Agricultural Engineering (Scientific Journal of Agriculture), 44 (4), Winter, 2022

Research Article

ISSN (E): 2588-526X

Agricultural Engin., 44(4) (2022) 381-397
DOI: 10.22055/agen.2022.39468.1622

ISSN (P): 2588-5944

Effects of land-use changes on soil physical characteristics and nutrients in northern Khuzestan

M. Sadeghi mianrodi[1], A. Moezi[*2], A. Gholami[3], T. Babaei-nejad[4] and E. Panahpur[3]

1. PhD Student, Dept. of Soil Science, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2. Associate Professor of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
3. Associate Prof. of Soil Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
4. Assistant Prof. of Soil Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Received: 21 September 2020 Accepted: 21 February 2021

Abstract

Introduction: Land-use changes may influence various natural and ecological processes, including soil nutrients, soil moisture, soil erosion, land productivity and biodiversity. Compact cropping and lack of suitable management approaches in agricultural fields all over the world have affected soil properties in vast areas and led to changes in soil quality. The cultivation of sugarcane in the south of Iran started 60 years ago. The cultivation of sugarcane was mechanized in the southwest of Iran in the late 1950s. Over the past 40 years, the sugarcane yield has been declined from 110 to 50 tons per hectare over the same period. The long-term cultivation period (6 to 7 months), high water consumption (30,000 cubic meters per hectare at 25 to 30 turns irrigation), extensive heavy machinery uses in the planting stage, and sugarcane harvesting may change soil properties. In order to determine how these changes are taking place, it is necessary to examine the land qualitatively and quantitatively to prevent further destruction of this vast God-given source. Due to the fact that few types of research have so far been conducted on the long-term effects of cultivation on the physical and chemical properties of soil, this study aimed to investigate the effect of long-term sugarcane cultivation on some chemical and physical properties of soil in the Karoun Agro-industry Unit in Shoushtar city, Iran.

Materials and Methods: This research was carried out to investigate the effect of long-term sugarcane cultivation on soil chemical and physical properties in Karoun Agro-industry Unit in Dimcheh with the geographical coordinates Latitude: 32° 02' 60.00" N Longitude: 48° 50' 59.99" E and 68 meters above mean sea level located at 12 kilometers to the west of Shoushtar city in Khuzestan province of Iran. The total area of the land is 45,000 hectares. This area has warm and dry climate conditions. The dominant soils of the area are classified in the large Calcic Haplousteps group. This study was carried out as a factorial experiment based on a complete randomized design with two factors, including fields in seven levels and depth in three levels (0-30, 30-60 and 60-90 cm) and three replications. Soil samples were collected from three depths in six fields with long-term sugarcane cultivation and adjoining uncultivated land. Then, some chemical properties were measured by standard methods: Soil texture by hydrometric method, soil organic matter content by wet oxidation method, the soil sodium bicarbonate extractable phosphorus by Olsen method and available K using 1 N NH4OAc were measured. Also, total porosity and mean weight diameter were calculated based on conventional equations. Statistical analysis of data was performed by SAS 9.2 software, and the comparison

© 2021 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

of means was made using Duncan's multidomain test at a 1% probability level. Figures were also drawn using Microsoft Excel software.

Results and Discussion: Results indicated that land-use changes and long-term sugarcane cultivation result in soil chemical properties changes. By land-use changes, the amount of sand decreased from 22.55% in virgin soil to 6.67% in sugarcane fields. The apparent density and the mean weight diameter by changing the use of virgin soil to sugarcane farms increased by 16% and 67%, respectively, though this result was opposite for the total porosity. Also, land-use changes from virgin soil to sugarcane fields increased organic matter and absorbable phosphorus and reduced potassium absorbable and carbon-to-nitrogen ratio. Overall, changes in chemical properties in surface soil (0-30) were more than other depths (30-60 and 60-90). Also, estimating the correlation coefficients between different traits under the studied treatments showed that sand was correlated with all traits except clay and organic matter. While the clay had a positive and significant relationship with the mean weight diameter of soil aggregates.

Conclusion: This research showed that the soil chemical properties of different sugarcane fields significantly changed by the land-use changes of long-term sugarcane cultivation. Thus, the land-use changes, abundant irrigation and leaching increased the organic matter, the mean weight of the diameter of aggregates and the apparent density of the soil. Also, the amount of phosphorus absorbed by sugarcane and fertilization increased, while the amount of organic matter of C/N and soil absorption potassium decreased in cultivated land. Potassium is essential for sugarcane growth, and the reduction of potassium absorbable can cause limitations in its growth and performance. On the other hand, concerns about soil density and change in the optimal plant growth conditions due to heavy agricultural machinery are clear and severe. Therefore, creating a cultivated system with minimal density is essential. Also, soil chemical properties monitoring and maintaining the quality of the studied soils must be considered in land management approaches.

Key words: Land management, land-use changes, soil quality, sugarcane

مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۴ شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

تاثیر تغییرکاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی و عناصر غذائی خاک در منطقه شمال خوزستان

مسعود صادقی میانرودی[۱]، عبدالامیر معزی[*۲]، علی غلامی[۳]، تیمور بابائی‌نژاد[۴] و ابراهیم پناهپور[۳]

۱- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳- دانشیار خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران،
۴- استادیار خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت:

پذیرش نهایی:

کلمات کلیدی:
تغییر کاربری اراضی،
کیفیت خاک،
مدیریت اراضی،
نیشکر

* عهده دار مکاتبات

Email:
abdolamirmoezi@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی و عناصر غذائی خاک این پژوهش انجام شد. بدین منظور دو کاربری کشت نشده و کشت شده در اراضی کشت و صنعت کارون در منطقه دیمچه شوشتر در استان خوزستان انتخاب و نمونه‌ها از ۷ مزرعه در سه عمق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری در سه تکرار تهیه گردید. درصد شن، رس و سلیت، چگالی ظاهری، تخلخل کل، میانگین وزنی قطر خاکدانه، مواد آلی خاک، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و نسبت کربن به نیتروژن در هر عمق تعیین و نتایج به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی گردید. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار رس و سیلت در اراضی تحت کشت نیشکر و کم‌ترین آن در اراضی کشت نشده مشاهده شد. با تغییرکاربری اراضی مقدار شن از ۲۲/۵۵ درصد در اراضی کشت نشده به ٦/٦٧درصد در اراضی نیشکر کاهش یافت. چگالی ظاهری و میانگین وزنی قطر خاکدانه براثر تغییر کاربری از کشت نشده به نیشکر به ترتیب ١٦ و ٦٧ درصد افزایش یافت. همچنین تغییرکاربری از کشت نشده به نیشکر سبب افزایش ماده آلی و فسفر قابل جذب و کاهش پتاسیم قابل جذب و نسبت کربن به نیتروژن شد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و عناصر غذائی در خاک سطحی بیشتر از سایر عمق‌ها بود. این پژوهش نشان داد که کشت متراکم و آبیاری سنگین در دوره طولانی مدت باعث تغییر و تحول ویژگی‌های فیزیکی و مواد آلی خاک می‌شود، لذا به منظور مدیریت اراضی و حفظ کیفیت خاک‌های بررسی شده پایش ویژگی‌های خاک لازم و ضروری می‌باشد.

مقدمه

تغییرکاربری اراضی بیشتر به علت رشد روز افزون جمعیت صورت گرفته و پیشرفت فن‌آوری و فرصت‌های اقتصادی سبب دخالت انسان در تغییرتعداد زیادی از اکوسیستم‌های طبیعی شده است. تغییر کاربری اراضی و کشت فشرده و درازمدت در اراضی کشاورزی دنیا، ویژگی‌های خاک را در سطوح گسترده تحت تأثیر قرار داده و سبب تغییر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده است (۱۸). بحث تغییر کاربری اراضی از دیدگاه‌های مختلف مطرح است. در تبدیل زمین بایر به کشت‌زار به‌خصوص در مناطق شور و سدیمی، معمولاً تغییر کاربری اراضی در جهت بهبود کیفیت خاک است تا شرایط برای کشت گیاه مورد نظر بهینه شود (۲۱) اما نوع سیستم کشت و نحوه استفاده از زمین نیز در این شرایط مؤثر است. در برخی موارد انجام فعالیت‌های گوناگون زراعی در اراضی که همواره به‌صورت متراکم به زیرکشت می‌روند باعث خواهد شد تا در درازمدت تأثیر نامطلوبی بر کیفیت خاک بر جای بگذارد. کشت نیشکر به‌صورت مکانیزه در جنوب‌غربی ایران از ۶۰ سال پیش آغاز شده است. با وجود استفاده مداوم از کودهای شیمیایی، عملکرد زراعی نیشکر روند کاهشی داشته است. طولانی بودن دوره کشت نیشکر (۱۲ تا ۱۴ ماه)، مصرف زیاد آب آبیاری (۳۰۰۰ مترمکعب در هر هکتار در ۲۵ الی ۳۰ نوبت آبیاری) و استفاده گسترده از ماشین‌آلات سنگین کشاورزی در مراحل کاشت، داشت و برداشت نیشکر، می‌تواند ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و زیستی خاک را تحت‌تأثیر قرار دهد و کشت نیشکر به‌ویژه کشت مستمر به‌صورت تک‌کشتی به‌دلیل شخم عمیق، کوددهی بیش از حد، عدم بازیافت بقایای آلی و استفاده گسترده از ادوات کشاورزی می‌تواند سبب کاهش کیفیت خاک شود (۱ و ۱۱). نتایج مقایسه نمونه‌های خاک حاصل از مناطق بکر حاشیه‌ای مزارع نیشکر و خاک این مزارع در دوره‌های مختلف طولانی با بیش از ۵۰ سال سابقه کشت در آفریقای جنوبی نشان داد که ویژگی‌های شیمیایی و عناصر غذایی نسبت به ویژگی‌های فیزیکی بیشتر تحت تأثیر کشت نیشکر قرار گرفته است (۷). چی و همکاران[1](۴) در پژوهشی که به مطالعه تأثیر کشت درازمدت نیشکر (۲۵ سال) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سه عمق ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و۵۰-۳۰ سانتی‌متری در مکزیک انجام دادند، گزارش کردند که ماده آلی خاک در همه اعماق خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی در لایه ۵۰-۳۰ سانتی‌متری خاک کاهش یافت. لندی و همکاران[2] (۱۱) به بررسی تغییر کاربری اراضی و زیر کشت بردن زمین‌های بایر در منطقه نیشکرکاری در خوزستان پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که ویژگی‌هایی همچون هدایت الکتریکی، پتاسیم قابل جذب و توزیع اندازه ذرات از جمله عواملی بودند که در غالب زمین‌های کشت شده، دست‌خوش تغییر شده بودند، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری در میزان اسیدیته خاک در اثر تغییر کاربری اراضی مشاهده نشده بود. کنیسارس و همکاران[3] (۳) با مطالعه خود در برزیل در ارتباط با اثرات تغییر کاربری اراضی از پوشش گیاهی بومی به مرتع و نیشکر گزارش کردند که تغییر کاربری اراضی به نیشکر منجر به تخریب ساختار خاک، کاهش تخلخل خاک و تأثیر منفی بر شکل و اندازه منافذ می‌شود.

با تخصیص سطح وسیعی از زمین‌های بایر خوزستان جهت کشت نیشکر و گذشت زمان طولانی از کشت و کار آن، امکان تغییر در ویژگی‌های مختلف این خاک‌ها نیز وجود دارد. لذا یکی از دلایل احتمالی کاهش عملکرد نیشکردر مرور زمان، می‌تواند تغییرات ویژگی‌های فیزیک و مواد آلی خاک باشد. همچنین در مجاورت اراضی تحت کشت دائمی نیشکر در طی ۴۰ سال گذشته در کشت و صنعت و توسعه نیشکر کارون خوزستان، اراضی کشت نشده‌ای نیز وجود دارد که امکان مقایسه بین

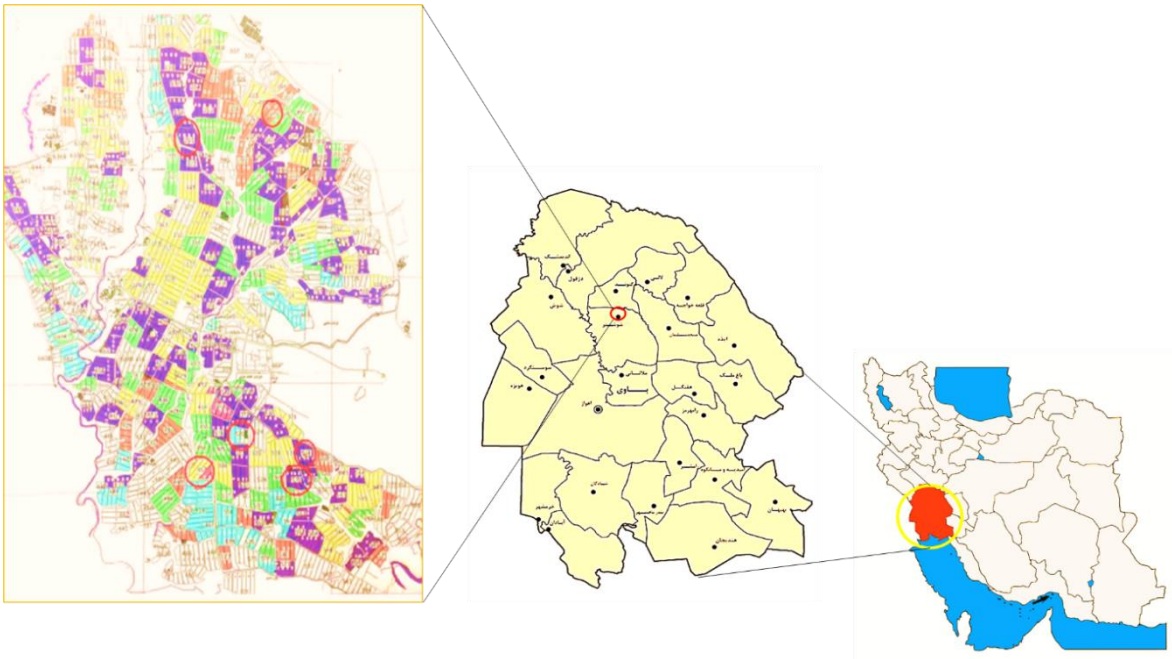
1- *Chi et al.*
2- Landi *et al.*
3- *Canisares et al.*

اراضی تحت کشت و اراضی کشت نشده را فراهم می-آورد و همچنین اطلاعات مفیدی را برای مدیریت این اراضی در آینده و همچنین مدیریت اراضی جدید تحت کشت نیشکر در اختیار قرار می‌دهد. بنابراین این پژوهش به عنوان یک تحقیق کاربردی با هدف بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی وویژگی‌های مواد آلی خاک در یکی از کشت و صنعت‌های نیشکر در شمال خوزستان انجام شد.

موادو روش ها

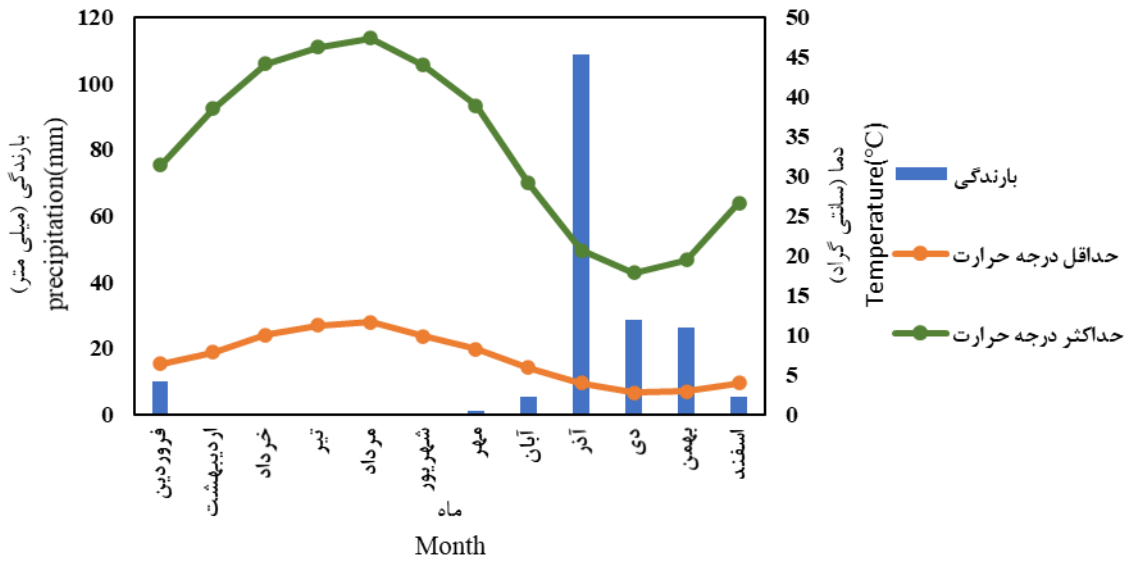
منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در اراضی شرکت کشت و صنعت کارون در منطقه دیمچه در ۵۰ کیلومتری شهرستان دزفول و ۱۲ کیلومتری غرب شهرستان شوشتر با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۲ درجه و ۴۸ درجه طول شرقی با ارتفاعی حدود ۶۸ متر از سطح دریا واقع شده است، به انجام رسید (شکل ۱). مساحت کل اراضی آن ۴۶۰۰۰ هکتار می‌باشد. این منطقه دارای آب و هوای گرم و خشک و در تقسیم‌بندی اقلیمی به روش گوسن جزء اقلیم نیمه‌بیابانی می‌باشد. خاک‌های غالب منطقه در گروه بزرگ Calcic Haplousteps رده-بندی می‌شوند (۱۹). بر اساس دوره آماری ۱۰ساله (۱۳۹۴ – ۱۳۸۵) متوسط تبخیر ماهانه در کشت و صنعت کارون ۱۰/۲۸ میلی‌متر و میانگین رطوبت نسبی ماهانه آن ۴۲/۰۲ درصد است. شکل ۲ میانگین ماهانه بارندگی و میانگین ماهانه حداقل و حداکثر درجه حرارت را در طول سال-های ۱۳۹۴– ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. آب مورد نیاز مزارع این شرکت از دو مسیر یعنی شبکه آبیاری گتوند با ظرفیت اسمی حدود ۸۱ مترمکعب در ثانیه و شبکه آبیاری دز با ظرفیت تقریبی ۱۱ مترمکعب در ثانیه تأمین می‌شود. در جدول ۱ برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آب استفاده شده برای آبیاری مزارع کشت و صنعت کارون آورده شده است (جدول۱). در مطالعات و آزمایش‌هایی که در بیش از ۱۰۰۰ چاهک مشاهده‌ای انجام شده است، عمق سطح ایستابی در منطقه کارون به‌طور متوسط حدود ۱۴۰سانتی‌متر به‌دست آمده است.



شکل(۱) موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان

Figure(1) Location of the study area in Khuzestan province



شکل(۲) میانگین ماهانه بارندگی و میانگین ماهانه حداقل و حداکثر درجه حرارت درکشت و صنعت کارون (۱۳۹٤-۱۳۸۵)

Figure (2) Mean of monthly rainfall and mean of the minimum and maximum of the monthly temperature of Karun Agro-industry (2006-2015)

جدول(۱) میانگین ویژگی‌های آب استفاده شده برای آبیاری مزارع کشت و صنعت کارون بر اساس آمار ۳۰ ساله (۱۳۹٦-۱۳٦٦)

Table (1) Average water characteristics used for irrigation of Karun Agro-industry fields based on 30-year statistics (1988-2018)

منیزیم Magnesium (meq L^{-1})	کلسیم Calcium (meq L^{-1})	سدیم Sodium (meq L^{-1})	پتاسیم Potassium (meq L^{-1})	کلر Chlorine (meq L^{-1})	سولفات Sulfate (meq L^{-1})	نسبت جذبی سدیم Sodium absorption ratio (meq L^{-1})	جامدات کل Total soluble solids (g L^{-1})	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dsm^{-1})	پی اچ pH
1.5	3.62	5.51	0.05	2.67	2.31	3.89	0.676	1.06	7.8

نمونه برداری خاک و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

جهت انجام این پژوهش، ابتدا براساس افت عملکرد ۱۰ساله محصول از تعداد ۶ مزرعه از مزارع کشت شده در سالیان متوالی (شماره قطعات زمین: ۲۱۹، ۲۳۹، ۴۵۷، ۵۲۰، ۵۳۲ و ۵۳۴) و یک نمونه از اراضی کشت نشده (بکر) انتخاب شد. سپس از هر مزرعه در ۳ تکرار از سه عمق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری و هوا خشک کردن جهت انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی از الک دو میلی-متری عبور داده شدند.

نمونه‌های خاک آماده شده به آزمایشگاه منتقل شده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی‌در هر یک از نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد. بافت خاک به روش هیدرومتری تعیین گردید و فسفر قابل‌جذب خاک به روش عصاره-گیری با بی‌کربنات سدیم (۱۶)، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر با استفاده از دی‌کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (۱۵) ، پتاسیم قابل‌جذب خاک با

استفاده از عصاره‌گیری استات آمونیوم یک نرمال (۱۲) اندازه‌گیری شدند. تخلخل خاک به صورت محاسباتی بااستفاده از جرم مخصوص ظاهری و حقیقی طبق رابطه ۱ اندازه‌گیری شد.

$$n= 1-(\frac{P_b}{P_p}) \quad (۱)$$

که در آن n، مقدار تخلخل خاک برحسب درصد، P_b و P_p به ترتیب جرم مخصوص ظاهری و حقیقی برحسب گرم بر سانتی‌مترمکعب ($g\ cm^{-3}$) است. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) با استفاده از روش غربال مرطوب و با استفاده از نمونه‌های دست‌نخورده و طبق رابطه ۲ تعیین شد (۱۳).

$$MWD= \sum x_i w_i \quad (۲)$$

که در آن MWD: میانگین وزنی قطر ذرات برحسب میلی‌متر، x_i: میانگین قطر خاکدانه‌های باقیمانده بر روی هر الک برحسب میلی‌متر و w_i: وزن خشک خاکدانه‌ها در هر الک به وزن کل خاک می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور مزرعه در ۷ سطح شامل ۶ مزرعه به شماره‌های ۲۱۹، ۲۳۹، ۴۵۷، ۵۲۰، ۵۳۲ و ۵۳۴ و یک خاک از خاک‌های بکر مزرعه مجاور منطقه که در طی سال‌های ذکر شده به‌صورت دست-نخورده بود (به‌عنوان نمونه شاهد) و تیمار عمق خاک در سه سطح شامل عمق ۳۰-۰و ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری و در سه تکرار از طریق نرم افزار آماری SAS 9.4 انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و برای رسم نمودارها نیز ازنرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر کاربری اراضی بر تمامی ویژگی‌های فیزیکی خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر اصلی فاکتور عمق بر همه ویژگی‌های فیزیکی خاک به جز شن و رس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در حالی‌که طبق جدول ۲ تاثیر معنی‌داری بین اثر متقابل کاربری اراضی و عمق بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مشاهده نشد به جز پارامتر رس که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود.

جدول(۲) تحلیل آماری ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های تحت کشت نیشکر و بکر در منطقه مورد مطالعه

Table (2) Statistical analysis of physical characteristics of soils under long-term sugarcane cultivation and uncultivated land in the study area

منابع تغییرات Sources of Changes	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Average of squares					
		شن Sand	رس Clay	سیلت Silt	چگالی ظاهری Bulk Density	تخلخل کل Total Porosity	میانگین وزنی قطر خاکدانه ها Mean Weight-Diameter
کاربری زمین Land use	6	260.65**	129.36**	335.38**	0.06**	0.0052**	5.34**
عمق Depth	2	3.14ns	46.78**	116.76ns	0.11**	0.013**	1.21**
عمق ×کاربری زمین Land use × depth	12	0.28ns	6.89*	4.07ns	0.0008ns	0.0005ns	0.13ns
خطا Error	40	7.03	15.91	2.39	0.005	0.004	5.07

ns: non-significant, *: significant at 5% probability level, and**: significant at 1% probability level

بافت خاک

در تغییر کاربری اراضی از زمین بکر به مزرعه نیشکر تغییرات معنی‌داری در میانگین توزیع اندازه ذرات مرتبط با بافت خاک روی داده است (جدول ۳). تغییر کاربری اراضی در کشت و صنعت کارون منجر به کاهش میزان شن شده است به طوری که میزان شن در زمین کشت نشده از ۲۲/۵۵درصد به ۶/۶۲ درصد در مزرعه تحت کشت نیشکر رسید. این درحالی است که میزان سیلت در زمین کشت نشده ۴۳/۱۸ درصد و در مزرعه تحت کشت نیشکر ۵۹ درصد مشاهده شد. یعنی در اثر تغییر کاربری اراضی با کاهش مقدار شن خاک، بافت خاک به سمت خاک‌های با بافت ریزتر تغییریافته است (جدول ۳). این نتایج با نتایج لندی و همکاران (۱۱) مبنی بر تأثیرپذیری بافت از تغییر کشت و ریزتر شدن آن در زمین‌های زیر کشت نسبت به بایر مطابقت دارد. در پژوهش طولابی‌فرد (۲۱) مشاهده شد کشت و کار اراضی مرتعی در منطقه هفت تپه سبب تغییر معنی‌دار میزان رس موجود در خاک شده بود. به طوری که میزان رس در تمام اعماق اراضی تحت کشت محصولات تناوبی، به طور قابل توجهی نسبت به اراضی کشت نشده کاهش یافت. در حالی که این ویژگی در اراضی تحت کشت نیشکر نسبتا تغییر زیادی نکرده بود (جدول ۳). باتوجه به جدول ۲، اثر عمق بر درصد رس خاک نیز معنی‌دار بوده است. میزان رس نیز در اثر زراعت نیشکر در افق سطحی افزایش پیدا کرد. به طوری که میانگین رس از ۳۳/۵ درصد در خاک کشت نشده به ۳۵/۶ درصد در خاک تحت کشت نیشکر افزایش یافت. اما در افق ۳۰-۶۰ میزان رس تغییرات نسبتاً کم‌تری را نشان داد و میانگین رس از ۳۵ درصد در خاک کشت نشده به ۳۶ درصد در خاک تحت کشت افزایش یافت. به طور کلی با افزایش عمق از عمق ۳۰-۰ به عمق ۹۰-۶۰، مقدار درصد رس خاک افزایش یافته است (شکل ۳). شکل ۴ اثر متقابل عمق و کاربری اراضی را بر مقدار رس نشان می‌دهد. تغییرات فوق الذکر در بافت خاک را می‌توان به اثرات آبیاری (تشدید فرایندهای هوازدگی)، آبشویی، اثرات ناشی از کشت و کار، حرکت ماشین آلات سنگین و خرد کردن ذرات خاک و همچنین افزایش میزان رطوبت خاک به‌علت انجام آبیاری‌های متعدد و تشدید فرایندهای هوادیدگی نسبت داد که با توجه به استفاده از زیرشکن‌ها و عمق حضور ریشه‌های گیاه نیشکر که با وارد کردن فشار بر ذرات خاک باعث ریزتر شدن بافت در اعماق نیز می‌شود (۱۱).

چگالی ظاهری

نتایج اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک نشان داد که بهره‌برداری از خاک برای زراعت نیشکر منجر به افزایش تراکم خاک شده است. این افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک که در واقع در اثر استفاده‌ی بیش از حد از ماشین آلات کشاورزی در مراحل مختلف کشت ایجاد شده، برای عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر بیش از عمق‌های ۳۰-۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متر بود. میانگین وزن مخصوص ظاهری لایه سطحی خاک کشت شده (۳۰-۰ سانتی متری) در مقایسه با لایه سطحی در خاک کشت نشده افزایش یافته است. همچنین میانگین وزن مخصوص ظاهری در افق (۹۰-۶۰ سانتی متری) از ۱/۴۶ سانتی‌متر مکعب برگرم در خاک کشت نشده به ۱/۷۵ گرم بر سانتی‌متر کعب افزایش یافت که بیشترین تراکم خاک در بین افق‌های خاک تحت کشت بود (شکل ۳). ویسی و همکاران[1] (۲۲) تراکم خاک مزارع نیشکر تحت حالت‌های مختلف کشت را به کمک چگالی ظاهری نسبی و شاخص مخروط خاک ارزیابی کردند. آن‌ها اظهار کردند که اکثر مقادیر چگالی ظاهری خاک اندازه-گیری شده در مزارع نیشکر در محدوده ریشه‌های اندک (محدودیت زیاد) می‌باشد. با افزایش ماده آلی در یک خاک انتظار می‌رود که چگالی ظاهری خاک کاهش یابد اما در لایه سطحی خاک سطحی کشت شده (۳۰-۰ سانتی متر) علیرغم افزایش ماده آلی در مقایسه با خاک کشت نشده، چگالی خاک افزایش یافته که به دلیل تردد ماشین آلات سنگین کشاورزی است. از طرفی احتمال می‌رود که بالا بودن جرم مخصوص ظاهری در خاک های کشت و صنعت

1- Veyci *et al.*

کارون، یکی از عوامل افت عملکرد نیشکر در کشت و صنعت کارون است.

تخلخل کل

تحلیل آماری مشخص نمود که تغییر کاربری اراضی و انجام عملیات کشاورزی در اراضی بایر باعث کاهش معنی‌داری در مقدار تخلخل کل خاک می‌شود. مقدار تخلخل کل خاک از ۴۶/۲۸ درصد در اراضی کشت نشده به ۳۷/۹۹ درصد در اراضی با کاربری نیشکر کاهش یافته است (جدول۳). اثر عمق بر تخلخل کل نیز معنی‌دار بوده است به طوری که تخلخل کل در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر کمتر از عمق‌های ۳۰-۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متر مشاهده شد(شکل ۳). میانگین تخلخل کل لایه سطحی خاک کشت شده (۳۰-۰ سانتی متری) در مقایسه با لایه سطحی در خاک کشت نشده کاهش یافته است. همچنین میانگین تخلخل کل در افق (۶۰-۳۰ سانتی متری) از ۴۴/۹۱ درصد در خاک کشت نشده به ۳۱,۳۲ درصد در خاک کشت شده کاهش یافت که کم‌ترین تخلخل کل در بین افق‌های خاک تحت کشت بود. مالاگتا و همکاران[1] (۱۴) در پژوهشی نشان دادند که تغییر کاربری اراضی، تغییر شدیدی در میزان تخلخل کل خاک در زمین‌های جنگلی در مقایسه با خاک چرای دام نشان داده است. با مراجعه به مقادیر پایین تخلخل کل خاک در عمق ۶۰-۳۰، نگرانی‌های مربوط به تراکم خاک و تغییر شرایط بهینه رشد گیاه ناشی از عبور و مرور ادوات کشاورزی سنگین کاملا آشکار و جدی است. لذا ایجاد یک نظام کشت با حداقل تراکم، ضروری است. هم‌چنین افزایش ماده آلی با جلوگیری از سوزاندن بقایای گیاهی و برگرداندن بقایای گیاهی بعد از برداشت، می‌تواند تا حدود زیادی مشکلات ناشی از تراکم خاک را کاهش دهد.

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

کشت و کار در اراضی تحت کشت نیشکر سبب افزایش معنی‌دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اعماق مختلف مورد مطالعه گردیده است. در جدول ۳ نیز مشاهده شد که میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در زمین کشت نشده از ۰/۴۵ میلی‌متر به ۰/۷۵ میلی‌متر در مزرعه تحت کشت نیشکر رسید. طی تغییر کاربری کشت نشده به اراضی تحت کشت نیشکر، به دلیل افزایش ماده آلی خاک میزان پایداری یا میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها افزایش پیدا می-کند. پایداری خاکدانه‌ها همبستگی بالایی با میزان ماده آلی خاک دارد، بنابراین ماده آلی به عنوان یک شاخص غالب در پایداری خاکدانه‌ها است (۵). همچنین مطابق شکل ۳ کاهش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اعماق را نیز می-توان به کاهش ماده آلی نسبت داد زیرا همان‌طور که گفته شد ماده آلی یکی از عوامل تاثیرگذار برپایداری خاکدانه‌ها است. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در عمق ۳۰-۰ سانتی-متر (لایه سطحی) بیش‌تر از عمق‌های ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی متر مشاهده شد. بقایای مواد آلی نیشکر باعث افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در افق سطحی خاک مزارع تحت کشت نیشکر در مقایسه با اعماق می‌شود. جعفری و همکاران[2] (۹) گزارش کردند که کشت و کار در اراضی تحت کشت نیشکر سبب افزایش معنی‌دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اعماق ۳۰-۰و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری (به ترتیب معادل ۸۶ و ۷۹ درصد) و در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری اراضی تحت کشت تناوبی گردیده است.

ویژگی‌های عناصر غذائی خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر کاربری اراضی بر تمامی ویژگی‌های عناصر غذائی خاک در سطح ۱ درصد به جز C/N در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول۴). همچنین اثر تیمار عمق بر تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود درحالی‌که اثر متقابل تیمارها بر ویژگی‌های عناصر غذائی خاک معنی-دار نبود.

1- Mulugeta *et al.*

2- Jafari *et al.*

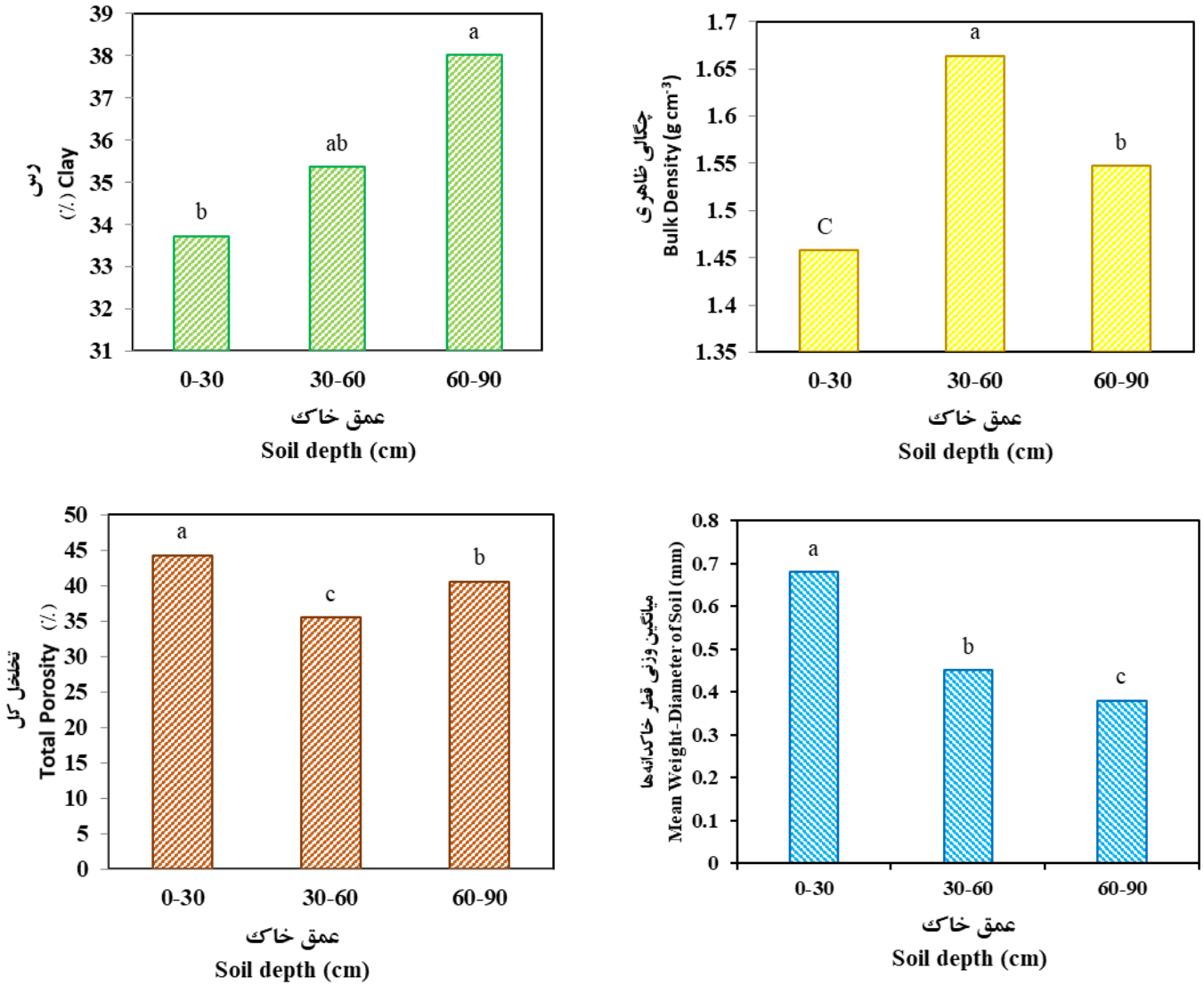
جدول(۳) مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی خاک‌های تحت کشت نیشکر و کشت نشده در منطقه مورد مطالعه

Table (3) Comparison of means of physical characteristics of soils under long-term sugarcane cultivation and uncultivated land in the study area

میانگین وزنی قطر خاکدانه ها Mean Weight-Diameter of Soil (mm)	تخلخل کل Total Porosity(٪)	چگالی ظاهری Bulk Density g cm^{-3}	سیلت Silt (٪)	رس Clay (٪)	شن Sand (٪)	تیمار Treatment
0.54b	40.51b	1.57a	56.20 d	34.85b	9.30 bc	219
0.55b	38.99c	1.61a	56.26 c	35.27b	8.70bcd	239
0.75a	37.99c	1.64a	45.91f	44.42a	8.80bcd	457
0.53b	39c	1.62a	57.23 b	33.16b	11b	520
0.55b	38.99c	1.62a	59 a	34.38b	6.67d	532
0.57b	39.11c	1.61a	54.50e	36.83b	8 cd	534
0.45c	46.28a	1.41b	43.18g	34.46b	22.55a	Uncultivated land کشت نشده

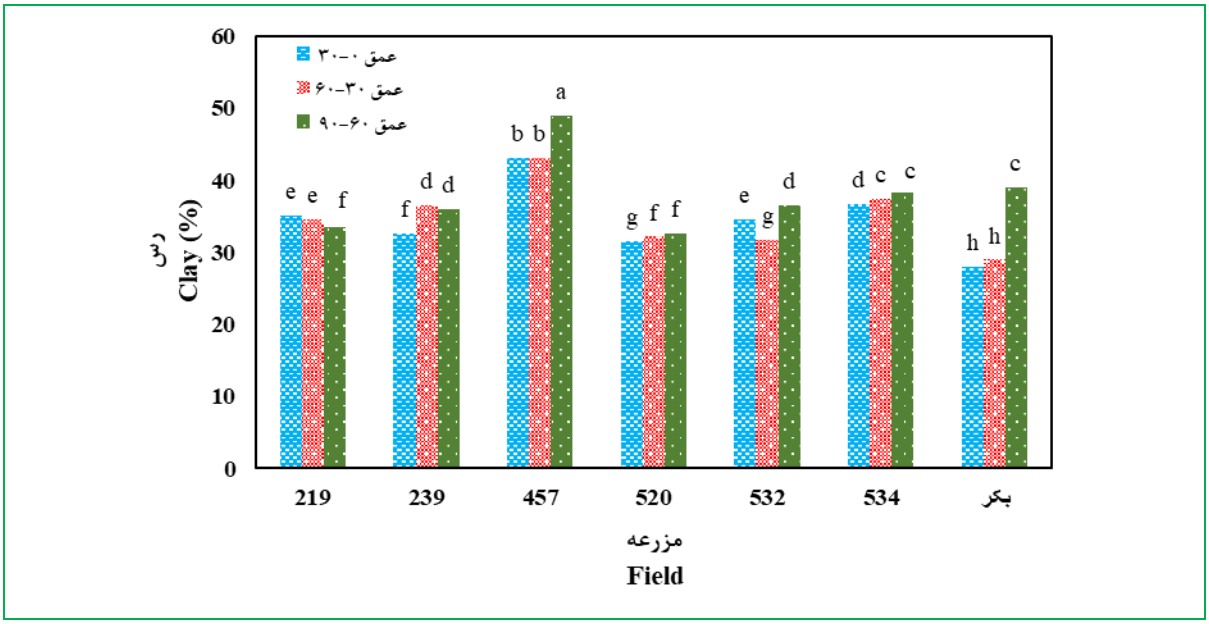
ماده آلی

نتایج نشان داد که میانگین ماده آلی در افق سطحی خاک (۳۰-۰ سانتی‌متری) ۱/۱ درصد و برای افق مشابه در خاک بایر میانگین ماده آلی ۰,۶۵ درصد بدست آمد. در جدول ۵ نیز مشاهده شد که ماده آلی در زمین کشت نشده از ۰/۴۹ درصد به ۰/۷۹ درصد در مزرعه تحت کشت نیشکر رسید. بقایای مواد آلی نیشکر باعث افزایش کربن آلی خاک در افق سطحی خاک مزارع تحت کشت نیشکر در مقایسه با اراضی بایر می‌شود. ماده آلی خاک در افق‌های زیر سطحی مورد بررسی در خاک‌های تحت کشت نیشکر در مقایسه با اراضی بایر نیز افزایش یافته است. به طوری که میانگین ماده آلی در افق ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری در خاک تحت کشت به ترتیب ۰/۶۲ و ۰/۴۱ درصد و در خاک بایر به ترتیب ۰/۴۵ و۰/۳۳ درصد بدست آمد. این شرایط به دلیل وجود ریشه‌های عمیق نیشکر رخ داده و در واقع ریشه‌های نگهدارنده نیشکر که به عمق پائین‌تر از یک متر نفوذ می‌کند سبب افزایش ماده آلی خاک در اعماق می‌شوند. اما افزایش ماده آلی در اعماق چندان قابل توجه نیست. با این‌حال با توجه به شکل ۵ با افزایش عمق از میزان ماده آلی کاسته شده است. عوامل متعددی همچون شخم، دمای زیاد و مرطوب بودن خاک (ناشی از آبیاری) در طی فصول گرم مانع از افزایش ماده آلی در خاک می‌شود. شخم زدن سبب تسریع ورود اکسیژن به خاک و در نتیجه اکسیداسیون ماده آلی خاک می‌شود. دمای زیاد هوا موجب افزایش دمای خاک و در نتیجه منجر به افزایش سرعت اکسیداسیون ماده آلی می-باشد. بررسی جعفری و همکاران (۹) نشان داد که تاثیر نوع کاربری، عمق و اثر متقابل عمق و کاربری بر مقدار کربن آلی خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. آن‌ها اظهار کردند که مقدار کربن آلی خاک از ۳/۵۷ گرم برکیلوگرم در اراضی بایر به ۱۰/۵ گرم برکیلوگرم در اراضی با کاربری نیشکر و ۱۰/۶۵ گرم برکیلوگرم در اراضی با کاربری کشت تناوبی افزایش یافت و با افزایش عمق، مقدار کربن آلی خاک در تمام کاربری‌ها کاهش یافت.



شکل(۳) مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک در اعماق مورد مطالعه

Figure(3) Comparison of mean of physical characteristics of soil in the depths studied



شکل(٤) مقایسه میانگین اثر متقابل کاربری اراضی و عمق بر میزان درصد رس

Figure.(4) Comparison of Means of interaction between land use and depth on clay rate

جدول(٤) تحلیل آماری ویژگی‌های عناصر غذائی خاک‌های تحت کشت نیشکر و کشت نشده در منطقه مورد مطالعه

Table(4) Statistical analysis of organic matter characteristics of the soils under sugarcane cultivation and uncultivated land in the study area

میانگین مربعات Average of squares				درجه آزادی Degrees of Freedom	منابع تغییرات Sources of Changes
نسبت کربن به نیتروژن C/N	پتاسیم قابل جذب Absorbed potassium	فسفر قابل جذب Absorbed phosphorus	ماده آلی Organic Carbon		
265.41*	13940.71**	21.73**	0.12**	6	کاربری زمین Land use
25.72*	959.16*	2.71*	0.024*	2	عمق Depth
3.02ns	51.96ns	0.30ns	0.001ns	12	عمق ×کاربری زمین Land use × depth
0.59	294.57	3.18	0.02		خطا Error

ns: non-significant, *: significant at 5% probability level, and**: significant at 1% probability level

جدول(۵) مقایسه میانگین ویژگی‌های عناصر غذائی خاک‌های تحت کشت نیشکر و کشت نشده در منطقه مورد مطالعه

Table(4) Comparison of means of characteristics of organic matter of the soils under sugarcane cultivation and uncultivated land in the study area

نسبت کربن به نیتروژن C/N	پتاسیم قابل جذب Absorbed potassium mg kg^{-1}	فسفر قابل جذب Absorbed phosphorus mg kg^{-1}	ماده آلی Organic Carbon (٪)	تیمار Treatment
10.54b	143.33c	9.51ab	0.65abc	219
10.51b	135c	9.36ab	0.62cd	239
10.95b	139.33c	10.20ab	0.85a	457
10.58b	173.33b	9.86ab	0.70abc	520
10.5b	176.67b	8.51b	0.64c	532
10.81a	166.67b	10.46a	0.79ab	534
11.5a	249.72a	5.90c	0.49d	uncultivated land کشت نشده

فسفر قابل جذب

بررسی تغییرات میزان فسفر قابل جذب نشان داد که بهره‌برداری از اراضی بایر برای کشت نیشکر باعث تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد شده است. در جدول ۵ نیز مشاهده شد که فسفر قابل جذب در زمین کشت نشده از ۵/۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ۱۰/۴۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در مزرعه تحت کشت نیشکر رسید. به طوری که میزان فسفر قابل جذب در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از ۷/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک بایر به ۱۵/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک تحت کشت نیشکر افزایش یافت. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری میزان فسفر نیز روند مشابه افق سطحی داشت. مالاگتا و همکاران (۱۴) در پژوهشی نشان دادند که تغییر کاربری اراضی منجر به افزایش میزان فسفر قابل جذب در زمین‌های جنگلی در مقایسه با چمن‌زار شده است که با افزایش عمق از میزان آن کاسته شده است. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده شد با افزایش عمق میزان فسفر قابل جذب کاهش یافت که با نتایج پورکیهان و همکاران[1] (۱۷) هم‌خوانی داشت. مهم‌ترین دلیل این افزایش مقدار فسفر قابل جذب افزایش کودهای فسفره به خاک قبل از کاشت نیشکر، می‌باشد. میزان تقریبی کودهای فسفره مورد استفاده معمولا سوپرفسفات تریپل و یا دی آمونیوم فسفات است که حدود ۲۵۰ کیلوگرم درهکتار و در اولین کشت نیشکر به خاک افزوده می‌گردد. در صورت تشخیص کمبود فسفر از طریق علائم کمبود در گیاه فسفر به خاک اضافه می‌شود. به طور کلی تغییرات فسفر به شدت تحت تاثیر شیوه کوددهی است.

نسبت کربن به نیتروژن C/N

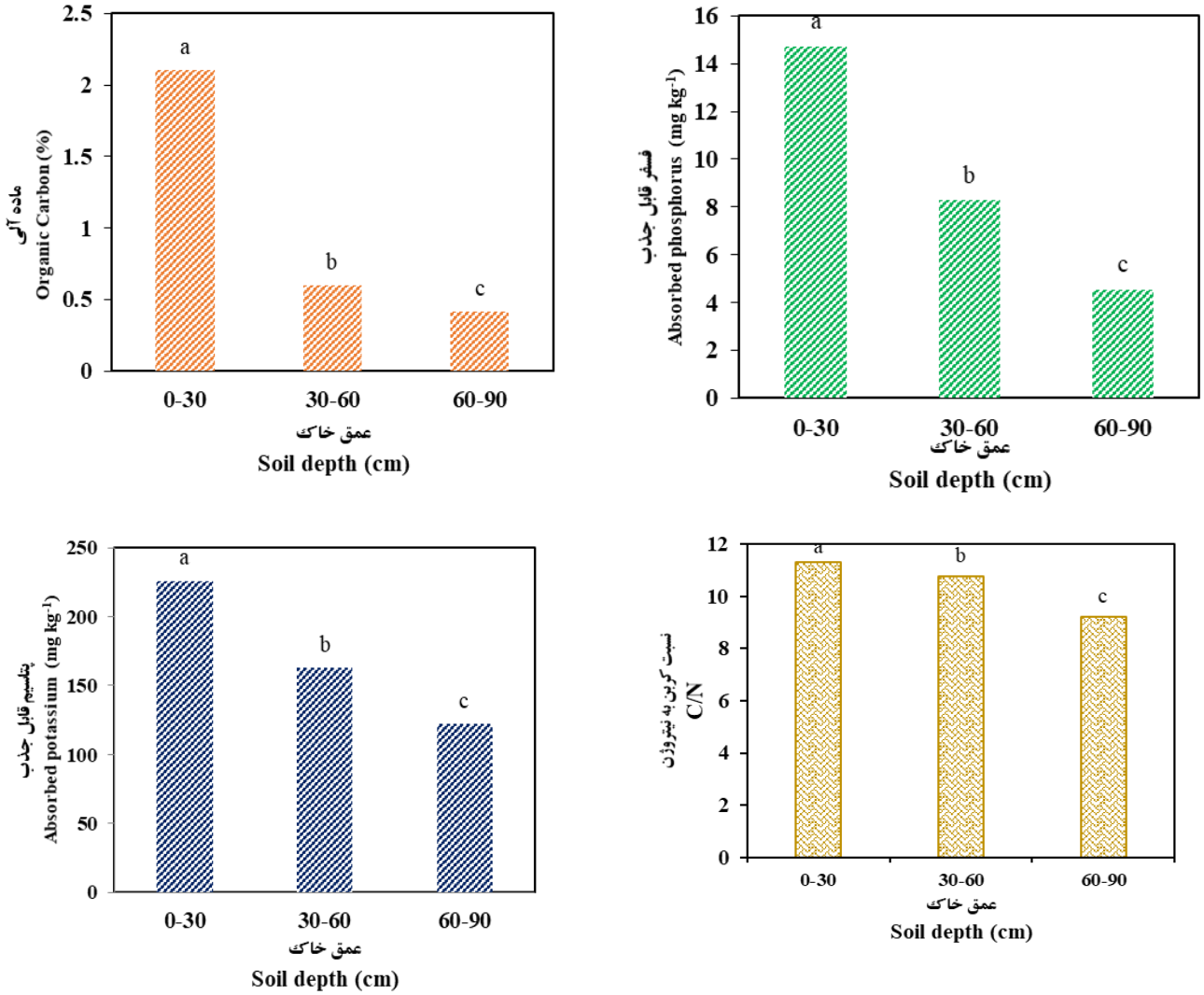
نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان نسبت کربن به نیتروژن خاک در اراضی کشت نشده بیش‌تر از اراضی کشت نیشکر است. به‌طوری‌که C/N در اراضی کشت نشده از ۱۱/۵ به ۱۰/۵ در اراضی تحت کشت نیشکر کاهش یافته است (جدول ۵). اراضی با کشت تناوبی دارای کمترین میزانC/N می‌باشدکه به طور معنی‌داری نسبت به کاربری اراضی کشت نشده کم‌تر است. همچنین در اثر افزایش عمق، مقدار C/N خاک به طور معنی‌داری نسبت به سطح خاک کاهش یافته است (شکل۵). در همه‌ی کاربری‌ها، نسبت C/N در سطح بیش از عمق ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متراست (شکل۴). این نتیجه ممکن است به دلیل افزایش بیشترکربن خام به این ضخامت از خاک

1- Porkeyhan *et al.*

مربوط گردد که از نسبت C/N زیادتری برخوردار است. از طرفی مصرف کودهای نیتروژن‌دار در اراضی تحت کشت، منجر به کاهش این نسبت می‌گردد. به‌طور مشابه جعفری و همکاران (۹) نیز افزایش C/N در اراضی کشت نشده را گزارش کردند. مالاگتا و همکاران (۱۵) در پژوهشی نشان دادند که تغییر کاربری اراضی منجر به افزایش میزان C/N در زمین‌های جنگلی(۱۱/۶) در مقایسه با اراضی چرای دام (۱۰/۱) شده است که با افزایش عمق از میزان آن کاسته شده است.

پتاسیم قابل جذب

پتاسیم قابل جذب در زمین بایر با خاک‌هایی که به‌مدت بیش‌تر زیر کشت نیشکر بودند، تفاوت معنی‌دار نشان داد. به‌طوری‌که میانگین پتاسیم قابل جذب در خاک سطحی از ۲۴۹/۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در اراضی بایر به ۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در اراضی تحت کشت کاهش یافت (جدول ۵). این کاهش در خاک سطحی بیشتر از خاک‌های عمق دوم و عمق سوم بود که می‌توان به جذب پتاسیم توسط نیشکر نسبت داد. چرا که نیشکر پتاسیم را نسبت به سایر عناصر غذایی بیشتر جذب می‌کند.



شکل(۵) مقایسه میانگین تغییر عمق بر میزان ماده آلی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و نسبت کربن به نیتروژن C/N

Figure (5) Comparison of means of depth change on organic matter, absorbable phosphorus, absorbable potassium and C/N

به‌طورکلی کاهش پتاسیم قابل جذب خاک در اراضی تحت کشت نیشکر به‌دلیل تخلیه پتاسیم خاک در نتیجه آبشویی و برداشت پتاسیم توسط گیاه نیشکر می‌باشد (۹). به‌طور مشابه، بستانی و سوابقی (۲) نیز کاهش در میزان پتاسیم قابل جذب در خاک‌های با کشت درازمدت نیشکر را گزارش کردند. همچنین جعفری و همکاران (۹) گزارش کردند کشت درازمدت نیشکر سبب کاهش پتاسیم محلول و قابل جذب خاک شد. همان‌طور که در شکل۵ مشاهده شد به طورکلی با افزایش عمق میزان پتاسیم قابل جذب کاهش یافت. با توجه به این نتایج می‌توان نتیجه گرفت کشت درازمدت نیشکر بدون استفاده از کود پتاسیم سبب تخلیه این عنصر شده و می‌تواند در کاهش جذب پتاسیم توسط نیشکر مؤثر باشد (۹).

همبستگی صفات مورد بررسی

نتایج حاصل از برآورد ضرایب همبستگی بین صفات مختلف تحت تیمارهای مورد مطالعه، نشان داد که شن با تمامی صفات به جز رس و ماده آلی همبستگی معنی‌داری داشت. در حالی که رس تنها با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با همبستگی ۰/۹۲ رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. با توجه به نتایج جدول ۶ همبستگی منفی بین چگالی ظاهری با تخلخل کل (۰/۹۶) مشاهده شد. در کاربری کشاورزی احتمالاً به‌دلیل فرآیند خاکدانه‌سازی باعث افزایش میزان فضاهای متخلل در خاک می‌شود و همین امر موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک و از طرفی باعث افزایش تخلخل کل خاک شده است (۶). از بین تمامی صفات مورد مطالعه، ماده آلی خاک با چگالی ظاهری (۰/۷۸)، MWD(۰/۸۶) و فسفر قابل جذب (۰/۸۷) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. ماده آلی خاک و میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها برهم اثر متقابل دارند، به این معنی که ماده آلی خاک باعث تشکیل خاکدانه‌ها می‌شود و با به هم پیوستن خاکدانه‌های کوچک خاکدانه‌های بزرگ تشکیل می‌شود و در مقابل خاکدانه‌ها مواد آلی را در خود محافظت فیزیکی می‌کنند (۱۹). بیشترین همبستگی بین فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب و C/N به ترتیب با چگالی ظاهری (۰/۸۹)، شن (۰/۸۷) و سیلت (۰/۹۳) مشاهده شد.

جدول(٦) ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه

Table (6) Correlation coefficient of studied traits

	شن Sand (٪)	رس Clay (٪)	سیلت Silt (٪)	چگالی ظاهری Bulk Density g cm^{-3}	تخلخل کل Total Porosity (٪)	میانگین وزنی قطر خاکدانه ها Mean Weight-Diameter of Soil mm	ماده آلی Organic Carbon (٪)	فسفر قابل جذب Absorbed phosphorus mg kg^{-1}	پتاسیم قابل جذب Absorbed potassium mg kg^{-1}	نسبت کربن به نیتروژن C/N
Sand	1									
Clay	-0.25	1								
Silt	-0.95**	-0.51	1							
Bulk Density	-0.95**	0.33	0.61	1						
Total Porosity	0.88*	-0.28	-0.59	-0.96**	1					
MWD	-0.97**	0.92**	-0.16	0.66	-0.60	1				
Organic Carbon	-0.75	0.71	0.08	0.78*	-0.69	0.86*	1			
Abs. Phosphorus	-0.84*	0.38	0.48	0.89**	-0.80*	0.64	0.87*	1		
Abs. Potassium	0.87*	-0.38	-0.50	-0.85*	0.76*	-0.64	-0.64	-0.86*	1	
C/N	0.92**	0.22	-0.93**	-0.79*	0.74	-0.15	-0.29	-0.65	0.76*	1

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری اراضی و زیر کشت بردن زمین‌های بایر در خاک‌های کشت و صنعت کارون سبب تغییر ویژگی‌های فیزیکی و آلی خاک شده است. بدین‌ترتیب که تغییر کاربری اراضی، آبیاری فراوان، آبشویی و کشت درازمدت نیشکر سبب افزایش ماده آلی خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و چگالی ظاهری خاک شده است. همچنین مقدار فسفر قابل جذب در اثر کشت نیشکر و کوددهی افزایش یافت، درحالی‌که با زیرکشت بردن اراضی بایر، میزان C/N ماده آلی خاک و پتاسیم قابل جذب خاک کاهش یافت. همچنین نگرانی‌های مربوط به تراکم خاک و تغییر شرایط بهینه رشد گیاه ناشی از عبور و مرور ادوات کشاورزی سنگین کاملا واضح و جدی است، لذا ایجاد یک نظام کشت با حداقل تراکم، ضروری است.

References

1. Behravan, H.R., Zand, E. and Shafiei Baftee, F. 2013. Good management practices manual for the sugarcane industry. Kerdegar press, Ahvaz, Iran. pp: 386. (In Persian)

2. Bostani, A. and Savaghebi, Gh. 2011. Study of potassium fixation capacity in some under-cultivation sugarcane soils in Khuzestan. The Journal of Water and Soil. 25(5): 982-993(In Persian with English abstract)

3. Canisares, L. P., Cherubin, M. R., da Silva, L. F. S., Franco, A. L. C., Cooper, M., Mooney, S. J., & Cerri, C. E. P. 2020. Soil microstructure alterations induced by land use change for sugarcane expansion in Brazil. Soil Use and Management. 36(2):189-199.

4. Chi, L., Mendoza-Vega, J., Huerta, E., and Álvarez-Solís, J. D. 2017. Effect of Long-Term Sugarcane (Saccharum Spp.) Cultivation on Chemical and Physical Properties of Soils in Belize. Communications in soil science and plant analysis. 48(7): 741-755.

5. De Noni, G., Didier, B., Jean-Yves, L., Yves, L., and Jean, A. 2002. Proposal of soil indicators for spatial analysis of carbon stocks evolution. Western Canadian Spill Services-August. Thailand.

6. Emami, H., Neyshabouri, M. R., and Shorafa, M. 2012. Relationships between some soil quality indicators in different agricultural soils from Varamin, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology. 14: 951-959 (In Persian with English abstract)

7. Garside, A.L., and Nable, R.O. 1996. Sugarcane growth and yield comparisons in pair old and new land sites. In: J.R. Wilson, D.M. Hogarth, J. Campbell and A.L. Garside (Eds.), Sugarcane: Research Towards Efficient and Sustainable Production. CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures, Brisbane, Australia. pp: 248-250,

8. Hassanlee, A.M. 2011. Climate change and it's sequences on water and Environment. Iranian student book agency, Mashhad, Iran. pp: 208. (In Persian)

9. Jafari, S., Baghernejad, M., and Chorom, M. 2005. Investigation of some of physicochemical properties of cultivation and virgin lands (under sugarcane cultivation and rotations) in Haft Tapeh Area Khuzestan. Journal of Agricultural Engineering. 28(1): 165-182. (In Persian)

10. Jafary, S., Golchin, A., and Toolayfard, A. 2016. The effect of land use change on the characteristics of physical components of organic matter, the amount of diffuse clay and the stability of aggregates in some lands of Khuzestan province. Iranian Journal of Soil and Water Research. 47(3): 593-603(In Persian with English abstract)

11. Landy, A., Porkeyhan, S., Chorom, M., Hojati, S. 2018. Study of the effects of land use change and construction of sugarcane fields on physicochemical, mineralogical and micromorphological properties of soil in the southern region of Khuzestan. Journal of Soil Management and Sustainable Production. 8(2): 43-61(In Persian with English abstract)

12. Lavkulich, L. M. 1981. Methods Manual, Pedology Laboratory. Department of Soil Science, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada. pp: 360.

13. Marquez, C. O., Garcia, V. J., Cambardella, C. A., Schultz, R. C., and Isenhart, T. M. 2004. Aggregate-size stability distribution and soil stability. Soil Science Society of America Journal. 68: 725-735.

14. Mulugeta, TUFA., Melese, A. and Wondwosen, TENA. 2019. Effects of land use types on selected soil physical and chemical properties: The case of Kuyu District, Ethiopia. Eurasian Journal of Soil Science. 8(2): 94-109.

15. Nelson, R. E., and Sommers, L. E. 1982. Total carbon. Organic carbon and organic matter. pp: 539-579, In: A.L. Page (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

16. Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S., and Dean, C. A. 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate. U. S. Department of Agriculture Circular. No. 939.

17. Porkeyhan, S., Landy, A., and Hojati, S. 2017. Comparison of mineralogical changes in soil of Khuzestan sugarcane fields with adjacent virgin lands. 15th Iranian Soil Science Congress (In Persian)

18. Rezapour, S., Taghipour, A., and Samadi, A. 2013. Modifications in selected soil attributes as influenced by long term continuous cropping in a calcareous semiarid environment. Natural Hazards. 69(3):1951-1966.

19. Six, J. R. T., Conant, E., Paul, A., and Paustian, K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. Plant and Soil Science. 241(2): 155-176.

20. Staff, S. S. 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th ed., United States Department of Agriculture and National Resources Conservation Service, Washington DC, USA. pp: 360.

21. Toolabi Fard, A. 2012. The Changes in the physical components of organic matter in soils with different uses. Master of Science Thesis. Ramin Agricultural and Natural Resources University, Ahwaz. Iran. (In Persian)

22. Veyci tabar, A., Hemat, A., and Mosadeghi, M. 2015. Evaluation of soil density of sugarcane fields under different cultivation modes using apparent density, relative apparent density and soil cone index. Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 19(72): 93-105(In Persian with English abstract)