نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد 24 شماره 3/ پاییز 1393

اثر روش‌های کوتاه مدت خاک‌ورزی و گیاهان پوششی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و برخی ویژگی‌های خاک

جواد حمزه‌ئی [1*] ، امین بوربور [2]

تاریخ دریافت: 92/04/15 تاریخ پذیرش: 92/11/26

1-استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

2 –دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه بوعلی سینا همدان

* مسئول مکاتبه: E-mail: j.hamzei@yahoo.com

چکیده

روش‌های صحیح خاک‌ورزی و کشت گیاهان پوششی از روش‌های مناسب برای حرکت در راستای کشاورزی پایدار است که نقش مهمی را در پایداری نظام‌های تولیدی محصولا کشاورزی ایفا می کنند. در این راستا، به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی و گیاهان - پوششی شامل ماشک گل‌خوشه‌ای، خلر و عدم کشت گیاهان پوششی بر عملکرد ذرت و برخی ویژگی‌های خاک آزمایشی در سال زراعی 1390- 1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا به اجرا در آمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که صفات تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه تحت تاثیر تیمار خاک‌ورزی قرار گرفت. همچنین، تعداد ردیف دانه در بلال، عملکرد دانه و بیولوژیکی به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر گیاه پوششی قرار گرفتند. ولی، اثر متقابل خاک‌ورزی در گیاه پوششی معنی‌دار نبود. بیشترین میزان تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد دانه (1122 گرم در متر مربع) از تیمار خاک-ورزی حداقل حاصل گردید. این تیمار در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی مرسوم، عملکرد دانه ذرت را 20 درصد افزایش داد. بیشترین میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در تیمار کشت گیاهان پوششی و کمترین میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی تحت تیمار عدم کشت گیاهان پوششی به‌دست آمد. اثر تیمارها بر درصد ماده آلی و وزن مخصوص ظاهری خاک معنی‌دار شد. بیشترین میزان درصد ماده آلی و کمترین میزان وزن مخصوص ظاهری خاک در حالت کشت گیاهان پوششی و خاک‌ورزی حداقل حاصل شد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد استفاده از خاک‌ورزی حداقل و گیاهان پوششی می-تواند عملکرد ذرت را افزایش و ساختمان خاک را بهبود بخشند.

واژه های کلیدی: خلر، شخم کاهش یافته، ماده آلی، ماشک گل خوشه ای، وزن دانه، وزن مخصوص ظاهری

Effect of Different Soil Tillage Methods and Cover Crops on Yield and Yield Components of Corn and Some Soil Characteristics

J Hamzei[*1] , A Borbor[2]

Recieved: July 6, 2013 Accepted: February 15, 2014
[1]Assist. Profe., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
[2]MSc. Student of Agronomy, Bu-Ali Sina University, Iran.
[*]Corresponding Author: j.hamzei@basu.ac.ir

Abstract

Proper tillage practices and cover crops planting are suitable methods for the development of sustainable agriculture which plays important role in sustainability of crop production systems. Therefore, in order to evaluate the effect of different tillage methods included conventional tillage, minimum tillage and non tillage and cover crops included *Vicia villosa*, *Lathyrus sativus* and non planting cover crops on corn yield and some soil characteristics, an experiment was carried out at the Researches Farm of Agricultural Faculty, Bu-Ali Sina university during growing season of 2010-11. Experiment was laid out as a factorial based on randomized complete block design with three replications. Results showed that number of seed row per ear and grain yield was affected by tillage treatment. Also, number of seed row per ear and grain and biological yield were affected significantly by cover crop. But, tillage × cover crop interaction was not significant. The highest values of number of seed row per ear and grain yield (1123 gm^{-2}) was achieved at minimum tillage treatment. This treatment in comparison with conventional tillage treatment increased corn yield up to 20%. Maximum grain and biological yield were revealed at cover crops planting treatment and minimum grain and biological yield were achieved at non planting cover crops treatment. Effect of treatments on organic matter percentage and bulk density was significant. Maximum value of organic matter and minimum value of bulk density were revealed at cover crops planting and minimum tillage treatments. So, it seems that using minimum tillage and cover crops could increase corn yield and improve soil structure.

Keywords: Bulk density, Grain Weight, *Lathyrus Sativus*, Organic Matter, Reduced Tillage, *Vicia villosa*

مقدمه

امروزه رویکرد کشاورزی جهان به سمت کشاورزی پایدار است. در این نوع کشاورزی علاوه بر منافع اقتصادی به حفظ و صیانت از منابع تولید از قبیل آب، خاک و محیط زیست توجه ویژه‌ای می‌شود. خاک-ورزی، کارهای مکانیکی روی خاک با هدف آماده کردن یک بستر مناسب برای کاشت بذر و رشد گیاه زراعی است (ریکاسکی و آلمارا 2003). روش‌های مرسوم خاک‌ورزی با افزایش هزینه‌های انرژی، موجبات فرآیندهای تخریب و تحلیل منابع آب و خاک را فراهم می‌کنند و دراز مدت روی ویژگی‌های خاک اثر نامطلوب می‌گذارد و سبب تشکیل لایه‌های سخت می‌گردد (کاستلینی و ونترلا 2012 و ایماز و همکاران 2010).

در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های خاک-ورزی حفاظتی در دنیا بسیار مورد توجه قرار گرفته و استفاده از روش خاک‌ورزی مرسوم در برخی از نقاط دنیا منسوخ شده است. خاک‌ورزی حفاظتی یکی از مهمترین راه‌کارهای نیل به کشاورزی پایدار است که در آن حداقل 30 درصد زمین در زمان کاشت گیاه، پوشیده از بقایای گیاهی می‌باشد (ایماز و همکاران 2010 و ساینجو و همکاران 2006). سیستم‌های خاک-ورزی حفاظتی معمولا در مناطق خشک و نیمه خشک اجرا می‌شود. در مناطق نیمه خشک کلید افزایش تولید گیاهان زراعی به حداکثر رساندن نفوذ آب‌های سطحی است. بعلاوه، تکنیک‌هایی که منجر به کاهش تبخیر از خاک در هنگام خشکی و افزایش مقدار آب در دسترس گیاهان می‌شود، بسیار حائز اهمیت می‌باشند (کاستلینی و ونترلا 2012 و عثمان و همکاران 2010). جیاکومینی و همکاران (2010) در مطالعه بر روی عرضه مجدد مواد غذایی خاک به این نتیجه رسیدند که خاک‌ورزی بر نیتروژن ذخیره شده در خاک موثر است. ساینجو و همکاران (2006) و اسمیت و همکاران (2011) اظهار داشتند حضور بقایای گیاهی در سطح مزرعه می‌تواند موجبات بهبود ماده آلی خاک، کاهش فرسایش آبی و بادی، افزایش محتوی رطوبت خاک و افزایش سرعت نفوذ آب در خاک را فراهم سازد. افزون‌براین، بقایای-گیاهی می‌تواند به‌عنوان یک منبع غذایی برای گیاه زراعی به شمار رفته و حتی باعث کاهش هزینه تولیدات کشاورزی شود (چاستاین و همکاران 1995).

با تبدیل خاک‌ورزی مرسوم به خاک‌ورزی حفاظتی، تجزیه کربن آلی در خاک کاهش می‌یابد و در نتیجه از نیتروژن خاک نیز محافظت می‌شود، زیرا کربن و نیتروژن خاک به همدیگر وابسته هستند. همچنین، خاک‌ورزی حفاظتی به همراه گیاهان‌پوششی میزان کربن و نیتروژن ذخیره شده در خاک زراعی را افزایش می‌دهد (ساینجو و همکاران 2006). در حالیکه، خاک-ورزی شدید میزان معدنی شدن نیتروژن خاک (باومن و همکاران 1999) و همچنین میزان تلفات نیتروژن موجود در بقایای‌گیاهی برگردانده شده به خاک و فرسایش را افزایش می‌دهد (کامپبل و همکاران 2000).

کیو و جلوم (2002) گزارش کردند که استفاده از گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و چاودار عملکرد ذرت را نسبت به شاهد بدون گیاه پوششی افزایش دادند. رینبات و همکاران (2004) نیز با بررسی اثر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی و گیاهان پوششی (نخود و ماشک گل خوشه‌ای) بر عملکرد ذرت و سورگوم دانه‌ای، گزارش کردند که با اجرای شخم حفاظتی و استفاده از گیاهان پوششی، عملکرد ذرت و سورگوم دانه‌ای به طور معنی‌داری بالا بود. بر اساس دکر و همکاران (1994)، به علت اینکه در بقولاتی نظیر ماشک گل‌خوشه‌ای و شبدرها نسبت $\frac{C}{N}$ پایین است، خیلی سریع در خاک تجزیه شده و باعث همزمانی آزاد شدن نیتروژن از بقایای‌گیاهی با تقاضای گیاه زراعی برای این عنصر می‌شود. کلارک و همکاران (1998) گزارش نمودند که عملکرد دانه ذرت به طور معنی‌داری تحت تاثیر گیاهان پوششی قرار گرفت و بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت به گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای

تعلق داشت. نامبردگان، علت این امر را به تثبیت نیتروژن توسط ماشک گل خوشه‌ای نسبت دادند.

ذرت پرمحصول‌ترین غله به شمار می‌رود و از نظر تولید جهانی در بین غلات، بعد از گندم و برنج مقام سوم را به خود اختصاص داده است. مقدار تولید ذرت تقریبا برابر حجم تولید هر یک از دو غله گندم و برنج است (امام 1382). بنابراین، با عنایت به اینکه در خیلی از موارد انجام خاک‌ورزی مرسوم منجر به افزایش عملکرد گیاهان زراعی نمی‌شود و نیز با اذعان به اینکه خاک‌های مزراع کشورمان اغلب از نظر ماده آلی فقیر هستند، لذا این آزمایش با هدف بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و خلر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و نیز درصد ماده آلی و وزن مخصوص ظاهری خاک اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کوتاه مدت (یکساله) خاک-ورزی حفاظتی و گیاهان پوششی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی 1390 اجرا شد. زمین مورد نظر سال قبل به صورت آیش بود. محل اجرای آزمایش در 48 درجه و 31 دقیقه طول شرقی، 35 درجه و 1 دقیقه عرض شمالی و 1690 متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. بر اساس آمار هواشناسی 56 ساله اقلیم منطقه جز مناطق نیمه خشک و سرد محسوب می‌شود. میانگین بارندگی سالانه آن 333 میلی‌متر و متوسط درجه حرارت آن در گرمترین ماه سال 24 درجه سانتی‌گراد است. نتایج حاصل از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg^{-})	نیتروژن کل (%)	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH
لوم رسی	220	8/2	0/10	0/72	0/409	7/7

کشت ذرت در تاریخ 1390/3/10 با فاصله ردیف 75 سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف 18 سانتی-متر انجام گرفت. رقم مورد استفاده ذرت SC500 از تیپ متوسط رس با طول فصل رشد 115 تا120 روز بود. برداشت نهایی ذرت نیز در اواخر مهر ماه 1390 صورت گرفت. در طول فصل رشد با توجه به آزمایش خاک به میزان 400 کیلوگرم کود اوره در سه مرحله (زمان کاشت، مرحله گل تاجی و مرحله ظهور ابریشم بلال) استفاده شد. کود سوپر فسفات تریپل نیز به میزان 150 کیلوگرم در هکتار و قبل از کاشت مصرف گردید. ولی، از کود پتاس استفاده نشد.خاک‌ورزی (CT : خاک-ورزی مرسوم، MT : خاک‌ورزی حداقل و NT : بدون خاک‌ورزی) و گیاهان پوششی (CP_1: ماشک گل‌خوشه-ای، CP_2: خلر و CP_3: عدم کشت گیاهان پوششی) تیمارهای آزمایشی بودند. در تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی حداقل به ترتیب از گاوآهن برگردان‌دار و گاوآهن چیزل استفاده شد. در تیمار بدون خاک‌ورزی نیز بدون دستکاری خاک و تنها با ایجاد حفره‌ای به عمق مناسب برای کشت بذر، عملیات کشت صورت گرفت. ابتدا پس از تعیین محل آزمایش و نقشه نهایی کشت، گیاهان پوششی که شامل ماشک گل خوشه‌ای و خلر بود هر یک تقریبا به میزان 100 کیلوگرم در هکتار در اواخر اسفند ماه 1389 در محل مورد نظر کشت شدند و در اوایل خرداد ماه 1390

(تقریبا دو هفته قبل از کاشت ذرت) از سطح خاک کف بر شدند و سپس عملیات خاک ورزی جهت تهیه بستر کاشت بر طبق تیمارهای آزمایشی صورت گرفت. در واقع، در تیمار بدون خاک‌ورزی بقایای ماشک و خلر در سطح خاک رها شدند، ولی در تیمار خاک‌ورزی حداقل حدودا 50 الی 60 درصد بقایا در سطح خاک باقی ماند و در تیمار خاک‌ورزی مرسوم بقایا کاملا در خاک دفن شند. در هر کرت 5 ردیف کاشت ذرت به طول 6 متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها دو متر و فاصله بین بلوک‌ها 1/5 متر در نظر گرفته شد. عملیلت آبیاری و وجین علف های هرز در طول فصل رشد ذرت، بر اساس نیاز انجام گرفت. پس از رسیدگی محصول دو ردیف کناری به عنوان حاشیه منظور شد و از سه ردیف باقی مانده سطحی معادل دو متر مربع از هر کرت برداشت و بر اساس آن صفات تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت اندازه‌گیری و ارزیابی شدند.

همچنین، به منظور تعیین درصد ماده آلی خاک، پس از برداشت ذرت از 20 سانتی‌متر زیر سطح خاک نمونه برداری با سه تکرار در هر کرت به‌عمل آمد. نمونه‌های خاک، هوا خشک شده و جهت اندازه گیری درصد کربن آلی به آزمایشگاه خاک شناسی منتقل شدند. درصد کربن آلی خاک با استفاده از روش والکی و بلاک (ملکوتی 1375) تعیین شد، سپس درصد ماده آلی خاک با استفاده از رابطه (درصد کربن آلی خاک × 1/724 = درصد ماه آلی خاک) تعیین شد. به منظور تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک نیز پس از رسیدگی کامل ذرت و قبل از برداشت آن، نمونه برداری از عمق 0-20 سانتی متری خاک با استفاده از استوانه‌های فلزی به ارتفاع 10 و قطر 5/1 سانتی‌متر با دو تکرار در هر کرت انجام شد. نمونه‌ها در دمای 110 درجه سانتی-گراد به مدت 48 ساعت در آون خشک شده و سپس توزین شدند. چگالی ظاهری خاک با استفاده از رابطه (حجم خاک خشک شده در آون/وزن خاک خشک شده در آون=چگالی ظاهری خاک) تعیین گردید (ملکوتی، 1375). پس از جمع آوری داده‌ها تجزیه‌های آماری لازم با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام گرفت. همچنین، برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 2) نشان داد که اثر تیمار خاک‌ورزی بر تعداد ردیف دانه در بلال ذرت در سطح احتمال پنج درصد و بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. اما تعداد دانه در ردیف، وزن 100 دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت تحت تاثیر تیمار خاک‌ورزی قرار نگرفتند. اثر تیمار گیاه پوششی نیز تنها بر تعداد ردیف دانه در بلال، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار شد. شایان ذکر است که اثر متقابل خاک‌ورزی در گیاه پوششی بر هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد (جدول 2) که این امر بیانگر این است که اثر تیمار گیاه پوششی در سطوح تیمار خاک‌ورزی از نظر صفات مذکور، یکسان است.

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به تعداد ردیف دانه در بلال (شکل 1) نشان داد که تیمار خاک‌ورزی حداقل به‌طور معنی‌دار از نظر این ویژگی نسبت به تیمارهای بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم برتری دارد. بیشترین و کمترین میزان تعداد ردیف دانه در بلال به تیمارهای خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک-ورزی تعلق داشت که به ترتیب معادل 18/77 و 16/88 ردیف دانه در بلال بود. به‌طوریکه تیمار خاک‌ورزی حداقل در مقایسه با تیمار بدون خاک‌ورزی، این ویژگی ذرت را 10 درصد افزایش داد. تیمار خاک‌ورزی مرسوم نیز با تعداد 17/44 ردیف دانه در بلال حدواسط تیمارهای خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی قرار

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس اثر خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن 100 دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه در بلال	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت
تکرار	2	11/31^{ns}	71/60*	15/81**	178**	163668^{ns}	16/02^{ns}
خاک‌ورزی	2	0/28^{ns}	10/04^{ns}	8/51*	73**	305662^{ns}	35/14^{ns}
گیاه‌پوششی	2	0/67^{ns}	0/25^{ns}	27/01**	220**	521006*	36/75^{ns}
خاک‌ورزی × گیاه‌پوششی	4	0/02^{ns}	21/37^{ns}	2/53^{ns}	0/19^{ns}	227258^{ns}	64/70^{ns}
خطای آزمایش	16	13/01	12/55	1/56	8/6	125189	54/61
ضریب تغییرات (درصد)		19	8	7	8	15	17

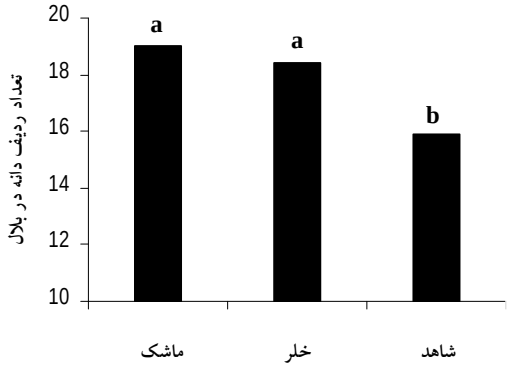
گرفت. این امر شاید مربوط به مزایای روش خاک ورزی حفاظتی (شخم کاهش یافته) باشد که سبب بهبود تعداد ردیف دانه در بلال ذرت شد. چرا که طبق گزارشات موجود، در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل بهبود پایداری خاک‌دانه‌ها، افزایش ماده آلی خاک، نفوذ پذیری بیشتر آب در خاک و کاهش فرسایش خاک، شرایط بهتری برای رشد گیاه زراعی فراهم می‌گردد (اسمیت و همکاران 2011 و تولبرگ 2010). صفاری و کوچکی (1381) نیز اثر روش‌های خاک‌ورزی (شخم رایج، شخم حداقل و بدون خاک‌ورزی) و مدیریت بقایا را بر روی کنجد بررسی و گزارش کردند که روش‌های خاک‌ورزی بر اجزای عملکرد کنجد موثر بوده و کمترین تعداد دانه در بوته را از روش خاک‌ورزی رایج به‌دست آوردند. امیدی و همکاران (1384) هم بیشترین تعداد دانه در خورجین کلزا را از خاک‌ورزی حفاظتی و کمترین میزان آن را از روش بدون خاک‌ورزی به‌دست آوردند. لقمانی و همکاران (1389) در مورد گندم و رینبوت و همکاران(2004) نیز در مورد ذرت و سورگوم دانه‌ای به چنین نتایجی دست یافته اند .

تعداد ردیف دانه در بلال نیز تحت تاثیر تیمار گیاه پوششی قرار گرفت (جدول 2). به طوریکه، ماشک گل خوشه‌ای و شاهد (عدم کشت گیاهان پوششی) به‌ترتیب با 19 و 15/88 ردیف دانه در بلال در بالاترین و

شکل 1- اثر خاک‌ورزی بر تعداد ردیف دانه در بلال ذرت.

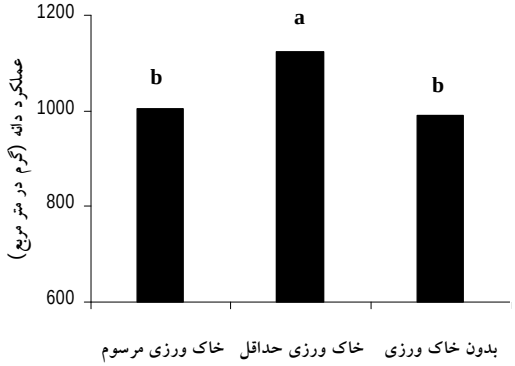
پایین ترین سطح قرار داشتند و خلر نیز با 18/33 ردیف دانه در بلال، در بین دو تیمار مذکور قرار داشت (شکل 2). به‌نظر می‌رسد که علت برتری گیاهان پوششی نسبت به تیمار شاهد، از تثبیت نیتروژن ناشی می‌شود. استفاده از گیاهان تیره بقولات به عنوان گیاه پوششی و یا کود سبز، می‌تواند از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و با جذب عناصر غذایی از عمق خاک، این عناصر را در نزدیکی سطح خاک و در محدوده ریشه دوانی در اختیار گیاه زراعی قرار دهد (کلارک و همکاران 1994). طبق گزارش دکر و همکاران (1994) ماشک گل خوشه‌ای به علت داشتن میزان بالای نیتروژن و نسبت پایین $\frac{C}{N}$ خیلی سریع در خاک تجزیه شده و باعث هم زمانی آزاد سازی نیتروژن از بقایای

گیاهی با تقاضای گیاه زراعی که در تناوب پس از ماشک کشت شده است، می‌شود.



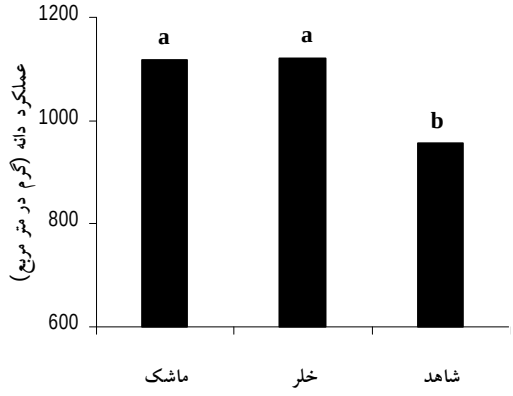
شکل 2- اثر گیاه پوششی بر تعداد ردیف دانه در بلال ذرت.

عملکرد دانه ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول 2). تیمار خاک‌ورزی حداقل نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی افزایش معنی-داری نشان داد. به‌طوری‌که، خاک‌ورزی حداقل با میزان عملکرد 1123 گرم در متر مربع در بالاترین سطح قرار داشت و تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک-ورزی به‌ترتیب با عملکرد 1004 و 991 گرم در متر مربع در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. ولی، بین تیمار خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل 3). احتمالا در سیستم خاک‌ورزی حداقل به دلیل نگهداری بقایا در سطح خاک، کاهش تبخیر آب از سطح خاک و به‌ویژه ایجاد شرایط مناسب برای نفوذ آب در خاک، رشد ذرت بهبود پیدا کرده و عملکرد آن افزایش یافته است. همچنین، در خاک‌ورزی حفاظتی وجود بقایا در سطح خاک موجب کاهش سبز شدن و استقرار علف‌های هرز و در نتیجه کاهش رقابت آن‌ها با گیاه زراعی شده و عملکرد گیاه زراعی اغلب در چنین حالتی افزایش می‌یابد (ایشایا و همکاران 2008). آندرسون (2007) نیز در بررسی اثر گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در مزرعه ذرت، اظهار داشت که در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، استفاده از گیاه پوششی و خاک‌ورزی حفاظتی علف‌های هرز مزرعه ذرت را به‌طور قابل توجهی کنترل کرد و عملکرد آن را افزایش داد.



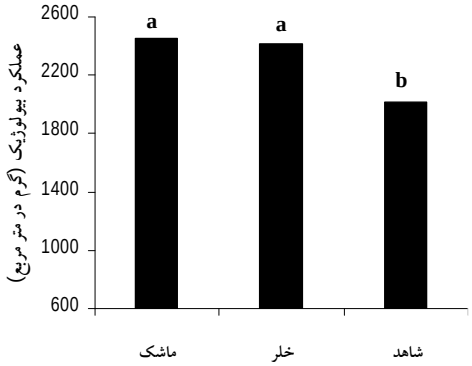
شکل 3- اثر خاک‌ورزی بر عملکرد دانه ذرت.

عملکرد دانه در شرایط کشت گیاهان پوششی و عدم کشت اختلاف معنی‌داری نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در شرایط کشت گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و خلر (به ترتیب با عملکرد دانه 1119 و 1122 گرم در متر مربع) و کمترین آن (957 گرم در متر مربع) در شرایط عدم کشت به‌دست آمد (شکل 4). ماشک گل خوشه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کشت گیاهان پوششی) عملکرد دانه ذرت را 12/87 درصد افزایش داد. همانطوریکه قبلا نیز ذکر شد، به‌نظر می‌رسد دلیل این امر از تثبیت نیتروژن توسط ماشک و خلر، جذب عناصر غذایی خاک، تجزیه به موقع و آزاد سازی عناصر غذایی مورد نیاز ذرت ناشی می-شود. در آزمایشی که توسط کلارک و همکاران (1994) انجام گرفت، عملکرد دانه ذرت به طور معنی‌داری تحت تاثیر گیاهان‌پوششی قرار گرفت و بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت به گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای تعلق داشت. آنها علت این امر را به تثبیت بیشتر نیتروژن توسط ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت دادند.



شکل 4- اثر گیاه پوششی بر عملکرد دانه ذرت.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کشت و عدم کشت گیاهان پوششی بر عملکرد بیولوژیکی ذرت اثر معنی‌دار داشت، اما اثر خاک‌ورزی و اثر متقابل گیاه پوششی و خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نبود (جدول 2). علت عدم معنی دار نبودن اثر متقابل این است که اثر تیمار گیاه پوششی در سطوح تیمار خاک‌ورزی از نظر عملکرد بیولوژیکی، یکسان است. همچنین، به نظر می‌رسد که حساسیت عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیکی به روش‌های خاک-ورزی بیشتر است، چراکه بر اساس نتایج این آزمایش، عملکرد بیولوژیکی تحت تاثیر تیمار خاک‌ورزی قرار نگرفت. طبق یافته‌های شلینگر (2005) نیز استفاده از سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی کامل منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گندم، یولاف و جو گردید. کاهش استقرار و رشد اولیه گیاهچه، تأخیر در استقرار و مواجه شدن با رقابت علف‌های‌هرز به ویژه در زمان تشکیل و پر شدن دانه‌ها از دیگر دلایل حساسیت بیشتر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیکی در شرایط بدون خاک ورزی گزارش شده است (کامارا و همکاران 2003، فاروق و همکاران 2007). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان از برتری گیاهان پوششی نسبت به تیمار شاهد (عدم کشت گیاهان پوششی) داشت. ماشک گل خوشه‌ای و خلر به‌ترتیب با 2448 و 2414 گرم در متر مربع بیشترین عملکرد بیولوژیک و تیمار شاهد با 2015 گرم در متر مربع کمترین عملکرد بیولوژیک ذرت را داشتند (شکل 5). با توجه به برتری گیاهان پوششی نسبت به تیمار شاهد از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد، بنابراین، برتری آن‌ها از نظر عملکرد بیولوژیک نیز دور از انتظار نیست. به-نظر می‌رسد که دلیل این امر تثبت نیتروژن توسط ماشک و خلر، تجزیه و آزاد سازی به موقع عناصر غذایی و افزایش میزان عناصر غذایی قابل دسترس باشد. مولر و همکاران (2006) در آزمایشی اثر گیاهان پوششی لگوم (شبدر سفید) و غیر لگوم (گندم و چاودار پاییزه) را بر رشد و عملکرد سیب زمینی بررسی و گزارش کردند که عملکرد بیولوژیکی سیب زمینی کشت شده پس از گیاه پوششی لگوم، بیشتر از گیاه پوششی غیر لگوم بوده است. آن‌ها علت این امر را پایین بودن نسبت $\frac{C}{N}$ در لگوم و افزایش دسترسی گیاه زراعی به نیتروژن گزارش کرده‌اند.



شکل 5- اثر گیاه پوششی بر عملکرد بیولوژیک ذرت

درصد ماده آلی و وزن مخصوص ظاهری (چگالی) خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی خاک‌ورزی و گیاه پوششی به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد بر درصد ماده آلی خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل آن‌ها بر این صفات معنی‌دار نشد (جدول 3).

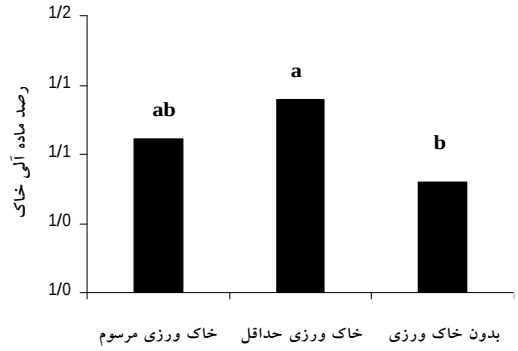
جدول 3- نتایج تجزیه واریانس اثر خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر درصد ماده آلی و وزن مخصوص ظاهری خاک.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		درصد ماده آلی خاک	چگالی ظاهری خاک
تکرار	2	0/27^{ns}	0/33**
خاک‌ورزی	2	0/47*	0/11*
گیاه‌پوششی	2	1/25**	1/54**
خاک‌ورزی× گیاه‌پوششی	4	0/02^{ns}	0/06^{ns}
خطای آزمایش	16	0/15	0/04
ضریب تغییرات (درصد)		30	17

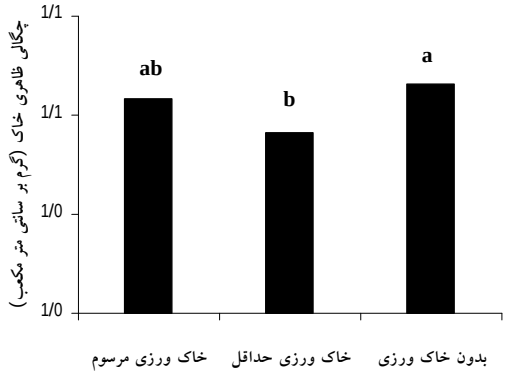
****، * و ns: به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال 1، 5 درصد و غیرمعنی‌دار می‌باشد.**

مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی بر درصد ماده آلی و وزن مخصوص ظاهری خاک نشان داد که از نظر این ویژگی‌ها برتری از آن تیمار خاک‌ورزی حداقل بود. به‌طوری‌که، خاک‌ورزی حداقل کمترین وزن مخصوص ظاهری خاک (0/96 گرم بر سانتی متر مکعب) و بیشترین درصد ماده آلی خاک (1/48 درصد) را به خود اختصاص داد (شکل‌های 6 و 7). بیشرین وزن مخصوص ظاهری خاک (1/16 گرم بر سانتی‌متر مکعب) و کمترین درصد ماده آلی خاک (0/8 درصد) نیز بدون اختلاف معنی‌دار با تیمار خاک‌ورزی مرسوم، به تیمار بدون خاک‌ورزی تعلق گرفت (شکل‌های 6 و 7) رایت و همکاران (2007) گزارش کردند که مقدار ماده آلی خاک شدیدا تحت تاثیر روش خاک‌ورزی قرار می گیرد و روش‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حفاظتی باعث افزایش میزان ماده آلی خاک می‌شوند. رایت و هانس (2005) نیز گزارش کردند که با اجرای شخم حفاظتی میزان خاک دانه‌های پایدار و درصد ماده آلی خاک زراعی به‌طور معنی‌داری نسبت به خاک‌ورزی مرسوم، افزایش می‌یابد.

درصد ماده آلی خاک در شرایط کشت گیاهان پوششی و عدم کشت اختلاف معنی‌داری نشان داد، به‌طورکه بیشترین درصد ماده آلی خاک بدون اختلاف معنی‌دار در شرایط کشت گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و خلر(به‌ترتیب با 1/54 و 1/39 درصد) و کمترین درصد ماده آلی خاک (0/91 درصد) در شرایط



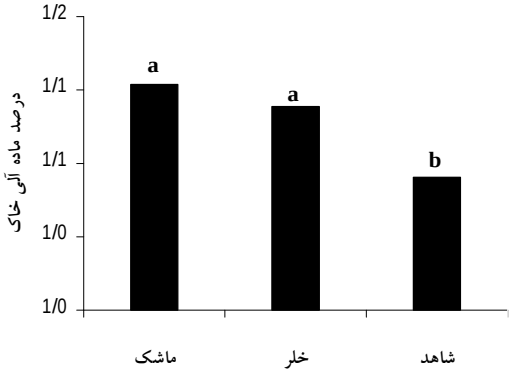
شکل 6- اثر خاک‌ورزی بر درصد ماده آلی خاک.



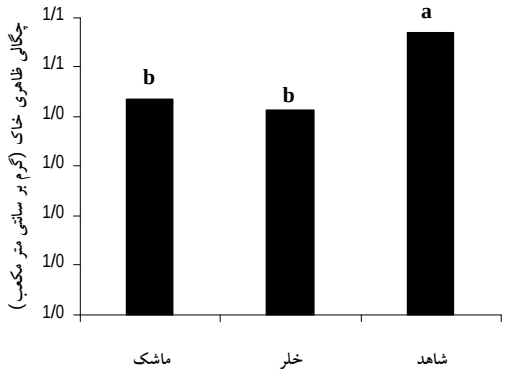
شکل 7- اثر خاک‌ورزی بر وزن چگالی ظاهری خاک.

عدم کشت گیاه پوششی به‌دست آمد. همچنین، در تیمارهای گیاه پوششی وزن مخصوص ظاهری خاک کمتر از شرایط عدم کشت گیاه پوششی بود. به‌طوری‌که، کمترین میزان وزن مخصوص ظاهری خاک

به تیمار ماشک گل خوشه‌ای و خلر (به‌ترتیب 0/87 و 0/83 گرم بر سانتی متر مکعب) در مقایسه با تیمارعدم کشت گیاه پوششی (با وزن مخصوص ظاهری 1/14 گرم بر سانتی متر مکعب) تعلق گرفت (شکل‌های 8 و 9). مطالعات طولانی مدت، حاکی از روند افزایش ماده آلی خاک متناسب با افزایش بقایای گیاهی است (رایت و همکاران 2007). سطح کربن آلی خاک را می‌توان از طریق کاربرد برخی تکنیک‌های زراعی همچون استفاده از ارقام پر محصول، عدم برداشت بقایای گیاهی و توجه به کیفیت و کمیت بقایای گیاهی افزایش داد (وارول 1994). مسگر باشی و همکاران (1385) اظهار داشتند که مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شود. رمرودی و همکاران (1387) نیز تاثیر گیاهان پوششی را بر ماده آلی خاک، چگالی ظاهری و اسیدیته خاک معنی‌دار گزارش کردند.



شکل 8- اثر گیاه پوششی بر درصد ماده آلی خاک.



شکل 9- اثر گیاه پوششی بر وزن چگالی ظاهری خاک.

نتیجه گیری

در مجموع نتایج آزمایش حاکی از آن بود که عملکرد ذرت در تیمار خاک‌ورزی حداقل و در صورت استفاده از گیاهان پوششی ماشک و خلر به‌طور معنی-داری بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. به نظر می‌رسد که در خاک‌ورزی حفاظتی وجود بقایا در سطح خاک موجب کاهش سبز شدن و استقرار علف‌های هرز و در نتیجه کاهش رقابت آن‌ها با گیاه زراعی به‌ویژه در زمان تشکیل و پر شدن دانه‌ها شده و عملکرد ذرت در چنین حالتی افزایش یافته است. همچنین، چنین به نظر می‌رسد که دلیل برتری گیاهان پوششی ماشک و خلر از نظر عملکرد دانه به تثبیت نیتروژن توسط آن‌ها و جذب عناصر غذایی خاک، تجزیه به موقع و آزاد سازی عناصر غذایی مورد نیاز ذرت که پس از این گیاهان کشت می‌شود، بر می‌گردد. خاک‌ورزی حداقل و گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و خلر درصد ماده آلی خاک را افزایش و چگالی ظاهری آن را کاهش دادند که این امر موید این است که استفاده از تیمارهای مذکور می‌تواند ساختمان خاک را نیز بهبود بخشد. افزون بر-این، با توجه به اینکه کاهش مصرف انرژی از جمله موارد عمده در مبحث کشاورزی پایدار است، لذا یکی از راه‌های تحقق این امر استفاده از سیستم خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد. از طرفی، در صورت استفاده از گیاهان پوششی به ویژه از تیره بقولات، به دلیل افزایش ماده آلی خاک در طی سالیان متوالی، کاهش مصرف کودهای شیمیایی به ویژه نیتروژن در این قبیل سیستم-ها، سالم سازی محیط زیست و محصولات کشاورزی قابل توجیه است.

منابع مورد استفاده

امام ی، 1382. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. 190 صفحه.

امیدی ح، طهماسبی ز، سروستانی ا، قلاوند س ع و مدرس ثانوی، م، 1384. اثر سیستم های خاک ورزی و فواصل ردیف بر عملکرد دانه و درصد روغن دو رغم کلزا. مجله علوم زراعی ایران. جلد هفتم، شماره 2، صفحه‌های 97 تا 110.

رمرودی م، مجنون حسینی ن، مظاهری د، حسین زاده ع و حسینی، م ب، 1387. تاثیر گیاهان پوششی، سیستم های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر خصوصیات خاک و عملکرد سورگوم علوفه ای. خلاصه مقالات دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. 30-28 مرداد ماه 1387. کرج. ایران.

صفاری م و کوچکی ع ر، 1381. واکنش عملکرد و اجزا عملکرد کنجد به انواع شخم و بقایای گیاهی در تناوبهای متفاوت زراعی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، شماره 16. صفحه‌های 27 تا 34.

لقمانی ع، آسودار م ا، نوریانی ح و آبروش ع،1389. بررسی تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد گندم در منطقه دزفول. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. شماره 4. صفحه‌های 99 تا 105.

مسگرباشی م، بخشنده م، نبی پور ع و کاشانی ع، 1385. اثرات بقایای گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم در اهواز. مجله علمی کشاورزی. شماره 29. صفحه‌های 53 تا 62.

ملکوتی م ج، 1375. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. 496 صفحه.

Anderson RL, 2007. Residue management tactics for corn following spring wheat. Weed Technology, 22: 177-181.

Bear MH, Henderix PF and Colman DC, 1994. Water stable aggregates and organic matter fraction in conventional and no-tillage. Soil Society of American Journal, 58: 777-786.

Bowman RA, Vigil MF, Nielsen DC and Anderson RL, 1999. Soil organic matter changes in intensively cropped dry land systems. Soil Science, 63: 186–191.

Camara KM, Payne WA and Rasmussen PE, 2003. Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. Agronomy Journal, 95: 828-835.

Campbell CA, Zentner RP, Liang BC, Roloff G, Gregorich EC and Blomert B, 2000. Organic carbon accumulation in soil over 30 years in semiarid southwestern Saskatchewan: effect of crop rotation and fertilization. Canadian Journal of Soil Science, 80: 170–192.

Castellini M and Ventrella D, 2012. Impact of conventional and minimum tillage on soil hydraulic conductivity in typical cropping system in Southern Italy. Soil and Tillage Research, 124: 47-56.

Chastain TG, Ward KJ and Wysoki DJ, 1995. Stand establishment responses of soft winter wheat to seed bed residues and seed size. Crop Science, 35: 213-218.

Clark AJ, Decker AM and Meisinger JJ, 1994. Seeding rate and kill date effects on hairy vetch-cereal rye cover crop mixtures for corn production. Agronomy Journal, 86: 1065 –1070.

Dekker AM, Clark AJ, Meisinger JJ, Mulford FR and McIntosh MS, 1994. Legume cover crop contributions to no tillage corn production. Agronomy Journal, 86: 126- 135.

Farooq U, Sharif M and Erenstein O, 2007. Adoption and impacts of zero tillage in the rice–wheat zone of irrigated Punjab, Pakistan. Research Report. CIMMYT India and RWC, New Delhi, India.

Giacomini SJ, Machet JM, Boizard H and Recous S, 2010. Dynamics and recovery of fertilizer N15 in soil and winter wheat crop under minimum versus conventional tillage. Soil and Tillage Research, 108: 51–58.

Imaz MJ, Virto I, Bescansa P, Enrique A, Fernandez O and Karlen DL, 2010. Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. Soil and Tillage Research, 107: 17–25.

Ishaya DB, Tunku P and Kuchinda NC, 2008. Evaluation of some weed control treatments for long season weed control in maize (*Zea mays* L.) under zero and minimum tillage. Crop Protection, 27: 1047–1051.

Kuo S and Jellum EJ, 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn yield. Agronomy Journal, 94: 501-508.

Moller K, Reents HJ and Maidl FX. 2006. Effect of catch crops and different sowing dates of cereals after precrop potatoes on nitrate content in soil and cereal growth in organic farming systems. Pflanzenbauwissenschaften, 10: 45-59.

Reicosky DC and Allmaras RR, 2003. Advances in tillage research in North American cropping systems. Journal of Crop Production, 8: 75-125.

Rinbott TM, Conley PS and Belevins DG, 2004. No-tillage corn and grain sorghum response to cover crop and nitrogen fertilization. Agronomy Journal, 96: 1158- 1163.

Sainju UM, Singh BP, Whitehead WF and Wang S, 2006. Carbon supply and storage in tilled and non-tilled soils as influenced by cover crops and nitrogen fertilization. Journal of Environmental Quality, 35: 1507- 1517.

Schillinger WF, 2005. Tillage method and sowing rate relations for dry land spring wheat, barley, and oat. Crop Science, 45: 2636-2643.

Schomberg HH and Jones OR, 1999. Carbon and nitrogen conservation in dry land tillage and cropping systems. Soil Science, 56: 1359–1366.

Smith MK, Smith JP and Stirling GR, 2011. Integration of minimum tillage, crop rotation and organic amendments into a ginger farming system: Impacts on yield and soil borne diseases. Soil and Tillage Research, 114: 108–116.

Tullber J, 2010. Tillage, traffic and sustainability-A challenge for ISTRO. Soil and Tillage Research, 111: 26–32.

Usman K, Khalil SK, Zaman Khan A, Khalil IH and Azim Khan M, 2010. Tillage and herbicides impact on weed control and wheat yield under rice–wheat. Soil and Tillage Research, 110: 101–107.

Varvel G, 1994. Rotation and nitrogen fertilization effects on changes in soil carbon and nitrogen. Journal of Production Agriculture, 86: 319-325.

Wright AL, Dou F and Hons FM, 2007. Soil organic C and N distribution for wheat cropping systems after 20 years of conservation tillage in central Texas. Agriculture, Ecosystems and Environment, 121: 736-744.

Wright AL and Hons FM, 2005. Tillage impact on soil aggregation and carbon and nitrogen sequestration under wheat cropping sequences. Soil and Tillage Research, 84: 67-75.