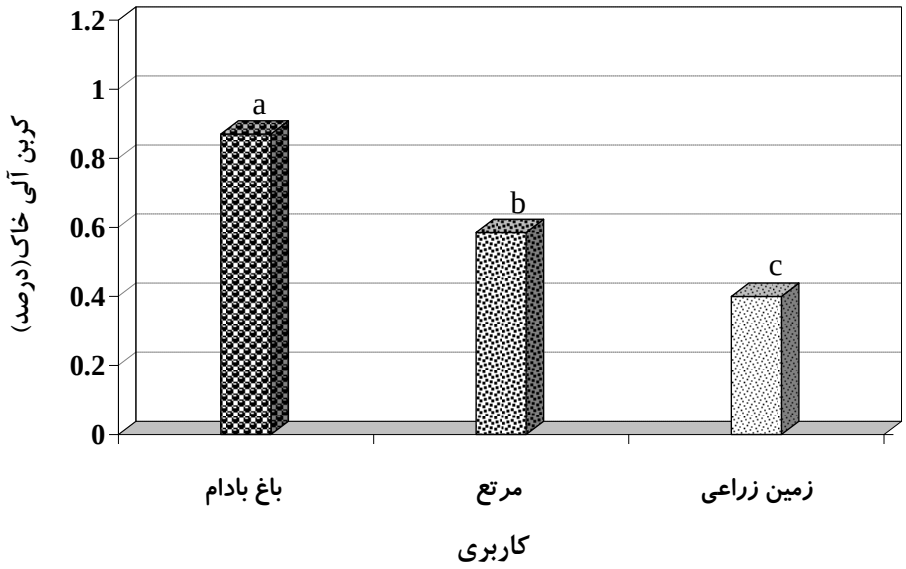
شکل ۷. تغییرات سرعت نفوذ لحظه‌ای در نتیجه تغییر کاربری اراضی

زیرا تشدید این فرآیندها در زمین زراعی باعث اکسید شدن مواد آلی در اثر شخم سالیانه و فرسایش فیزیکی مواد آلی همراه با ذرات ریز خاک مانند رس‌ها می‌شود. نتایج تحقیق لیو و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی در فلات‌های رسی چین هم‌چنین هانک و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تاثیر کاربری‌های مختلف در برزیل نشان داد، میزان کربن آلی خاک در کاربری اراضی زراعی کمتر از کاربری اراضی جنگلی است. در یک مطالعه ذولفقاری و حاج عباسی (۱۳۸۷)، میا[۱۳] و همکاران (۲۰۱۰) و رمضانپور و رسولی (۱۳۹۴) در بررسی تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی به زمین‌های زراعی به این نتیجه رسیدند که درصد کربن آلی در نتیجه تغییر اراضی جنگلی و مرتعی به زمین‌های زراعی به‌طور چشمگیری (حدود ۶۰ درصد) کاهش یافته است. آنها کاهش مواد آلی بر اثر کشت و کار را به‌دلیل به‌هم خوردن خاک سطحی و در نتیجه تسریع تجزیه بیولوژیکی مواد آلی، تشدید فرسایش خاک و به‌دنبال آن هدرفت مواد آلی همراه با رواناب گزارش نمودند. همچنین فلاحت‌کار و همکاران (۱۳۹۳) بیش‌ترین هدروی کربن آلی خاک در اثر تبدیل جنگل به مرتع درجنگل‌های هیرکانی شمال ایران را درحدود $۰/۴۵ \times ۱۰^{۴}$ و در اثر تبدیل مرتع به زمین‌های کشاورزی را نیز حدود $۰/۳۷ \times ۱۰^{۴}$ میلی‌گرم کربن در عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری خاک برآورد نمودند. نتایج تحقیقات این محققین با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

در این تحقیق قرق اراضی مرتعی و جایگزینی گیاهان مرتعی باعث بهبود و افزایش مقدار کربن آلی خاک شده بود ($pr<0.01$) (شکل ۸). به‌نظر می‌رسد گیاهان مرتعی با تراکم نسبتاً خوب اثر مثبتی روی میزان کربن آلی خاک داشته‌اند. محمدی و رئیسی (۱۳۹۲) و سو[۱۴] و همکاران (۲۰۰۸) نیز طی مطالعه اثرات قرق و چرای مفرط بر خواص شیمیایی خاک، تجمع مواد آلی و افزایش کربن آلی را در مراتع قرق شده مشاهده نمودند. آپزتگیوا و همکاران (۲۰۰۹)در شبیه‌سازی دینامیک ماده آلی خاک تحت تاثیر استفاده از زمین و شیوه‌های کشاورزی در اراضی نیمه خشک کوردوبا آرژانتین دریافتند، در اثر تبدیل این علفزارها به کشتزارهایی با مدیریت بدون شخم کاهشی در میزان کربن آلی خاک حتی پس از ۲۰ سال نسبت به مناطق بکر دیده نشد. نتایج بررسی تاثیر دو نوع خاک‌ورزی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک توسط میرلوحی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد، اعمال روش بدون خاک‌ورزی باعث افزایش مواد آلی تا دو برابر، نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم می‌شود. در پژوهش دیگری شکوهی و همکاران (۱۳۹۱) و داداشی و همکاران (۱۳۹۷) اظهار کردند، کاربرد ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و یا کمپوست زباله شهری به‌همراه کود دامی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش کربن آلی و بهبود کیفیت خاک می‌شود. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج ذکر شده توسط محققین فوق الذکر هماهنگی دارد.

۷. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر واکنش و درصد آهک خاک

نتایج تجزیه واریانس مقدار واکنش و درصد آهک خاک در کاربری‌های مورد نظر نشان می‌دهد اثر تغییر کاربری اراضی در سطح احتمال ۱ درصد بر واکنش و درصد آهک خاک موثر است (جدول۱). نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌ها در شکل‌های (۹ و ۱۰) آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، مقدار pH



شکل ۸. نتایج مقایسه میانگین کربن آلی خاک در نتیجه تغییر کاربری اراضی

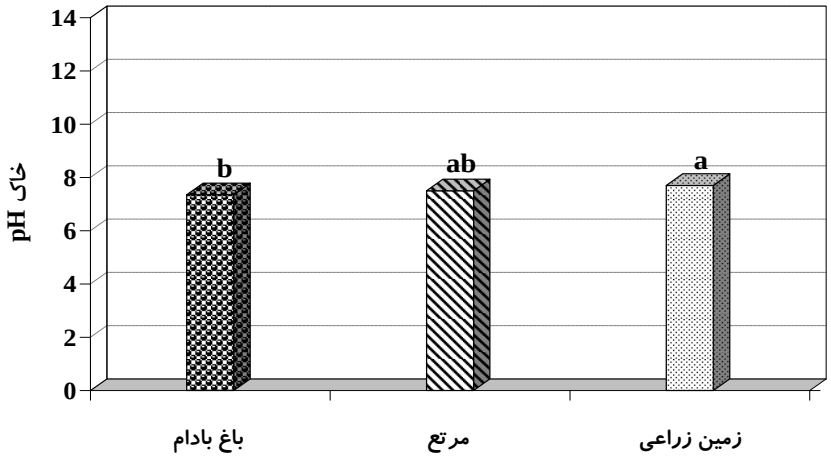
(حروف انگلیسی غیر مشابه نشاندهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).

و درصد آهک خاک در کاربری باغ بادام به‌ترتیب ۷/۳۵ و ۱۰/۱ درصد است که تغییر کاربری آن به زمین زراعی باعث شده به‌طور معنی‌دار مقدار این دو پارامتر به‌ترتیب به ۷/۵ و ۱۱/۹ درصد افزایش یابد ($P<0.01$). دلیل این امر می‌تواند این باشد که در کاربری زمین زراعی، فرسایش خاک سطحی به‌همراه عملیات خاک‌ورزی بی رویه که باعث به‌هم خوردن افق‌های مختلف خاک، کاهش مواد آلی، جابجایی و مخلوط شدن کاتیون‌های بازی از افق‌های تحتانی به افق‌های سطحی خاک می‌گردد به‌همراه کود دهی باعث می‌شود مقدار pH به‌میزان ۵ درصد و مقدار آهک خاک سطحی به‌میزان ۱۸ درصد نسبت به کاربری باغ بادام افزایش معنی‌دار داشته باشد. که این نتایج با نتایج تحقیقات مولایی آرپناهی (۱۳۹۹) و شاکری و آزادی(۲۰۲۲) مطابقت دارد.

در کاربری زمین مرتعی، کاهش میزان به‌هم خوردگی سطح خاک و تردد ناچیز ماشین آلات سنگین خاک‌ورزی به‌همراه بارش‌های سالیانه در طی مدت قرق که باعث آبشویی مقدار کمی از کاتیون‌های بازی خاک سطحی می‌گردد، باعث شده تغییرات pH و درصد آهک در این عرصه شدید نباشد و میزان این دو پارامتر اندکی بیش‌تر از کاربری باغ بادام گردد که براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل‌های ۹ و ۱۰) اختلاف میزان pH و درصد آهک خاک در این کاربری با کاربری باغ بادام و زمین زراعی معنی دار نیست ($P>0.01$). در کاربری باغ بادام (شکل‌های ۹ و ۱۰)، به‌دلیل بالابودن مقدار کربن آلی و وجود کمپکس‌های اسیدهای آلی و نیز بالا بودن تنفس میکروبی خاک که منجر به افزایش فشار گاز CO_2 در خاک می‌شود باعث شده میزان pH و درصد آهک خاک سطحی آن کمتر از کاربری زمین زراعی و مرتعی باشد. هانک و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تاثیر کاربری‌های مختلف در برزیل دریافتند، به‌دنبال کاهش کربن آلی در اثر تغییر کاربری اراضی pH و درصد آهک خاک افزایش یافته بود. مجتهدی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی چهار کاربری جنگل، باغ چای با توتستان با قدمت ۴۰ سال، باغ چای با قدمت ۴۰ سال و باغ چای با قدمت ۵۰ سال در حوزه لاهیجان، همچنین رمضانپور و رسولی (۱۳۹۵) در بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی (از جنگل به باغ چای) در شهرستان لنگرود گزارش دادند، با تبدیل کاربری جنگل به‌سایر کاربری‌ها، مقدار کربن آلی خاک کاهش و میزان آهک و pH خاک افزایش یافت و این افزایش در باغ چای با قدمت ۵۰ ساله نسبت به‌سایر تیمارها بیشتر بود. نتایج تحقیقات این محققین با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت دارد.

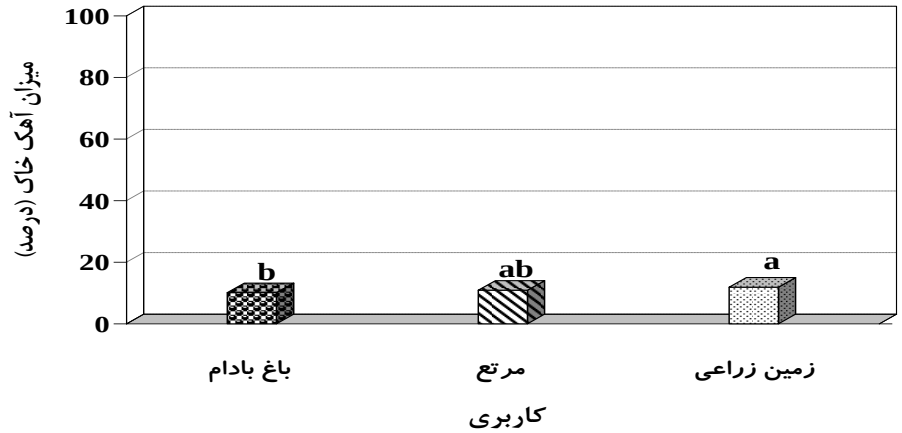
۸. تاثیر تغییر کاربری اراضی بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک (EC^{15})

مطابق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، تغییر کاربری اراضی بر میزان قابلیت هدایت الکتریکی عصاره ۱:۲ خاک‌های منطقه مطالعاتی موثر است ($P<0.01$). نتایج مقایسه میانگین میزان EC خاک در نتیجه تغییر کاربری اراضی در شکل (۱۱) نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود، اثر تغییر کاربری باغ بادام به زمین زراعی بر میانگین EC اندازه‌گیری شده دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد ($P<0.01$). ولی تفاوت معنی‌داری بین EC خاک زمین مرتع با باغ بادام و زمین زراعی مشاهده نشد ($P>0.01$). مقدار EC اندازه‌گیری شده در کاربری باغ بادام ۰/۵۲ دسی زیمنس بر متر بود که در اثر تغییر کاربری آن به زمین زراعی به ۰/۷۵ دسی زیمنس بر متر تغییر یافت، به‌عبارتی افزایشی برابر ۴۴ درصد در اثر تغییر کاربری باغ بادام به زمین زراعی مشاهده گردید (شکل ۱۱). احتمالاً این افزایش



شکل ۹. نتایج مقایسه میانگین pH در نتیجه تغییر کاربری اراضی

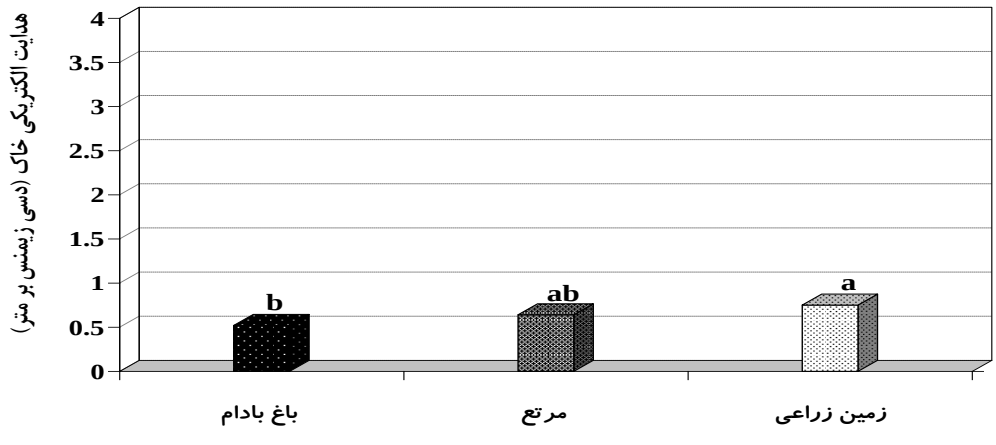
(حروف انگلیسی مشابه نشاندهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).



شکل ۱۰. نتایج مقایسه میانگین درصد آهک خاک در نتیجه تغییر کاربری اراضی

(حروف انگلیسی مشابه نشاندهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).

مقدار EC در زمین زراعی در اثر فعالیت‌های مدیریتی ازجمله کوددهی و نیز اضافه شدن کودهای حیوانی در اثر چرای دام و نیز کاهش ترکیبات آلی و معدنی محلول خاک که در اثر قطع درختان و فرسایش پس از آن حاصل شده به‌همراه اجرای عملیات خاک‌ورزی به وجود آمده است. در کاربری زمین مرتعی، کاهش عملیات کشت و کار به‌همراه بارش‌های سالیانه در طی مدت قرق که سبب آبشویی مقدار کمی از املاح خاک سطحی می‌شود، باعث شده تغییرات EC خاک در این عرصه شدید نباشد و میزان این پارامتر اندکی بیش‌تر از کاربری باغ بادام گردد که براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱۱) اختلاف میزان EC خاک در این کاربری با کاربری باغ بادام و زمین زراعی معنی‌دار نیست ($P>0.01$). در کاربری باغ بادام (شکل ۱۱)، به‌دلیل بالابودن پوشش و بقایای گیاهی موجود در روی خاک که منجر به کاهش دمای خاک و تبخیر از خاک سطحی می‌گردد باعث شده EC خاک سطحی این کاربری کمتر از کاربری زمین زراعی و مرتعی باشد. داتا و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه کاربری‌های مختلف اراضی شمال غربی هند بر برخی خصوصیات خاک نشان دادند، در همه کاربری‌ها مقدار EC خاک افزایش می‌یابد. غلامی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی تاثیر تغییر سه کاربری جنگل، مرتع و اراضی زراعی در منطقه بانه استان کردستان، آزادی و شاکری (۲۰۲۰) در مطالعه تغییر کاربری اراضی جنگل و مرتع به اراضی کشاورزی در منطقه چرام، کاکان و بهمئی استان کهگیلویه و بویراحمد و مولایی آرپناهی (۱۳۹۹) در بررسی تغییر کاربری جنگل بکر به زمین کشاورزی در منطقه بازفت استان چهارمحال و بختیاری گزارش کردند، در اثر تغییر کاربری جنگل به زمین کشاورزی هدایت الکتریکی و کربنات کلسیم معادل خاک به‌طور معنی‌دار افزایش یافته بود. این محققین نیز اظهار داشتند، قطع درختان جنگلی و تبدیل آن به زمین‌های زراعی عامل تخریب اکوسیستم‌های طبیعی بوده و موجب کاهش کیفیت خاک خواهد شد. نتایج این تحقیق از نتایج مطالعات فوق‌الذکر پیروی می‌کند.



شکل ۱۱. نتایج مقایسه میانگین EC خاک در نتیجه تغییر کاربری اراضی

(حروف انگلیسی مشابه نشاندهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک در عرصه‌های مطالعاتی دشت سامان تفاوت‌های معنی‌داری را در کاربری‌های مختلف از خود نشان می‌دهند. به‌طوری که تغییر کاربری باغ بادام به زمین زراعی، سبب کاهش ۵۴، ۵۶، ۱۲ و ۵۰ درصدی به‌ترتیب کربن آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، تخلخل و نفوذپذیری خاک و افزایش ۱۰،۵، ۴۴ و ۱۸ درصدی به‌ترتیب جرم مخصوص ظاهری خاک، pH، هدایت الکتریکی و درصد آهک خاک شده است. میزان تغییرات بوجود آمده در کاهش کیفیت خاک حاصل از تبدیل باغ بادام به اراضی زراعی تحت مدیریت‌های انسانی و نظام‌های مختلف بهره‌برداری بیانگر عدم موفقیت در مدیریت پایدار منابع خاک در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. مقایسه اراضی مرتعی با اراضی زراعی نشان داد، ایجاد قرق می‌تواند تاثیر شگرفی بر بازگشت کیفیت خاک به اراضی کشاورزی تحلیل رفته در اثر تخریب باغات بادام داشته باشد، به‌طوری که کربن آلی و پایداری خاکدانه‌ها در اراضی مرتعی نسبت به اراضی زراعی به‌طور متوسط ۵۰ درصد بیش‌تر بود. از بین پارامترهای مورد مطالعه شاخص کربن آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و جرم مخصوص ظاهری خاک به‌ترتیب قابل اعتمادترین شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی جهت بررسی کیفیت خاک برای منطقه مورد مطالعه می‌باشد. مقادیر میانگین این شاخص‌ها به‌عنوان حد بهینه برای کاربرهای فوق‌الذکر معرفی می‌گردد و از این رو می‌توانند معیاری برای انتخاب مدیریت‌های جایگزین و روش‌های مختلف خاک‌ورزی باشند. به‌عنوان نتیجه کلی، با توجه به حساس و شکننده بودن اکوسیستم‌های دشت سامان پیشنهاد می‌شود از تغییر کاربری اراضی باغی (قطع درختان بادام) و تبدیل این اراضی به زمین‌های زراعی در منطقه مطالعاتی خوداری شود. این رهنمود می‌تواند از سیر قهقرایی خاک‌های منطقه مطالعاتی که یکی از حساسترین عرصه‌های کشور به فرسایش می‌باشد، جلوگیری نماید. . البته عدم همراهی کشاورزان منطقه در تعییر کاربری اراضی مرتعی و باغی به اراضی زراعی مهمترین محدودیت در جهت رسیدن به اهداف این پژوهش است که این امر نیاز به آگاه‌سازی کشاورزان از طریق بخش ترویج و آموزش جهاد کشاورزی می‌باشد. همچنن پیشنهاد می‌شود در تحققات بعدی از تکنیک زمین آمار که تغییرات پارامترهای موردمطالعه و نیز فرآیندهای در حال انجام درمحیط خاک را دقیق‌تر نشان می‌دهد استفاده گردد.

Reference:

Abdoalmohamdi, M., Ildoromi, A. & Heshmati, M. (2021). The Effect of land use change on some physical and chemical properties of soil in the Halshi Watershed, Kermanshah. Journal of Geography and Planning, 25(75), 171-180. doi:10.22034/gp.2021.10902. [In Persian]

Apezteguia, H. P., Izaurralde, R. C. & Sereno, R. (2009). Simulation study of soil organic matter dynamics as affected by land use and agricultural practices in semiarid Cordoba, Argentina. Soil and Tillage Research, 102, 101–108. https://doi.org/10.1016/j.still.2009.07.016

Azadi, A. & Shakeri, S. (2020). Effect of various land uses on potassium forms and some soil properties in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province, Southwest Iran. Iran Agricultural Research, 39(1), 121-133. https://doi: 10.22099/iar.2020.36758.1387

Banai, M. H. (1998). Map of moisture and temperature regimes of Iran. Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran.

Bauer, A. & Black. A. L. (2018). Soil carbon, nitrogen and bulk density comparison in two cropland tillage systems after 25 years and in virgin grassland. Soil Science Society of America Journal, 45, 1166-1170. https://doi.org/10.2136/sssaj2018.03615995004500060032x

Birhanu, A., Masih, I., van der Zaag, P., Nyssen, J., & Cai, X. (2019). Impacts of land use and land cover changes on hydrology of the Gumara catchment. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 112, 165-174. https://doi.org/10.1016/j.pce.2019.01.006

Blake, G. R. & Hartge, K. (1986). Bulk density1. p. 363–375. A. Klute (ed.) Methods of soil Analysis physical and mineralogical methods (methodsofsoilan1). Part 1. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. Agronomy Journal, 54(5), 464-465.

Celik, I. (2017). Land use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research, 83(2), 270-277. https://doi.org/10.1016/j.still.2017.08.001

Dadashi, S., Qajar Spanalo, M. & Mirnia, S. Kh. (2019, April 4-5). The effect of organic fertilizers application on some physical properties of soil. 2th National Conference of Knowledge and Technology of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran, Tehran. https://civilica.com/doc/742862.

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. https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2015.01.006

Falahatkar, S., Hosseini, S.M., Salman Mahiny, A., Ayoubi, S. & Wang, S.G. (2015). Soil organic carbon stock as affected by land use/coverchanges in the humid region of northern Iran. Journal of Mountain Science, 11(2), 507-518. https://doi.org/10.1007/s11629-013-2645-1

Gholami, L., Davari, M., Nabiollahi, K. & Joneidi Jafari, H. (2016). Effect of land use changes on some soil physical and chemical properties (case study: Baneh). Journal of Water and Soil Resources Conservation (WSRCJ), 5(3), 13-27. [In Persian]

Ghorbani, H., Kashi, H. and Hafezimoghadas, N. (2014). The Effect of Rangeland Change to Agriculture on Some Physical and Chemical Properties of Soils in Golestan Province. Soil Management Journal, 2(3), 49-58. [In Persian]

Hasanei, D. (2016). Instructions for planting, growing and harvesting almonds, walnuts and hazelnuts. Publications Ministry of Agricultural Jehad, Deputy Director of Horticulture Affairs, Cold and dried fruits office. 73pp. https://www.tehran-agri.ir

Hunke, P., Roller, R., Zeilhofer, P., Schröder, B. & Mueller, E. N. (2015). Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil. Geoderma Regional, 4, 31-43. https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2014.12.001

SPSS Inc. Released (2009). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago: SPSS Inc.

Islam, K.R. & Weil, R.R. (2000). Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. Agriculture, Ecosystems and Environment, 79(1), 9-16. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00145-0

Kamper, W. D. & Rosenau, R. C. (1986). Aggregate stability and size distribution, pp: 425-442. In: Klute, A., (Ed.), Method of Soil Analysis, part1. Soil Science Society of American Madison, Wisconsin.

Karlen D. L., Ditzier C. A. & Andrews, S. S. (2013). Soil quality: why and how? Geoderma, 114(3-4). 145-156. https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00039-9

Kavdir,Y.,Ozcan, H., Ekinci, H. & Yigini, Y. (2004). The influence of clay content , organic carbon and land use types on soil aggregate stability and tensile strength. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28(3),155-162.

Kettler, T. A., Lyon, D. J. Doran J. W. Powers, W. L. & Stoup, W. W. (2007). Soil quality assessment after weed-control tillage in a no-till wheat-fallow cropping system. Soil Science Society of America Journal,. 64, 339-346. https://doi.org/10.2136/sssaj2000.641339x

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. Journal of Mountain Science, 6(2), 197–204. doi:10.1007/s11629-009-1037-z

Liu, M. Y., Chang, Q. R ,. Qi, Y. B., Liu, J. & Chen, T. (2014). Aggregation and soil organic carbon fractions under different land uses on the tableland of the Loess Plateau of China. Catena, 115, 19- 28. https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.11.002

Maia, S. M. F., Ogle, S. M., Cerri, C. C. & Cerri, C. E. P. (2010). Changes in soil organic carbon storage under different agricultural management systems in the Southwest Amazon Region of Brazil. Soil and Tillage Research, 106, 177–184. https://doi.org/10.1016/j.still.2009.12.005

Mairura F. S., Mugendi D. N., Mwanje J. I., Ramisch J. J., Mbugu P. K. & Chianu J. N. (2017). Integrating scientific and farmers evaluation of soil quality indicators in central Kenya. Geoderma.. 139(1-2), 134-143. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.01.019

Mc-Lean, E.O. (1982). Soil pH and Lime requirement. p. 199-224. In Black, C.A. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA

Mirlohi, A., Hajabbasi, M. A. & Sadrarhami, M. (2010). Tillage effects on some physical properties of soil and Maize yield in Lavark Research Farm. Journal of Crop Production and Processing, 3(3), 13-24. doi: 20.1001.1.22518517.1378.3.3.1.6 [In Persian]

Mohammadi, J., Raeisi Gahrooee, F. (2014). Fractal description of the impact of long-term grazing exclusion on spatial variability of some soil chemical properties. Journal of Crop Production and Processing, 7(4), 25-37, doi: 20.1001.1.22518517.1382.7.4.3.8 [In Persian]

Molaei Arpnahi, M., Salehi, M.H., Karimian Eghbal, M., Mosleh, Z. (2020). Effect of land-use change on some physical and chemical indices of soil quality in the Bazoft Region, (Chaharmahal-Va-Bakhtiari Province). Journal of Water and Soil, 34(3), 707-720. doi: 10.22067/jsw.v34i3.84914 [In Persian]

Molla, E., Getnet, K. & Mekonnen, M. (2022). Land use change and its effect on selected soil properties in the northwest highlands of Ethiopia. Heliyon, 8(8), e10157. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10157

Mojadadi, H., Jalali, A. M., Smailpour, S., Bahmanyar, M. A. (2014). The effects of land use change of forests on chemical properties of soil. Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 97,1-6. doi: 10.22092/WMEJ.2014.106142. [In Persian]

Mojtahedi, M. R., & NikNohad Qarmakh, H. (2014, February 27). The effect of changing the use of pasture land on some physical and chemical properties of soil. Proceedings of the 1th National Conference on Natural Resources Management. Kavus Dome University, Golestan province, Iran. https://sid.ir/paper/884137/fa.

Nelson, D. W. & L. E. Sommers. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter. pp. 539-579. In: Page, A. L. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, second ed. Agronomy Monographs, 9 ASA- SSA, Madison, Wl.

Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. 1982. Methods of soil analysis, American Society of Agronomy. Madison Wisconsin USA. 1159.

Plan and budget organization. 1985. Project for expansion of Chaharmahal Bakhtiari province, the last report, soil and earth segment, second volume, 9-48.

Rabbanizadeh, K. (2022). Agricultural statistics, Third Volume, Report of Horticultural and Greenhouse Products, Publications Ministry of Agricultural Jehad, Deputy of Statistics, Information and Communication Technology Center. https://www.maj.ir

Ramezanpour, H. & Rasooli, N. (2017). Effects of land use changes and parent materials on some soil properties in Guilan Province. Iranian Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), 29(2), 221-231. doi: 10.22092/ijsr.2015.102215. [In Persian]

Sadeghi mianrodi, M., Moezi, A., Gholami, A., Babaei-nejad, T. & Panahpur, E. (2022). Effects of land-use changes on soil physical characteristics and nutrients in northern Khuzestan. Agricultural Engineering., 44(4), 381-397. doi: 10.22055/AGEN.2022.39468.1622. [In Persian]

Salehi, M. H., Hosseinifard, S. J., Rafiolhossaini, M. (2014, January 12-14).The effect of different land uses on some soil quality indices in Zagros region,Iran. Proceeding of 1th International Conference on Human Impacts on Soil Quality, Isfahan, Iran.

Shakeri, S., & Azadi, A. (2022). The effect of land use change on chemical forms and availability of iron and manganese in arid and semi-arid region of southwestern Iran. Desert, 27(1), 69-80. doi: 10.22059/jdesert.2022.88510

Shokouhi, S., Hashemi Majd, K., Darvishpour, S., & Jamaati Samrin, Sh.(2013, August 21-22). The effect of three types of organic fertilizers on some physical and chemical properties of soil in Ardabil. 2th National Conference of Organic and Conventional Agriculture, Ardabil. https://civilica.com/doc/271954

Su, Y.Z., Zhao, H. L., Zhang, T. H., and Zhao, X. Y.(2004.) Soil properties following cultivation and non-grazing of a semi-arid sany grassland in northern China. Soil and Tillage Research, 75, 27-36. https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00157-0

Tavakoli, M., Raiesi, F. & Salehi, M. H. (2008). Evaluation of selected soil quality indicators in almond orchard located on north and south-facing slopes in Saman region, Shahrekord. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources,15(3), 31-43. [In Persian]

Wang, H., Dong, Y. H., Li, D. C., Velde, B., An, Q., Guo, Z. X. & Zuo, Q. D. (2020). Evolution of soil chemical properties in the past 50 years in the Tai Lake Region, China. Soil & Tillage Research, 100(1-2), 54–59. https://doi.org/10.1016/j.still.2020.04.010

Wu, R., & Tiessen, H.(2012). Effect of land use on soil degradation in alpine grassland soil, China. Soil Science Society of America Journal, 66(5), 1648-1655. https://doi.org/10.2136/sssaj2002.1648

Zolfaghari, A. A. & Hajabassi, M. A. (2009). The effects of land use change on physical properties and water repellency of soils in Lordegan forest and Freidunshar pasture. Journal of Water and Soil (Agricultural Science and Technology), 22(2), 251-262. doi:10.22067/jsw.v0i22.1021. [In Persian]

یادداشت ها

[1] *Islam and Weil*
[2] *Kettler*
[3] *Apezteguia*
[4] *Liu*
[5] *Hunk*
[6] *Celik*
[7] *mesic*
[8] *xeric*
[9] *Mean Weight Diameter (MWD)*
[10] *Crumb*
[11] *Wu and Tiessen,*
[12] *Kavdir*
[13] *Maia*
[14] *Su*
[15] *Electrical Conductivity (EC)*