Journal of Agroecology
Homepage: http://agry.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No. 3, 2024, p. 439-461

Evaluation of the Residues of Rice (*Oryza sativa* L.), Black-Eyed Pea (*Vigna unguiculata* L.), Dill (*Anethum graveolens* L.) and Aubergine (*Solanum melongena* L.) on Characteristics of Soil, in Cultivation without Chemical Inputs Corn (*Zea mays* L.)

Einollah Hesami[1*] and Mohsen Jahan[2]

1- Assistant Professor, Department of Agriculture and Plant Breeding, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran
2- Professor, Department of Agriculture and Plant Breeding, Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding author's Email: a.hesami@iau-shoushtar.ac.ir)

Received: 21-07-2022
Revised: 20-10-2022
Accepted: 06-11-2022
Available Online: 09-11-2024

How to cite this article:
Hesami, E., & Jahan, M. (2024). Evaluation of the residues of rice (*Oryza sativa* L.), Black-eyed pea (*Vigna unguiculata* L.), dill (*Anethum graveolens* L.) and Aubergine (*Solanum melongena* L.) on characteristics of soil, in cultivation without chemical inputs corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agroecology*, *16*(3), 439-461. (In Persian with English abstract)
https://doi.org/10.22067/AGRY.2023.84230.1165

Introduction

Pre-cultivated plants are types of plants that, after harvesting the economic part, the plant residuals are returned to the soil, to increase the organic matter and to improve the next plants productivity. The use of plant residues can improve biological health in agriculture by reducing the chemical inputs used in agriculture. Due to the fact that in dry areas such as North Khuzestan, the role of pre-cultivated plants and the effect of their residues on growth and performance have been studied less, this research can be done in different humidity conditions before planting the main plant and the effects of plant residues and their role on the qualitative characteristics and organic matter of the soil and the performance of plants such as corn are promising and help farmers and researchers.

Material and Methods

This experiment was conducted in two neighboring farms. In each year, two experiments were conducted in a randomized complete block design with four replications in two years and two locations. Before planting corn in two fields, cultivation treatments and mixing residues of four plant species including rice, cowpea, dill and eggplant and fallow were used as experimental treatments. After harvesting the pre-cultivation plant and to investigate the effect of plant residues on some soil characteristics over time. In order to determine the amount of moisture stored in the soil, in two stages before planting and in the middle of the corn growing season, the percentage of soil moisture

©2023 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

https://doi.org/10.22067/AGRY.2023.84230.1165

by weight was calculated. To determine the organic carbon content in the soil before planting and during the mid-growth stage of the corn plant, organic carbon was oxidized using potassium dichromate in the presence of concentrated sulfuric acid, followed by titration with semi-normal ammonium ferrous sulfate in the presence of the orthophenanthroline reagent (Walkley, 1934). Additionally, soil nitrogen was measured in the laboratory using the Kjeldahl method (Pag et al., 1982).

Results and Discussion

In both farms, the stability of the soil grains in the second year was higher than the first year, which is due to the placement of organic materials of plant residues in the structure of the soil grains (Kochaki et al., 2020). Soil stability increased in both farms in the second year, with the difference that the soil stability increased by 64% in WET Planting and 50% in dry Planting. The first and second years, respectively, 35 and 29% increase in soil moisture compared to the control. The results of this research showed that the positive effect of plant residues in improving the organic matter of the soil after corn cultivation in wet Planting was much higher than that of dry Planting. That the rice residues increased the soil organic matter by 51 and 47% in wet Planting and dry Planting. The results of the measurement data before corn cultivation showed a significant increase in the amount of nitrogen in the soil in the second year, and this increase was 55% higher in the field with the method of wet Planting cultivation. The results of the measured data after corn cultivation in the second year showed that the amount of nitrogen in the soil increased and the intensity of the increase in the field using wet Planting method was 44% more than the field using dry method.

Conclusion

The results of this experiment showed that the apparent specific weight of the soil in the second year, influenced by the use of plant residues, decreased over time. The preservation of plant residues has caused an increase in the amount of nitrogen in the soil, and in wet planting conditions, the intensity of its increase has been 44% more than in DRY Planting conditions. Also, by using plant residues of dill and beans, the amount of phosphorus in the soil increased.

Key words: Phosphorus, Plant residues, Potassium, Organic matter, Yield

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: http://agry.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص ۴۶۱-۴۳۹

ارزیابی بقایای گیاهان برنج (*Oryza sativa* L.)، لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)، شوید (*Anethum graveolens* L.) و بادمجان (*Solanum melongena* L) بر ویژگی‌های خاک در زراعت بدون نهاده شیمیایی ذرت (*Zea mays* L.)

عین‌اله حسامی[1*]، محسن جهان[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۷/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۵

چکیده

در نظام‌های تولید پایدار و کشاورزی ارگانیک، انتخاب گیاهانی به‌عنوان پیش‌کشت سازگار و استفاده از بقایای گیاهی آن‌ها برای رسیدن به هدف اصلی سلامت و حفظ خاک اهمیت دارد. بدین منظور، کار تحقیقاتی حاضر در دو سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مرکز تحقیقات گیاهان گرمسیری شهرستان شوشتر به‌صورت تجزیه مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. در این تحقیق دو مزرعه به‌صورت جداگانه با روش کشت هیرم‌کاری و خشک‌کاری و کشت گیاهان پیش‌کشت شامل لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.)، شوید (*Anethum graveolens* L.)، بادمجان (*Solanum melongena* L.) و شاهد (آیش) به‌عنوان تیمارهای آزمایشی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد مقدار نیتروژن آلی و کربن خاک با کاربرد بقایای گیاهان لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب ۶۴، ۴۰، ۵۰ و ۵۰ درصد و کربن آلی ۴۷، ۵۱، ۴۷ و ۴۳ درصد نسبت به شاهد بود. همچنین حداکثر نسبت کربن به نیتروژن خاک با کاربرد بقایای برنج نسبت به شاهد ۲۱/۸ درصد افزایش نشان داد. میزان pH خاک با کاربرد بقایای گیاهان لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب کاهش ۵، ۵، ۴ و ۴ درصد نسبت به شاهد را نشان داد. مقدار پتاسیم خاک در اثر کاربرد بقایای لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب ۳۴، ۲۱، ۲۵ و ۲۴ درصد افزایش و کاربرد بقایای گیاهان شوید و لوبیا باعث افزایش معنی‌دار فسفر خاک به‌ترتیب ۵۶ و ۸۶ درصد در مقایسه با شاهد شد. همچنین بقایای گیاهی فوق‌الذکر به‌ترتیب باعث افزایش ۲۴، ۲۷، ۲۷ و ۲۵ درصد ماده آلی خاک شد. از طرفی، کاربرد بقایای گیاه لوبیا نقش مفیدتری نسبت به سایر گیاهان در افزایش درصد رطوبت خاک به‌میزان ۴۴/۷ درصد داشت. پایداری خاکدانه خاک با استفاده از بقایای لوبیا باعث افزایش ۶۰ برابری نسبت به شاهد شد. با توجه به نتایج تجزیه صفات مذکور، عملکرد دانه در مزارع به‌روش کشت هیرم‌کاری و خشک‌کاری ذرت در حضور بقایای لوبیا به‌ترتیب ۳۲/۰۹ و ۳۲/۰۷ درصدی نسبت به شاهد افزایش داشت. بنابراین، روش کشت هیرم‌کاری و حفظ بقایای گیاهی به‌خصوص گیاه لوبیا چشم بلبلی (گیاهان خانواده بقولات) که در تناوب کشت شهرستان شوشتر مشاهده می‌شود، می‌تواند باعث افزایش موادآلی، عناصر معدنی خاک و حفظ ظرفیت نگهداری آب شود که در نهایت، نقش مهمی در بهبود و حفظ کیفیت و پایداری خاک و افزایش عملکرد بهینه در مزارع ذرت دارد.

واژه‌های کلیدی: بقایای گیاهی، پتاسیم، عملکرد، فسفر، ماده آلی، نیتروژن

۱- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
۲-استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: a.hesami@iau-shoushtar.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/AGRY.2023.84230.1165

مقدمه

کشاورزی رایج به شیوه‌های مختلفی تولیدات آینده را تحت تأثیر سوء قرار می‌دهد و با استفاده از نهاده‌های ناسازگار با شرایط بوم-شناختی باعث تغییر و تخریب محیطزیست در درازمدت می‌شوند. ورود نهاده‌های ناسازگار مانند علفکش‌ها و نهاده‌های شیمیایی علاوه‌بر تحمیل هزینه‌های اضافی، اثرات جبران‌ناپذیری بر محیط-زیست و سلامت عمومی دارد (Nassiri Mahallati et al., 2001). از سوی دیگر، به گزارش کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2007) ، تناوب‌های زراعی رایج و ناقص در کشور به‌دلیل طول دوره زمانی کوتاه، میزان پوشش ناکافی زمین، عدم جذب کافی عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن توسط گیاه و تأثیر بر فشردگی خاک و ساختمان خاک نامناسب کارآیی قابل قبولی ندارند.

گیاهان پیش‌کشت به گونه‌هایی از گیاهان گفته می‌شود که بعد از برداشت بخش اقتصادی، دیگر بقایای گیاه به خاک برگردانده می‌شوند و هدف از برگرداندن بقایای آن‌ها به خاک افزایش مواد آلی خاک، حفظ یا افزایش قابلیت دسترسی سایر گیاهان به خاک حاصلخیز و پایدار، جلوگیری از فرسایش و در مواردی نیز هدف، کاهش عوامل بیماری‌زای خاک و تراکم علف‌های‌هرز است(Hesami et al., 2020).

اهمیت گیاهان پیش‌کشت زمانی دوچندان می‌شود که بقایای حاصل از آن‌ها به خاک برگردانده و سبب فعالیت ریز موجودات خاکزی و تغییر در خرد اقلیم‌های موجود در خاک می‌شود که بعد از دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت خصوصیات کیفی خاک تغییر و در ادامه این تغییرات، رشد و عملکرد بهینه گیاه‌زراعی و افزایش سلامت خاک را متأثر خواهد کرد (Mesgarbashi et al., 2013). مخلوط کردن بقایای گیاهان با خاک مزرعه، وزن مخصوص ظاهری کاهش و پایداری خاک را افزایش می‌دهد (Katsvairo et al., 2002). گزارش شده است که مخلوط کاه برنج با خاک بر افزایش و جذب نیتروژن توسط گیاهان مؤثر و در یک دوره طولانی‌مدت، جذب نیتروژن و کارائی کود نیتروژن را افزایش داد (Eagle et al., 2001). بازگرداندن بقایای گیاهی به خاک به‌ویژه در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک در افزایش ذخیره رطوبت خاک مؤثر می‌باشد که با فزایش رطوبت خاک، افزایش مواد آلی خاک را می‌توان مشاهده کرد، درصورتی‌که در خاک های دارای رطوبت کم کاهش تجزیه بقایای گیاهی و کاهش دستیابی به توازن مناسب مواد آلی خاک مشاهده خواهد شد (Hesami et al., 2018). بنابراین، امروزه استفاده بیش از حد از فرآوردهای مصنوعی ساخت بشر مانند کودهای شیمیایی به‌منظور افزایش محصول در واحد سطح زمین‌های کشاورزی سبب بر هم‌خوردن توازن اکولوژیکی در محیطزیست شده و خطرات جدی برای سلامت محیطزیست فراهم کرده است. این در حالی است که استفاده از کودهای آلی و بقایای گیاهای مناسب در کشاورزی ارگانیک، علاوه‌بر حاصلخیزی خاک سبب کاهش تأثیرات منفی حاصل از کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی و مصنوعی ساخت بشر می‌شود (Mishra et al., 2004).

استان خوزستان با وجود برخورداری از خاک‌های فقیر از مواد آلی و کمبود آب به‌خصوص در سال‌های کم‌بارش، از نظر میزان تولید و سطح زیرکشت ذرت در سال‌های مختلف حائز رتبه‌های اول و دوم در بین سایر استان‌های ایران بوده است. با وجود اهمیت غلات در خوزستان و فقر مواد آلی خاک، از اثرات حفظ بقایای گیاهی به‌منظور افزایش عملکرد ذرت، کمتر استفاده می‌شود و هنوز سوزاندن بقایا و خروج ۱۰۰ درصد بقایای گیاهان از زمین به‌صورت مرسوم و همیشگی است (Jahan et al., 2021).

با توجه به اینکه در مناطق خشکی مانند شمال خوزستان، نقش گیاهان پیش‌کشت و تأثیر بقایای آن‌ها بر رشد و عملکرد کمتر مورد بررسی قرار گرفته است، انجام این تحقیق می‌تواند در روش کشت هیرم‌کاری و خشک‌کاری قبل از کشت گیاه اصلی و اثرات بقایای گیاهی و نقش آن‌ها بر خصوصیات کیفی و ماده‌آلی خاک و عملکرد گیاه ذرت امیدوارکننده باشد و به کشاورزان و محققان کمک کند. بنابراین، اثرات بقایای گیاهان پیش‌کشت را در دو نوع روش کشت هیرم‌کاری و خشک‌کاری بر عملکرد ذرت، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۱۴۰۰- ۱۳۹۹ و ۱۴۰۱- ۱۴۰۰ جهت کشت گیاهان پیش‌کشت و گیاه ذرت در دو مزرعه مرکز تحقیقات گیاهان گرمسیری دانشگاه شوشتر که در شش کیلومتری شوشتر با عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه و ارتفاع ۶۵ متر از دریا واقع شده است، انجام

گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. در هر دو سال زراعی مورد بررسی و در دو مزرعه به‌روش کشت هیرم‌کاری و خشک‌کاری، زمان کاشت و برداشت ذرت و گیاهان پیش‌کشت طبق جدول ۱ انجام شد و برای تیمارهای پیش-کشت و در پایان دوره رشدونمو آن‌ها، بقایا با خاک مخلوط شد (چهار گیاه پیش‌کشت شامل برنج (*Oryza sativa* L.)، لوبیا چشم بلبلی(*Vigna unguiculata* L.)، شوید (*Anethum graveolens* L.) و بادمجان (*Solanum melongena* L.). ابعاد هر کرت (تیمار) به طول ۱۲ متر و عرض هشت متر بود.

جدول ۱- زمان کشت و برداشت و میزان بقایای گیاهان پیش‌کشت و ذرت دانه‌ای در دو مزرعه طی دو سال آزمایش

Table 1- Time of planting and harvesting and the amount of pre-planted and corn plant residues in two fields during the two years of the experiment

گیاهان Plants	زمان کشت Planting time		میزان بقایای گیاهان پیش‌کشت The amount of pre-planted plant residues (g.m-2)				زمان برداشت و برگشت بقایا به خاک Harvesting time and returning the residues to the soil	توضیحات Description
			مزرعه ۲ Farm 2		مزرعه ۱ Farm 1			
	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year	سال اول First year	سال دوم Second year		
برنج Rice	تیرماه 1399 Aug2020	–	1021.29	–	999.21	–	آبان ماه Nov.	برداشت دانه Harvest seed
لوبیاچشم‌بلبلی Black-eyed pea	اسفندماه 1399 April2020	1400 2021	712.45	723.11	691.42	697.03	تیر ماه Jan.	"برداشت نیام Harvest pod
شوید Dill	بهمن ماه 1399 March2020	1400 2021	449.15	417.12	434.78	414.25	تیر ماه Jan.	برداشت برگ Harvest leaf
بادمجان Aubergine	بهمن‌ماه1399 March2020	1400 2021	641.11	621.16	631.13	602.13	تیر ماه Jan.	برداشت میوه Harvest fruit
ذرت Corn	مردادماه1400 Aug2021	1401 2022	–	–	–	–	آبان ماه Oct.	بلال و بقایای هوایی و زیرزمینی از خاک خارج Cobs and aerial and underground residues from outside soil

مزرعه‌های مورد آزمایش در فصول زراعی زمستان و تابستان زیرکشت گیاهان پیش‌کشت و ذرت دانه‌ای بودند. بعد از برداشت گیاهان پیش‌کشت، صد درصد بقایای گیاهی آنها بلافاصله ۱۰۰ در خاک مزرعه مخلوط شد، در تیمار آیش اجازه کشت و یا رشد گیاهی داده نشد. عملیات کشت ذرت (*Zea mays* L.) رقم سینگل‌کراس ۷۰۴، در یک مزرعه به‌روش کشت هیرم‌کاری و مزرعه دیگر به‌روش خشک‌کاری با دستگاه ردیف‌کار انجام شد. مراحل مدیریت دوره داشت مانند آبیاری براساس نیاز آبی گیاه ذرت انجام گرفت. جهت محاسبه عملکرد ذرت در زمان مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، از مساحت دو مترمربع از وسط هر کرت آزمایشی، بوته‌های ذرت کف‌بر شدند، سپس نمونه‌ها جهت توزین و خشک کردن به آزمایشگاه منتقل و عملکرد محاسبه شد. مابقی بوته‌های ذرت در هر دو مزرعه کاملاً به کمک نیروی انسانی به همراه کلیه بقایای هوایی و زیرزمینی گیاه از خاک مزارع خارج شدند.

بعد از برداشت گیاه پیش‌کشت (جدول ۱) و برای بررسی تأثیر بقایای گیاهی گیاهان پیش‌کشت بر برخی خصوصیات خاک دو مزرعه در هر دو سال زراعی کشت ذرت، در دو مرحله زمانی پیش از کاشت و اواسط رشد ذرت، از هر کرت تیمار آزمایشی از چهار نقطه، نمونه خاک از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و در نهایت، یک نمونه به‌عنوان نمونه اصلی استحصال شد. از نمونه خاک هر تیمار، صفات

میزان درصد رطوبت وزنی، شاخص پایداری خاکدانه‌ها، میزان کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، نسبت کربن به نیتروژن، pH و هدایت الکتریکی خاک اندازه‌گیری و محاسبه شد. ضمناً قبل از هر کشت گیاه پیش‌کشت و از قبل شروع آزمایش در هر دو مزرعه، برخی از مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دو مزرعه آزمایشی اندازه گیری شد (جدول ۲).

درصد رطوبت وزنی خاک: پیش از کشت و در اواسط دوره رشد ذرت با استفاده از معادله ۱، درصد رطوبت وزنی خاک اندازه گیری شد.

$$\%\theta = \frac{Ww - Ws}{Ws} \times 100$$

معادله (۱)

که در آن، W_w: وزن خاک مرطوب، Ws: وزن خاک خشک و Θ: درصد وزنی آب خاک است.

شاخص پایداری خاکدانه‌ها: این شاخص پیش از کشت و در اواسط دوره رشد ذرت، پس از قرار دادن نمونه‌های خاک بر روی یک ردیف الک (الک‌ها با اندازه‌های ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ میلی‌متر از بالا به پایین) که در آب با سرعت و زمان مشخص، بالا و پایین برده می‌شدند، با استفاده از معادله ۲ تعیین شد.

$$WD = \sum w_i x_i$$

معادله (۲)

که در آن، x_i: میانگین قطر خاکدانه‌های باقی‌مانده روی هر الک (میلی‌متر) و w_i: نسبت وزنی خاکدانه‌ها در هر الک به وزن کل نمونه خاک است (Zaeri et al., 2014).

کربن آلی خاک: پیش از کشت و در اواسط دوره رشد ذرت، اکسیداسیون کربن آلی توسط دی‌کرومات‌پتاسیم در مجاورت اسیدسولفوریک غلیظ صورت گرفت و سپس، توسط آمونیم-فروسولفات‌نیم نرمال در مجاورت معرف ارتوفنانترولین با روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد.

نیتروژن خاک: پیش از کشت ذرت و در اواسط دوره رشد ذرت، به‌روش کجلدال نیتروژن خاک اندازه‌گیری شد (Pagh et al., 1982).

میزان فسفر خاک: پیش از کاشت و در اواسط رشد گیاه ذرت، فسفر خاک با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Pagh et al., 1982).

پتاسیم خاک: پتاسیم خاک پیش از کشت ذرت و در اواسط دوره رشد ذرت، با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد (Pagh et al., 1982).

نسبت کربن به نیتروژن: نسبت کربن به نیتروژن پیش از کشت ذرت و در اواسط دوره رشد ذرت، از تقسیم کربن آلی به نیتروژن خاک محاسبه شد (Pagh et al., 1982).

PH خاک: PH خاک پیش از کشت ذرت و در اواسط دوره رشد ذرت، به‌وسیله دستگاه pH متر و در مخلوط اشباع خاک اندازه‌گیری شد (Page et al., 1982).

جدول ۲- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک دو مزرعه آزمایشی

Table 2- Some physical and chemical characteristics of the two experimental farms

خصوصیات Characteristics		مزرعه ۱ Farm1	مزرعه ۲ Farm2
Soil texture		Clay-loam Sand27% silt 21% clay52%	Clay-loam Sand28%silt 17% clay55%
EC	$dS.m^{-1}$	3.4	3.01
P	ppm	4.21	4.98
K	ppm	125	107
Total N	%	0.11	0.09
Organic C	%	0.40	0.38
pH		7.3	7.4

از قبل به‌منظور اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با نرم‌افزار SAS نسخه ۹ انجام گرفت و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

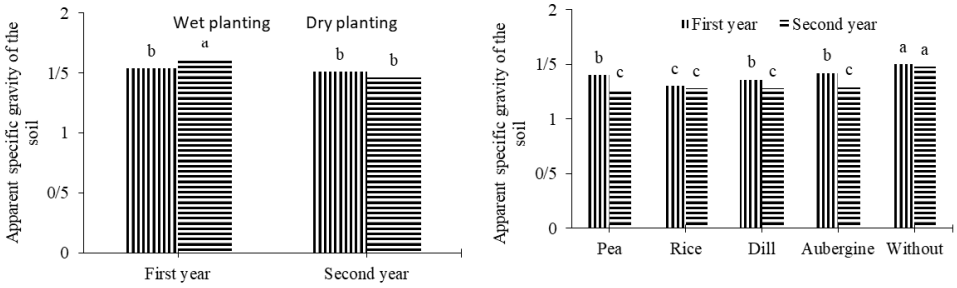
نتایج و بحث

وزن مخصوص ظاهری خاک

نتایج نشان داد که وزن مخصوص ظاهری خاک در قبل از کشت ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهم‌کنش تیمارهای آزمایش با سال آزمایش بود (جدول ۳). وزن مخصوص ظاهری خاک در دو سال متفاوت بود و این تفاوت به بقایای گیاهان پیش‌کشت نیز بستگی داشت. در قبل از کشت ذرت مشخص شد که وزن مخصوص ظاهری خاک در سال اول بالاتر از سال دوم بود و این افزایش در کرت‌های متأثر از بقایای لوبیا، شوید و بادمجان نیز وجود داشت. کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک در سال دوم در تیمارهای متأثر از بقایای لوبیا، شوید و بادمجان به‌ترتیب ۱۰، ۶ و ۱۰ درصد نسبت به سال اول بود (شکل ۱). دلیل آن می‌تواند ادغام تدریجی بقایای گیاهی در ساختمان و ساختار خاک باشد که به نظر می‌رسد در سال دوم بیش از سال اول بود. مواد آلی خاک با وجود بقایای گیاهی افزایش یافته و به دنبال آن دانه‌بندی خاک نیز افزایش نشان می‌دهد و در نهایت، با افزایش تخلخل خاک، کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک مشاهده می‌شود (Koochaki et al., 2020). بررسی وزن مخصوص ظاهری خاک در قبل از کشت و همچنین بعد از کشت نشان از تغییرات مشابه در هر دو زمان دارد، به‌طوری‌که وزن مخصوص ظاهری خاک در بعد از کشت نیز به‌شدت تحت تأثیر برهم‌کنش سال و بقایای گیاهان پیش‌کشت بود (جدول ۳). در مراحل پس از کشت ذرت نیز مشاهده شد که بقایای گیاهان پیش-کشت، باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شد و در این راستا، بقایای گیاهان پیش‌کشت کاربردی در سال دوم مؤثرتر از سال اول با کاربرد بقایای گیاهان پیش‌کشت بود که در مقایسه با سال اول باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شد (شکل ۱). نتایج حاصل نشان از این است که وزن مخصوص ظاهری خاک با گذشت زمان و افزودن بقایای گیاهی به خاک می‌توان متفاوت باشد، به‌دلیل اضافه شدن بقایای گیاهی به خاک تخلخل خاک بیشتر شده است و با افزایش مواد آلی به خاک دانه‌بندی خاک بهتر می‌شود و بهبود دانه-بندی خاک باعث کاهش وزن محصوص ظاهری خاک می‌شود.

شاخص پایداری خاکدانه

داده‌های شاخص پایداری خاکدانه در قبل و پس از کشت تحت تأثیر برهم‌کنش سال و روش کشت و همچنین بقایای گیاهان پیش-کشت و سال بود (جدول ۳). در هر دو مزرعه، پایداری خاکدانه در سال دوم بیشتر از سال اول بود، این موضوع به‌دلیل قرار گرفتن مواد آلی بقایای گیاهی در ساختار خاکدانه‌ها می‌باشد (Koocheki et al., 2020).



شکل ۱- تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر وزن مخصوص ظاهری خاک در دو سال (الف)تغییرات وزن مخصوص ظاهری دو روش کشت بعد از کشت ذرت در طی دو سال (ب)

Fig. 1- The effect of pre-cultivated plant residues on the apparent specific weight of the soil in two years (a), changes in the apparent specific gravity of two cultivation method in two years (b)

First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other.

جدول۳- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مزارع آزمایشی تحت تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت و شاهد (آیش) در دو سال مورد مطالعه

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) of some physical characteristics of the soil of the experimental fields under the influence of the remains of pre-cultivated and control plants in the two years under study

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد رطوبت خاک Soil moisture percentage		شاخص مخروطی خاک Cone index of the soil		شاخص پایداری خاکدانه Index of soil stability		وزن مخصوص ظاهری خاک Specific gravity of soil	
		قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage
روش کشت Cultivation method	1	137.8^{ns}	29.6^{ns}	3.2**	4.3**	1.3^{ns}	0.7^{ns}	0.04^{ns}	0.06^{ns}
سال Year	1	144.1^{ns}	1001*	0.7**	0.78*	5.8^{ns}	22.2*	0.1^{ns}	0.08^{ns}
Year × cultivation method	1	0.47^{ns}	0.59^{ns}	0.000006^{ns}	0.0003^{ns}	0.74**	0.04^{ns}	0.01^{ns}	0.006^{ns}
بلوک در سال × روش کشت E bok per Year × cultivation method	12	2.4	0.19	1	0.86	0.03	0.1	0.005	0.003
بقایای گیاهان پیش‌کشت Residual of previously cultivated plants	4	92.4*	22.2^{ns}	1**	0.86**	1.8^{ns}	6.3^{ns}	0.09*	0.16*
بقایای گیاهان پیش‌کشت × سال Residual of cultivated plants × year	4	8.7**	3.8**	0.03^{ns}	0.03**	0.3**	1.4**	0.01**	0.01*
بقایای گیاهان پیش‌کشت × روش کشت Residual of cultivated plants × cultivation method	4	0.33^{ns}	0.21^{ns}	1**	0.06**	0.08^{ns}	0.05^{ns}	0.002^{ns}	0.001^{ns}
بقایای گیاهان پیش‌کشت × سال × روش کشت The residual of cultivated plants × Year × cultivation method	4	4.7**	0.16^{ns}	0.000001**	0.0003^{ns}	0.05**	0.007**	0.0004^{ns}	0.0003^{ns}
خطا Error	48	0.64	0.21	0.02	0.006	0.009	0.02	0.001	0.001
ضریب تغییرات CV (%)	-	4.3	5.3	12	7.1	15.2	12.8	2.6	2.4

ns و * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ns,* and ** are No significant and significant at the 5 and 1 percent level, respectively

ادامه جدول۳– تجزیه واریانس(میانگین مربعات) برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مزارع آزمایشی تحت تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت و شاهد (آیش) در دو سال مورد مطالعه

Continuation of Table 3- Analysis of variance (mean of squares) of some physical characteristics of the soil of the experimental fields under the influence of the remains of pre-cultivated and control plants in the two years under study.

منابع تغییر S.O.V	df درجه آزادی	نیتروژن N		کربن آلی Organic C		هدایت الکتریکی EC		ماده آلی Organic matter	
		قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage
روش کشت Cultivation method	1	0.003 ns	0.27 ns	0.27 ns	0.27 ns	0.03**	0.02**	0.8 ns	0.8 ns
سال Year	1	0.02 ns	0.01 ns	0.0004 ns	0.01 ns	0.001*	0.001*	0.001 ns	0.05 ns
Year × cultivation method	1	0.005**	0.006*	0.01**	0.006*	0.000001 ns	0.000005 ns	0.04**	0.02*
بلوک در سال × روش کشت E bok per Year × cultivation method	12	0.0001	0.0008	0.001	0.0008	0.002	0.001	0.003	0.002
بقایای گیاهان پیش‌کشت Residual of previously cultivated plants	4	0.009 ns	0.3**	0.38**	0.3**	0.04**	0.04**	1.15**	0.89 ns
بقایای گیاهان پیش‌کشت × سال Residual of cultivated plants × year	4	0.004**	0.002 ns	0.006**	0.002 ns	0.000001 ns	0.00008 ns	0.01**	0.007 ns
بقایای گیاهان پیش‌کشت × روش کشت Residual of cultivated plants × cultivation method	4	0.0002 ns	0.007*	0/008 ns	0.007*	0.01**	0.01**	0.02 ns	0.02*
بقایای گیاهان پیش‌کشت × سال × روش کشت The residual of cultivated plants × Year × cultivation method	4	0.0001 ns	0.0008 ns	0/001 ns	0.0008 ns	0.000001 ns	0.000005 ns	0.005 ns	0.002 ns
خطا Error	48	0.00007	0.001	0.001	0.001	0.006	0.006	0.003	0.003
ضریب تغییرات CV (%)	–	7.8	5.9	5.6	5.9	2.3	2.4	5.6	5.8

ns و * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ns,* and ** are No significant and significant at the 5 and 1 percent level, respectively

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مزارع آزمایشی تحت تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت و شاهد (آیش) در دو سال مورد مطالعه

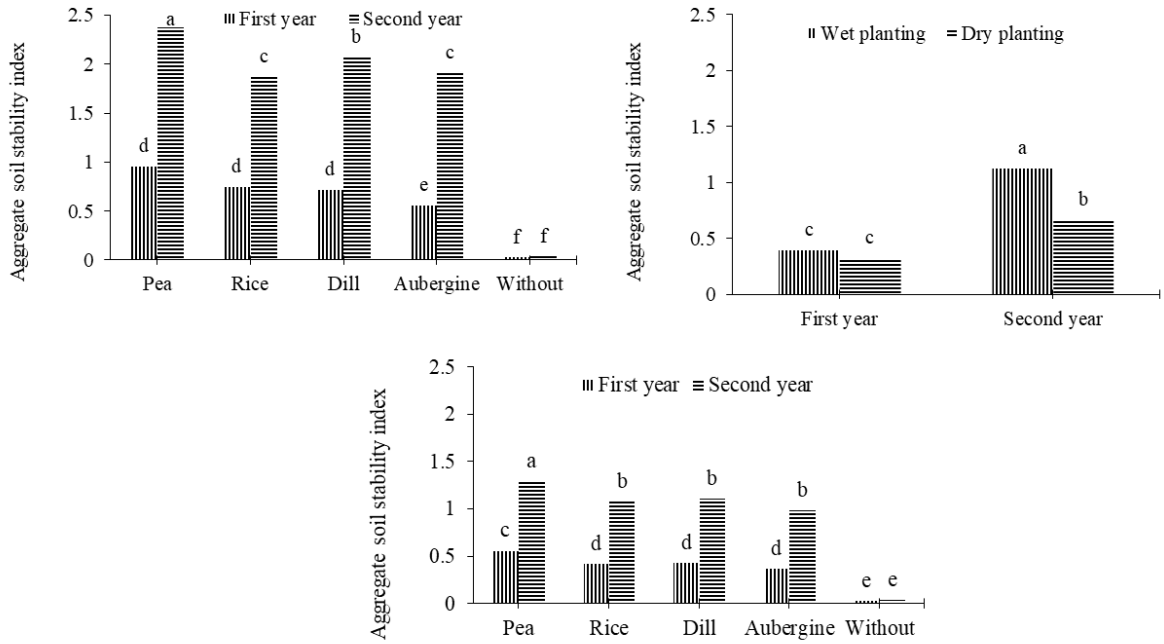
Continuation of Table 3- Analysis of variance (mean of squares) of some physical characteristics of the soil of the experimental fields under the influence of the remains of pre-cultivated and control plants in the two years under study.

منابع تغییر S.O.V	df درجه آزادی	pH		پتاسیم K		فسفر P		نسبت کربن به نیتروژن C:N ratio		عملکرد دانه Yield
		قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	قبل از کشت Pre-cultivation stage	بعد از کشت Post-cultivation stage	
روش کشت Cultivation method	1	0.02 ns	0.11 ns	10904 ns	13081 ns	258 ns	449 ns	9.1 ns	8.9 ns	1974261.07 ns
سال Year	1	1.25*	0.04 ns	4205 ns	1001 ns	1.7 ns	88 ns	67.2 ns	57.2 ns	527709.03 *
Year × cultivation method	1	0.004 ns	0.18*	204 ns	1665**	1.9**	34.2**	26.1**	24.7**	12456198.32**
بلوک در سال × روش کشت E bok per Year × cultivation method	12	0.02	0.16	47.4	74	0.18	0.41	0.5	0.48	9779815
بقایای گیاهان پیش‌کشت Residual of previously cultivated plants	4	0.05 ns	0.16 ns	1241 ns	3906۳**	9.9 ns	64.3**	26.5 ns	27.4 ns	23228589.15**
بقایای گیاهان پیش‌کشت × سال Residual of cultivated plants × year	4	0.06**	0.02*	527**	59.8	2.7**	3.9**	12.3**	9.4**	63849.51 ns
بقایای گیاهان پیش‌کشت × روش کشت Residual of cultivated plants × cultivation method	4	0.004 ns	0.01 ns	81.5 ns	36.7 ns	0.54 ns	3.6 ns	0.54 ns	0.6 ns	1039889.9**
بقایای گیاهان پیش‌کشت × سال × روش کشت The residual of cultivated plants × Year × cultivation method	4	0.001 ns	0.02*	31.1 ns	72 ns	0.7*	3.4**	1.4**	1.4*	35648.18 ns
خطا Error	48	0.004	0.008	43.8	47.7	0.22	0.58	0.32	0.39	83697.10
ضریب تغییرات CV (%)	–	0.89	1.2	4.7	4.7	9.3	11.4	9.6	10.7	6.2

ns و * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

ns,* and ** are No significant and significant at the 5 and 1 percent level, respectively

پایداری خاکدانه در هر دو مزرعه در سال دوم افـزایش یافـت، بـا این تفاوت که در مزرعه هیرم‌کاری ۶۴ درصـد و در مزرعـه خشـک-کاری ۵۰ درصد افزایش پایداری خاکدانه اتفـاق افتـاد (شـکل ۲). در بین بقایای گیاهان، بقایای گیاه لوبیا در سـال اول باعـث افـزایش ۱۸ برابری و در سال دوم ۳۲ برابر پایداری خاکدانه شـد (شـکل ۲). ایـن نتیجه می‌تواند به هوموسی شدن خاک مربوط شود (Hesami et al., 2018). در سال اول و دوم بعد از کشت، بقایای گیـاهی لوبیـا باعـث افزایش معنی‌دار و بالا در شاخص پایداری خاکدانه‌های خـاک نسـبت به شاهد شد (شکل ۲). استفاده از بقایای گیاهی به‌دلیل اضافه کردن مواد آلی به خاک، باعث افزایش پایداری خاکدانه مـی‌شـود (Afzali Groh et al., 2019). مـواد آلـی بـه‌دلیل ایجـاد اتصـال میـان ذرات کوچک باعث تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر و پایـداری مـی‌گـردد کـه قدرت کافی مقابله با پراکنده شدن دارند (Wanas et al., 2006).



شکل ۲- تغییرات پایداری خاکدانه در دو روش کشت قبل از کشت ذرت در طی دو سال (الف)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر پایداری خاکدانه قبل از کشت ذرت در دو سال (ب)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر پایداری خاکدانه بعد از کشت ذرت در دو سال (ج)

Fig. 2- Changes in soil stability in two cultivation method before corn cultivation in two years (a), the effect of pre-cultivation plant residues on soil stability before corn cultivation in two years (b), the effect of pre-cultivation plant residues cultivation on the stability of soil after corn cultivation in two years (c).

First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

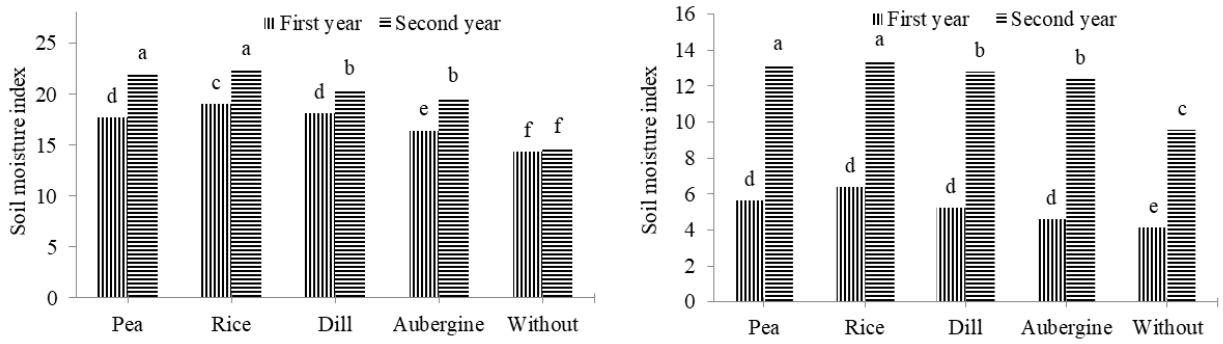
* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other.

رطوبت خاک

نتایج نمونه‌برداری از خاک در قبل و پس از کشت ذرت نشان داد، محتوای رطوبت خاک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهم‌کنش سال و نوع بقایای گیاهان پیش‌کشت بود (جدول ۳). نتایج بیانگر این مطلـب بود که در سال دوم، محتوای رطوبت خاک به‌طور معنی‌داری بالاتر از سال اول بود و از طرف دیگر، بقایای برنج باعث حفظ بیشتر رطوبـت خاک در مقایسه با سایر بقایای گیاهی شد و در سـال‌هـای اول و دوم به‌ترتیب باعث افزایش ۳۵ و ۲۹ درصدی رطوبت خاک در مقایسه بـا

شاهد شد (شکل ۳). این اختلاف محتوای رطوبت خاک در دو سال به میانگین درجه حرارت و تغییرات بارندگی مرتبط می‌شود (Afzali et al., 2019). افزایش محتوای رطوبت خاک توسط بقایای پیش‌کشت در سال دوم مشهود بود و بقایای کلیه گیاهان پیش‌کشت باعث افزایش محتوای رطوبت خاک پس از کشت ذرت شدند (شکل ۳). بنایان اول و همکاران (Bannayan Aval et al., 2020) در تحقیقات خود نشان دادند که کاربرد ۶۰ درصد بقایا سبب تخلخل خاک و نفوذپذیری بیشتر آب در اعماق بالای خاک شد، بنابراین کاربرد بقایای گیاهی منجر به بهبود ظرفیت خاک برای ذخیره آب می‌گردد. بررسی تأثیر ماده آلی خاک بعد از کشت ذرت بر رطوبت خاک (درصد وزنی) نشان داد، که این تأثیر مستقیم و مثبت است، یعنی با افزایش میزان ماده آلی خاک بر رطوبت خاک (درصد وزنی) نیز افزوده می‌شود. همبستگی قوی (R^2=۰/۹۳۱) بین داده‌های درصد رطوبت خاک و درصد ماده آلی خاک وجود دارد.



شکل ۳- تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر رطوبت خاک قبل از کشت ذرت در طی دو سال (الف)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر رطوبت خاک بعد از کشت ذرت در طی دو سال (ب)

Fig. 3- The effect of pre-cultivated plant residues on soil moisture before corn cultivation in two years (a), the effect of pre-cultivated plant residues on soil moisture after corn cultivation in two years (b)

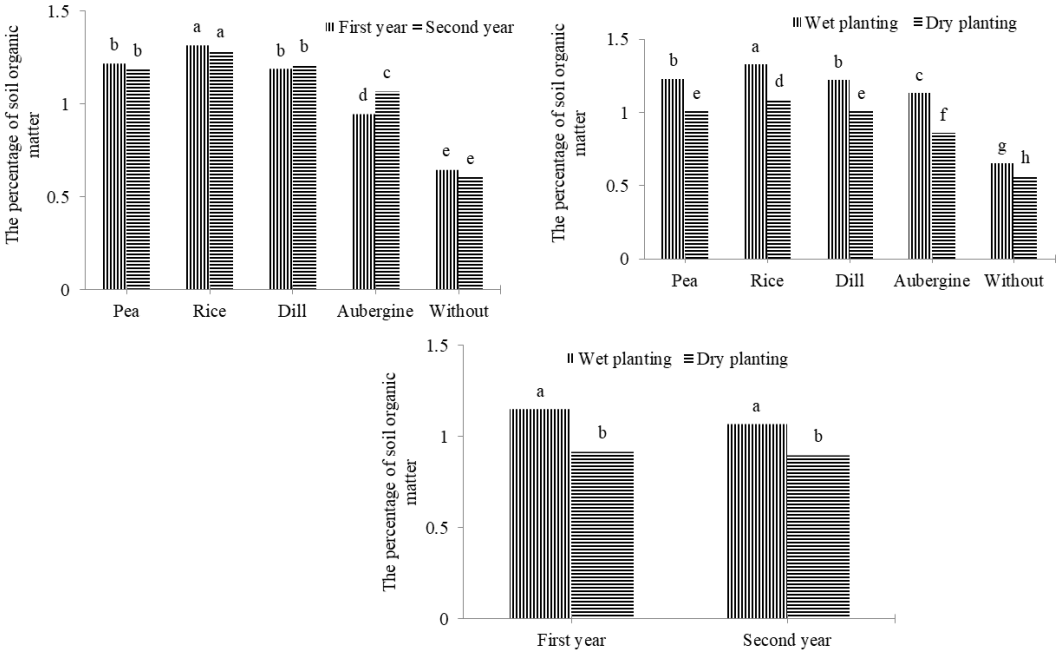
First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

ماده آلی خاک

ماده آلی خاک به‌طور معنی‌داری متأثر از برهم‌کنش‌های دوگانه سال با نوع روش کشت و سال با بقایای گیاهان پیش‌کشت بود (جدول ۳). در هر دو سال آزمایش، استفاده از بقایای گیاهان پیش-کشت، باعث افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک قبل از کشت ذرت شد (شکل ۴) و در این رابطه، بقایای برنج مؤثرتر از سایر بقایای گیاهان زراعی بود، به‌طوری‌که در هر دو سال باعث دو برابر شدن ماده آلی خاک سطحی شد (شکل ۴). احتمالاً تجزیه آهسته بقایای برنج باعث بهبود ماده آلی خاک شد. پیش از این نیز محققان گزارش کردند که حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک باعث تقویت ماده آلی می‌شود (Hesami et al., 2018). کوچکی و همکاران Koocheki et al., 2016() نیز گزارش کردند که استفاده از گیاهان پوششی باعث افزایش معنی‌دار ماده آلی خاک شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر مثبت بقایای گیاهی در بهبود ماده آلی خاک پس از کشت ذرت در مزرعه هیرم‌کاری به‌مراتب بیشتر از مزرعه خشک‌کاری بود (شکل ۴)، بقایای برنج باعث افزایش ۵۱ و ۴۷ درصدی ماده آلی خاک در مزرعه هیرم‌کاری و خشک‌کاری شد. همچنین بقایای گیاهان لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب باعث افزایش ۲۴، ۲۷، ۲۷ و ۲۵ درصدی ماده آلی خاک نسبت به شاهد شدند (شکل ۴). اعتقاد بر این است که حضور بقایای گیاهی در سطح خاک باعث بهبود ماده آلی خاک و کاهش فرسایش خاک شود و می‌تواند رطوبت خاک و سرعت نفوذ آب به داخل خاک را افزایش دهد (Smith et al., 2011).



شکل ٤- تأثیر بقایای گیاهان پیش کشت بر ماده آلی خاک قبل از کشت ذرت در طی دو سال (الف). تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر ماده آلی در دو روش کشت بعد از کشت ذرت (ب) و تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر ماده آلی خاک بعد از کشت ذرت (ج)

Fig. 4- The effect of pre-cultivation plant residues on soil organic matter before corn cultivation during two years (a). The effect of pre-cultivated plant residues on organic matter in two cultivation method after corn cultivation (b) and the effect of pre-cultivated plant residues on soil organic matter in A after corn cultivation (c)

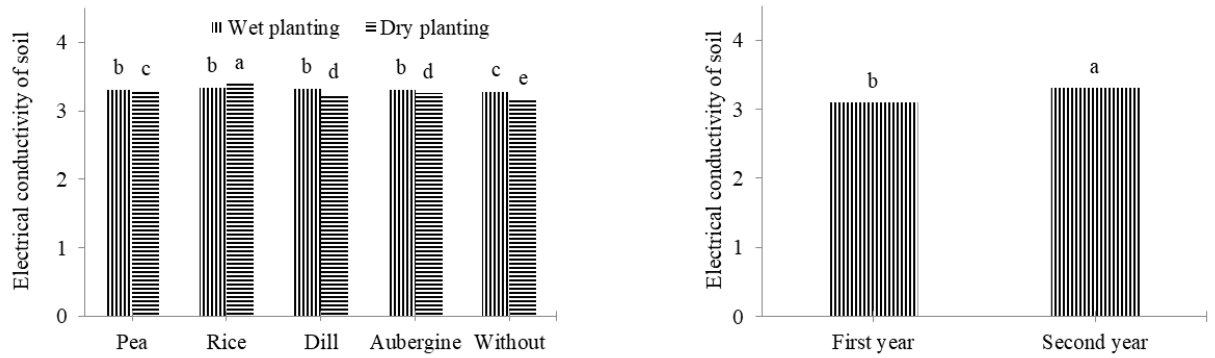
First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

هدایت الکتریکی خاک

تجزیه داده‌های تحقیق نشان داد، هدایت الکتریکی خاک قبل و پس از کشت ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال کشت و برهم‌کنش نوع روش کشت و بقایای گیاهان پیش‌کشت بود (جدول ۳). هدایت الکتریکی خاک در سال دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول بود (شکل ۵) بقایای گیاهی در خاک سبب تسریع در آزادسازی عناصر غذایی و میزان املاح خاک خواهد شد و دلیلی بر افزایش هدایت الکتریکی است (Javadi et al., 2018). بقایای برنج نسبت به سایر بقایا مؤثرتر بود و باعث افزایش هفت درصدی هدایت الکتریکی نسبت به شاهد شد (شکل ۵)، دلیل آن تجمع مواد آلی حاصل از بقایای گیاهان و افزایش ذرات باردار در خاک است (hesami et al., 2018). در تیمار روش خشک‌کاری و بدون بقایای گیاهی، کمترین میزان تغییرات هدایت الکتریکی خاک مشاهده شد (شکل ۵) و حاکی از کمبود عناصر، املاح و کلوئیدهای باردار در خاک است (Hesami et al., 2018). در مرحله اواسط رشد گیاه ذرت سال دوم، تیمار کاربرد بقایای گیاهی برنج، بیشترین هدایت الکتریکی (۳/۴۲) را نشان داد. نوع و مقدار مواد آلی گیاهی بر هدایت الکتریکی خاک تأثیر دارد، به‌طوری‌که بقایای گیاهی غلات مثل برنج به‌دلیل میزان بالای بقایا و ماندگاری در خاک، سبب بیشترین تجمع نمک و هدایت الکتریکی خاک شده است (Salehi et al., 2011).



شکل ۵- تغییرات هدایت الکتریکی خاک قبل از کشت در دو سال (الف)، تأثیر بقایا گیاهان پیش‌کشت برهدایت الکتریکی دو روش کشت (ب)

Fig. 5- Changes in EC of soil before cultivation during two years (a), the effect of pre-cultivation plant residues on EC in two cultivation method (b)

First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

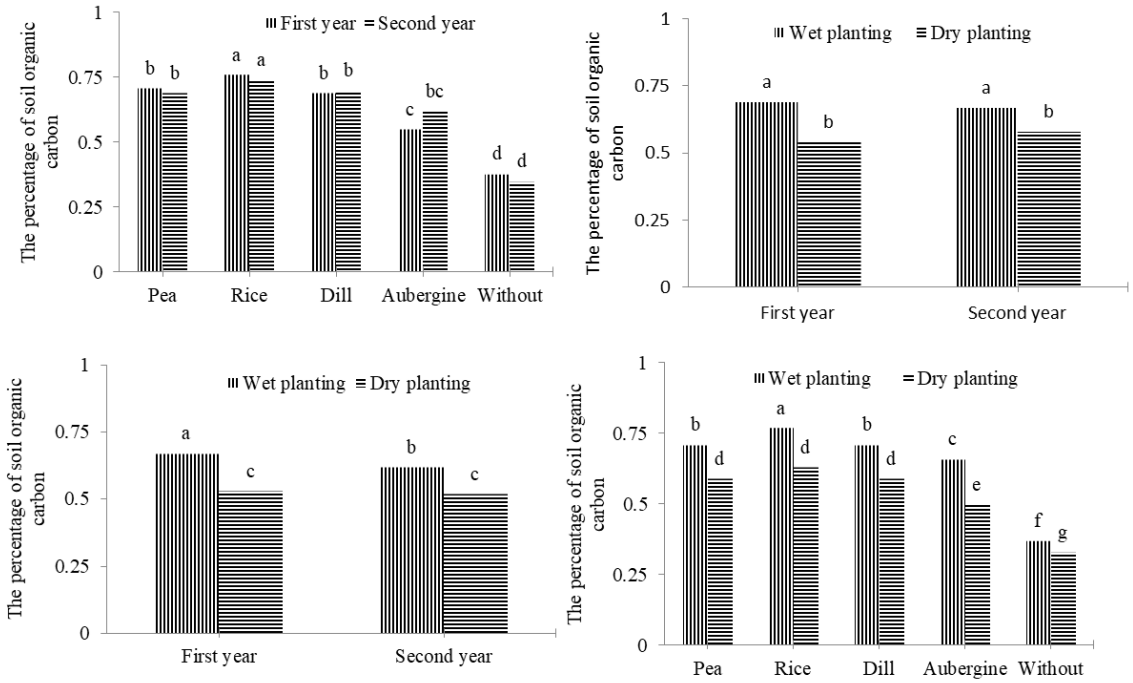
کربن آلی خاک

داده‌های قبل از کشت ذرت نشان داد، کربن آلی خاک تحت تأثیر برهم‌کنش سال با نوع روش کشت و سال با بقایای گیاهان معنی‌دار بود (جدول ۳). میزان کربن آلی اندازه‌گیری شده در خاک مزرعه با روش کشت هیرم‌کاری ۲۱ درصد بیشتر از روش کشت خشک‌کاری بود (شکل ۶). کاربرد بقایای گیاهی نشان‌دهنده منابع بیشتر کربن یا قابلیت حفظ ذخایر کربن بیشتر در خاک است Rezvani Moghadam, 2018()). بقایای برنج تأثیر ۶۶ درصد در افزایش کربن آلی خاک داشت، به‌طوری‌که در هر دو سال باعث دو برابر شدن کربن آلی خاک در مقایسه با شاهد شد (شکل ۶). این نتایج با نتایج پژوهش ویل هلم و همکاران (Wilhelm et al., 2004) تطابق داشت، به‌طوری‌که آن‌ها دریافتند، حفظ بقایای گیاهی در سطح مزرعه باعث افزایش قابل توجه کربن آلی خواهد شد. داده‌های اندازه‌گیری شده بعد از کشت ذرت نشان داد که مقدار کربن آلی خاک متأثر از برهم‌کنش سال با نوع روش کشت و همچنین پیش از کشت ذرت متأثر از برهم‌کنش نوع روش کشت با بقایای گیاهان بود (جدول ۳). مقدار کربن آلی خاک مزرعه در روش کشت هیرم‌کاری ۲۲ درصد بیشتر از روش کشت خشک‌کاری بود، میزان افزایش کربن آلی خاک با کاربرد بقایای گیاهی لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب ۴۷، ۵۱، ۴۷ و ۴۳ درصد بیشتر از شاهد بود (شکل ۶). وجود بقایای گیاهی متعدد در خاک، به‌عنوان مواد تغذیه‌ای برای ریزجانداران و متعاقباً تجزیه توسط آن‌ها باعث افزایش کربن آلی خاک می‌شود (Hesami et al., 2018).

نیتروژن خاک

مقدار نیتروژن خاک تحت تأثیر برهم‌کنش سال با نوع روش کشت و سال با بقایای گیاهان پیش‌کشت، قبل و بعد از کشت ذرت معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج داده‌های اندازه‌گیری قبل از کشت ذرت نشان داد که مقدار نیتروژن خاک در سال دوم افزایش معنی‌دار نشان داد، و این افزایش در مزرعه با روش کشت هیرم‌کاری ۵۵ درصد به‌مراتب بیشتر بود (شکل ۷)، افزایش نیتروژن خاک به‌دلیل آزاد شدن تدریجی نیتروژن از بقایای گیاهی است. تیمار با کاربرد بقایای گیاهی لوبیا، افزایش ۵۰ درصد مقدار نیتروژن داشت، امّا در سال دوم بقایای همه گیاهان لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب باعث افزایش ۲/۶، ۲، ۲/۳ و ۲/۳ برابری در مقدار نیتروژن خاک مزرعه ذرت شدند (شکل ۷). بنابراین، استفاده از بقایای گیاهان پوششی مناسب می‌تواند مانع از تلفات نیتروژن شود. بقایای گیاهی می‌تواند در افزایش مواد آلی خاک و کاهش آبشویی نیتروژن مفید واقع شود، درحالی‌که بقایای برگشتی گیاهان خانواده بقولات به خاک مثل گیاه لوبیا باعث افزایش نیتروژن خاک می‌شوند (Koochaki et al., 2016). نتایج داده‌های اندازه‌گیری شده بعد از کشت ذرت در سال دوم نشان داد که مقدار نیتروژن خاک حالت

افزایشی و شدت این افزایش در مزرعه به‌روش کشت هیرم‌کاری ۴۴ درصد بیش از مزرعه به‌روش کشت خشک‌کاری بود (شکل ۷) ، همچنین درصد نیتروژن خاک با کاربرد بقایای گیاهان لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب ۶۴، ۴۰، ۵۰ و ۵۰ درصد نسبت به شاهد بیشتر شد (شکل ۷). بنابراین، بقایای گیاهان زراعی منبع مهمی از نیتروژن برای گیاه بعدی و لگوم‌ها در مقایسه با سایر گیاهان زراعی می‌توانند منبع مفیدتری برای تأمین نیتروژن خاک باشند.



شکل ٦- تغییرات کربن آلی خاک در دو روش کشت قبل از کشت ذرت در طی دو سال (الف)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر کربن آلی خاک قبل از کشت ذرت در طی دو سال(ب)، تغییرات کربن آلی در دو روش کشت بعد از کشت ذرت در طی دو سال (ج)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر کربن آلی خاک بعد از کشت ذرت در دو روش کشت (د)

Fig. 6 - Changes in soil organic carbon in two cultivation method before corn cultivation in two years (a), the effect of pre-cultivation plant residues on soil organic carbon before corn cultivation in two years (b). changes in organic carbon in two cultivation method after corn cultivation in two years (c), the effect of pre-cultivated plant residues on soil organic carbon after corn cultivation in two cultivation method (d)

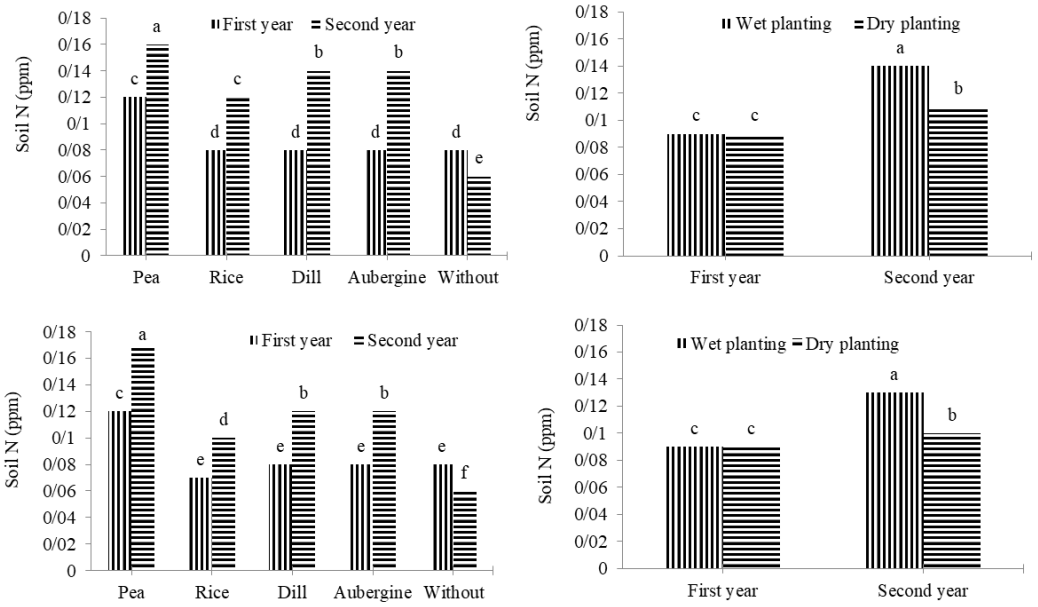
First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

نسبت کربن به نیتروژن خاک

اثر برهم‌کنش سال با نوع روش کشت و همچنین سال با بقایای گیاهان پیش‌کشت در مراحل قبل و بعد از کشت بر نسبت کربن به نیتروژن خاک معنی‌داری شد (جدول ۳). مقدار نسبت کربن به نیتروژن خاک قبل و بعد از کشت ذرت دو مزرعه در سال دوم، کاهش داشت (شکل ۸). در سال اول با کاربرد بقایای گیاهان لوبیا، برنج، شوید و بادمجان نسبت کربن به نیتروژن خاک به‌ترتیب ۳۰، ۱۱۸، ۸۷ و ۴۲ درصد نسبت به شاهد افزایش و بقایای برنج در سال دوم افزایش ۱۵ درصد نسبت به شاهد داشت (شکل ۸).



شکل ۷- تغییرات نیتروژن خاک قبل از کشت ذرت در دو روش کشت در طی دو سال(الف)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر نیتروژن خاک قبل از کشت ذرت در طی دو سال (ب)، تغییرات نیتروژن خاک بعد از کشت ذرت در دو روش کشت در طی دو سال (ج)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر نیتروژن خاک بعد از کشت ذرت در طی دو سال (د)

Fig. 7- Changes in soil nitrogen before corn cultivation in two cultivation method during two years (a), the effect of pre-cultivated plant residues on soil nitrogen before corn cultivation during two years (b). Changes in soil nitrogen after corn cultivation in two cultivation method in two years (c), the effect of pre-cultivated plant residues on soil nitrogen after corn cultivation during two years (d)

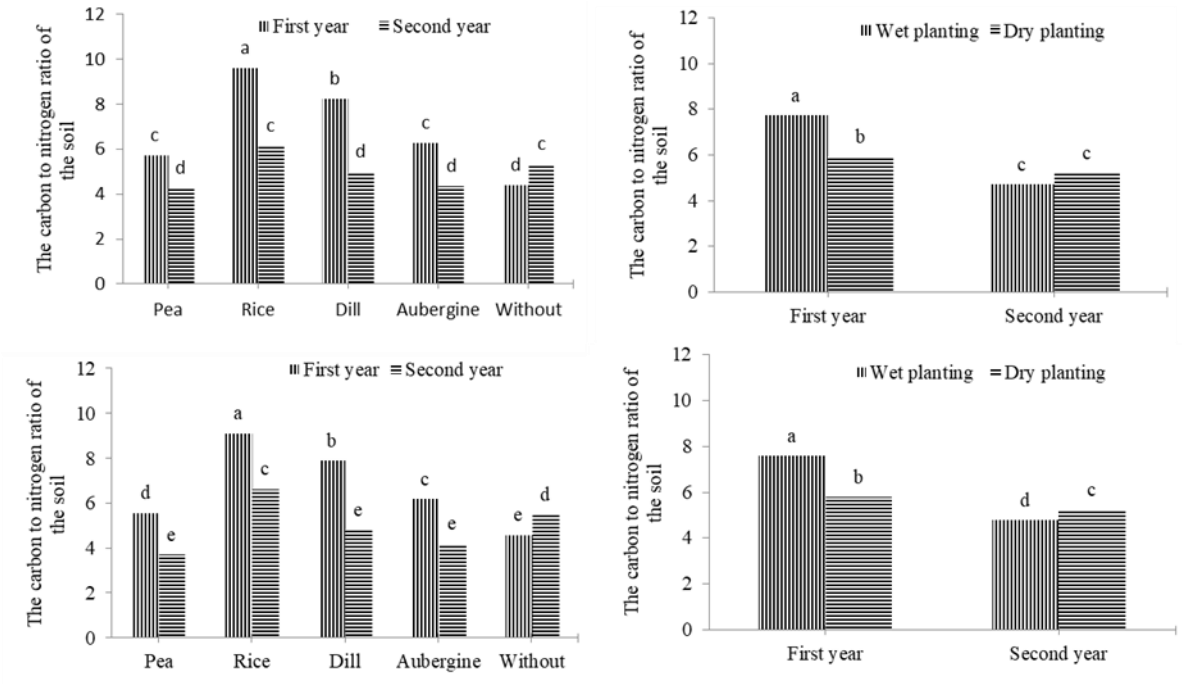
First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without:
آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

هوموسی شدن بقایای گیاهی در سال اول باعث ایجاد کربن بیشتر در مقایسه با نیتروژن شد و از طرف دیگر، با آزادسازی نیتروژن از بقایای گیاهی که دیرتر از زمان هوموسی شدن اتفاق افتاد (در سال دوم)، دلیلی بر کاهش نسبت کربن به نیتروژن در سال دوم بود (Hesami et al., 2018). این نتایج بیانگر این است که تجزیه بقایای گیاهی و معدنی شدن نیتروژن موجود در بقایای گیاهی عمدتاً در سال دوم اتفاق افتاد، به عبارت دیگر، تجزیه بقایای گیاهی در سال اول آهسته، ولی در سال دوم تشدید شده و نیتروژن بیشتری در مقایسه با کربن آلی در خاک تجمع خواهد یافت (Eqhball et al., 2002). آزم و همکاران (Azam et al., 2002) گزارش دادند که کاربرد مواد گیاهی حاوی یون آمونیوم، باعث افزایش فعالیت میکروبی، جمعیت میکروبی و معدنی شدن نیتروژن می‌شود. همچنین در محیطهای گرم و مرطوب، تجزیه سریع بقایا در کوتاه‌مدت منجر به افزایش کم یا عدم تغییر مقدار نیتروژن، درحالی‌که در بلندمدت سبب افزایش نیتروژن خاک می‌شود (Salehi et al., 2011).

داده‌های اندازه‌گیری پس از کشت ذرت نشان داد که در سال دوم تغییرات نسبت کربن به نیتروژن، مشابه قبل از کشت و افت ۳۸ درصدی داشت (شکل ۸). در سال اول نسبت کربن به نیتروژن در بقایای گیاهان لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب ۲۱، ۹۸، ۷۲ و ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (شکل ۸)، نسبت کربن به نیتروژن در تیماری که از بقایای گیاه لوبیا استفاده شد، در مقایسه با شاهد و دیگر بقایای گیاهان پیش‌کشت، کمتر است. گیاهان خانواده بقولات به لحاظ دارا بودن قابلیت تثبیت نیتروژن می‌توانند نسبت به سایر گیاهان پیش‌کشت نیتروژن بیشتری را به خاک اضافه کنند (Clark et al., 2007).



شکل ۸- تغییرات نسبت کربن به نیتروژن قبل از کشت ذرت دو روش کشت در طی دو سال (الف)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر کربن به نیتروژن خاک قبل از کشت ذرت در طی دو سال (ب)، تغییرات نسبت کربن به نیتروژن دو روش کشت بعد از کشت ذرت در طی دو سال (ج)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر کربن به نیتروژن بعد از کشت ذرت در طی دو سال (د)

Fig. 8- Changes in the ratio of carbon to nitrogen before corn cultivation in two cultivation method during two years (a), the effect of pre-cultivated plant residues on soil carbon to nitrogen before corn cultivation during two years (b), changes in the carbon ratio to nitrogen in two cultivation method after corn cultivation during two years (c), the effect of pre-cultivated plant residues on carbon to nitrogen after corn cultivation during two years (d)

First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

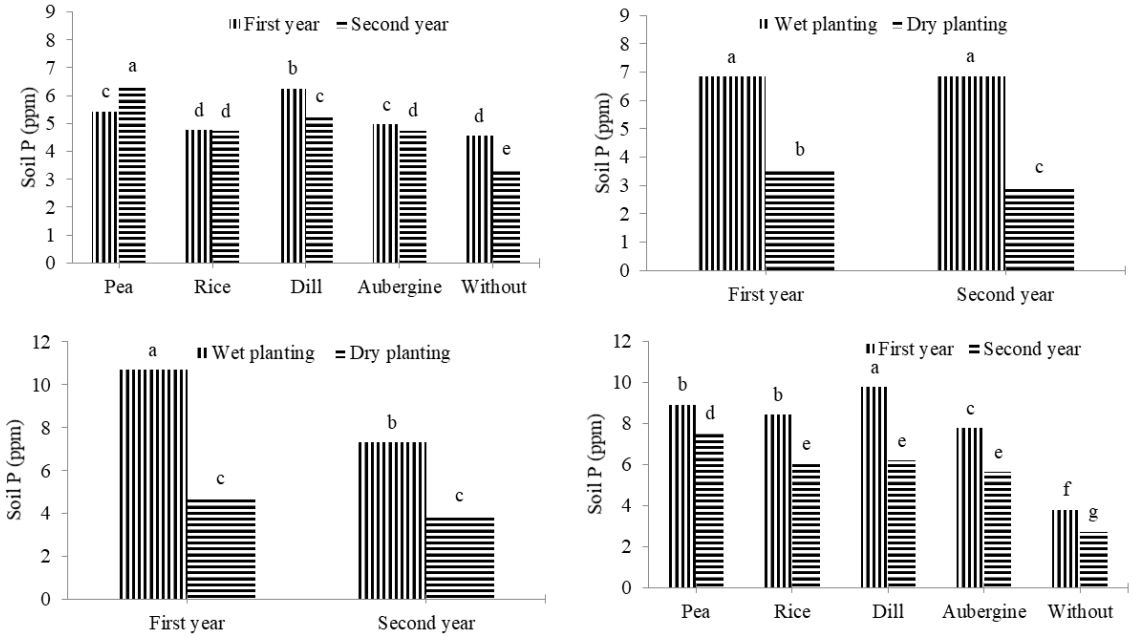
.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

از طرفی، بقایای گیاهان مثل لوبیا، بادمجان و شوید تا حدودی نسبت کربن به نیتروژن کمتری در مقایسه با بقایای گیاهی برنج دارند. آزاد کردن عناصر غذایی توسط بقایای گیاهی بستگی به نسبت کربن به نیتروژن، پلی فنول و لیگنین دارد که هر چه این نسبت کربن و مقدار لیگنین و پلی‌فنول بالا باشد، به آرامی تجزیه شده و عناصر غذایی کمتری را آزاد می‌کنند (Achkzai et al., 2006)، درحالی‌که غلاتی مانند برنج غنی که از ترکیبات کربنی هستند، بیشترین کربن را به خاک اضافه کرده و همین موضوع دلیلی بر بالا نشان دادن نسبت کربن به نیتروژن بقایای این گیاه در این تحقیق شد.

فسفر خاک

نتایج نشان داد که مقدار فسفر خاک در مراحل قبل و بعد از کاشت ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهم‌کنش‌های سال با نوع روش کشت و سال و بقایای گیاهان بود (جدول ۳). مقدار فسفر خاک در مزرعه به‌روش کشت هیرم‌کاری تقریباً دو برابر مزرعه به‌روش کشت خشک‌کاری بود، امّا در سال دوم در مزرعه خشک-کاری کاهش ۱۸ درصدی و در مزرعه هیرم‌کاری کاهش ۳۲ درصدی داشت (شکل ۹). اثرات بقایای گیاهان شوید و لوبیا سبب افزایش فسفر خاک به‌ترتیب ۵۶ و ۸۶ درصد شد (شکل ۹). با بررسی نمونه-های خاکی در اواسط رشد ذرت مشخص گردید که بقایای گیاهان پیش‌کشت باعث افزایش معنی‌دار مقدار فسفر خاک در هر دو سال شدند و این افزایش در سال اول بیشتر از سال دوم بود (شکل ۹). احتمالاً تغییر pH خاک توسط بقایای گیاهی و متعاقباً قابل حل شدن فسفر غیرقابل دسترس می‌تواند علت احتمالی افزایش فسفر در

تیمارهای متأثر از بقایای گیاهان پیش‌کشت باشد. از طرف دیگر، افزایش فسفر ناشی از بقایای گیاهی در سال اول شدیدتر از سال دوم بود که دلیل آن می‌تواند مصرف فسفر موجود توسط ذرت و کاهش در سال دوم باشد (شکل ۹)، همچنین احتمال وجود آبشویی فسفر در سال دوم نیز می‌تواند مزید بر علت باشد. امّا در کل، افزایش فسفر در خاک با کاربرد بقایای گیاهی در سال اول و دوم نسبت به شاهد در هر دو مزرعه می‌توان به‌دلیل کاهش تثبیت فسفر در اثر کاربرد بقایای گیاهی باشد، احتمالاً قرار گرفتن بقایای گیاهی در خاک مزارع باعث تولید مولکول‌های هیومیک و اسیدی‌آلیفاتیک با وزن مولکولی کم می‌گردد که از طریق تشکیل کمپلکس با اکسیدهای A1 و ترکیبات کلسیم موجب کاهش تثبیت فسفر می‌شود (Haynes et al., 2009). همچنین دلیل اختلاف در میزان فسفر در بین تیمارهای بقایای گیاهی به‌دلیل عمل تجزیه و آزادسازی فسفر قابل دسترس در درون خاک است.



شکل ۹- تغییرات فسفر خاک قبل از کشت در طی دو سال در دو روش کشت (الف)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر فسفر خاک قبل از کشت در طی دو سال (ب)، تغییرات فسفر خاک بعد از کشت در طی دو سال در دو روش کشت (ج)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر فسفر خاک ع بعد از کشت در طی دو سال (د)

Fig. 9- Soil phosphorus changes before cultivation in two years in two cultivation method (a), the effect of pre-cultivation plant residues on soil phosphorus before cultivation during two years (b), soil phosphorus changes after cultivation during two years in two cultivation method (c), the effect of pre-cultivated plant residues on soil phosphorus after cultivation during two years (d)

First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

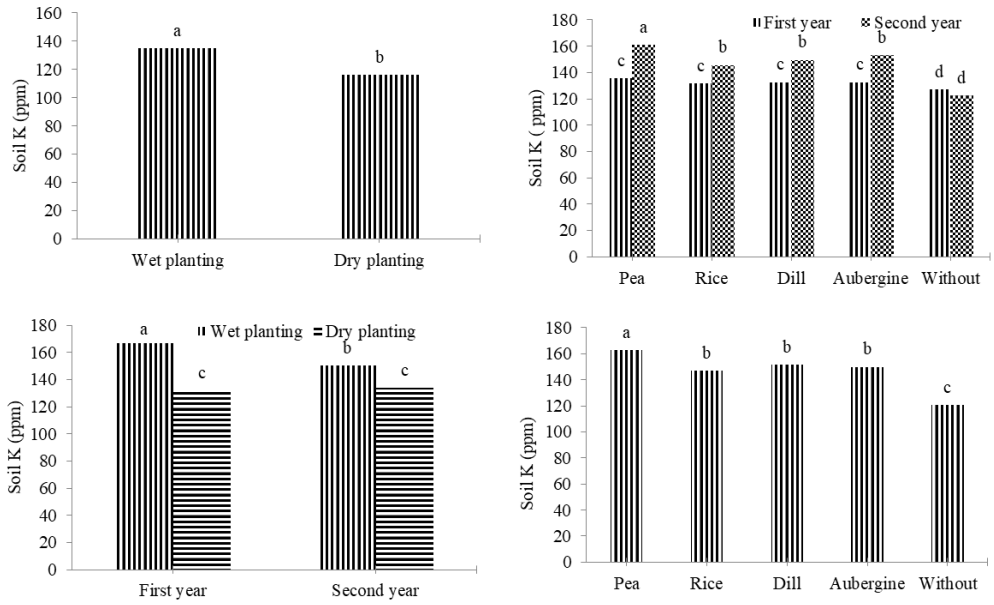
* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

پتاسیم خاک

اثر برهم‌کنش سال و نوع روش کشت و بقایای گیاهان در مراحل قبل و بعد از کشت بر مقدار پتاسیم خاک معنی‌داری شد (جدول ۳). در سال دوم مقدار پتاسیم خاک در تیمارهای بقایای گیاهان پیش-کشت افزایش معنی‌دار داشت (شکل ۱۰). افزایش پتاسیم خاک توسط بقایای گیاهان لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب ۳۱، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درصد نسبت به شاهد بود. این موضوع نشان می‌دهد که آزاد شدن پتاسیم از پیکره بقایای گیاهی نیازمند زمان قابل توجهی بوده و احتمالاً فعالیت‌های ریزجانداران (جهت هوموسی شدن) و رطوبت خاک مهم‌ترین عوامل مؤثر در این فرآیند بوده‌اند. نتایج نشان داد که

مقدار پتاسیم خاک در مزرعه به‌روش کشت هیرم‌کاری بسیار بالاتر (۱۶ درصد) از مزرعه به‌روش کشت خشک‌کاری بود (شکل ۱۰)، همچنین مشاهده شد که مقدار پتاسیم خاک در سال دوم در روش کشت هیرم‌کاری ۱۰ درصد نسبت به سال اول کاهش داشت، دلیل این کاهش به‌علت آبشویی و جذب توسط ریشه‌های گیاه ذرت بوده است. مقدار پتاسیم در تیمارهای بقایای گیاهی نسبت به شاهد، افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد، که در بین بقایای گیاهی تیمار دارای بقایای گیاهی لوبیا، مقدار بالاتری را نشان داد، که احتمالاً به‌دلیل تجزیه سریع‌تر بقایای گیاهی لوبیا نسبت به دیگر بقایای گیاهی باشد.



شکل ۱۰- تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر پتاسیم خاک قبل از کشت ذرت در طی دو سال (الف)، تغییرات پتاسیم خاک بعد از کشت ذرت در دو روش کشت (ب)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر پتاسیم خاک بعد از کشت ذرت (ج)

Fig. 10- The effect of pre-cultivated plant residues on soil potassium from corn cultivation during two years (a), soil potassium changes after corn cultivation in two cultivation method (b), the effect of pre-cultivated plant residues on potassium Soil after planting corn (c)

First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

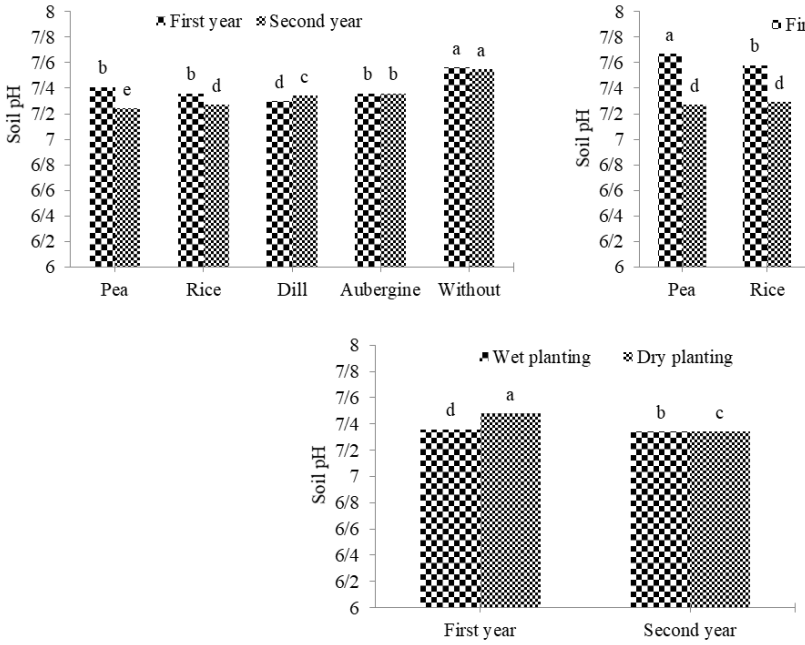
.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

وجود بقایای گیاهی باعث ایجاد یک منبع مطمئن از پتاسیم شد که خود می‌تواند در مناطق دارای کمبود پتاسیم در بهره‌وری کشاورزی نقش قابل توجهی ایفا کند. پیش از این نیز در تحقیقی گزارش شده بود که برگرداندن بقایای محصولات بعد از برداشت به خاک، مقادیر قابل توجهی پتاسیم قابل جذب و برخی عناصر دیگر برای گیاه فراهم می‌کند (Mubarak et al., 2003). این موضوع به‌دلیل تجمع پتاسیم در کاه حاصل از برداشت گیاهان می‌باشد. پریو و همکاران (Prior et al., 2000) نیز اظهار داشتند که باقی‌مانده غلات می‌تواند تا ۸۰ درصد پتاسیم مورد نیاز گیاه ذرت را فراهم کند. بنابراین، افزودن بقایای گیاهی به خاک، با بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک، سبب افزایش کاتیون قابل تبادل پتاسیم می‌شود (Salehi et al., 2011).

pH خاک

نتایج آنالیز آماری نشان داد که pH خاک متأثر از برهم‌کنش سال کشت و بقایای گیاهان پیش‌کشت بود (جدول ۳). کاربرد بقایای گیاهان پیش‌کشت در سال دوم نشان داد که وجود بقایای گیاهی لوبیا، برنج، شوید و بادمجان به‌ترتیب باعث کاهش چهار، چهار، سه و

سه درصدی pH خاک نسبت به شاهد شدند (شکل ۱۱). بقایای گیاهان پیش‌کشت احتمالاً باعث افزایش یون هیدروژن در محلول خاک در سال دوم شدند. این موضوع با فعالیت ریزجانداران و تغذیه آن‌ها از ذخایر کربنی و سپس، آزاد شدن هیدروژن موجود در ساختارهای آلی مرتبط است (Mishra et al., 2004). در بخش‌های پیشین نیز دیده شد که کربن آلی خاک در سال دوم افزایش یافت که نشان از تجزیه بقایا در سال دوم و متعاقباً آزاد شدن حجم زیادی یون هیدروژن به محلول خاک و نهایتاً کاهش pH خاک دارد. در هر دو سال زراعی، استفاده از بقایای گیاهان پیش‌کشت باعث کاهش pH خاک شد به‌طوری‌که پایین‌ترین pH، در نتیجه کاربرد بقایای گیاه لوبیا با پنج درصد pH بود (شکل ۱۱). تحقیقات نشان داد که معمولاً با افزایش غلظت نمک در خاک، مقدار pH اندازه‌گیری شده کاهش می‌یابد، که این کاهش می‌تواند به‌علت تبادل کاتیون نمک با کاتیون اسیدی قابل تبادل بر روی سطح ذرات کلوئیدی خاک اتفاق بیفتد.



شکل ۱۱- تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر pH خاک قبل از کشت ذرت در طی دو سال (الف)، تأثیر بقایای گیاهان پیش‌کشت بر pH خاک بعد از کشت ذرت در طی دو سال (ب)

Fig. 11- The effect of pre-cultivated plant residues on soil pH before corn cultivation in two years (a), the effect of pre-cultivated plant residues on soil pH after corn cultivation in two years (b)

First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant : یادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

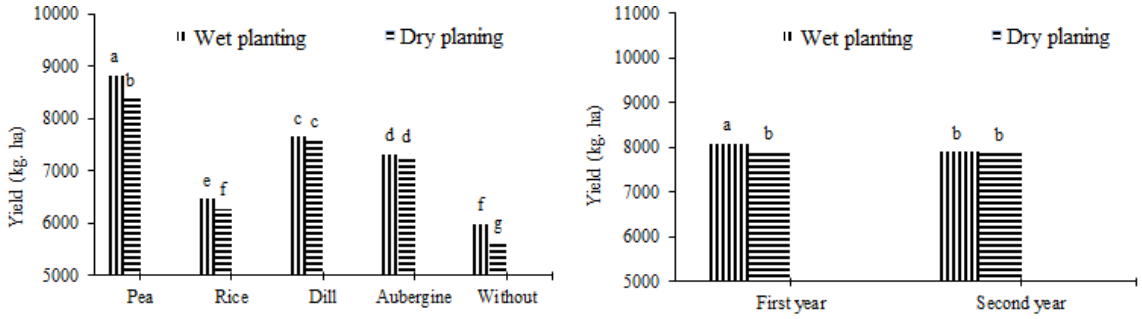
.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

اختلاف pH که در اثر بقایای لوبیا در سال‌های اول و دوم مشاهده شد، می‌تواند به این دلیل باشد که با گذشت زمان و در سال دوم، مواد آلی موجود در لوبیا به حلالیت بیشتری در آب رسیده و با ایجاد غلظت یون هیدروژن بیشتر باعث کاهش pH خاک شدند. از طرف دیگر، می‌توان گفت که تجزیه پیکره بقایای گیاه لوبیا منجر به آزاد شدن یون هیدروژن بیشتر و به کاهش pH در سال دوم کمک کرد. بقایای گیاهی که دارای مقادیر بالای نیتروژن هستند مانند بقایای گیاهی خانواده بقولات اثر قابل توجهی بر تغییرات مقدار PH خاک دارند (Xu et al., 2003).

عملکرد دانه ذرت

عملکرد دانه ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع بقایای

گیاهان پیش‌کشت، برهم‌کنش سال در نوع روش کشت و برهم‌کنش بقایای گیاهان پیش‌کشت در نوع روش کشت بود (جدول ۳). در سال اول، عملکرد دانه ذرت در مزرعه به‌روش کشت هیرم‌کاری هفت درصد بیشتر از مزرعه به‌روش کشت خشک‌کاری بود، امّا در سال دوم تفاوت معنی‌داری بین این دو مزرعه وجود نداشت (شکل ۱۲). نتایج نشان داد که بقایای گیاهان پیش‌کشت لوبیا، برنج، شوید و بادمجان در مزرعه به‌روش کشت هیرم‌کاری به‌ترتیب ۳۲/۰۹، ۸/۴، ۲۱/۶و ۱۸/۰۱ درصد و در مزرعه به‌روش کشت خشک‌کاری به‌ترتیب ۳۲/۷، ۱۰/۱۷، ۲۵/۵۹و ۲۲/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش عملکرد داشت، که نشان از اختلاف تیمارهای بقایای گیاهان پیش‌کشت در عملکرد دانه ذرت است (شکل ۱۲). در بین بقایای گیاهی به‌کار رفته، تیمار دارای بقایای برنج که میزان بقایای تولیدی آن در خاک مزرعه بیشتر از سایر گیاهان پیش‌کشت بود (جدول ۱)، عملکرد دانه ذرت پایین تری داشت، این امر می‌تواند به‌دلیل تجزیه ناکامل بقایای گیاهی و تثبیت عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و در نتیجه، کاهش نیتروژن قابل دسترس باشد (Bannayan Aval et al., 2020).



شکل ۱۲- تغییرات عملکرد تحت تأثیر برهم‌کنش دو نوع روش کشت در طی دو سال (الف) و اثرات بقایای گیاهان پیش‌کشت بر عملکرد در دو نوع روش کشت (ب)

Fig. 4- Changes in yield under the influence of the interaction of two cultivation method during two years (a) and the effect of crop residues on yield in two cultivation method (b)

First year: سال اول، Second year: سال دوم، Black-eyed pea: لوبیا چشم بلبلی، Rice: برنج، Dill: شوید، Aubergine or Egg plant: بادمجان، Without: آیش، Wet Planting: هیرم‌کاری، Dry Planting: خشک‌کاری

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

.* The means with common Letters, at the LeveL of 5% probabiLity, are not significantLy different from each other

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که وزن مخصوص ظاهری خاک در سال دوم و با کاربرد بقایای گیاهی متأثر از زمان، کاهشی بوده است. پایداری خاکدانه‌ها در سال دوم و در روش کشت هیرم‌کاری و با کاربرد بقایای گیاهی لوبیا افزایش چشم‌گیری داشته است. با وجود و نگهداری بقایای گیاهی، ماده آلی خاک به‌خصوص در روش کشت هیرم‌کاری افزایش یافته و باعث بهبود ساختمان و پایداری خاک و افزایش رطوبت خاک شد. نگهداری بقایای گیاهی سبب افزایش مقدار نیتروژن خاک و در نوع کشت هیرم‌کاری شدت افزایش آن ۴۴ درصد بیشتر از روش کشت خشک‌کاری بوده است. بقایای گیاهی لوبیا نقش مؤثرتر و مفیدتری در افزایش مقدار نیتروژن خاک را نشان داد. همچنین با استفاده از بقایای گیاهی شوید و لوبیا، میزان فسفر خاک افزایش نشان داد. عملکرد دانه در سیستم کشت هیرم‌کاری و با وجود کاربرد بقایای گیاهی لوبیا نسبت به دیگر تیمارها بهینه‌تر بوده است.

References

1. Afzali Gorouh, H., Naghavii, H., Rostami, M.A., & Najafinezhad, H. (2019). Effect of conservation tillage and wheat residue management in some soil properties and grain Yield of corn. *Iranian Journal of Soil Research*, *33*(1), 1-11.(in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/ijsr.2019.119050

2. Azam, F. (2002). Added nitrogen interaction in the soil-plant system-A review. *Journal of Agronomy, 1*(1), 54-59. https://doi.org/10.3923/ja.2002.54.59
3. Achakzai, A. K.K., & Bangulzai, M. I. (2006). Effect of various levels of nitrogen fertilizer on the Yield and Yield attributes of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. *Pakistan Journal of Botany, 38*(2), 331-340.
4. Bakht, J.S., Tariq, M., & Shah, Z. (2009). Influence of crop residue management, cropping system and N fertilizer on soil N and Cdynamics and sustainable wheat (*Triticum aestivum* L.) *production. Soil and Tillage Research, 104*, 233-240. https://doi.org/10.1016/j.still.2009.02.006
5. Bannayan Aval, M., Hajmohammadnia Ghalibaf, K., Yaghoubi, F., Rashidi, Z., & Valaie, N. (2020). Effect of tillage systems and residue management on soil water conservation, Yield and Yield components of wheat. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *18*(1), 71-83. in Persian with English abstract. https://doi.org/ 10.22067/gsc.v18i1.78442
6. Barraclough, P.B., & Tinker, P.G. (2006). The determination of ionic diffusion in field soils. II. Diffusion of bromide ions in undisturbed soil cores. *Journal of Soil Science. 33:* 13-2. https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1982.tb01743.x
7. Celik, I., Ortas, I., & Kilic, S. (2004). Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research, 78*, 59-67. https://dio.org/ 10.1016/j.still.2004.02.012
8. Chastain, T.G., Young, W.C. Garbacik, C.J. Meints, P.D., & Silberstein, T.B. (2000). Alternative residue management and stand age effects on seed quality in cool-season perennial grasses. *Seed Technology. 22:* 34-42. https: //www. jstor. org/ stable/ 45133809
9. Clark, A.J., Meisinger, J.J., Decker, A.M., & Mulford, F.R. (2007). Effects of a grass-selective herbicide in a vetch–rye cover crop system on corn grain Yield and soil moisture. *Agronomy Journal. 99:* 43-48. https://doi.org/ 10.2134/agronj2005.0362
10. Dom, R.F., Mehdi, B.B., Burgress, M.S.E., Madramootoo, C.A., Mehuys, G.R., & Callum, I.R. (2005). Soil bulk density and crop Yield under eleven consecutive years of corn with different tillage and residue practices in a sandy loam soil in central Canada. *Soil and Tillage Research. 84:* 41-53. https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.006
11. Eagle, A.J., Bird, J.A., Hill, J.E., Horwath, W.R., & Kessel, C.V. (2001). Nitrogen dynamics and fertilizer use efficiency in rice following straw incorporation and winter flooding. *Agronomy Journal.* 93: 1346-1354. https://doi.org/10.2134/agronj2001.1346
12. Eghball, B. (2002). Soil properties as influenced by phosphorus-and nitrogen-based manure and compost applications. *Agronomy Journal. 94*: 128-135. https://doi.org/10. 2134/agronj2002.1280
13. Jahan, M., Javadi, M., & Hesami, E. (2021). Nutritional management improved sesame performance and soil properties: A function-based study on sesame as affected by deficit irrigation, water superabsorbent, and salicylic acid. Journal *Soil Science Plant Nutrition, 21:* 2702–2717. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.1007/s42729-021-00557-2
14. Javadi, H., Rezvani Moghaddam, P., Rashed Mohasel, M., & Seghatoleslami, M.J. (2019). Effect of fertilizer management on some chemical properties of soil and absorption of nitrogen and phosphorus elements by purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *17*(2), 187-205. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/gsc.v17i2.67458
15. Haynes, R.J., & Mokolobate, M.S. (2001). Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: A critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. *Nutrient cycling in Agroecosystems*. 59 (1): 47-63. https://doi.org/10.1023/A:1009823600950
16. Hseami, E., Jahan, M., Nassiri-Mahallati, M., & Farhoudi, R. (2020). Evaluation of the effect of the return of different types of plant residues to soil on the Yield of maize. *Journal of Plant Ecophysiology*, *12*(2), 134-147. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20. 1001. 1. 20085958.1399.12. 41. 12. 9
17. Hesami, E., Jahan, M., Nassiri mahallati, M., & Farhoudi, R. (2018). Effects of plant residues in two types of soil texture on soil characteristics and corn (*Zea mays* L.) NS640 Yield in a reduced -tillage cropping system. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *16*(1), 67-81. (In Persian with English abstract). https://doi.org/ 10.22067/gsc.v16i1.56548
18. Katsvairo, T., Cox, W.J., & Van, E.H. (2002). Tillage and rotation effects on soil physical characteristics. *Agronomy Journal*. 94: 299-304. https://doi.org/10. 2134/ agronj 2002. 2990
19. Koocheki, A., & Khajeh Hosseini, M. (2007). Modern agriculture. Ferdowsi University of Mashhad Press,

Mashhad, Iran. (In Persian)
20. Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., & Fallahi, H. (2016). Effects of planting dates, irrigation management and cover crops on growth and Yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Agroecology*, *8*(3), 435-451. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jag.v8i3.51323
21. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., & Azimzadeh, J. (2020). Effect of different tillage systems on wheat (*Triticum aestivum* L.) Yield and some soil physical characteristics in a fallow-wheat rotation under rainfed condition. *Journal of Agroecology*, *12* (2), 299-317. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10. 22067/ jag. v12i2. 52175
22. Mesgarbashi, M., Bakhshandeh, A. Nabipour M., & Kashani, A. (2013). Investigating the effect of plant residues and chemical fertilizers on wheat Yield and soil organic matter. *The Scientific Journal of Agricultural. 3:*247-239. (In Persian with English abstract). https://doi.org/sid.ir/paper/24718/en
23. Mubarak, A.R., Rosenani, A.B., Anuar, A.R., & Zauyah, D.S. (2003). Effect of incorporation of crop residues on a maizegroundnut sequence in the humid tropics. I. Yield and nutrient uptake. *Journal of Plant Nutrition. 26:* 1841-1858. https://doi.org/10.1081/PLN-120023287
24. Mishra, B.B., & Nayak, K.C. (2004). Oraganic farming for sustainable agriculture. *Orissa Review. 3176400*. pp: 42-45
25. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., & Rezvani Moghaddam, P. (2001). Agroecology. *Ferdowsi University of Mashhad Publications, Mashhad, Iran*. p. 453. (In Persian)
26. Page, A.L., Miller, R.H., & Keeney, D.R. (1982). Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological. *American Society of Agronomy and Soil Science Society 64:* 918-926.
27. Prior, S.A. Reicosky, D.C, Reeves, D.W, Runion., & Raper, R.L.G.B. (2000). Residue and tillage effects on planting implement-induced short-term CO_2 and water loss from loamy sand soil in Alabama. *Soil and Tillage Research. 54:* 197-199. https://doi.org/10.1016/S0167-1987(99)00092-6
28. Rezvani Moghaddam, P. (2018). Evaluation of carbon allocation coefficients and net primary production for major crops in Khorasan-e Razavi province. *Journal of Crop Production*, *11*(1), 141-152. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10. 22069/ ejcp. 2018. 13021. 2011
29. Salehi, F., Bahrani, M. C., Kazemini, S. A., Pak Neyat, H., & Karimian, N. (2011). The effect of wheat residues and nitrogen fertilizer on some characteristics of field soil in bean cultivation. *Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources, Water and Soil Sciences. 55*: 209-218. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20. 1001. 1.24763594. 1390. 15. 55. 16. 4
30. Smith, M. K., Smith, J. P., & Stirling, G. R. (2011). Integration of minimum tillage, crop rotation and organic amendments into a ginger farming system: Impacts on Yield and soilborne diseases. *Soil and Tillage Research, 114* (2). 108-116. https://doi.org/10. 1016/j. still. 2011. 04. 006
31. Wang, Q., Bai, Y., GAO, H. He. J., Chen, H., Chesney, R.C., Kuhn, N.J., & Li, H. (2008). Soil chemical properties and microbial biomass after 16 years of no-tillage farming on the Loess Plateau, China. *Geoderma. 144*: 502–508. https://doi.org/10. 1016/ j. geoderma. 2008. 01. 003
32. Wanas, S.H.A., & Orman, W.M., (2006). Advantages of applying various compost types to different layers of sandy soil: *Journal of Applied Scientific Research*. *2*(12): 1298-1303
33. Wilhelm, W.W., Johnson, J.M., Hatfield, F., Voorhees, J.L., & Linden, D.R. (2004). Crop and soil productivity response to corn residue removal: A literature review. *Agronomy Journal. 96:* 1-17. https://doi.org/10.2134/agronj2004.1000a
34. Xu, R.K., & Coventry, D.R. (2003). Soil pH changes associated with lupin and wheat plant materials incorporated in a red–brown earth soil. *Plant and Soil*. *250* (1): 113-119. https://doi.org/10.1023/A:1022882408133
35. Zaeri, A., Rezainejad, Y., Ofune, M., & Shariatmadari, H. (2014). Cumulative and residual effects of sewage sludge on soil stability, permeability and apparent specific gravity of soil. *Agricultural Science. 28:* 101-110. (In Persian)