

The effect of Different Tillage Methods and Application of Plant Residues on Yield and Growth Characteristics of triticale (X Triticosecale Wittmack)

Soheila Hosseinzadeh¹, Esfandiar Fateh^{2*}, Amir Aynehband³, Masoumeh Farzaneh⁴,
Jaafar Habibi Asl⁵

Received: 30 April 2024 Accepted: 13 August 2024

1- PhD Student of Agroecology, Production Engineering and Plant Genetic Dept, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2- Assoc. Prof., Production Engineering and Plant Genetic Dept, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3. Prof., Production Engineering and Plant Genetic Dept, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

4- Assist. Prof., Production Engineering and Plant Genetic Department, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

5- Assist. Prof., Agriculture Engineering Research Dept, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran.

*Corresponding Author Email: e.fateh@scu.ac.ir

Abstract

Background and Objective: This experiment was carried out with the aim of investigating the effect of different tillage methods and the use of plant residues on the yield and growth characteristics of triticale in the climatic conditions of Ahvaz, in the 2022-2023 growing season.

Materials and Methods: The experiment was carried out in split plots based on a randomized complete block design with three replications at Shahid Chamran University of Ahvaz during 2022-2023. The main factor includes different methods of tillage in three levels (conventional tillage, reduced tillage and no tillage) and the sub factor also includes 5 levels of plant residue application (without residues (control), wheat residues, mung bean, sesame and half of wheat residues + half of residues Mung bean) was considered.

Results: The results showed that the biological yield increased by 5% in conventional tillage treatment compared to reduced tillage and by 10.6% compared to no tillage. Among the application of different types of plant residues, the treatment related to the application of mung bean residues with 15.9 ton.ha⁻¹ increased the biological yield with 33.6 percent compared to the treatment without application and 7.3 ton.ha⁻¹ with 35.2 percent seed yield. The increase compared to the treatment without application was the highest. The lowest biological yield and grain related to the control treatment were 11.9 and 5.4 ton.ha⁻¹, respectively. The highest harvest index was related to conventional tillage treatment with 46.9% and the lowest of this trait was related to reduced tillage with 45.6%. The use of tillage type had a significant effect on plant height, spike length, number of spikes per square meter, seed yield and biological yield, but it did not affect the weight of 1000 seeds. The interaction effect of tillage treatments and the use of plant residues showed that the highest grain yield was equal to 8.6 ton.ha⁻¹ from the treatment of conventional tillage and the use of mung bean residues, and the lowest value obtained at no tillage and without the use of residues (control) with 5.3 ton.ha⁻¹. The grain yield in the conventional tillage method was 13.3% and 7.9% more than the methods without tillage and reduced tillage.

Conclusion: It seems that, at least in the short term, the implementation of conservation tillage systems has no effect on yield or even causes it to decrease, and long-term studies are needed to determine the effectiveness of conservation tillage systems. Carrying out conservation tillage operations by maintaining residues on the soil surface to maintain yield potential, improve soil fertility and increase the activity of earthworms, increase moisture storage and increase organic matter.

Key words: Biological Yield, Increasing Organic Matter, Soil Fertility, Sanabad Cultivar, Sustainable Agriculture, Yield Components,

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاربرد بقایای گیاهی بر عملکرد و ویژگی‌های رشدی تریتیکاله (X Triticosecale Wittmack)

سهیلا حسین‌زاده^۱، اسفندیار فاتح^{۲*}، امیر آینه‌بند^۳، معصومه فرزانه^۴، جعفر حبیبی‌اصل^۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۳

۱. دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
 ۲. دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
 ۳. استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
 ۴. استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
 ۵. استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، اهواز، ایران
- *مسئول مکاتبه: Email: e.fateh@scu.ac.ir

چکیده

اهداف: این آزمایش با هدف بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاربرد بقایای گیاهی بر عملکرد و ویژگی‌های رشدی تریتیکاله در شرایط آب و هوایی اهواز، در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ اجرا گردید. فاکتور اصلی، شامل روش‌های مختلف خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) و فاکتور فرعی نیز شامل پنج سطح کاربرد بقایای گیاهی (بدون مصرف بقایا (شاهد)، بقایای گندم، لوبیا چشم بلبلی، کجند و نصف بقایای گندم + نصف بقایای لوبیا چشم بلبلی) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد عملکرد بیولوژیک، در تیمار خاک‌ورزی مرسوم نسبت به کم‌خاک‌ورزی ۵ درصد و نسبت به بدون خاک‌ورزی ۱۰/۶ درصد افزایش داشت. در بین کاربردهای انواع مختلف بقایای گیاهی، تیمار مربوط به کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی با ۱۵/۹ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک با ۳۳/۶ درصد افزایش نسبت به تیمار بدون کاربرد و ۷/۳ تن در هکتار عملکرد دانه با ۳۵/۲ درصد افزایش نسبت به تیمار بدون کاربرد بیشترین مقدار را داشت. کمترین عملکرد بیولوژیک و دانه مربوط به تیمار شاهد به ترتیب با ۱۱/۹ و ۵/۴ تن در هکتار بود. بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم با ۴۶/۹ درصد و کمترین این صفت مربوط به کم‌خاک‌ورزی با ۴۵/۶ درصد بوده است. نوع خاک‌ورزی تأثیر معنی داری بر ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تریتیکاله داشت ولی وزن هزار دانه را تحت تأثیر قرار نداد. اثر متقابل تیمارهای خاک‌ورزی و کاربرد بقایای گیاهی نشان داد بیشترین عملکرد دانه معادل ۸/۶ تن در هکتار از تیمار خاک‌ورزی مرسوم و کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی و کمترین مقدار بدست آمده نیز مربوط به اثر تیمار بدون خاک‌ورزی و بدون کاربرد بقایا (شاهد) با ۵/۳ تن در هکتار بود. عملکرد دانه در روش خاک‌ورزی مرسوم ۱۳/۳ درصد و ۷/۹ درصد بیشتر از روش‌های بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی بود.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد حداقل در کوتاه مدت اجرای سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی تأثیری بر عملکرد نداشته و یا حتی سبب کاهش آن شوند و به مطالعات دراز مدت برای تعیین اثر بخشی سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی نیاز است. در مجموع انتظار می‌رود در دراز مدت نتایج مثبتی از انجام عملیات خاک‌ورزی حفاظتی با حفظ بقایا در سطح خاک جهت

حفظ پتانسیل عملکرد، بهبود حاصل‌خیزی خاک و افزایش فعالیت کرم‌های خاکی، افزایش ذخیره رطوبتی و افزایش ماده آلی بدست آید.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، افزایش ماده آلی، حاصل‌خیزی خاک، رقم سناباد، کشاورزی پایدار، عملکرد بیولوژیک

مقدمه

خاک‌ورزی متداول به عنوان عاملی که فرسایش خاک را تسریع کرده، ذخیره کربن را کاهش داده و در تخریب ساختمان خاک نقش دارد، امروزه با چالش جدی مواجه است. تولید پایدار، مستلزم استفاده کارآمد و موثر از منابع درون مزرعه‌ای از قبیل بقایای گیاهی پس از برداشت می‌باشد (تورما ۲۰۱۸). پایداری کشاورزی نیازمند تغییر از روش‌های متداول به روش‌های کارآمدی است که ضمن تأمین تقاضای رو به افزایش مواد غذایی، امنیت فرصت‌های آینده و حفظ کیفیت و کمیت منابع طبیعی از جمله خاک را در نظر داشته باشد (لینگ و همکاران ۲۰۱۱).

تاکنون راهبردهای متفاوتی در این زمینه ارائه شده‌اند که آن جمله می‌توان به کشاورزی حفاظتی^۲ اشاره کرد. کشاورزی حفاظتی سبب کاهش مصرف انرژی در کشاورزی گردیده و از این طریق، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد و در نتیجه‌ی افزایش فعالیت‌های زیستی در خاک، عملکرد و بهره‌وری عوامل تولید در بلندمدت افزایش یافته و به حفظ محیط زیست کمک می‌شود. به‌کارگیری این سامانه ضمن افزایش عملکرد تولید در بلندمدت، مبتنی بر پایداری اکولوژیکی بوده و در اثر به‌کارگیری آن، افزایش تنوع و فعالیت‌های زیستی در خاک تقویت شده و همچنین به دلیل کاهش فرسایش خاک، استفاده از کودهای شیمیایی، آفت‌کشها و علف‌کشها در دراز مدت نیز کاهش می‌یابد. همه‌ی این مسایل منجر به بهبود وضعیت سودآوری در کشاورزی خواهد شد. نتایج تحقیقات فتحی و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که پذیرش سامانه کشاورزی حفاظتی به دلیل ایجاد بهره‌وری و عملکرد بیشتر، کاهش هزینه تولید و بهبود سودآوری، انعطاف‌پذیری بهتر در برابر تنش‌های محیطی، کاهش فرسایش و تخریب خاک و افزایش ماده

براساس گزارش صندوق جمعیت سازمان ملل متحد (UNPF)^۱ پیش‌بینی می‌شود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به حدود ده میلیارد نفر برسد و ایران نیز در سال مذکور جزو ۲۰ کشور اول پرجمعیت جهان خواهد بود. مطابق گزارش فائو^۲ (FAO) در سال ۲۰۲۰، به منظور تأمین مواد غذایی مردم جهان در سال ۲۰۵۰، بایستی تولید محصولات کشاورزی و غذایی، حدود ۷۰ درصد افزایش یابد (میرزاشاهی و غفاری نژاد ۲۰۲۰). افزایش نگرانی‌ها در مورد تولید غذای سالم و کیفیت محیط زیست و تاکید بر ظرفیت تولید پایدار خاک‌ها، لزوم استفاده از روش‌های مدیریتی مناسب به منظور حفظ و بهبود ماده آلی خاک را روشن می‌سازد (مومکاران ۲۰۱۶). خاک یکی از مهم‌ترین عوامل تولید محصولات کشاورزی است. سلامت خاک عامل اساسی برای دستیابی به سامانه‌های کشاورزی پایدار و برآورد تقاضای روزافزون بشر برای غذا، خوراک، الیاف و سوخت می‌باشد (چروبین و همکاران ۲۰۱۷). سلامت خاک به ظرفیت خاک برای تحقق عملکرد به عنوان یک بوم نظام زنده که گیاهان، حیوانات و انسان‌ها را حفظ می‌کند و خدمات بوم نظام از جمله تولیدات کشاورزی را پشتیبانی می‌کند، اشاره دارد (ویلیامز و همکاران ۲۰۲۰).

عملیات خاک‌ورزی با تأثیر بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک بر عملکرد محصول مؤثر است (کاستلینی و دومینکو ۲۰۱۲). ربیعی و همکاران (۲۰۱۱) شخم زدن مکرر را موجب تخریب ساختمان خاک و در پی آن ایجاد لایه ای سخت در عمق و خاک زیرین دانستند. ایجاد بستر مناسب رشد گیاهان با انتخاب و اجرای صحیح یک سیستم خاک‌ورزی فراهم می‌شود.

² Food and Agriculture Organization of the United Nations
1. Conservation Agriculture

¹ United Nations Population Fund

آلی، به یک سامانه در حال رشد تبدیل شده است، به‌گونه‌ای که سطح زیر کشت به این شیوه در جهان از ۲/۸ میلیون هکتار در سال ۱۹۷۳ به بیش از ۱۸۰ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی با حفظ و اضافه کردن بقایای گیاهی موجب افزایش مواد آلی و دستیابی به توازن مناسب مواد آلی خاک می‌گردد (ازپینار و کای ۲۰۱۶، زاپار و همکاران ۲۰۱۲، کوپر و همکاران ۲۰۲۰).

نگهداری بقایای محصول در خاک‌های کشاورزی دارای اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر سلامت و کیفیت خاک است (لال ۲۰۱۶). کریمی و قدسی (۲۰۱۹) اثر سطوح مختلف آب آبیاری بر میزان عملکرد، حجم آب مصرفی و بهره‌وری مصرف آب و خصوصیات زراعی محصولات در تناوب زراعی پنبه-گندم در منطقه معتدل خراسان رضوی را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و بهره‌وری مصرف آب گندم بصورت غیرمعنی‌داری از تیمار بی‌خاک‌ورزی و بدون بقایای گیاهی حاصل شد. آنها علت این موضوع را حذف عملیات خاک‌ورزی و کشت مستقیم دانسته که موجب افزایش عملکرد دانه گندم گزارش شده که از نظر اقتصادی نیز قابل توصیه اعلام شده ضمن اینکه کاهش هزینه‌های تولید علاوه بر صرفه‌جویی در هزینه‌ها و بهبود خصوصیات ساختار خاک، عملکرد بالاتری حاصل گردیده و همان‌گونه که در فواید کشاورزی حفاظتی آمده است موجب بهبود و افزایش بهره‌وری مصرف آب خواهد گردید، بر اساس این آزمایش حفظ یا حذف بقایای گیاهی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشته ولی اثرات مثبت بقایای گیاهی بر بهبود خصوصیات خاک و به تبع آن بر عملکرد محصولات زراعی در میان مدت یا دراز مدت قابل انتظار گزارش شده است.

امانی و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی در کشت گندم در منطقه خنداب استان مرکزی نتیجه گرفتند که با انجام روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی عملکرد محصول گندم کاهش قابل توجهی نمی‌یابد

و اختلاف عملکرد این روش با روش کشت متداول معنی‌دار نبوده که علت را تردد کمتر ماشین‌آلات در مزرعه و صرف انرژی کمتر عنوان نمودند. قاضی نژاد و همکاران (۲۰۲۲) اثر روش خاک‌ورزی و بقایای گندم بر بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی و عملکرد ذرت دانه ای را در دزفول مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که خاک‌ورزی مرسوم در شرایط دم و وجود بقایای گندم و بدون خاک‌ورزی در شرایط وجود بقایای گندم به ترتیب با ۳/۷۳ و ۱/۹۶ درصد، بیشترین و کمترین ضریب سرعت سبز شدن را به خود اختصاص دادند. بیشترین عملکرد دانه ذرت در سامانه‌ی کم‌خاک‌ورزی و حفظ بقایا گزارش شد که نسبت به سامانه‌ی بدون خاک‌ورزی منجر به افزایش ۳۴ درصدی عملکرد محصول شد که ناشی از ذخیره رطوبتی خاک در بقایای موجود در سطح خاک و استقرار و تماس مناسب بذر با خاک و تغییر در معدنی شدن و ثبات بیشتر عناصر غذایی در خاک به وسیله افزایش جمعیت میکروبی و عرضه عناصر غذایی به گیاه می‌باشد.

تاکنون مطالعات زیادی در خصوص تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی و مدیریت بقایای گیاهی بر میزان عملکرد گیاهان مختلف از جمله گیاهان خانواده غلات در نقاط مختلف کشور و جهان صورت پذیرفته با این حال، سطح زیرکشت کشاورزی حفاظتی در ایران حدود ۱/۷ میلیون هکتار می‌باشد (زلفی و همکاران ۲۰۱۷). در ایران که زمین‌های فقیر و غیر حاصل‌خیز رو به فزونی نهاده و همچنین خشکی همواره عامل اصلی محدودکننده تولید در گندم‌زارها بوده ضرورت تغییر الگوی کاشت و سوق به سوی کشت محصولاتی که قادر به تحمل شرایط سخت و نامطلوب باشند اجتناب‌ناپذیر است. یکی از این گیاهان تریتیکاله^۱ بوده که از قابلیت بالایی در تحمل به تنش‌های محیطی برخوردار می‌باشد، تریتیکاله به‌عنوان گیاه جدید با داشتن دامنه سازگاری وسیع‌تر از هریک از والدین خود (گندم به عنوان والد مادری و چاودار به عنوان والد پدری) قادر است سطح کشت بیشتری را در دنیا به خود

زیست‌محیطی، توجه جدی به حفظ کیفیت خاک بعنوان مولفه اصلی در کشاورزی پایدار این پژوهش با هدف بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاربرد بقایای گیاهی بر عملکرد و ویژگی‌های رشدی تریپیکاله در شرایط آب و هوایی اهواز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه آموزشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ انجام شد. مزرعه مذکور در جنوب غربی شهرستان اهواز، در حاشیه غربی رود کارون، با موقعیت جغرافیایی: ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی (طول جغرافیایی) و ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی (عرض جغرافیایی) با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا قرار دارد. قبل از اجرای طرح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد تجزیه قرار گرفت برخی از مشخصات خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

اختصاص دهد. این دستاورد اصلاح نباتات در قرن گذشته با استفاده از منابع تنوع ژنتیکی در گیاهان و با هدف ایجاد غله‌ای با کیفیت برتر گندم (بالابودن درصد پروتئین و عملکرد بیشتر) و دارا بودن تحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده (مقاومت به سرما، مقاومت به بیماریها، رشد سریع) همچون چاودار ایجاد شده است.

تریپیکاله به عنوان یک منبع جدید تهیه علوفه دام و طیور در اراضی کم بازده و حاشیه ای ضرورت دارد (قدسی و همکاران ۲۰۱۳). با توجه به سایر موارد ذکر شده و نظر به اینکه بخش قابل توجهی از اراضی استان خوزستان از اراضی کم بازده می باشد که در برخی موارد با محدودیت‌های کمبود آب و شوری نیز مواجه هستند و خصوصیات زراعی تریپیکاله، کشت این گیاه در اراضی حاشیه ای و کم بازده استان می تواند علاوه بر بهبود وضع اقتصادی کشاورزان، موجب افزایش بهره‌وری در این گونه اراضی و کاهش واردات خوراک دام شود. لذا در راستای برآورده نمودن چالش‌هایی همچون تامین مواد غذایی، کاهش آسیب‌های

جدول ۱ - خواص فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (cm)	بافت خاک	نیترژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	ماده آلی (%)
۰-۳۰	رسی لومی	۰/۱	۱۴/۴	۱۴۴	۷/۸	۱/۲۴	۰/۳

قبل از انجام تهیه زمین و اجرای نقشه کشت از سطح مزرعه آزمایشی جمع آوری شد. بقایای مورد استفاده در طرح آزمایشی با توجه به زمان برداشت هر کدام از آنها از سطح مزارع استان جمع آوری و میزان بقایای در نظر گرفته برای هر کرت، تقریباً ۳۰٪ عملکرد کاه و کلش و بیولوژیک محصول بوده که بر این اساس برای گندم، کنجد و لوبیا چشم بلبلی به ترتیب ۳، ۱/۵ و ۱ تن در هکتار می باشد. با توجه به مساحت هر کرت فرعی که ۶ متر مربع بود، به ترتیب مقادیر ۱۸۰۰، ۹۰۰ و ۶۰۰ گرم از بقایای مورد نظر استفاده شد. از نظر نحوه کاربرد بقایا

طرح آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی روش‌های مختلف خاک‌ورزی در سه سطح شامل ۱- خاک‌ورزی مرسوم^۱، ۲- کم‌خاک‌ورزی^۲ و ۳- بدون خاک‌ورزی^۳ و فاکتور فرعی کاربرد بقایای گیاهی در پنج سطح شامل ۱- شاهد (عدم وجود بقایای گیاهی): M1، ۲- کاربرد بقایای گندم: M2، ۳- کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی: M3، ۴- کاربرد بقایای کنجد: M4 و ۵- کاربرد نصف بقایای گندم + نصف بقایای لوبیا چشم بلبلی: M5 بود. کشت قبلی گندم بود که تمامی بقایا

3. No tillage

1. Conventional tillage
2. Reduced tillage

دانه در سنبله، وزن هزار دانه به همراه ارتفاع بوته، وزن خوشه، اندازه خوشه اندازه‌گیری شدند و در زمان برداشت که در ۱۴ اردیبهشت ۱۴۰۲ و بصورت یکسان برای کلیه تکرارها صورت گرفت، بوته‌های تریتیکاله از مساحت ۲ متر مربع با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای با داس بریده و برداشت شدند. در این آزمایش ویژگی‌هایی شامل ارتفاع بوته، طول و وزن سنبله، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، اجزای عملکرد، شاخص برداشت و سایر صفات مورد مطالعه قرار گرفت. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS ۹/۳ انجام و برای مقایسه میانگین‌ها هم از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. همچنین رسم شکل‌ها نیز به کمک نرم افزار Excel ۲۰۱۶ صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر تیمارهای خاک‌ورزی و کاربرد بقایا بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار می‌باشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای خاک‌ورزی و کاربرد بقایا بر ارتفاع بوته نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۳۴/۷ سانتی متر) از برهم‌کنش تیمار خاک‌ورزی مرسوم و تیمار ترکیبی (کاربرد نصف بقایای گندم و نصف بقایای لوبیا چشم بلبلی) و کمترین (۱۱۲/۷ سانتی متر) از تیمار بدون خاک‌ورزی و شاهد (عدم کاربرد بقایا) بدست آمد (جدول ۴). بررسی مقایسه میانگین روش‌های مختلف خاک‌ورزی افزایش ۷/۸ درصدی روش خاک‌ورزی مرسوم نسبت به بدون خاک‌ورزی و ۵/۷ درصدی نسبت به کم‌خاک‌ورزی را نشان داد، در روش بدون خاک‌ورزی به دلیل گسترش کمتر ریشه در این روش، نهایتاً رشد کمتر رویشی و کاهش ارتفاع ساقه دور از انتظار نیست.

همچنین بین نوع کاربرد بقایا از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در یک گروه قرار گرفتند ولی هر کدام به تنهایی نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد بقایا) بین ۵/۳ تا ۷/۶ درصد افزایش نشان

در زمان تهیه کرت‌های فرعی با توجه به نقشه کشت بقایای مورد نظر بصورت پاییل با خاک مخلوط شدند، هر تکرار شامل ۱۵ تیمار بود و در مجموع تعداد ۴۵ کرت که فاصله کرت‌های اصلی ۵ متر و کرت‌های فرعی نیم متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. جهت اعمال تیمار خاک‌ورزی مرسوم از گاواهن برگردان‌دار به همراه دو دیسک و ماله استفاده شد. در تیمار کم‌خاک‌ورزی فقط از دو بار دیسک استفاده گردید و در تیمار بدون خاک‌ورزی کشت مستقیم بذر بدون هیچ‌گونه عملیات خاک‌ورزی و بصورت دستی و با استفاده از شیارکن و نیروی کارگری انجام شد. بذر رقم مورد نظر از موسسه بذر و نهال کرج تهیه و در تاریخ ۲۸ آبان ۱۴۰۱ با توجه به نقشه آزمایش عملیات کاشت تریتیکاله با استفاده از دست انجام پذیرفت. رقم تریتیکاله کاشته شده رقم، سناباد و میزان بذر مصرفی ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و کشت بصورت ردیفی با استفاده از شیارکن به فاصله خطوط کشت ۲۰ سانتی صورت گرفت. از نظرمیزان کود مصرفی تمامی کود فسفات (حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل) و پتاس (حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم) و یک سوم کود اوره (نیترات آمونیوم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در زمان کاشت و مابقی کود اوره در دو مرحله (پتجه‌زنی و اوایل گلدهی) به صورت سرک (هر مرحله ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) با دست در مزرعه پخش و دو مرحله نیز از کود ریز مغذی هوموکسال ۹۵٪ مولتی‌کم^۱ که از شرکت توسعه و بهبود نهاده‌های کشاورزی پارس یزد بعنوان وارد کننده این کود ریز مغذی تهیه و بصورت محلول پاشی همراه آب آبیاری (به میزان یک کیلو گرم در هکتار) در کرت‌ها استفاده شد. این کود ریز مغذی شامل ۱۲٪ پتاسیم محلول در آب^۲، ۴۸٪ اسید هیومیک^۳ و ۲۵٪ اسید فولیک^۴ می‌باشد. سایر عملیات زراعی شامل آبیاری کرتی و وجین علف‌های هرز بطور یکسان برای تمامی کرت‌ها اعمال شد. قبل از برداشت نهایی جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد پس از کادرا اندازه‌گیری جهت تعیین تعداد بوته در متر مربع تعداد ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و تعداد

3. Humic Acid
4. Fulvic Acid

1. Humuxal%95
2. K₂O

داشت (جدول ۳). وزن تک سنبله بستگی به تعداد سنبلچه ها، وزن دانه و سنبلچه ها دارد. بر خورداری گیاه در ابتدای فصل رشد و فراهمی عناصر نقش اساسی در تعیین تعداد سنبلچه و وزن آنها دارد که در نتیجه استمرار این فراهمی و جذب راحت تر و سریع تر عناصر کودهای شیمیایی منجر به افزایش وزن سنبله در تیمارهای کاربرد بقایای گیاهی شده است. برخی از پژوهش‌گران رشد اندام‌های هوایی را تابعی از رشد ریشه‌ها می‌دانند، که بهبود محیط رشد ریشه سبب افزایش جذب و در نتیجه افزایش رشد قسمت‌های هوایی شده است. کمیلی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم گزارش نمودند بیشترین طول سنبله از تیمار خاک‌ورزی متداول و عدم کاربرد بقایا بدست آمد. گوپتا و همکاران (۲۰۲۴) در بررسی اثر متقابل مدیریت طولانی مدت بقایای گیاهی و کوددهی فسفر بر روی عملکرد گندم و سلامت خاک با حفظ بقایای برنج - گندم گزارش نمودند حفظ بقایای برنج - گندم طول سنبله را به میزان ۱۱/۵ در مقایسه با تیمار بدون بقایا بهبود بخشیده است.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آنست که اثر متقابل خاک‌ورزی و کاربرد بقایا بر صفت تعداد دانه در سنبله معنی‌دار نمی‌باشد ولی اثر کاربرد بقایا بر روی این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در بین روش‌های خاک‌ورزی، بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم (۵۱/۷ دانه) و کمترین مربوط به تیمار بدون خاک‌ورزی (۴۹/۸ دانه) بود. در خصوص تیمار کاربرد بقایا، کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی و تیمار ترکیبی (نصف کاربرد بقایای گندم و نصف کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی) به ترتیب با ۵۹/۲ و ۵۵/۸ دانه در سنبله بیشترین مقدار را از نظر این صفت دارا بوده و کمترین مقدار بدست آمده (۴۹/۴ دانه) از تیمار عدم کاربرد (شاهد) حاصل شد (جدول ۳).

مقایسه میانگین برهم‌کنش اثرات خاک‌ورزی و کاربرد بقایا در مورد این صفت نشان داد که بیشترین

دادند (جدول ۳). برخی از محققین رشد اندام‌های هوایی را تابعی از رشد ریشه‌ها دانسته و معتقدند با افزایش عمق عملیات خاک‌ورزی رشد رویشی گیاه بهبود پیدا می‌کند. در مقایسه بین بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی، احتمالاً کم‌خاک‌ورزی به دلیل به هم زدن لایه سطحی خاک و بهبود شرایط تهویه‌ای آن به خصوص در ابتدای فصل رشد و توزیع یکنواخت‌تر عناصر غذایی در پروفیل خاک نقش مؤثرتری در افزایش ارتفاع بوته داشته است. از سوی دیگر افزایش ارتفاع بوته رابطه مستقیمی با میزان مصرف آب، توسعه ریشه در عمق بیشتر خاک برای جذب آب و مواد آلی خاک دارد. اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک ممکن است باعث کاهش رشد در ابتدای دوره رشد شود و در برخی از موارد این کاهش رشد در انتهای دوره ممکن است جبران شود. این امر احتمالاً به دلیل آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی از بقایای برگردانده شده می‌باشد (کونگ ۲۰۱۴). ضمیر و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که ارتفاع گیاه تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی قرار دارد به طوری که بیشترین ارتفاع بوته در خاک‌ورزی مرسوم و کمترین ارتفاع بوته مربوط به بی‌خاک‌ورزی گزارش شد. نتایج تحقیقات شهپری و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی تأثیر نوع بقایا، مدیریت بقایا و نیتروژن بر عملکرد، کیفیت گندم دوروم و عناصر غذایی پر مصرف مؤید آن است که تیمار برگرداندن بقایای گیاهی اثر مثبتی بر ارتفاع بوته داشت و تا حدی باعث افزایش فراهمی عناصر موجود در خاک شد.

طول و وزن سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا بر روی دو صفت مذکور معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین میزان بدست آمده در تیمارهای خاک‌ورزی به ترتیب مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم (۱۴/۱ سانتی‌متر) و وزن (۳/۴ گرم) و کمترین آن با طول ۱۳/۳ سانتی‌متر و وزن ۲/۳ گرم مربوط به تیمارهای بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی بود که در یک گروه قرار گرفتند. در بین تیمارهای کاربرد بقایای گیاهی، تیمار کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی، بیشترین طول (۱۵ سانتی‌متر) و وزن سنبله (۴/۲ گرم) را

هزار دانه یک ویژگی ژنتیکی بوده و کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی و مدیریتی قرار می‌گیرد و از آنجایی که تنها جزیی از عملکرد است که در انتهای چرخه رشد و نموی غلات شکل گرفته و میزان آن تابعی از مهیایی محیط برای رشد و البته تابعی از اثرات جبرانی بین اجزای عملکرد است (شریفی و همکاران، ۱۳۹۷).

از نظر تیمار کاربرد بقایای گیاهی، بیشترین وزن هزار دانه به ترتیب از تیمار کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی (۵۲/۷ گرم) و ترکیبی (نصف بقایای گندم + نصف بقایای لوبیا چشم بلبلی) به مقدار ۵۱/۸ گرم و سپس کاربرد بقایای گندم (۵۰/۸ گرم) حاصل شد. کمترین مقدار بدست آمده نیز مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد بقایا) (۴۸/۴ گرم) بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و کاربرد بقایای مختلف گیاهی نیز نشان داد بیشترین وزن هزار دانه در تیمار خاک‌ورزی مرسوم و کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی (۵۶/۱ گرم) و کمترین (۴۷/۷ گرم) در تیمار بدون خاک‌ورزی و عدم کاربرد بقایا (شاهد) بود (جدول ۴).

خلیلی‌طرقه و همکاران (۲۰۲۲) گزارش دادند اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر روی وزن هزار دانه گندم تاثیر معنی‌داری دارد و در سطوح مختلف تیمار عدم خاک‌ورزی به طور معنی‌داری کمتر می‌باشد، آنها گزارش نمودند بیشترین وزن هزار دانه در خاک‌ورزی متداول و در سطح ۳۰ درصد بقایای گیاهی مشاهده شد که علت را وجود بقایای گیاهی و برگشت بقایا به خاک از طریق انجام عملیات خاک‌ورزی و افزایش نیتروژن و کربن آلی خاک و فراهمی مطلوب‌تر عناصر غذایی در مقایسه با شرایط عدم وجود بقایای گیاهی گزارش دادند. خواجوی و لک (۲۰۲۳) نیز گزارش نمودند کمترین وزن هزار دانه در سیستم بی خاک‌ورزی بود که علت را کاهش عملکرد زیستی و در نتیجه کم بودن سطوح فتوسنتز کننده در زمان پرشدن دانه‌ها و کاهش مراحل مختلف رشد و نمو گندم در اثر کاهش دمای خاک دانستند.

تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم با کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی (۶۱/۷ دانه) و کمترین مقدار نیز در تیمار کم‌خاک‌ورزی و عدم کاربرد بقایا (شاهد) با ۴۸/۴ دانه در سنبله به دست آمد (جدول ۴). آزاد سازی عناصر غذایی در هنگام تشکیل و پر شدن دانه‌ها و افزایش ماده خشک در اندام‌های رویشی (ساقه و برگ) از پوکی سنبلچه جلوگیری و سبب افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود. در این ارتباط دو و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی عملکرد برنج معطر در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی و مرسوم) در سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۱۹ گزارش نمودند در سال‌های ابتدایی اجرای طرح (فصل زراعی اول) عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه در بدون خاک‌ورزی نسبت به مرسوم به علت کاهش تجمع ماده خشک و عدم تحرک و تجمع نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم و کاهش میزان فتوسنتز خالص و محدود نمودن رشد و نمو برنج و محدودیت جذب نیتروژن کاهش و در فصل‌های بعدی زراعی بدون خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم باعث افزایش قابل ملاحظه عملکرد گردید که علت افزایش نعداد خوشه مؤثر، تعداد دانه در خوشه و افزایش جذب مواد مغذی و افزایش فتوسنتز خالص و محتوی کلروفیل بالاتر می‌باشد. گوپتا و همکاران (۲۰۲۴) در بررسی اثر متقابل مدیریت طولانی مدت بقایای گیاهی و کوددهی فسفر بر روی عملکرد گندم و سلامت خاک با حفظ بقایای برنج - گندم گزارش نمودند تعداد دانه در سنبله با توجه به افزایش محتوی ماده آلی خاک و در دسترس بودن مواد مغذی و تعدیل گرمایی خاک بهبود یافته است که با نتایج چادھاری و اقبال (۲۰۱۳)، مینا و همکاران (۲۰۱۵) و شارما و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد.

وزن هزار دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل خاک‌ورزی و کاربرد بقایا بر روی صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). وزن

جدول ۲ - تجزیه واریانس میانگین مربعات اثرات خاک‌ورزی و کاربرد بقایای گیاهی بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد کمی تربیتکاله

میانگین مربعات										
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول سنبله	وزن سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد دانه	عملکرد	شاخص برداشت
بلوک	۲	۲۷/۸*	۱/۳**	۰/۱ ^{ns}	۴۸/۵ ^{ns}	۸/۹ ^{ns}	۵/۳ ^{ns}	۲/۳*	۳/۲ ^{ns}	۳۲/۱ ^{ns}
خاک‌ورزی	۲	۳۶۲/۳**	۳/۸**	۰/۳ ^{ns}	۸/۶ ^{ns}	۱۵/۹ ^{ns}	۶۷۹/۶**	۲/۶**	۷/۲*	۶/۶ ^{ns}
خطای اصلی	۴	۲/۷	۰/۰۱	۰/۳	۱۳/۷	۲۳/۹	۷۹/۷	۰/۴	۰/۷	۲۴/۱
بقایا	۴	۱۱۳/۶**	۱۳/۳**	۳/۲**	۱۲۸/۹**	۳۰/۲**	۲۴۳/۸**	۵/۱**	۲۱/۶**	۱۴/۵ ^{ns}
خاک‌ورزی × بقایا	۸	۸۸/۱**	۰/۵ ^{ns}	۰/۳ ^{ns}	۷/۱ ^{ns}	۶/۶**	۱۵/۸*	۰/۹**	۱/۷ ^{ns}	۶۷/۶*
خطای کرت فرعی	۲۴	۹/۶	۰/۶	۰/۵	۱۰/۹	۱/۶	۷/۷	۰/۲	۱/۶	۲۹/۴
ضریب تغییرات (%)		۲/۵	۵/۳	۲۲	۶/۰۱	۲/۵	۱/۲	۷/۱	۹/۱	۱۱/۷

ns, ** و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح یک و پنج درصد می‌باشد.

تعداد سنبله در مترمربع

تعداد سنبله در مترمربع تحت تأثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و کاربرد بقایا در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۵٪ قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در سیستم خاک‌ورزی مرسوم (۲۳۷/۹) و کمترین آن از تیمار بدون خاک‌ورزی (۲۲۴/۵) به دست آمد. همچنین مقایسه میانگین اثر کاربرد بقایا نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی (۲۳۸/۳) و کمترین مقدار مربوط به تیمار عدم کاربرد بقایا (شاهد) با ۲۲۵ سنبله در متر مربع بود (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین برهم‌کنش اثرات خاک‌ورزی و کاربرد بقایا نیز نشان داد تیمار خاک‌ورزی مرسوم با کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی، بیشترین (۲۴۷/۴) و تیمار بدون خاک‌ورزی و عدم کاربرد بقایا (شاهد) کمترین (۲۱۹/۲) تعداد سنبله در مترمربع را تولید کرد (جدول ۴). به نظر می‌رسد در شرایط ابتدای فصل رشد که تعداد سنبله در واحد سطح تعیین می‌شود، وجود بقایا از

طریق فراهمی بهتر رطوبت توانسته اثر مثبتی بر این جزء عملکرد داشته باشد. مشخص شده است که انجام عملیات خاک‌ورزی بهینه از طریق تأثیر بر هوادهی خاک، پیوستگی و پایداری و اندازه منافذ و همچنین مقدار منافذ زیستی خاک، درجه حرارت خاک، میزان رطوبت و عناصر غذایی خاک و نیز برهم‌کنش آنها، می‌تواند میزان رشد ریشه و در نتیجه رشد بخش‌های هوایی گیاه را افزایش دهد (سپیده دم و رمودی ۲۰۱۵). آینه بند (۲۰۰۵) گزارش کرد که برگشت بقایای گیاهی به خاک، اثر معنی داری بر تعداد سنبله گندم در واحد سطح داشته و این اثر به میزان مصرف کود نیتروژن در گندم بستگی دارد. خلیلی‌طرقبه و همکاران (۲۰۲۲) گزارش نمودند اثر متقابل تیمارهای خاک‌ورزی و بقایای گیاهی بر تعداد سنبله در مترمربع گندم معنی دار بود، آنها گزارش نمودند عدم خاک‌ورزی تعداد سنبله را به طور معنی داری کاهش داد اما بین سطوح مختلف بقایای گیاهی در تیمار عدم خاک‌ورزی اختلاف معنی داری وجود نداشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر روش‌های خاک‌ورزی و کاربرد بقایای گیاهی، بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد کمی تریتیکاله

روش‌های خاک‌ورزی	کاربرد بقایا	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	وزن سنبله در دانه در سنبله (gr)	تعداد دانه در هزار دانه (gr)	وزن تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد دانه (ton.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (ton.ha ⁻¹)	شاخص برداشت (%)
مرسوم	بدون بقایای گیاهی (شاهد)	۱۲۵ ^{c-e}	۱۲/۵ ^{de}	۲/۹ ^{cd}	۴۹/۳ ^{ef}	۴۸/۱ ^g	۲۲۹/۱ ^{e-g}	۵/۴ ^{hi}	۱۲/۲ ^{de}
	بقایای گندم	۱۳۲/۶ ^{ab}	۱۴/۹ ^{ab}	۲/۸ ^{cd}	۵۶/۶ ^{a-c}	۵۲/۴ ^{bc}	۲۴۱/۴ ^b	۷/۱ ^{bc}	۱۵/۳ ^{a-c}
	بقایای لوبیا چشم بلبلی	۱۲۸/۸ ^{bc}	۱۵/۲ ^a	۴/۱ ^{ab}	۶۱/۷ ^a	۵۶/۱ ^a	۲۴۷/۴ ^a	۸/۶ ^a	۱۶/۵ ^a
	بقایای کنجد	۱۲۶/۵ ^{cd}	۱۳/۶ ^{cd}	۳/۳ ^{a-d}	۵۱ ^{c-e}	۴۹ ^{e-g}	۲۳۲ ^{de}	۵/۸ ^{f-i}	۱۲/۵ ^{b-d}
	ترکیبی (نصف بقایای گندم+نصف بقایای لوبیا چشم بلبلی)	۱۳۴/۷ ^a	۱۴/۲ ^{a-c}	۳/۵ ^{a-c}	۵۷/۷ ^{ab}	۵۲/۹ ^b	۲۳۹/۴ ^{bc}	۷/۳ ^b	۱۵/۳ ^{ab}
کم خاک‌ورزی	بدون بقایای گیاهی (شاهد)	۱۱۶ ^{gh}	۱۱/۴ ^e	۲/۷ ^{cd}	۴۸/۴ ^f	۴۹/۲ ^{e-g}	۲۲۳/۸ ^{fg}	۵/۶ ^{g-i}	۱۱/۸ ^{de}
	بقایای گندم	۱۲۰/۶ ^{e-g}	۱۳ ^{cd}	۳/۴ ^{a-d}	۵۵/۸ ^{b-d}	۵۰/۴ ^{c-f}	۲۳۵/۲ ^{cd}	۶/۹ ^{b-e}	۱۳/۸ ^{b-d}
	بقایای لوبیا چشم بلبلی	۱۳۲/۷ ^{ab}	۱۴/۹ ^{ab}	۴/۲ ^{ab}	۵۷/۹ ^{ab}	۴۹/۸ ^{d-g}	۲۳۸ ^{bc}	۶/۴ ^{c-f}	۱۶/۴ ^a
	بقایای کنجد	۱۱۷/۷ ^{gh}	۱۲/۵ ^{de}	۲/۹ ^{b-d}	۵۳/۹ ^{b-f}	۴۹/۶ ^{d-g}	۲۲۹/۶ ^{ef}	۶/۲ ^{e-g}	۱۲/۳ ^{de}
	ترکیبی (نصف بقایای گندم+نصف بقایای لوبیا چشم بلبلی)	۱۲۵/۲ ^{c-e}	۱۳/۹ ^{bc}	۳/۶ ^{a-c}	۵۴/۵ ^{b-e}	۵۱/۶ ^{b-d}	۲۳۱ ^{d-f}	۶/۲ ^{e-g}	۱۵/۱ ^{a-c}
بدون خاک‌ورزی	بدون بقایای گیاهی (شاهد)	۱۱۲/۷ ^h	۱۱/۵ ^e	۲/۱ ^d	۵۰/۴ ^{d-f}	۴۷/۷ ^g	۲۱۹/۳ ⁱ	۵/۳ ⁱ	۱۱/۴ ^e
	بقایای گندم	۱۲۳/۳ ^{d-f}	۱۴/۲ ^{a-c}	۳/۷ ^{a-c}	۵۴/۷ ^{b-e}	۴۹/۷ ^{d-g}	۲۲۴/۵ ^{gh}	۶/۱ ^{f-h}	۱۲/۷ ^{de}
	بقایای لوبیا چشم بلبلی	۱۱۹/۲ ^{fg}	۱۴/۹ ^{ab}	۴/۳ ^a	۵۷/۹ ^{ab}	۵۲/۱ ^{bc}	۲۲۹/۵ ^{ef}	۶/۹ ^{b-d}	۱۴/۹ ^{a-c}
	بقایای کنجد	۱۲۸/۲ ^{b-d}	۱۲/۵ ^{de}	۳/۲ ^{a-d}	۵۱/۱ ^{c-f}	۴۸/۵ ^{fg}	۲۲۱/۷ ^{hi}	۵/۵ ^{g-i}	۱۳/۷ ^{b-d}
	ترکیبی (نصف بقایای گندم+نصف بقایای لوبیا چشم بلبلی)	۱۱۷ ^{gh}	۱۳/۲ ^{cd}	۳/۴ ^{a-d}	۵۵/۱ ^{b-d}	۵۰/۹ ^{b-e}	۲۲۷/۴ ^{e-g}	۶/۴ ^{d-f}	۱۳/۳ ^{c-e}

دار نیستن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی LSD های دارای حروف مشترک برای هر صفت در هر ستون با استفاده از آزمون میانگین

جدول ۴- مقایسه میانگین برهم‌کنش اثرات خاک‌ورزی و کاربرد بقایای گیاهی، بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد کمی تریتیکاله

شاخص برداشت (%)	عملکرد بیولوژیک (ton.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (ton.ha ⁻¹)	تعداد سنبله در متر مربع	وزن هزار دانه (g)	تعداد دانه در سنبله	وزن سنبله (g)	طول سنبله (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تیمارهای آزمایش
روش‌های خاک‌ورزی									
۴۶/۶ ^a	۱۴/۶ ^a	۶/۸ ^a	۲۳۷/۹ ^a	۴۶/۵ ^a	۵۱/۷ ^a	۳/۴ ^a	۱۴/۱ ^a	۱۲۹/۵ ^a	مرسوم
۴۵/۳ ^a	۱۳/۹ ^{ab}	۶/۳ ^{ab}	۲۳۲/۱ ^{ab}	۴۷/۶ ^a	۵۰/۱ ^a	۳/۳ ^a	۱۳/۳ ^b	۱۲۲/۵ ^b	کم خاک‌ورزی
۴۵/۴ ^a	۱۳/۲ ^b	۶ ^b	۲۲۴/۵ ^b	۴۷/۵ ^a	۴۹/۸ ^a	۳/۳ ^a	۱۳/۳ ^b	۱۲۰/۱ ^c	بدون خاک‌ورزی
کاربرد بقایا									
۴۵/۴ ^a	۱۱/۹ ^d	۵/۴ ^c	۲۲۵ ^d	۴۸/۴ ^c	۴۹/۴ ^c	۲/۶ ^c	۱۱/۸ ^d	۱۱۷/۹ ^b	بدون بقایای گیاهی (شاهد)
۴۸/۲ ^a	۱۳/۹ ^{bc}	۶/۷ ^b	۲۳۳/۷ ^b	۵۰/۸ ^b	۵۵/۷ ^b	۳/۳ ^b	۱۴ ^b	۱۲۵/۵ ^a	بقایای گندم
۴۵/۹ ^a	۱۵/۹ ^a	۷/۳ ^a	۲۳۸/۳ ^a	۵۲/۷ ^a	۵۹/۲ ^a	۴/۲ ^a	۱۵ ^a	۱۲۶/۹ ^a	بقایای لوبیا چشم بلبلی
۴۳/۹ ^a	۱۳/۲ ^c	۵/۸ ^c	۲۲۷/۸ ^c	۴۹ ^c	۵۲ ^c	۳/۱ ^{cb}	۱۲/۹ ^c	۱۲۴/۲ ^a	بقایای کنجد
ترکیبی (نصف بقایای گندم+نصف بقایای لوبیا چشم بلبلی)									
۴۵/۵ ^a	۱۴/۵ ^b	۶/۶ ^b	۲۳۲/۶ ^b	۵۱/۸ ^{ab}	۵۵/۸ ^b	۳/۵ ^b	۱۳/۸ ^b	۱۲۵/۶ ^a	

میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر صفت در هر ستون و هر فاکتور آزمایشی با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی دار نیستند

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد عملکرد دانه تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی، بقایا و برهم‌کنش اثرات خاک‌ورزی و کاربرد بقایا اثر معنی دار در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار خاک‌ورزی مرسوم (۶/۸ تن در هکتار) و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار بدون خاک‌ورزی (۶ تن در هکتار) بود. عملکرد دانه در روش خاک‌ورزی مرسوم ۱۳/۳ درصد و ۷/۹ درصد بیشتر از روش‌های بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی بود. اثر اعمال کاربرد بقایا نشان داد که بیشترین عملکرد (۷/۳ تن در هکتار) از تیمار کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی و کمترین (۵/۴ تن در

هکتار) از تیمار بدون کاربرد بقایا (شاهد) بدست آمد (جدول ۳).

بررسی مقایسه میانگین برهم‌کنش اثرات خاک‌ورزی و کاربرد بقایا نیز نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۸/۶ تن در هکتار) مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم با کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی و کمترین عملکرد (۵/۳ تن در هکتار) از تیمار بدون خاک‌ورزی و عدم کاربرد بقایا (شاهد) به دست آمد (جدول ۴). افزایش عملکرد دانه گندم بهاره در سیستم خاک‌ورزی مرسوم نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی گزارش شده است (وزنیاک و همکاران، ۲۰۱۵). نوع عملیات خاک‌ورزی بر نحوه تأثیر شخم بر رشد ریشه، میزان آب در دسترس و اندازه خاک دانه‌های لایه متراکم خاک و مصرف کودهای شیمیایی قطعاً تأثیرگذار است. ناکافی

در خاک‌ورزی مرسوم بیشتر از خاک‌ورزی کاهش یافته می‌باشد، آنها اعلام کردند تاثیر بقایا در شرایط آب و هوایی خشک‌تر و در شرایط محدودیت آب و تنش آبی بیشتر می‌باشد.

اسنسو و همکاران (۲۰۱۸) اثر روش‌های خاک‌ورزی برخواص شیمیایی خاک و عملکرد ذرت در جنوب چین را در طی سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ مورد بررسی قرار دادند آنها گزارش نمودند عملکرد ذرت در روش بی‌خاک‌ورزی نسبت به روش‌های دیگر کاهش یافت، بر اساس گزارش آن‌ها در طی دو سال آزمایش وزن هزار دانه، ماده خشک تولیدی، عملکرد دانه و شاخص برداشت در بدون‌خاک‌ورزی نسبت به روش‌های دیگر کاهش یافت. آن‌ها علت را تراکم ظاهری کمتر برای نفوذ ریشه و عدم جذب مواد مغذی خاک بیان نمودند. میرزاوند و مرادی طالب بیگی (۲۰۲۰) نیز با بررسی تغییرات ماده آلی خاک و عملکرد محصول در سامانه‌های خاک‌ورزی در تناوب گندم-ذرت اعلام نمودند بی‌خاک‌ورزی منجر به کاهش ۴۸ درصدی عملکرد دانه گندم نسبت به کم‌خاک‌ورزی گردید و حفظ بقایای ذرت نیز در بی‌خاک‌ورزی منجر به افزایش ۲۱ درصدی عملکرد دانه گندم نسبت به بدون بقایا شد.

دو و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی اثرات مالچ کاه و کلش و خاک‌ورزی کاهشی در عملکرد و محیط در گانسو چین گزارش نمودند مالچ کاه و کلش می‌تواند محتوی مواد آلی خاک را افزایش داده و با حفظ رطوبت دمای خاک را تعدیل نموده ولی با این حال مستعد افزایش آفات و بیماری‌ها و تغییر ساختار جامعه میکروبی خاک گردد، آن‌ها بیان کردند کاربرد مالچ باعث افزایش عملکرد از طریق افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد، کاهش خاک‌ورزی یکپارچگی خاک را حفظ نموده که منجر به حفاظت از آب و خاک می‌شود اما در عین حال بر عملکرد محصول تاثیر منفی می‌گذارد. وانگ و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی اثر مالچ پاشی و کاربرد نیتروژن بر عملکرد گندم، برنج و ذرت گزارش دادند عملکرد هر یک از محصولات در شرایط استفاده از مالچ بقایای گیاهی نسبت به عدم کاربرد افزایش داشته است.

بودن ویژگی‌های فیزیکی مؤثر بر انتقال آب در خاک، هوادهی نامناسب برای سیستم ریشه و افزایش علف‌های هرز می‌تواند از علل کاهش عملکرد دانه در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی عنوان شود. همچنین شوادهی وجود دارد که به دلیل آماده سازی غیر بهینه بستر بذر در روش‌های حفاظتی، ممکن است عملکرد محصول تحت تاثیر قرار گیرد (کوپر، ۲۰۲۰).

افزایش عملکرد دانه گندم بهاره در سیستم خاک‌ورزی مرسوم نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی نیز گزارش شده است (وزنیاک و همکاران، ۲۰۱۵). پگ و همکاران (۲۰۲۰) گزارش نمودند که معمولا پنج سال اول خاک‌ورزی حفاظتی سال‌های اولیه محسوب شده و طی آن تغییرات محسوسی در میزان مواد آلی و خصوصیات فیزیکی خاک روی نخواهد داد و به تبع آن حتی ممکن است عملکرد دانه چندان تحت تاثیر قرار نگیرد. گوپتا و همکاران (۲۰۲۴) در بررسی اثر متقابل مدیریت طولانی مدت بقایای گیاهی و کوددهی فسفر بر روی عملکرد گندم و سلامت خاک با حفظ بقایای برنج - گندم گزارش نمودند حفظ بقایا عملکرد را در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به علت شرایط مطلوب ایجاد شده در این روش خاک‌ورزی و به تبع آن بهبود حفاظت از آب و حفظ رطوبت مطلوب، وزن مخصوص ظاهری کمتر، تجمع بهتر میکروارگانیسم‌های مفید خاک در ناحیه ریشه و بازیافت مؤثرتر مواد مغذی به دلیل افزایش کربن آلی خاک بهبود می‌بخشد.

هیل و همکاران (۲۰۱۶) مدیریت بقایای گیاهی و روش‌های خاک‌ورزی (کاهش یافته و مرسوم) بر تولید گندم زمستانه، باقلا و ذرت در طی ۷ سال تناوب در آب و هوای معتدل و خاک‌های لومی مورد مطالعه قرار دادند نتایج نشان داد خاک‌ورزی مرسوم در تمام سال‌ها منجر به افزایش عملکرد نسبت به خاک‌ورزی کاهش یافته شد که علت را درصد جوانه زنی پایین به ویژه در سال‌های خشک‌تر بیان کردند، از نظر آن‌ها در آب و هوای معتدل خاک‌ورزی نسبت به تیمارهای بقایای گیاهی بر تولید محصول تاثیر بیشتری دارد، محققان دیگری همچون برنان و همکاران (۲۰۱۴) و پیتل کو و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش دادند عملکرد محصول تحت آب و هوای معتدل

در هکتار) از تیمار بدون خاک‌ورزی و عدم کاربرد بقایا (شاهد) بدست آمد (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیک نشان دهنده‌ی توانایی سایه انداز گیاهی در استفاده از عوامل محیطی مانند نور و مواد غذایی برای تولید ماده خشک می‌باشد. افزایش فشردگی خاک مانعی در جهت رشد و نمو گیاه بوده و از این طریق عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر قرار میگیرد (صفری و همکاران ۲۰۱۳).

امینی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند عملکرد بیولوژیک گندم تحت تاثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و کاربرد بقایا قرار گرفت. بیشترین عملکرد بیولوژیک گندم مربوط به سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کاربرد بقایا به میزان ۶۰ درصد بود که با تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی و سطح کاربرد بقایای صفر، ۳۰ و ۶۰ درصد بقایا در یک گروه آماری قرار گرفتند.

خلیلی‌طرقبه (۲۰۲۲) گزارش داد در شرایط عدم خاک‌ورزی عملکرد بیولوژیک گندم به طور معنی‌داری کاهش یافت، بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار خاک‌ورزی متداول و در سطوح مختلف بقایای گیاهی بدست آمد. گزارش‌های علمی حاکی از آن است که در سیستم خاک‌ورزی حداقل به علت افزایش غیر متحرک‌سازی عناصر و نیز کاهش معدنی شدن آن‌ها در خاک، قابلیت دسترسی عناصر برای گیاهان، حداقل در سال اول تغییر سیستم خاک‌ورزی رایج به سیستم خاک‌ورزی حداقل کاهش می‌یابد (میراوریچ ۲۰۰۹) و این امر می‌تواند عامل کاهش عملکرد بیولوژیک باشد.

بورگس و همکاران (۲۰۱۴) اعلام نمودند در بوم‌نظام‌های خاک‌ورزی حفاظتی، عناصر غذایی تجمع یافته در سطح خاک، در اثر خاک‌ورزی و مخلوط شدن با خاک، به میزان بیشتری در دسترس ریشه‌ها قرار می‌گیرد. در سیستم بدون خاک‌ورزی به دلیل وجود مقادیر زیاد بقایای گیاهی در سطح خاک از طریق تداخل در کار دستگاه‌های کشت، جهت برش مناسب خاک و همچنین قرار گرفتن مقادیر زیاد بقایا بر روی بذر جلوگیری از برقراری تماس مستقیم بذر با خاک، موجب کاهش رشد

نوگشواندترو همکاران (۲۰۱۵) در بررسی طولانی مدت بین سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۲ اثرات خاک‌ورزی و گیاهان پیش کاشت (ذرت، چغندر، گندم دوروم، آفتابگردان و سویا) در تناوب با گندم زمستانه گزارش نمودند عملکرد در بی‌خاک‌ورزی پس از گذشت چند سال بهبود یافت و در سال‌های اولیه عملکرد در بی‌خاک‌ورزی نسبت به سایر سامانه‌های خاک‌ورزی کمتر بود. نجفی‌نژاد و همکاران (۲۰۲۳) در بررسی اثر پس‌ماندهای گندم بر ذخیره رطوبت خاک و عملکرد دانه ذرت در کشت تابستانه گزارش دادند تیمار حفظ پسماندهای گیاهی از طریق افزایش وزن هزاردانه منجر به افزایش عملکرد دانه شده است، همچنین کاهش عملکرد دانه ذرت در شرایطی که پسماندها جمع‌آوری شده اند بیان شده است.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر روش‌های خاک‌ورزی در سطح احتمال ۵٪ و کاربرد بقایا بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. این در حالی است که اثر برهم‌کنش خاک‌ورزی و کاربرد بقایا بر روی این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر روش‌های خاک‌ورزی نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۴/۶ تن در هکتار) از تیمار خاک‌ورزی مرسوم و کمترین (۱۳/۲ تن در هکتار) از تیمار بدون خاک‌ورزی بود (جدول ۳).

نتایج نشان داد تیمار خاک‌ورزی مرسوم ۵ درصد نسبت به کم‌خاک‌ورزی و ۱۰/۶ درصد نسبت به بدون خاک‌ورزی افزایش نشان داده است، همچنین مقایسه میانگین کاربرد بقایا نشان داد که کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی (۱۵/۹ تن در هکتار) بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشت که نسبت به تیمار عدم کاربرد بقایا (شاهد) ۳۳/۶ درصد افزایش داشته است (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش اثرات خاک‌ورزی و کاربرد بقایا نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۶/۵ تن در هکتار) از تیمار خاک‌ورزی مرسوم و با کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی بود که تفاوت معنی‌داری با کاربرد همین بقایا در تیمار کم‌خاک‌ورزی نداشت و کمترین (۱۱/۴ تن

خاک‌ورزی مرسوم و با کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی بود (جدول ۴).

با توجه به بالاتر بودن میزان عملکرد دانه و بیولوژیک در سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی نسبت به بدون خاک‌ورزی همچنین فزونی یافتن میزان افزایش عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت افزایش یافته است. با توجه به کاهش کمتر عملکرد زیستی در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به دو نظام خاک‌ورزی دیگر در مقایسه با کمتر بودن عملکرد دانه در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی، کاهش شاخص برداشت در سیستم بدون خاک‌ورزی دور از انتظار نبود. میرزاوند و مرادی طالب بیگی (۲۰۲۰) اعلام نمودند بیشترین درصد شاخص برداشت مربوط به خاک‌ورزی رایج با حفظ بقایا بدست آمد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان داد روش‌های خاک‌ورزی خصوصیات رشدی و ویژگی‌های کمی و کیفی تریتیکاله را تحت تاثیر قرارداد. این تغییرات در روش خاک‌ورزی مرسوم نسبت به دو روش خاک‌ورزی حفاظتی بیشتر بود. بیشترین تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در روش خاک‌ورزی مرسوم به دست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد عملکرد دانه در روش خاک‌ورزی مرسوم ۱۳/۳ درصد و ۷/۹ درصد بیشتر از روش بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی بود. گزارش‌های ضد و نقیضی در رابطه با تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گیاهان زراعی وجود دارد که می‌تواند ناشی از شرایط متفاوت آزمایش باشد. البته خاک‌ورزی حفاظتی بیشتر از دیدگاه حفاظت خاک مطرح می‌باشد که در مقایسه با خاک‌ورزی رایج برتری دارند که اثرات آن‌ها در مطالعات طولانی مدت قابل ملاحظه‌تری باشد ولی در مجموع نتایج این آزمایش برتری روش خاک‌ورزی مرسوم در مقایسه با روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی را به وضوح نشان می‌دهد.

خصوصیات اقلیمی، وضعیت خاک، اجرای تناوب زراعی، فصل کاشت و وضعیت آفات، بیماریها و

اولیه گیاهچه‌های گندم و در نهایت کاهش عملکرد بیولوژیک در مقایسه با خاک‌ورزی حفاظتی می‌شوند. کمیلی و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم گزارش نمودند با افزایش میزان بقایا از صفر به ۶۰ درصد عملکرد بیولوژیک با ۱۳۵۶۰ و دانه با ۵۲۲۴ کیلوگرم در هکتار بطور نسبی افزایش یافت و بیشترین مقادیر آنها از تیمار حفظ ۶۰ درصد بقایا حاصل شد.

شاخص برداشت

شاخص برداشت صفتی است که از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک بدست می‌آید و هر گونه تغییر در این دو فاکتور منجر به تغییر شاخص برداشت خواهد شد. به طور کلی مهمترین فاکتوری که در راستای افزایش عملکرد مورد توجه قرار می‌گیرد شاخص برداشت است، البته باید توجه داشت که بالا بودن شاخص برداشت به معنی بالا بودن عملکرد نیست و ممکن است رقمی شاخص برداشت بالا و عملکرد پایینی داشته باشد که به دلیل کاهش نسبت دانه به کل ماده خشک هوایی می‌باشد. به عبارت دیگر با تخصیص مواد تولیدی بیش تر به دانه و یا افزایش عملکرد بیولوژیک می‌توان بدون تغییر در شاخص برداشت، عملکرد دانه را افزود (موسوی طلب و حبیبی اصل ۲۰۱۴).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شاخص برداشت تحت تاثیر اثرات برهم‌کنش خاک‌ورزی و کاربرد بقایا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین سطوح مختلف خاک‌ورزی، بیشترین شاخص برداشت (۴۶/۶ درصد) در تیمار خاک‌ورزی مرسوم و در بین سطوح مختلف بقایا، کاربرد بقایای لوبیا چشم بلبلی، بیشترین (۴۸/۲ درصد) مقدار را به خود اختصاص داد، این در حالی بود که بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش اثرات خاک‌ورزی و کاربرد بقایا نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۵۲/۱ درصد) از تیمار

بر عملکرد تسببت به خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد پیشنهاد می‌شود آزمایشات وسیع منطقه ای برای دستیابی به الگوی رایج و مقایسه بین سیستم‌های رایج و حفاظتی از لحاظ مصرف انرژی و هزینه ها در راستای حفاظت از منابع و پایداری در تولید اجرا گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز جهت تأمین هزینه این پژوهش که قسمتی از قرارداد پژوهانه شماره SCU.AA1400.309 می‌باشد سپاسگزاری می‌شود.

علف‌های هرز رایج در هر منطقه و سایر موارد تاثیر بسزایی در افزایش یا کاهش عملکرد سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی تسببت به روش‌های مرسوم دارد. مدیریت بقایای گیاهی یکی از روش‌های اصلاح و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و حفاظت از محیط زیست می‌باشد با توجه به اینکه متاسفانه در اکثر مناطق کشورمان، بقایای گیاهی که منبع اصلی تامین کربن برای تولید زیست توده میکروبی و بهبود حاصلخیزی خاک می‌باشند توسط کشاورزان از مزارع خارج و یا سوزانده می‌شود و نظر به اینکه اثرات خاک‌ورزی حفاظتی در اجرای دوره‌ی طولانی مدت نمود می‌یابد و فاقد منافع آنی

منابع مورد استفاده

- Amini A, Rajaei M and Farsinejad K. 2013. The effect of different tillage methods and plant residue management on wheat yield and yield components, *Journal of Plant Ecophysiology*, 6(16):27-37. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087713.1402.14.2.3.5>
- Ayaneband A. 2014. *Rotation of Crop Plants*, Mashhad Academic Press, 407 p.
- Asenso E, Li J, Hu L, Issaka F, Tian K, Zhang L, Zhang L and Chen H. 2018. Tillage Effects on Soil Biochemical Properties and Maize Grown in Latosolic Red Soil of Southern China. *Applied and Environmental Soil Science*. Volume 2018, Article ID 8426736, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/8426736>
- Brennan J, Hackett R, McCabe T, Grant J, Fortune R and Forristal P. 2014. The effect of tillage system and residue management on grain yield and nitrogen use efficiency in winter wheat in a cool Atlantic climate. *European Journal of Agronomy*. 54:61-69. DOI: [10.1016/j.eja.2013.11.009](https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.11.009)
- Burgess M, Mehuys G and Madramootoo C. 2014. Tillage and crop residue effects on corn production in Quebec. *Agronomy Journal*. 88: 792-797.
- Castellini M and Domenico V. 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.
- Chaudhary S and Iqbal J. 2013. Weed control and nutrient promotion in zero-tillage wheat through rice straw mulch. *Pak. J. Weed Sciences Research*. 19:465-474.
- Cherubin M, Tormena C and Karlen D. 2017. Soil quality evaluation using the Soil Management Assessment Framework (SMAF) in Brazilian oxisols with contrasting texture. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 41: Pages e0160148
- Cooper R, HamaAziz Z, Hiscock K, Lovett A, Vrain E, Dugdale S, Sünnenberg G, Dockerty T, Hovesen P and Noble L. 2020. Conservation tillage and soil health: Lessons from a 5-year UK farm trial (2013-2018). *Soil and Tillage Research*. 202:104648. DOI: [10.13140/RG.2.2.32753.51046](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32753.51046)
- Czapar G, William Simmons F and Bullock D. 2012. Delayed control of a hairy vetch (*Vicia villasa* Roth) cover crop in irrigated corn production. *Crop Protection*. 21: 507-510. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00141-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00141-7)
- Du B, He, L, Lai R, Luo H, Zhang T and Tang X. 2020. Fragrant rice performances in response to continuous zero-tillage in machine-transplanted double-cropped rice system. *Scientific reports*. 10 (1):8326.

- Du C, Li L and Effah Z.2022. Effects of Straw Mulching and Reduced Tillage on Crop Production and Environment: A Review. *Water*. 14(16):2471. <https://doi.org/10.3390/w14162471>
- Fathi R , Asodar M and Ghaseminejad Rainin D .2020. An overview of the conservation agriculture situation in the world with a focus on one of the successful countries. *Scientific Journal of Land Management*. 9(1):101-87. [20.1001.1.23456205.1400.9.1.6.3](https://doi.org/10.22092/lmj.2021.124395)
- Ghazinejad M, Manjezi N, Rahnama Qahfarkhi A and Sheikh Davoudi M.1401. The effect of tillage method and wheat residues on the physical productivity of water consumption and grain corn yield in Dezful city, *Knowledge of Agriculture and Sustainable Production*, 32 (1): 17-32. magiran.com/p2423949
- Gupta R, Sraw P and Kang J .2024. Interactive effects of long-term management of crop residue and phosphorus fertilization on wheat productivity and soil health in the rice–wheat. *Scientific Reports*. 14, 1399 (2024). <https://doi.org/10.22092/lmj.2021.124395>
- Gupta N, Yadav S, Humphreys E , Kukal S, Balwinder S and Eberbach P.2016. Effects of tillage and mulch on the growth, yield and irrigation water productivity of a dry seeded rice-wheat cropping system in north-west India. *Field Crops Research*.196: 219–236. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.005>
- Hiel M, Chélin M, Parvin N , Barbieux , Degrunne F, Lemtiri A , Colinet G , Degré A , Bodson B and Garré S. 2016. Crop residue management in arable cropping systems under a temperate climate. Part 2: soil physical properties and crop production. A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* .20:245-256.
- Kamili H, Rizvani Moghadam P, Qudsi M , Nasiri Mahalati M, Jalal Kamali M .2013. Evaluation of wheat yield and yield components under different tillage treatments and plant residue management. *Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran*. [10.22067/JAG.V8I3.34502](https://doi.org/10.22067/JAG.V8I3.34502)
- Karimi M and Qudsi. 2018. Yield and water consumption efficiency of wheat in cotton-wheat rotation in different tillage treatments and plant residues. *Journal of water research in agriculture*, 33 (1): 81-94. <https://doi.org/10.22092/jwra.2019.119116>
- Khajawi A and Lak S. 1402. The effect of different levels of tillage and residue management on the quantitative and qualitative yield of wheat plants in the climatic conditions of Khuzestan. *Bi-Quarterly Journal of Crop and Plant Sciences*, 1(13): 65-83. magiran.com/p2544182
- Khalili Targhabeh A, Kochaki A, Zare Faizabadi A and Nasiri Mahalati M.2022. Investigating the effect of different methods of tillage and plant residue management on the agricultural characteristics of wheat and changes in soil organic carbon and nitrogen in a three-year crop rotation. *Agricultural Ecology*, 14(2): 217-205
- Kong L. 2014. Maize residues, soil quality, and wheat growth in China. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34:405-416.
- Lal R. (2016). Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*. 5(4):212-222.
- Ling L, Gao-bao H, Ren-zhi Z, Bellotti B , Li G and Kwong Yin Chan K. 2011. Benefits of conservation agriculture on soil and water conservation and its progress in China. *Agricultural Sciences in China*.10 (6):850-859. DOI:[10.1016/S1671-2927\(11\)60071-0](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60071-0)
- Meena J, Behera U, Chakraborty D and Sharma A.2015. Tillage and residue management effect on soil properties, crop performance and energy relations in green gram (*Vigna radiata L.*) under maize-based cropping systems. *International Soil and Water Conservation Research*. 3(4): 261–272. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.11.001>
- Meyer-Aurich A, Gandorfer G and Kainz M.2009. Tillage and fertilizer effects on yield, profitability, and risk in a corn-wheat-potato-wheat rotation. *Agronomy Journal*. 101: 1538-1547. DOI:[10.1016/S1671-2927\(11\)60071-0](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60071-0)
- Mirzashahi K and Ghaffari Nejad S.A. 2020. Sustainable Land Management to Ensure Food Security. *Land management*, 8(2):154-141. SID. <https://sid.ir/paper/964335/fa>.

- Mirzavand J and Moradi Taleb Beigi R. 2019. The effect of tillage methods and corn residues on wheat yield, abundance of organic matter and earthworms in Zarghan, Fars. *Journal of Plant Ecophysiology*, 12(42):237-226. [10.22092/RAFHC.2021.123367.1166](https://doi.org/10.22092/RAFHC.2021.123367.1166)
- Mousavi Talab F and Habibi ASL S.1393. Investigating the effect of different tillage methods on yield and water consumption in wheat cultivation in Khuzestan region. *Journal of Research and Construction (Agriculture Journal)*, 27(103):55-60.
- Mu X, Zhao Y, Liu K, Ji B, Guo H, Xue Z and Li C. 2016. Responses of soil properties, root growth and crop yield to tillage and crop residue management in a wheat–maize cropping system on the North China Plain. *European Journal of Agronomy*.78: 32-43. [10.1016/j.eja.2016.04.010](https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.04.010)
- Najafinejad H, Rashidi N, Rostami M and Javaheri M. 2023. The effect of wheat residues on soil moisture storage and corn grain yield in summer cultivation. *Water conservation and productivity*, 4(7): 87-93. magiran.com/p1773627
- Neugschwandtner R; Kaul H ; Liebhard P and Wagentristl H .2015. Winter Wheat Yields in a Long-Term Tillage Experiment under Pannonian Climate Conditions. *Plant, Soil and Environment*. 61(4):145-150. doi: 10.17221/820/2014-PSE
- Ozpinar S and Cay A. 2016. Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay–loam soil in semi-arid north-western Turkey. *Soil and Tillage Research*.88 (1): 95-106. doi:10.1016/j.still.2005.04.009
- Page K, Dang Y and Dalal R. 2020. The ability of conservation agriculture to conserve soil organic carbon and the subsequent impact on soil physical, chemical, and biological properties and yield. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 4:31:17pages. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
- Pittelkow C, Liang X, Linquist B, Van Groenigen K, Lee J, Lundy M, Van Gestel N, Six J, Venterea R and Van Kessel C. 2014. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature Publishing Group*. 517 (7534):365–368. DOI: 10.1038/nature13809
- Qudsi M, Vahabzadeh M, Nazeri M, Khodarahmi M, Ghasemi M, Kohken S and Tejali S. 2013. Senabad, Chowdham cultivar suitable for planting in temperate and cold temperate regions of the country. *Research findings in agricultural and garden plants*, 2 (2):153-143. DOI:[10.1007/s13593-012-0106-9](https://doi.org/10.1007/s13593-012-0106-9)
- Rabiei M, Faiznia S and Pirvan h.2018. Investigation of runoff and soil losses in watershed work units. Hugh, Scale comparison of rain simulators. *Journal of Earth Sciences*, 20(8):62-57.
- Safari A, Asouadar, M, Ghaseminejad M and Abdali Mashhadhi A.2013. The effect of residue conservation, different conservation tillage methods and planting on soil physical properties and wheat yield. *Agricultural knowledge and sustainable production*. 23(2):49-59.
- SepidehDem S, Ramroudi M. 2014. The effect of tillage systems and nitrogen fertilizer on yield, yield components and wheat grain protein. *Plant Ecophysiology Applied Research*, 2 (2): 33-46.
- Shahpari Z, Fateh A and Ayaneband A. 2015. Investigating the effect of residue type, residue and nitrogen management on the performance, quality of durum wheat and soil nutrient elements. *Crop Production Journal*, 9(2): 87-104.
- Sharifi H, Gazanchian G and Anahid P.2017. Effect of planting date and seed priming on dry matter allocation coefficients, yield and yield components of wheat. *Iran Seed Science and Technology*, 7(1): 257-280. [10.22034/IJSST.2018.117731](https://doi.org/10.22034/IJSST.2018.117731)
- Sharma S, Thind H, Yadvinder-Singh S, Jat, M and Parihar C.2019. Effects of crop residue retention on soil carbon pools after 6 years of rice-wheat cropping system. *Environmental Earth Sciences*.78 (296). <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8305-1> Torma S, Vilček J, Lošák T, Kužel S and Martensson A. 2018. Residual plant nutrients in crop residue—an important resource. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil and Plant Science*.68 (4): 358-366. <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134>

- Wang X ; Fan J; Xing Y; Xu G; Wang H; Deng J; Wang Y; Zhang F; Li P and Li Z .2019. The Effects of Mulch and Nitrogen Fertilizer on the Soil Environment of Crop Plants. *Advances in Agronomy*. 153: 121–173. [10.1016/bs.agron.2018.08.003](https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.08.003)
- Williams H, Colombi T and Keller T. 2020. The influence of soil management on soil health: An on-farm study in southern Sweden. *Geoderma*.360:114010. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114010>.
- Wozniak A , Wesolowski M and Soroka M. 2015. Effect of long-term reduced tillage on grain yield, grain quality and weed infestation of spring wheat. *Journal of Agriculture Science and Technology*.17: 899-908. DOR: 20.1001.1.16807073.2015.17.4.3.0
- Zamir M , Javeed H, Ahmed W , Ahmed A, Sarwar N , Shehzad M, Sarwar M and Iqbal S. 2013. Effect of tillage and organic mulches on growth, yield and quality of autumn planted maize (*Zea mays L.*) and soil physical properties. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 46(2): 17-26.
- Zalqi F.2016. Conservation agriculture, change of conventional and traditional agricultural culture to modern and conservation agriculture. The site of the Ministry of Agricultural Jihad.