

# Effect of land use change on some physical and chemical properties of soils in the northern half of Fars province

## ABSTRACT

One of the challenges of recent centuries is food security, which results from population growth. Land management changes can adversely affect soil properties, leading to irreparable damage in the future. Therefore, it is important to investigate the effects of land use changes to improve land management practices. This study aimed to investigate the effect of land use change on physical and chemical properties of 300 completely random samples collected from four land uses of forest, agriculture, poor pasture, and strong pasture in Fars province. The results showed that land use changes affected the studied properties. The highest organic matter (3.45%) and the mean weight diameter (2.2 mm) were obtained in the forest and agricultural land uses, respectively, with good plant cover, which can be due to more input and less output of organic matter in these land uses. Also, in these lands, the pH of the soils has decreased due to the exudation of organic acids from the roots of the plants, and the highest pH value (8.39) was observed in the poor pasture land use. Bulk density was not significantly different among the studied land uses. However, in the poor pastures due to the destruction of aggregate and excessive livestock grazing, the apparent density was 5% higher than that of the other three land uses. Overall, as land use shifted from forest to strong pasture, the soil quality decreased due to the loss of plant cover in poor pastures. Therefore, consistent soil monitoring is essential for making appropriate decisions about the future of soil management against land use change.

**Keywords:** Bulk Density, Soil quality, Electrical conductivity, Mean weighted diameter, Organic matter.

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Land use change has an impact on the physical and chemical characteristics of the soil. This issue can affect soil destruction and erosion. Considering the planting of non-agricultural lands with population growth and the need for more access to food resources, it is necessary to investigate the effects of land use change on the physical and chemical characteristics of the soil. In other words, management systems can have direct effects on soil properties. Therefore, this research was conducted to investigate the impact of land use change on some physical and chemical properties of soil and to provide useful knowledge for land management in the future.

### Materials and Methods

Soil samples were collected from 300 points in the northern half of Fars province and from a depth of 0 to 30 cm in four land uses: forest, agriculture, strong pasture, and poor pasture. A part of the soil of each sample was passed through a 2 mm sieve and the other part of each sample was passed through an 8 mm sieve to measure common physicochemical characteristics. The data were analyzed using SPSS version 27.0.1 software in a completely randomized design. Mean comparison was also done using Duncan's multiple range test to evaluate the difference in the mean values of soil characteristics among the studied land uses. The normality of the data was also done using the Kolmogorov-Smirnov test.

### Results and Discussion

Results showed that the percentage of sand, silt, and clay in different uses has significant differences. The mean value of sand in poor pasture land was less than the other land uses. The highest amount of silt was obtained in agricultural lands and the lowest amount was obtained in poor pasture lands. The highest and lowest amount of clay was obtained in agricultural lands and poor pastures, respectively. The highest and lowest mean weight diameters of soil particles were observed in agricultural lands and poor pastures, respectively, and they were significantly different from each other. The mean weight diameter of soil aggregates in forest land use was higher than that of strong pasture lands, although no significant difference was observed between these land uses. Different land use did not have a significant effect on the bulk density of the soil, although the highest value of the bulk density was obtained in the poor pastures and the lowest value was obtained in the lands with good plant cover. The poor pasture soils showed the highest pH value, which had a significant difference with the three land uses of strong pasture, agriculture, and forest. While there was no statistically significant difference between soil pH values in the strong pasture, agriculture, and forest land uses. There is a significant difference between the electrical conductivity of the soil in the studied land uses. So that the highest amount of EC was observed in the soils of poor pastures and the lowest amount was observed in strong pastures. Also, agricultural lands had higher electrical conductivity compared to the forest. Land use has a significant effect on the amount of soil organic matter so that the highest amount of organic matter was observed in forest lands and the lowest amount of organic matter was observed in poor pasture lands. However, no statistically significant difference was observed between organic matter in the pasture and agricultural land uses.

## **Conclusions**

The results showed that land use affects the physical and chemical characteristics of the soils in such a way that the amount of organic matter and the mean weight diameter of aggregates are higher in lands with better plant cover, which is due to the effect of plants on the creation of stable soil aggregate. Forest lands have a high potential for carbon sequestration in the soil, which can increase the stabilization and retention of carbon in the soil and thus prevent the release of carbon in the form of carbon dioxide into the atmosphere and reduce greenhouse gases and global warming. In agricultural lands, due to the use of fertilizers, lack of irrigation, and lack of drainage, the electrical conductivity is higher than in the other land uses. Also, in lands with appropriate plants, the pH of the soils has decreased due to the exudation of organic acids from the roots of the plants, and the highest pH value (8.39) was observed in the poor pasture land use. In general, investigating the effect of the type and land use change on soil characteristics can create a vision of the future of soils and the type of management required, which will help make decisions for the best possible management of soils and their preservation and protection.

## **Author Contributions**

Conceptualization, A.A.M., M.Z. and M.A.N.; methodology, Z.Z. and A.A.M.; software, Z.Z.; validation, A.A.M., Z.Z., M.Z., and M.A.N.; formal analysis, Z.Z.; investigation, A.A.M., Z.Z., M.Z., and M.A.N.; resources, A.A.M.; data curation, Z.Z.; writing-original draft preparation, Z.Z.; writing-review and editing, A.A.M., Z.Z., M.Z., and M.A.N.; visualization, A.A.M., Z.Z., M.Z., and M.A.N.; supervision, A.A.M.; project administration, A.A.M.; funding acquisition, A.A.M.

All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

## **Data Availability Statement**

Data is available on reasonable request from the authors.

## **Acknowledgments**

The authors would like to thank Shiraz University for providing all the needed facilities.

## **Ethical considerations**

The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

## **Conflict of interest**

The author declares no conflict of interest.

# اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های نیمه شمالی استان

## فارس

### چکیده

با توجه به روند رو به رشد جمعیت، تغییر کاربری یکی از چالش‌های قرن اخیر برای ایجاد امنیت غذایی می‌باشد. مدیریت نادرست اراضی می‌تواند بر ویژگی‌های خاک اثر مخربی داشته باشد به طوری که این امر در آینده می‌تواند خسارت جبران‌ناپذیری بر خاک وارد سازد. بنابراین بررسی اثرات تغییر کاربری برای مدیریت بهتر اراضی اجتناب‌ناپذیر است. در این پژوهش با هدف بررسی اثر تغییر کاربری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها، ۳۰۰ نمونه کاملاً تصادفی از چهار کاربری جنگل، کشاورزی، مرتع فقیر و مرتع قوی استان فارس جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد تغییر کاربری بر ویژگی‌های مورد بررسی تأثیر داشته است به طوری که بیشترین میزان ماده آلی (۳/۴۵ درصد) و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (۲/۲ میلی‌متر) به ترتیب در کاربری‌های جنگل و کشاورزی با پوشش گیاهی خوب به دست آمد که این امر می‌تواند به دلیل ورودی بیشتر و خروجی کمتر مواد آلی در این اراضی باشد. همچنین در این اراضی پهاش خاک به دلیل ترشح اسیدهای آلی از ریشه گیاهان کاهش یافته است و بیشترین مقدار پهاش در کاربری مرتع ضعیف به میزان ۸/۳۹ مشاهده شد. چگالی ظاهری در بین کاربری‌های مورد مطالعه تفاوت معناداری نداشت. اگرچه در مراتع ضعیف به دلیل تخریب خاکدانه‌ها و چرای بی‌رویه دام‌ها چگالی ظاهری از سه کاربری دیگر به میزان ۵ درصد بیشتر بود. به طور کلی با تغییر کاربری از جنگل و مراتع قوی به سمت از بین رفتن پوشش گیاهی در مراتع ضعیف، کیفیت خاک تنزل پیدا کرده است بنابراین برای تصمیم‌گیری در مورد آینده هر خاک با تغییر کاربری، پایش خاک ضروری می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** چگالی ظاهری، کیفیت خاک، قابلیت هدایت الکتریکی، ماده آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

### مقدمه

استفاده و مدیریت ناصحیح از منابع اراضی یک چالش اساسی و جهانی برای امنیت غذایی و پایداری اکوسیستم شناخته می‌شود (Ebabu et al., 2020). تغییر کاربری اراضی تأثیر جدی بر میزان ماده آلی و دیگر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گذارد. به طوری که امروزه بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک در حوزه‌های آبخیز یکی از موضوعات مهم و مورد توجه پژوهشگران می‌باشد (پيچند، ۱۳۹۶). مطالعات نشان داده تغییر در کاربری اراضی می‌تواند سبب تغییر در ویژگی‌های شیمیایی (Zahedifar, 2017)، فیزیکی (Akinde et al., 2020) و هیدرولیکی (Mozaffari et al., 2021, 2022) شود که این موضوع می‌تواند بر تخریب و فرسایش خاک اثر داشته باشد (Zahedifar, 2023a, 2023b). (Sainepo et al. (2018) در پژوهشی به بررسی اثرات کاربری اراضی بر میزان کربن و نیتروژن خاک در منطقه‌ای در اتیوپی پرداختند و نتایج آنان نشان داد بیشترین مقدار کربن آلی و نیتروژن در اراضی مرتعی مشاهده شد. (Bogheri et al. (2016) به بررسی اثر کاربری اراضی با بررسی برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در شهرستان بافت به این نتیجه رسیدند که افزایش معناداری به میزان ۰/۳۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب در جرم مخصوص ظاهری خاک تحت چرای شدید در مقایسه با چرای متوسط و اراضی بدون چرا دیده شد و تفاوت معنی‌داری بین این ویژگی در اراضی تحت چرای متوسط و بدون چرا مشاهده نشد. (Gholami et al. (2016) در منطقه مطالعاتی بانه استان کردستان تأثیر سه کاربری مرتع، جنگل و اراضی زراعی را بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ارزیابی نموده و نتیجه گرفتند که اثر این کاربری‌ها بر درصد شن، سیلت و رس معنی‌دار نبوده در حالی که تغییر کاربری اراضی سبب افزایش جرم مخصوص ظاهری، کاهش تخلخل، کاهش هدایت هیدرولیکی خاک و کاهش پایداری خاکدانه‌ها شده است. (Vahabzadeh et al. (2016) بیان کردند جرم مخصوص ظاهری، پهاش و میزان درصد شن خاک در اراضی مرتعی و زراعی نسبت به کاربری جنگل در حوزه آبخیز کفترگار شهرستان بهشتر بیشتر بوده و تخلخل خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد سیلت و رس در کاربری جنگل نسبت به دو کاربری دیگر بیشتر می‌باشد. همچنین فرسایش‌پذیری

خاک به دلیل کاهش پوشش گیاهی، ماده آلی خاک، تخریب ساختمان آن و پایداری خاکدانه‌ها طی تغییر کاربری جنگل حدود ۵/۱ برابر افزایش داشت. (Ebrahimi et al. (2016 با بررسی تغییر کاربری مرتع به کشاورزی بر خاصخیزی خاک در منطقه تفتان به این نتیجه رسیدند تغییر کاربری اراضی تاثیر معنی داری بر نیتروژن، فسفر و کربن آلی خاک دارد به طوری که این ویژگی‌ها در اراضی زراعی در مقایسه با مرتع بیشتر بوده اما تغییر کاربری منجر به افزایش شوری و کاهش کربنات کلسیم شده است. حیدری و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعات تغییر کاربری اراضی در منطقه سراب بادیه کرمانشاه نتیجه گرفتند در بین ویژگی‌های فیزیکی خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بیشتر از سایر ویژگی‌های فیزیکی خاک تحت تاثیر قرار گرفته به نحوی که با تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی به میزان ۱۵/۴ درصد کاهش یافت. عبدالمحمدی و همکاران (۱۳۹۹) اظهار داشتند تغییر کاربری مرتع و جنگل بیشترین تاثیر را بر ویژگی‌های خاک داشته و پایداری خاکدانه‌ها و کربن آلی در کاربری جنگل بیشترین تفاوت را ایجاد کرده که بیانگر این است که تغییر کاربری اراضی از جنگل و مرتع به کشاورزی می‌تواند با تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، موجب کاهش کیفیت، مواد غذایی و افزایش تخریب خاک شود.

با توجه به زیر کشت رفتن اراضی غیرکشاورزی با رشد جمعیت و نیاز به دسترسی بیشتر به منابع غذایی، لزوم بررسی اثرات تغییر کاربری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محسوس است. به عبارتی روش‌های مدیریتی می‌تواند اثرات مستقیمی بر ویژگی‌های خاک داشته باشند. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه مدونی در ارتباط با اثر نوع کاربری بر ویژگی‌های خاک در بخش‌های شمالی استان فارس که بخش قابل توجهی از مساحت استان را تشکیل می‌دهند انجام نشده است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی اثرات تغییر کاربری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در بخشی از خاک‌های آهکی استان فارس که یکی از استان‌های پیشرو کشاورزی ایران است و در تولید غلات از جمله گندم در رتبه‌های نخست قرار دارد، انجام شده است تا بتواند دانش مفیدی برای مدیریت اراضی در آینده در اختیار قرار دهد.

## مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در استان فارس با مختصات جغرافیایی  $27^{\circ} 0' 00''$  تا  $32^{\circ} 0' 00''$  طول شمالی و  $51^{\circ} 0' 00''$  تا  $55^{\circ}$  عرض شرقی واقع شده است. میزان بارندگی منطقه مورد مطالعه از  $44/7$  تا  $289/8$  میلی‌متر و با میانگین بلندمدت سالیانه  $94/5$  میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه  $19/4$  درجه سلسیوس می‌باشد. این استان دارای سه بخش اقلیمی است: شمال و شمال غرب دارای آب و هوای کوهستانی با باران و برف فراوان و جنگل‌های تنک با گونه‌های *Juniperus*، *Ficus johannis*، *Amygdalus scoparia*، *Pistacia atlantic* و *Crataegus azarolu*، مناطق مرکزی با زمستان معتدل و تابستان گرم و خشک با پوشش گیاهی *Glycyrrhiza glabra*، *Alhagi camelorum*، *Acanthophyllum sp*، *Gundolia sp*، *Achillea*، *santolina* و *Prangos erulacea* جنوب و جنوب شرقی که دارای زمستان معتدل و تابستان بسیار گرم و با پوشش گیاهی *Artemisia sieberi*، *Astragalus tamarix sp*، *Peganum harmala* و *Glycyrrhiza glabra* است و بیشتر مناطق شور استان در این بخش قرار دارد (حاتمی و همکاران، ۱۳۹۶). مساحت کل جنگل‌ها و مراتع  $9803273$  مترمربع است که  $860000$  مترمربع آن شامل مراتع استپی، نیمه استپی و نیمه بیابانی، کوه‌های مرتفع، جنگل‌های خشک و مراتع شور است. اراضی کشاورزی آن به طور عمده تحت کشت جو و گندم می‌باشد.

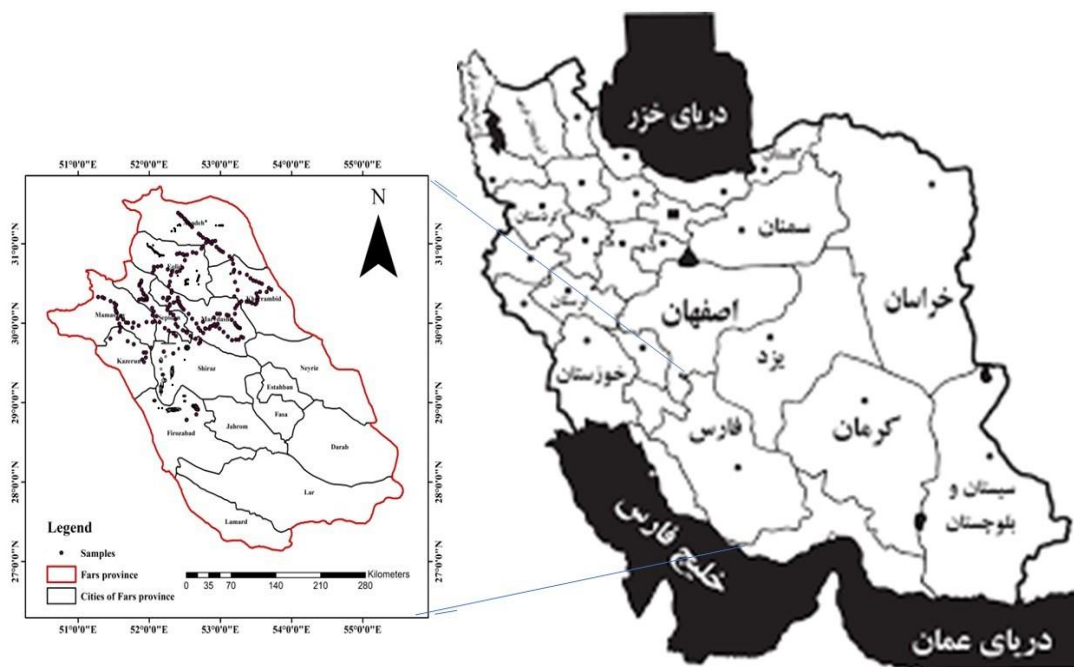
## نمونه برداری و اندازه گیری‌های آزمایشگاهی

نمونه‌های خاک از ۳۰۰ نقطه شهرستان‌های شمالی استان فارس (آباد، اقلید، خرم‌بید، بوانات، پاسارگاد، مرودشت، سپیدان، رستم، ممسنی، کازرون، شیراز، مرودشت، ارسنجان، زرقان، کوار) و از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در چهار کاربری اراضی جنگل، کشاورزی، مرتع قوی و مرتع ضعیف جمع‌آوری شدند (قوی و ضعیف بودن مراتع بر اساس میزان پوشش گیاهی تعیین شدند به طوری که مراتع دارای کمتر از ۲۰ درصد پوشش گیاهی در دسته مراتع ضعیف و مراتع با پوشش گیاهی بیشتر از ۶۰ درصد در دسته مراتع قوی قرار گرفتند). در هر نقطه نمونه‌برداری، چهار نمونه فرعی جمع‌آوری و با یکدیگر مخلوط شدند تا نمونه مرکب ۲ کیلوگرمی به دست آمد. نمونه‌ها در کیسه پلاستیکی قرار داده شده و بعد از برچسب‌گذاری به آزمایشگاه منتقل و برای تجزیه و انجام اندازه‌گیری‌ها، هوا خشک شدند. بخشی از خاک هر نمونه برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی رایج از الک ۲ میلی‌متری و بخش دیگر هر نمونه برای بررسی وضعیت خاکدانه‌ها از الک ۸ میلی‌متری عبور داده شد. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک‌ها با استفاده از روش‌های استاندارد متداول به شرح جدول ۱ اندازه‌گیری شدند.

**جدول ۱- روش‌های آزمایشگاهی مورد استفاده برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مورد مطالعه**

| منابع                   | روش مورد استفاده                     | ویژگی مورد بررسی                     |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Klute, 1986             | هیدرومتر                             | بافت خاک                             |
| Page et al., 1982       | اکسیداسیون تر                        | ماده آلی                             |
| McLean, 1982            | په‌هاش متو یا الکتروود شیشه‌ای اشباع | په‌هاش در خمیر اشباع                 |
| Blacke and Hartge, 1986 | روش کلوخه                            | چگالی ظاهری                          |
| Kamper et al., 1986     | هدایت سنج الکتریکی                   | قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع |
| Page et al., 1992       | الک خشک                              | میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها          |

نقشه منطقه مورد مطالعه به همراه موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه به همراه موقعیت نقاط نمونه برداری شده در نیمه شمالی استان فارس

## تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۷,۰,۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) برای ارزیابی اثر کاربری‌ها بر ویژگی‌های خاکی مورد مطالعه انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ برای ارزیابی تفاوت میانگین مقادیر ویژگی‌های خاک در بین کاربری‌های مورد مطالعه انجام شد. نرمال بودن داده‌ها نیز پیش از انجام آنالیزهای آماری، با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام شد.

## نتایج و بحث

### توزیع اندازه ذرات خاک

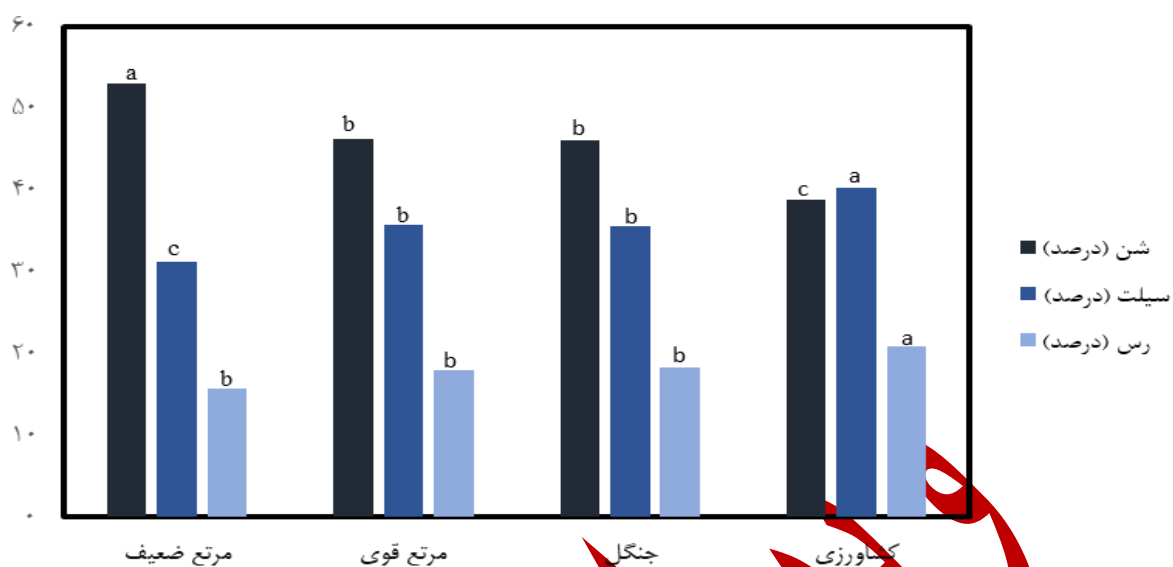
نتایج نشان داد درصد شن، سیلت و رس در کاربری‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (جدول ۲) به طوری که میانگین درصد شن در اراضی مرتع ضعیف ۱۱/۵۳ درصد است و در اراضی مرتع قوی، جنگل و کشاورزی به ترتیب به مقدار ۴۶/۳، ۴۶/۱ و ۳۸/۸ درصد افزایش یافته است. اگر چه بین سه کاربری اخیر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. نتایج همچنین نشان داد بیشترین میزان سیلت در اراضی کشاورزی و کمترین مقدار در اراضی مرتعی ضعیف به دست آمد. میزان سیلت در اراضی جنگلی بیشتر از مراتع قوی بود ولی بین آنها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین و کمترین مقدار رس با مقادیر ۲۰/۸ و ۱۵/۷ درصد به ترتیب در اراضی کشاورزی و مراتع ضعیف به دست آمد هر چند میزان رس بین سه کاربری مرتع ضعیف و قوی و جنگل از نظر آماری تفاوت معنی‌داری

نداشت. مولائی آرپناهی و همکاران (۱۳۹۹) بیان کردند تاثیر کاربری‌های خاک بر اجزای بافت خاک می‌تواند به دلیل وجود پوشش گیاهی و بازگشت آنها به خاک، چرای دام و عملیات کشاورزی باشد. به‌طوری که هرچه میزان تخریب خاکدانه‌ها کاهش یابد پایداری بیشتر شده و در نتیجه آبشویی و انتقال ذرات ریز کاهش و میزان رس افزایش می‌یابد. در این پژوهش احتمالاً به دلیل استفاده از کودهای دامی و افزایش بازگشت بقایا به خاک و تشدید فعالیت‌های زیستی در نتیجه فعالیت ریشه گیاهان در اراضی دارای پوشش گیاهی مناسب، فرایندهای خاکسازي و تشکیل رس‌ها افزایش یافته و در نتیجه میزان رس در خاک‌های تحت کشت در مقایسه با سایر کاربری‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر است. صادقی میانرودی و همکاران (۱۴۰۰) نیز بیان کردند با تغییر کاربری اراضی از اراضی کشت‌نشده به مزارع تحت کشت نیشکر مقدار شن خاک کاهش یافته و بافت از خاک‌های درشت‌بافت به سمت ریزبافت تغییر یافته است. نتایج مطالعات لندی و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان داد کشت اراضی در مقایسه با اراضی بایر سبب تغییر بافت شده و بر ریزترشدن آن تاثیر می‌گذارد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در انواع مختلف کاربری اراضی مورد مطالعه

| ویژگی                              | مجموع<br>مربعات (SS) | درجه آزادی<br>(DF) | میانگین مربعات<br>(MS) | پارامتر F           |
|------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|---------------------|
| شن (درصد)                          | ۷۱۶۶/۸۴۹             | ۳                  | ۲۳۸۸/۹۵۰               | ۱۴/۱۸۱ **           |
| سیلت (درصد)                        | ۳۹۴۲/۶۷۹             | ۳                  | ۹۸۰/۸۹۳                | ۱۰/۳۶۹ **           |
| رس (درصد)                          | ۹۱۶/۵۳               | ۳                  | ۳۰۵/۵۱۳                | ۵/۳۱۱ **            |
| چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب) | ۰/۱۲۷                | ۳                  | ۰/۰۶۰                  | ۱/۳۶۷ <sup>ns</sup> |
| میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (mm)   | ۲/۴۷۸                | ۳                  | ۰/۸۲۶                  | ۲/۰۷۹ *             |
| پهناش                              | ۰/۹۳۷                | ۳                  | ۰/۳۱۲                  | ۶/۱۱۸ **            |
| قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)       | ۰/۲۶۱                | ۳                  | ۰/۰۸۷                  | ۲۴/۱۵۵ **           |
| ماده آلی (درصد)                    | ۱۵۷/۰۸۳              | ۳                  | ۵۲/۳۶۱                 | ۳۱/۶۱۷ **           |

\*, \*\*, و ns به ترتیب معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌داری را نشان می‌دهد. ویژگی‌های پهناش در خمیر اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره خمیر اشباع اندازه‌گیری شدند.



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین توزیع اندازه ذرات شن، سیلت و رس در کاربری‌های مختلف (در مورد هر ویژگی، میانگین‌های دارای حروف یکسان، از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن، در سطح ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند).

جدول ۳- خلاصه آماری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف

| مرتفع قوی (N=۶۶) |        |         |              | مرتفع ضعیف (N=۵۶) |        |         |              | ویژگی‌های خاک                    |
|------------------|--------|---------|--------------|-------------------|--------|---------|--------------|----------------------------------|
| کمینه            | بیشینه | میانگین | انحراف معیار | کمینه             | بیشینه | میانگین | انحراف معیار |                                  |
| ۷/۵۲             | ۸/۷۵   | ۸/۲۴    | ۰/۲۳         | ۷/۷۱              | ۹/۰۵   | ۸/۳۹    | ۰/۲۴         | پهاش                             |
| ۰/۱۲             | ۰/۲۹   | ۰/۱۹    | ۰/۰۳         | ۰/۱۸              | ۰/۴۵   | ۰/۲۸    | ۰/۱۰         | قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)     |
| ۱/۳۱             | ۲/۵۹   | ۱/۹۱    | ۰/۳۴         | ۰/۳۱              | ۳/۲۴   | ۱/۶۴    | ۰/۵۶         | ماده آلی (درصد)                  |
| ۲۲/۸             | ۷۹/۷   | ۴۶/۳    | ۱۲/۲         | ۱/۲۹              | ۸۳/۷۱  | ۵۳/۱۱   | ۱۵/۶         | شن (درصد)                        |
| ۸                | ۵۰     | ۳۵/۶۷   | ۸/۹۶         | ۰                 | ۵۵     | ۳۱/۱۸   | ۱۰/۹         | سیلت (درصد)                      |
| ۲/۳۶             | ۴۴/۲۹  | ۱۸/۰۳   | ۶/۷۳         | ۶/۴               | ۴۴     | ۱۵/۷۴   | ۷/۲۹         | رس (درصد)                        |
| ۱                | ۲/۱۳   | ۱/۵۶    | ۰/۲۴         | ۰/۹۱              | ۰/۵۲   | ۱/۶۱    | ۰/۳۱         | چگالی ظاهری (g/cm <sup>3</sup> ) |
| ۰/۶۴             | ۳/۳۶   | ۲/۰۸    | ۰/۵۸         | ۰/۷۴              | ۳/۱    | ۱/۹۵    | ۰/۶          | میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (mm) |

جدول ۳- ادامه

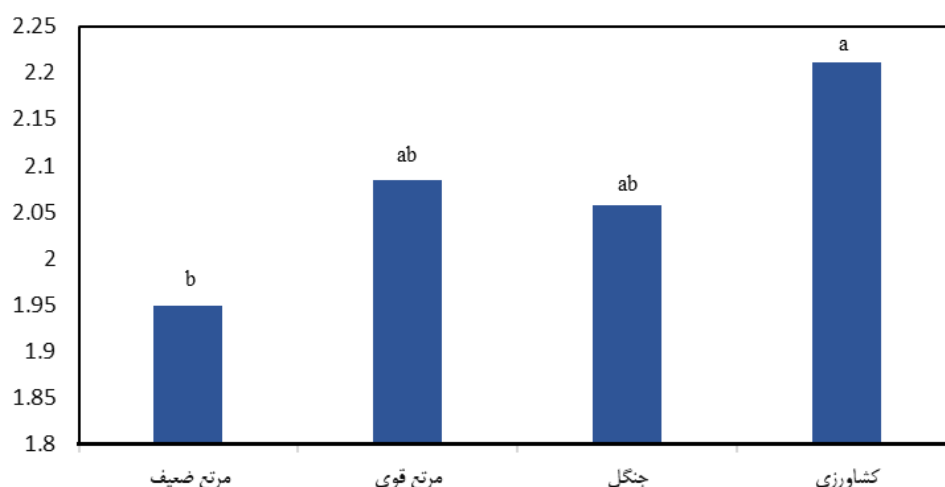
| مرتفع قوی (N=۸۷) |        |         |              | جنگل (N=۹۱) |        |         |              | ویژگی‌های خاک                    |
|------------------|--------|---------|--------------|-------------|--------|---------|--------------|----------------------------------|
| کمینه            | بیشینه | میانگین | انحراف معیار | کمینه       | بیشینه | میانگین | انحراف معیار |                                  |
| ۷/۶۵             | ۸/۷۴   | ۸/۲۵    | ۰/۲۳         | ۷/۶         | ۸/۷۲   | ۸/۲۴    | ۰/۲۳         | پهاش                             |
| ۰/۱۸             | ۰/۴۷   | ۰/۲۶    | ۰/۰۷         | ۰/۱۸        | ۰/۳۳   | ۰/۲۳    | ۰/۰۴         | قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)     |
| ۰/۶۲             | ۴/۴۴   | ۲/۰۷    | ۰/۷۱         | ۰/۵۶        | ۹/۵۲   | ۳/۴۵    | ۲/۱۶         | ماده آلی (درصد)                  |
| ۱۰/۸             | ۷۵/۷   | ۳۸/۹    | ۱۴           | ۱۹/۶        | ۸۲/۸   | ۴۶/۱    | ۱۰/۶         | شن (درصد)                        |
| ۱۴               | ۶۲     | ۴۰/۳    | ۱۰/۶         | ۱۲          | ۶۴     | ۳۵/۶۳   | ۸/۵۳         | سیلت (درصد)                      |
| ۸/۲۹             | ۵۶/۲   | ۲۰/۷    | ۸/۸۱         | ۳/۲۲        | ۴۹/۶   | ۱۸/۳    | ۷/۰۷         | رس (درصد)                        |
| ۱/۱۰             | ۲/۶۶   | ۱/۵۸    | ۰/۲۵         | ۱/۱۵        | ۱/۹۵   | ۱/۶۳    | ۰/۱۹         | چگالی ظاهری (g/cm <sup>3</sup> ) |
| ۰/۷۲             | ۴/۵۱   | ۲/۲۱    | ۰/۷۱         | ۰/۴۸        | ۳/۷۳   | ۲/۰۶    | ۰/۶          | میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (mm) |

### میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)

نتایج نشان داد بیشترین و کمترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به ترتیب با مقادیر ۲/۲ و ۱/۹ میلی‌متر در کاربری‌های کشاورزی و مرتع ضعیف مشاهده شد (شکل ۳) که با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌دار داشتند (جدول ۲). میانگین قطر خاکدانه‌ها در کاربری

جنگل بیشتر از اراضی مرتع قوی بود هرچند بین این دو تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در اراضی تحت کشت و دارای پوشش گیاهی کافی به دلیل وجود مواد آلی زیاد، تراکم (فشرده‌گی) کمتر و همچنین عدم تخریب ساختمان و خاکدانه‌های خاک میزان میانگین قطر خاکدانه‌ها بیشتر از اراضی با پوشش گیاهی ضعیف می‌باشد. به عبارتی مواد آلی سبب ایجاد خاکدانه‌های پایدار شده و با وجود رس بیشتر و شن کمتر (شکل ۲) میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد. مولائی آرپناهی و همکاران (۱۳۹۹) تغییر در میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با کاربری خاک را به دلیل عدم وجود خاکدانه‌های پایدار در اراضی با ماده آلی کم، چرای مفرط مراتع و شخم می‌دانند که این موارد سبب کاهش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها می‌شود. حیدری و همکاران (۱۴۰۱) بیان کردند در بین ویژگی‌های فیزیکی خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها بیش از سایر ویژگی‌های فیزیکی خاک تحت تاثیر قرار گرفت و در کاربری جنگل بیشتر از کاربری مرتع است.

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (میلی‌متر)



**شکل ۳-** مقایسه میانگین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD, mm) در کاربری‌های مختلف (میانگین‌های دارای حروف یکسان، از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند)

### چگالی ظاهری خاک

کاربری‌های مختلف اثر معناداری بر میزان چگالی ظاهری خاک نداشتند (جدول ۲) اگرچه بیشترین مقدار چگالی ظاهری به میزان ۱/۶۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب در اراضی مرتعی ضعیف و کمترین مقدار به میزان ۱/۵۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب در اراضی با پوشش مرتعی خوب به دست آمد. به نظر می‌رسد چرای بی‌رویه، موجب کاهش میزان ماده آلی خاک و تخریب آن شده که این موضوع جرم مخصوص ظاهری را افزایش و تخلخل کل را کاهش داده است. همچنین در اراضی با پوشش گیاهی مناسب فعالیت‌های ریشه‌ای زیاد بوده که این امر تخلخل خاک را افزایش می‌دهد. حیدری و همکاران (۱۴۰۱) بیان کردند میزان جرم مخصوص ظاهری در اراضی با کاربری جنگل در مقایسه با مرتع افزایش یافته است که دلیل این امر را بیشتر بودن پوشش گیاهی در اراضی با پوشش گیاهی قوی عنوان کردند. همچنین در مراتع ضعیف، لگدکوبی خاک توسط دام‌ها سبب تخریب خاکدانه‌ها و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک

می‌شود. احمدی‌وند و همکاران (۱۴۰۲) کم بودن چگالی ظاهری خاک در کاربری زراعی در مقایسه با اراضی کشاورزی رهاشده را به دلیل شخم خوردن لایه سطحی خاک عنوان کردند. مظفری و همکاران (۱۳۹۸) بیان کردند با تغییر کاربری از زراعت به باغ تفاوت معنی‌داری بین چگالی ظاهری مشاهده نشد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

### پهاش خاک

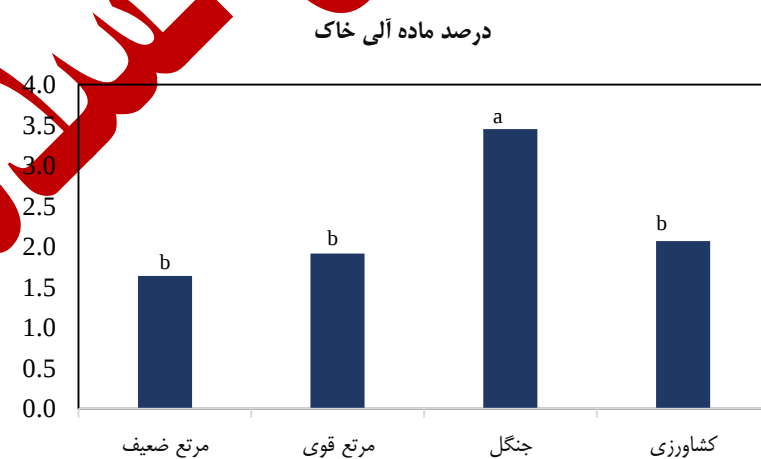
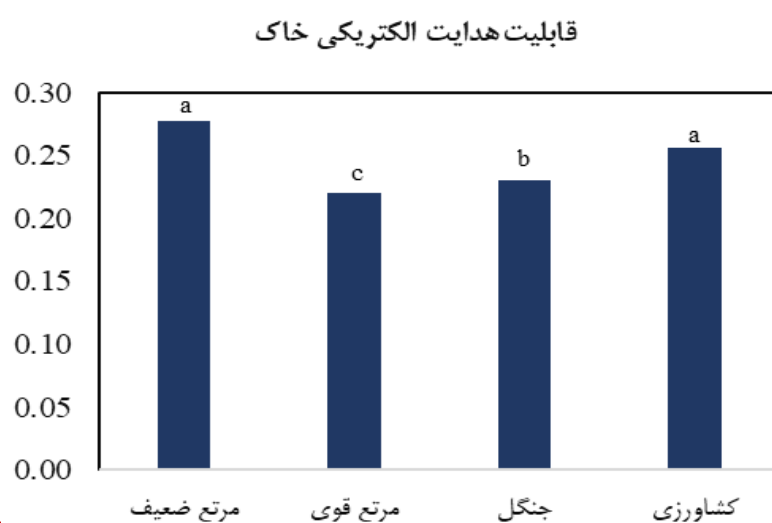
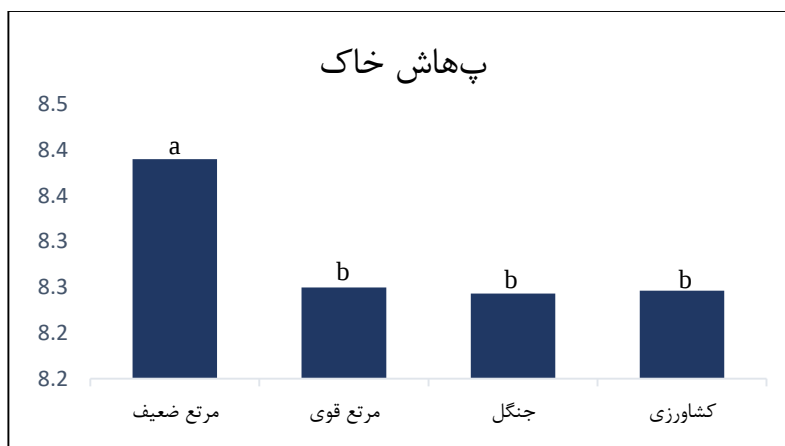
بیشترین مقدار پهاش (۸/۳۹) در خاک‌های مرتعی ضعیف مشاهده شد که دارای تفاوت معنی‌داری با سه کاربری مرتع قوی، کشاورزی و جنگل بود (جدول ۲). درحالی که بین مقادیر پهاش خاک در کاربری‌های مرتع قوی، کشاورزی و جنگل تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴). مظفری و همکاران (۱۳۹۸) اظهار داشتند تغییر کاربری از زراعت به باغ سبب کاهش معنی‌دار پهاش و ظرفیت تبادل کاتیونی به ترتیب به میزان ۱ و ۱۶/۷ درصد شد. بر اساس مطالعات Alidoust et al. (2018) مقدار پهاش در اراضی مرتعی بیشتر و در اراضی زیر کشت و جنگل به طور قابل توجهی کمتر است. کاهش پهاش در خاک‌های جنگلی می‌تواند به تولید اسیدهای آلی از سیستم ریشه گیاه و تاخیر در بازگشت کاتیون‌های قلیایی به محلول خاک باشد. افزودن کودهای شیمیایی، تجزیه بیشتر و سریع‌تر مواد آلی و افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و در نتیجه شستشوی بیشتر کربنات‌های محلول می‌تواند از دلایل دیگر کاهش پهاش در خاک‌های تحت کشت و دارای پوشش گیاهی باشد. فرآیندهای طبیعی مانند آزاد شدن دی‌اکسیدکربن در اثر تنفس ریشه گیاه و تنفس میکروبی نیز از دیگر عوامل کنترل‌کننده پهاش خاک است که می‌تواند بر دسترسی عناصر غذایی به ویژه آزاد شدن عناصر کم مصرف در محلول خاک تأثیر بگذارد. گیاهان می‌توانند اسیدهای آلی را از سیستم ریشه خود آزاد کرده تا محیط خاک را خنثی کنند، اما مقادیر پهاش بیش از حد قلیایی یا اسیدی می‌تواند فرآیندهای زیستی خاک را مختل کند.

### قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک

نتایج نشان داد بین قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در کاربری‌های اراضی مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). به طوری که بیشترین و کمترین مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی به ترتیب در خاک‌های مراتع ضعیف و قوی و به ترتیب با مقادیر ۰/۲۸ و ۰/۱۹ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. همچنین اراضی کشاورزی در مقایسه با جنگل مقدار قابلیت هدایت الکتریکی بیشتری داشتند (شکل ۴). این امر می‌تواند به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی و همچنین عملیات کشت و کار و شوری ثانویه ناشی از کم آبیاری و تامین نشدن نیاز آشویی به دلیل کمبود منابع آب و همچنین آبیاری با آب‌های با کیفیت نامطلوب باشد. همچنین در اراضی با پوشش گیاهی ضعیف و چرای بی‌رویه دام‌ها، پوشش گیاهی کاهش یافته و در نتیجه تبخیر از سطح خاک افزایش یافته که این امر می‌تواند سبب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک شود. مظفری و موسوی (۱۳۹۶) با مطالعه اثر تغییر کاربری بر تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی در خاک‌های آهکی نتیجه گرفتند عملیات کشت و کوددهی می‌تواند سبب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک شود. در مطالعات Alidoust et al. (2018) نیز بیشترین میزان قابلیت هدایت الکتریکی در خاک‌های کشاورزی مشاهده شد و سایر کاربری‌ها از این نظر تفاوت معنی‌داری نداشتند. آنان گزارش کردند به نظر می‌رسد استفاده از کودهای شیمیایی در اراضی آبی منطقه یکی از دلایل افزایش شوری خاک باشد. Ebrahimi et al. (2016) نیز گزارش کردند که شوری خاک در کشاورزی دیم بیشتر از اراضی مرتعی است.

## ماده آلی خاک

نتایج نشان داد کاربری اراضی بر میزان ماده آلی خاک اثر معنی‌داری دارد به‌طوری‌که بیشترین مقدار ماده آلی (۳/۴۵ درصد) در کاربری جنگل و کمترین مقدار ماده آلی (۱/۶۴ درصد) در اراضی مرتع ضعیف مشاهده شد هرچند بین ماده آلی در کاربری‌های مرتع و کشاورزی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴). این امر می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع و میزان پوشش گیاهی و میزان لاشبرگ در کاربری جنگل در مقایسه با سایر کاربری‌ها باشد. همچنین در اراضی جنگلی با ریزش شاخ‌وبرگ مواد آلی بیشتری در خاک ذخیره شده در حالی که در سایر کاربری‌ها مقدار برگشت ماده آلی به خاک بسیار کمتر می‌باشد. به عبارتی این تغییر در میزان ماده آلی در کاربری‌های مختلف به میزان ورودی و برداشت ماده آلی در هر کاربری مرتبط است به‌طوری‌که در اراضی جنگلی میزان ورود مواد آلی به خاک زیاد و مقدار برداشت (خروج) آن کمتر است. این موضوع نشان‌دهنده توان بیشتر اراضی جنگلی برای ترسیب کربن در مقایسه با اراضی سایر کاربری‌های مورد مطالعه می‌باشد. عبدالله‌پور و همکاران (۱۴۰۱) نیز گزارش کردند مقدار ماده آلی در کاربری جنگل در مقایسه با سایر کاربری‌ها بیشتر است که نشان‌دهنده پتانسیل بالای جنگل در ترسیب کربن است. نتایج صادقی میانرودی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان داد ماده آلی در اراضی بایر بسیار کمتر از اراضی تحت کشت نیشکر می‌باشد که دلیل این موضوع را برگشت بقایای نیشکر به سطح خاک مزارع عنوان کردند.



**شکل ۴-** تغییرات ماده آلی (درصد)، قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) و په‌اش در خاک کاربری‌های مختلف مورد مطالعه (میانگین‌های دارای حروف یکسان، از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند).

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد نوع کاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اثرگذار است به این ترتیب که میزان ماده آلی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اراضی با پوشش گیاهی بهتر، بیشتر می‌باشد که این امر ناشی از تاثیر پوشش گیاهی بر ایجاد خاکدانه‌های پایدار می‌باشد که سبب حفظ بهتر ساختمان و در نتیجه پیامدهای مطلوب حاصل از آن می‌شود. نتایج همچنین نشان داد اراضی جنگلی توانایی زیادی برای ترسیب کربن در خاک دارند که این امر می‌تواند سبب افزایش تثبیت و نگهداشت کربن در خاک و در نتیجه جلوگیری از انتشار کربن به صورت دی‌اکسید کربن به اتمسفر و کاهش گازهای گلخانه‌ای و گرمایش جهانی شود. نتایج همچنین نشان داد قابلیت هدایت الکتریکی در خاک‌هایی با پوشش گیاهی ضعیف به دلیل تبخیر بیشتر از سطح خاک بیشتر است و در اراضی کشاورزی نیز به دلیل مصرف کودها، کم آبیاری و عدم تامین نیز آبشویی، قابلیت هدایت الکتریکی بیشتر از سایر کاربری‌ها می‌باشد. در اراضی با پوشش گیاهی مناسب، به دلیل ترشح اسیدهای آلی از ریشه این گیاهان و همچنین تنفس ریشه و تولید دی‌اکسید کربن، میزان پهاش خاک کاهش یافته که می‌تواند منجر به جذب بهتر و بیشتر عناصر غذایی به‌ویژه ریزمغذی‌ها شود. به‌طور کلی، بررسی اثر نوع و تغییر کاربری‌ها بر ویژگی‌های خاک می‌تواند چشم‌اندازی از آینده خاک‌ها و نوع مدیریت‌های مورد نیاز ایجاد کند که در تصمیم‌گیری‌ها برای مدیریت هرچه بهتر خاک‌ها و حفظ و حراست از آنها راهگشا باشد.

## منابع

- احمدی‌وند، مسلم؛ زمانی بابگهری، جواد؛ شکفته، حسین و عباسزاده افشار، فریده. (۱۴۰۲). تأثیر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. *نشریه‌های فرسایش محیطی*، ۱۳(۲)، ۲۱۰-۲۳۳.
- باقری، رضا؛ محمدی، صدیقه؛ و سلجوقی، مهرداد. (۱۳۹۵). بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک (مطالعه موردی: شهرستان بافت استان کرمان). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۲۳(۲)، ۲۳۱-۲۴۳.
- پیچند، محمد. (۱۳۹۶). مطالعه تأثیر تبدیل مرتع به سایر کاربری‌های کشاورزی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز امامه). *نشریه اکوسیستم‌های طبیعی ایران*، ۱(۱)، ۹۹-۱۲۲.
- حاتمی، احمد؛ صادقیان، سارا؛ جعفری، عفت؛ جم‌زاد، زیبا؛ جلیلی، عادل. (۱۳۹۶). جایگاه حفاظتی سلوی اقلیدی. *طبیعت ایران*، ۲(۵)، ۹۸-۱۰۳.
- حیدری، ناهید؛ موسوی، سیدبهمن؛ بهشتی آل آقا، علی؛ رخس، فاطمه؛ کریمی، اسماعیل. (۱۴۰۱). تأثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک. *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۳(۷)، ۱۶۴۳-۱۶۲۵.
- صادقی میانرودی، مسعود؛ معزی، عبدالامیر؛ بابائی نژاد تیمور؛ پناهپور، ابراهیم. (۱۴۰۰). تاثیر تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی و عناصر غذایی خاک در منطقه شمال خوزستان. *نشریه مهندسی زراعی*، ۴۴(۴)، ۳۸۱-۳۹۷.
- عبدالحمیدی، شهره؛ ایلدرمی، علیرضا؛ حشمتی، مسیب. (۱۳۹۹). اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک حوزه آبخیز هلشی، کرمانشاه. *نشریه علمی و پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۵(۷۵)، ۱۷۱-۱۸۰.
- عبداله پور، علیرضا؛ بارانی مطلق، مجتبی؛ بستانی، امیر؛ کیانی، فرشاد؛ خرمالی، فرهاد؛ قربانی نصرآبادی، رضا. (۱۴۰۱). اثر تغییر کاربری اراضی بر اجزای فیزیکی و شیمیایی کربن آلی خاک در خاک‌های لسی حوزه آبخیز توشن، استان گلستان. *نشریه مهندسی زراعی*، ۴۵(۳)، ۲۶۱-۲۸۱.
- مظفری، حسن؛ موسوی، سید علی اکبر. (۱۳۹۶). اثر تغییر کاربری اراضی بر تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع در خاک‌های آهکی. *هفتمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی*.
- مظفری، حسن؛ موسوی، سید علی اکبر؛ سپاسخواه، علیرضا. (۱۳۹۸). اثر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک آهکی. *نشریه پژوهش‌های خاک*، ۳۳(۴)، ۵۲۵-۵۴۱.

مولائی آرپناهی، محمد؛ صالحی، محمدحسن؛ کریمیان اقبال، مصطفی؛ مصلح، زهره. (۱۳۹۹). تاثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی از شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک، منطقه بازفت (استان چهار محال و بختیاری). *نشریه آب و خاک*، ۳۴ (۳)، ۷۰۷-۷۲۰.

وهاب‌زاده، کبریا؛ قربان، ریاحی؛ محمدرضاروشان، سید حسین (۱۳۹۵). بررسی تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و فرسایش خاک مطالعه موردی: حوزه آبخیز کفترگار شهرستان بهشهر. پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۶ (۲)، ۸۸-۷۵.

## REFERENCES

- Abdoalmohamdi, Sh., Ildoromi, A. R., & Heshmati, M. (2022). The effect of land use change on some physical and chemical characteristics of the Helshi watershed, Kermanshah. *Journal of Geography and Planning*, 25(75), 171-180. (In Persian).
- Abdollahpour, A.R., Barani Motlagh, M., Bostani, A., Kiani, F., Khormali, F., & Ghorbani Nasrabadi, R. (2022). The effect of land use change on some physical and chemical components of soil organic carbon in loess-derived soils of Toshan watershed Golestan province. *Journal of Agricultural Engineering*, 45(3), 261-281. (In Persian).
- Ahmadivand, M., Zamani, J., Shekofteh, H., & Abbaszadeh Afshar, F. (2023). The effect of land use change on some physical and chemical properties of soil. *Journal of Environmental Erosion*, 13(2), 210-234. (In Persian).
- Alidoust, E., Afyuni, M., Hajabbasi, M.A., & Mosaddeghi, M.R. (2018). Soil carbon sequestration potential as affected by soil physical and climatic factors under different land uses in a semiarid region. *Catena*, 171, 62-71.
- Bagheri, R., Mohammadi, S., & Saljuqi, M. (2016). Land use change affects some soil physical properties (Case study: Baft city of Kerman province). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 23(2), 231-243. (In Persian).
- Blake, G.R., & Hartge, K.H. (1986). Bulk Density. (Ed.), *Methods of Soil Analysis*, Part 1, 2<sup>nd</sup> Edition. Agronomy Monograph, Vol. 9. American Society of Agronomy, Madison, PP. 363-375.
- Ebabu, K., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Adgo, E., Meshesh, D. F., Aklog, D., Masunaga, T., Tsubo, M., Sultand, D., Fenta, A. A., & Yibeltal, M. (2020). Exploring the variability of soil properties as influenced by land use and management practices: A case study in the Upper Blue Nile basin, Ethiopia. *Soil & Tillage Research*, 200, 104614.
- Ebrahimi, M., Kashani, S., & Moghadam, A. (2016). Effect of range land change to agricultural on soil productivity. *Journal of Water and Soil*, 1(26), 31-44. (In Persian).
- 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). Gorgan. *Journal of Soil Water Resources Conservation*, 5(3), 14-25.
- Hatami, A., Sadeghian, S., Jafari, E., Jamzad, Z., & Jahli, A. (2017). The conservation status of *Salvia lachnocalyu* hedge. *Iran Nature*, 2(5), 98-103. (In Persian).
- Hydari, N., Mousavi, S.B., Beheshti Ale Agha, A., Rakhsh, F., & Karimi, I. (2022). Effect of land use change on some soil quality indices. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 53(7), 1625-1643. (In Persian).
- Kemper, W. D., & Rosenau, R. C. (1986). Aggregate stability and size distribution. *Methods of soil analysis: Part 1 Physical and mineralogical methods*, 5, 425-442.
- Klute A. (1986). *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*, 2nd Eds. Monograph. *Soil Science Society of America*, Madison, WI, 1188 pp.
- McLean, E.G. (1982). Soil pH and lime requirement. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties*, (methodsofsoilan2), 199-224.
- Molaei Arpanahi, M., Salehi, M.H., Karimian Eghbal, M., & Mosleh, Z. (2020). Effect of land use change on some physical and chemical index in the Bazoft region, (Chaharmahal-va-Bakhtiari province). *Iranian Journal of Soil and Water*, 34(3), 707-720. (In Persian).
- Mozaffari, H., & Moosavi, A. A. (2018). Effect of land use change on the electrical conductivity of saturated extract in calcareous soils. *7<sup>th</sup> National Conference on New Ideas in Agriculture (Healty Products)*. (In Persian).
- Mozaffari, H., Moosavi, A. A., & Sepaskhah, A. R. (2021). Land use-dependent variation of near-saturated and saturated hydraulic properties in calcareous soils. *Environmental Earth Sciences*, 80, 1-17.
- Mozaffari, H., Moosavi, A. A., Sepaskhah, A., & Cornelis, W. (2022). Long-term effects of land use type and management on sorptivity, macroscopic capillary length and water-conducting porosity of calcareous soils. *Arid Land Research and Management*, 36(4), 371-397.
- Mozaffari, H., Moosavi, A., & Sepaskhah, A.R. (2019). Effect of land use on some physical and chemical properties of a calcareous soil. *Journal of Soil Research*, 33(4), 525-541. (In Persian).

- Page A.L., Miller, R.H., & Keeney, D.R. (1982). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. ASA-CSSA-SSSA Publisher, Madison, Wisconsin, USA, 1143p.
- Page, A. L., Miller, R. H., & Jeeney, D. R. (1992). Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical Properties, Soil Science Society of American Publication, Madison, 1750 p.
- Pichand, M. (2017). Studying the effect of conversion of pasture to other agricultural uses on some physical and chemical properties of soil (case study: Imameh watershed). *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, 8(1), 99-122. (In Persian).
- Sadeghi Mianrodi, M., Moezi, A., Gholami, A., Babaei-Nejad, T., & Panahpur, E. (2021). Effect of land-use changes on soil physical characteristics and nutrients in northern Khuzestan. *Agricultural Engineering*, 44(4), 381-397. (In Persian).
- Sainepo, B., Gachene, C., & Karuma, A. (2018). Effects of land use and land cover changes on soil organic carbon and total nitrogen stocks in the Olesharo Catchment, Narok County, Kenya. *Journal of Rangeland Science*, 8(3), 296-308.
- Vahabzadeh, Kebria Gh., Riahi, M.R., & Roshun, S. (2016). Investigation of land use change on physicochemical characteristics and soil erosion in Kaftargar Basin of Behshahr. *Journal of Environmental Erosion Research*, 26 (6).75-88.
- Zahedifar, M. (2017). Sequential extraction of zinc in the soils of different land use types as influenced by wheat straw derived biochar. *Journal of Geochemical Exploration*, 182, 22-31.
- Zahedifar, M. (2020). Iron fractionation in the calcareous soils of different land uses as influenced by biochar. *Waste and Biomass Valorization*, 11(5), 2321-2330.
- Zahedifar, M. (2023a). Assessing alteration of soil quality, degradation, and resistance indices under different land uses through network and factor analysis. *Catena*, 222, 106807.
- Zahedifar, M. (2023b). Feasibility of fuzzy analytical hierarchy process (FAHP) and fuzzy TOPSIS methods to assess the most sensitive soil attributes against land use change. *Environmental Earth Sciences*, 82(10), 248.