

## Effect of Tillage Method and Wheat Residues on Physical Productivity of Water and Corn Yield in Dezful city

Mohammad Ghazinejad<sup>1</sup>, Nasim Monjezi<sup>2\*</sup>, Afrasiab Rahnama Ghahfarokhi<sup>3</sup>,  
Mohammad Javad Sheikhdavoodi<sup>4</sup>

Received: 06 January 2021 Accepted: 02 September 2021

1- MSc. Student of Agricultural Mechanization, Dept. of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

2- Assist. Prof., Biosystems Engineering Dept., Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3- Assoc. Prof., College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

4- Prof., Biosystems Engineering Dept., Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

\*Corresponding Author Email: n.monjezi@scu.ac.ir

### Abstract

**Background & objective:** Nowadays demand for producing agricultural products has been increasing. Therefore, it is important to produce more crops and conserve land resources and water consumption, also soil organic matter of soil in order to increase agricultural products. So to investigate the effect of tillage and planting pattern using crop residue on corn forage, a research was carried out in the research field of Dezful city of Khuzestan province.

**Materials & Methods:** A split strip plot design was applied using 3 replications based on randomized complete block design. Treatments tillage methods at three levels (tillage, minimum tillage and no-tillage) were as the main factor and management of wheat residues (Chamran cultivar) at two levels (maintaining residues standing and removing all crop residues from the soil surface) were as a secondary factor.

**Results:** The results were shown that conventional tillage under no residue and no-tillage under residue condition produced the maximum and the minimum emergence rate of 3.73 and 1.96, respectively. Also conventional tillage under no residue used 10230 m<sup>3</sup>water/ha compared to no-tillage covered by residue (6341 m<sup>3</sup>water/ha) ( $p \leq 0.01$ ). No-tillage with an average of 2.74 and conventional tillage with 2.19 kg.m<sup>-3</sup> showed the highest and lowest physical efficiency of water consumption, respectively ( $p \leq 0.01$ ). The highest corn grain yield (76647.64 kg.ha<sup>-1</sup>) was obtained in the low tillage and residue conservation system, which resulted in a 34% increase in crop yield compared to the no-tillage system.

**Conclusion:** Application and development of conservation cultivation systems (especially minimum tillage) in corn can help maintain conservation of production resources such as water, soil and the environment. The use of conservation tillage systems along with the preservation of residues at the soil surface, increase moisture storage, reduce irrigation water consumption, increase soil organic matter and fertility and save labor and time spent on tillage operations that can be a suitable method for corn Farming.

**Keywords:** Corn, Tillage, No-Tillage, Minimum Tillage, Wheat Residues

## اثر روش خاک‌ورزی و بقایای گندم بر بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی و عملکرد ذرت دانه‌ای در شهرستان دزفول

محمد قاضی نژاد<sup>۱</sup>، نسیم منجری<sup>۲\*</sup>، افراسیاب راهنما قهفرخی<sup>۳</sup>، محمد جواد شیخ داودی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۱۱

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴- استاد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

\*مسئول مکاتبه: Email: n.monjezi@scu.ac.ir

### چکیده

**اهداف:** امروزه تقاضا برای تولید محصولات کشاورزی و سطح زیرکشت افزایش یافته و از این رو، تولید محصول بیشتر با حفظ منابع (کاهش مصرف آب و افزایش مواد آلی) در کشاورزی حائز اهمیت می‌باشد. هدف از این پژوهش، بررسی روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گندم بر شاخص‌های ضریب سرعت سبز شدن، میزان بهره‌وری فیزیکی مصرف آب و عملکرد ذرت دانه‌ای در شهرستان دزفول استان خوزستان بود.

**مواد و روش‌ها:** در اجرای آزمایش از طرح آزمایش کرت‌های خرد شده نواری بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. تیمارها روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) به عنوان فاکتور اصلی و مدیریت بقایای گندم (رقم چمران) در دو سطح (حفظ بقایا به صورت ایستاده و حذف تمام بقایای گیاهی از سطح خاک) به عنوان فاکتور فرعی بود.

**یافته‌ها:** نتایج این پژوهش نشان داد که خاک‌ورزی مرسوم در شرایط عدم وجود بقایای گندم و بی‌خاک‌ورزی در شرایط وجود بقایای گندم به ترتیب با ۲/۷۳ و ۱/۹۶ درصد، بیشترین و کمترین ضریب سرعت سبز شدن را نشان دادند. خاک‌ورزی مرسوم در شرایط عدم وجود بقایا با میانگین ۱۰۲۳۰ و بی‌خاک‌ورزی در شرایط وجود بقایا با میانگین ۶۳۴۱ مترمکعب در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان مصرف آب در هکتار به خود اختصاص دادند ( $p \leq 0.01$ ). بی‌خاک‌ورزی با میانگین ۲/۷۴ و خاک‌ورزی مرسوم با ۲/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب به ترتیب بیشترین و کمترین بهره‌وری فیزیکی مصرف آب را نشان دادند ( $p \leq 0.01$ ). بیشترین عملکرد دانه ذرت (۷۶۴۷/۶۴ کیلوگرم در هکتار) در سامانه‌ی کم‌خاک‌ورزی و حفظ بقایا حاصل شد که نسبت به سامانه‌ی بی‌خاک‌ورزی منجر به افزایش ۳۴ درصدی عملکرد محصول شد.

**نتیجه‌گیری:** استفاده و توسعه سامانه‌های کشت حفاظتی (به خصوص کم‌خاک‌ورزی) در ذرت می‌تواند به حفظ و سیانت از منابع تولید از قبیل آب، خاک و محیط زیست کمک نماید. استفاده از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی همراه با حفظ بقایا در سطح خاک، افزایش ذخیره رطوبت، کاهش مصرف آب آبیاری، افزایش ماده آلی و حاصلخیزی خاک و صرفه‌جویی در نیروی کارگری و زمان صرف شده جهت عملیات خاک‌ورزی می‌تواند الگوی مناسبی برای کاشت ذرت دانه‌ای باشد.

**واژه‌های کلیدی:** بقایای گندم، ذرت، خاک‌ورزی، بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی

## مقدمه

خاک به‌عنوان بستر کاشت گیاهان و تأمین غذای بشر همواره یکی از مهم‌ترین و ارزشمندترین منابع در کشاورزی است. بنابراین مدیریت صحیح در بهره‌برداری و حفظ پایداری آن اهمیت ویژه‌ای خواهد داشت، به‌علاوه بهبود بهره‌وری مصرف آب مهم‌ترین عاملی است که افزایش تولید در نواحی نیمه‌خشک را میسر می‌سازد. بدیهی است که این امر با مدیریت حفاظتی و حاصلخیزی خاک از طریق استفاده از روش‌های شخم حفاظتی قابل‌دستیابی است (شرما و همکاران ۲۰۱۴).

در سال‌های اخیر بهبود سیستم‌ها و تکنیک‌های کشت که بستر بذر را به‌طور مناسبی آماده کرده و به رشد سریع محصول کمک می‌کند، بیشتر از هر زمان دیگری ضرورت پیدا کرده است (آسودار ۲۰۱۶). کشت متوالی چند گیاه زراعی در طی یک‌سال، یک سیستم کشت پویاست که اساس آن بر مبنای کشت گیاهان یک‌ساله است. در این سیستم، از منابع خاک استفاده بهینه شده و با به‌کارگیری اصول صحیح مدیریتی از آب و خاک نیز حفاظت می‌شود. انتخاب گیاهان مختلف برای کشت متوالی بایستی سودمندی لازم را با حداقل هزینه‌ها، به همراه داشته باشد. در همین رابطه، مدیریت بقایای گیاه زراعی قبلی و انتخاب عملیات خاک‌ورزی مناسب برای تهیه بستر کاشت گیاه بعدی، نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. عملیات خاک‌ورزی مرسوم همراه با حذف بقایا، موجب کاهش مواد آلی خاک می‌شود، اکثر اوقات منظور از خاک‌ورزی مرسوم همان خاک‌ورزی عریانی است که از طریق انجام شخم با گاواهن برگردان‌دار انجام می‌گردد. در صورتی‌که 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 جای ۲۰۱۶؛ زاپار و همکاران ۲۰۱۲). بنی اسدی و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی به ارزیابی روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایای جو در تولید ذرت پرداختند. نتایج نشان داد که سیستم‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، طول بلال و عملکرد علوفه خشک داشته است.

مالچی و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثر مدیریت بقایای گیاهان مختلف بر خاک گزارش کردند که کیفیت و نوع مدیریت بقایای گیاهی، تأثیر چشم‌گیری در فرآیندهای تجزیه بقایا و دسترسی گیاه به عناصر غذایی خاک برای رشد و افزایش عملکرد دارد. آیتو و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند مخلوط کردن بقایا با خاک در تناوب ذرت-گندم بعد از ۵ سال موجب افزایش عملکرد این دو محصول و همچنین مواد آلی خاک می‌شود. کشاورزپور (۲۰۱۳) در بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای به این نتیجه رسید که روش‌های خاک‌ورزی در سطح ۵ درصد بر عملکرد خشک بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار شد، اما تفاوت معنی‌داری در سایر اجزای عملکرد مانند تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و قطر ساقه مشاهده نشد.

بحرانی و همکاران (۲۰۱۷)، با بررسی تأثیر چهار سطح بقایای گندم (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد) بر عملکرد ذرت، بیشترین عملکرد ذرت (۱۵/۷۳ تن در هکتار) را هنگامی که ۲۵ تا ۵۰ درصد بقایای گندم در خاک باقی ماند، گزارش کردند. ایکنز و همکاران (۲۰۱۲)، در بررسی روش‌های خاک‌ورزی ذرت به این نتیجه رسیدند که خاک‌ورزی مرسوم با ۱۰/۶۱ تن در هکتار، بالاترین عملکرد دانه و بی‌خاک‌ورزی ۶/۸۶ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشتند و کم‌خاک‌ورزی با ۸/۹۹ تن، بین این دو قرار گرفت. وانگ و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی ۱۲ ساله (۱۹۹۹ تا ۲۰۱۱) بر روی ذرت بیان کردند که بی‌خاک‌ورزی به همراه زیرشکنی و بقایای گیاهی در طول سه سال اول، از نظر عملکرد تفاوتی باهم نداشتند ولی شوری خاک کاهش یافته، مواد آلی و خواص فیزیکی خاک افزایش یافته و باعث افزایش ۱۵/۱ تا ۳۹ درصد بر عملکرد هفت سال آخر (۲۰۱۴ تا ۲۰۱۱) ذرت بهاره نسبت به شخم با گاواهن برگردان‌دار به‌همراه حذف بقایای گیاهی گردید. همچنین آن‌ها بیان کردند که در روش بی‌خاک‌ورزی، شوری خاک در حدود ۲۰/۳ تا ۷۳/۴ درصد نسبت به شخم با گاواهن برگردان‌دار کاهش یافت.

هدف از این پژوهش، بررسی اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) و مدیریت بقایای گندم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و بررسی بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی در شرایط اقلیمی دزفول بود.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه‌ای واقع در اراضی کشاورزی جنوب شهرستان دزفول (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه با ارتفاع ۱۴۳ متر از سطح دریا) انجام شد. مزرعه از ۲ سال قبل تحت خاک-ورزی حفاظتی بوده است. سیستم خاک‌ورزی حفاظتی سبب کم کردن عملیات خاک‌ورزی، حداقل به هم خوردگی خاک و حفظ حداقل ۳۰ درصد بقایای گیاهی در سطح خاک است. سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی نمونه‌هایی از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشند

که از ۲ سال قبل در مزرعه‌ی مورد نظر، اجرا شده‌اند. در اجرای آزمایش از طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده نواری بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. روش‌های خاک‌ورزی در سه سطح شامل خاک‌ورزی رایج (شخم با گاواهن برگردان‌دار و دیسک) (جدول ۱ و ۲)، کم‌خاک‌ورزی (یکبار استفاده از خاک-ورز مرکب مجهز به تیغه پنجه‌غازی و دوار) (جدول ۳) و بی‌خاک‌ورزی (بدون هیچ‌گونه عملیات شخم یا خاک-ورزی) به عنوان فاکتور اصلی و مدیریت بقایای گندم (رقم چمران) در دو سطح شامل (حفظ بقایا به صورت ایستاده و حذف تمام بقایای گیاهی از سطح خاک) به عنوان فاکتور فرعی بود. در تیمار حفظ بقایا، محصول قبلی به‌وسیله کمباین برداشت شد، به‌طوری‌که حدود ۳۰ درصد از بقایای گیاهی به‌صورت ایستاده با ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر بر روی سطح خاک باقی ماندند. در شرایط بدون بقایا، گیاه از محل طوقه در سطح خاک کفبر و از مزرعه خارج شد.

جدول ۱- مشخصات فنی گاواهن برگردان‌دار GAK (ساخت شرکت قطعات آهنگری خراسان)

طول (cm)	عرض (cm)	ارتفاع (cm)	عمق‌کار (cm)	عرض کار یک خیش (cm)	عرض کار سه خیش (cm)	توان مورد نیاز (hp)	وزن کل (Kg)
۲۰۰	۱۱۵	۱۰۰	۲۵	۳۵	۱۰۵	۶۵	۲۶۰

جدول ۲- مشخصات فنی دیسک آفست کششی برزیلی

طول (cm)	عرض (cm)	ارتفاع (cm)	عمق‌کار (cm)	عرض‌کار (cm)	تعداد یاتاقان	تعداد ضخامت بشقاب (cm)	وزن وارده هر بشقاب (Kg)	توان مورد نیاز (hp)	وزن کل (Kg)
۲۸۰	۲۰۰	۹۰	۱۵	۱۸۰	۴	۰/۵	۵۷	۷۵-۹۵	۹۱۵

جدول ۳- مشخصات فنی دستگاه خاک‌ورز مرکب (Agrommet)

طول (cm)	عرض‌کار (cm)	ارتفاع (cm)	عمق‌کار (cm)	تعداد شاخه	تعداد دیسک	توان مورد نیاز (hp)	وزن کل (Kg)
۴۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵	۷	۶	۹۰-۱۱۰	۱۰۳۰

برای مشخص نمودن میزان رطوبت نخیره شده قبل از کشت و قبل از هر دوره‌ی آبیاری از خاک تمام واحدهای آزمایشی نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌برداری توسط مته در عمق‌های ۰ تا ۵ و ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. نمونه‌ها در پلاستیک‌های یک‌بار

مصرف جمع‌آوری شد تا از هر گونه تبخیر و کاهش رطوبت اولیه نمونه‌ها جلوگیری به عمل آید. پس از آن، نمونه‌ها در ظروف آلومینیومی مخصوصی که از قبل توزین شده‌اند، قرار داده شد و در آون و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد. در پایان

عملیات کاشت در اسفند ماه سال ۱۳۹۸ به وسیله ردیف‌کار نیوماتیک انجام شد (جدول ۴). جهت کاشت به روش بی‌خاک‌ورزی از دستگاه کشت مستقیم بذر کار-کود کار استفاده گردید (جدول ۵). ابعاد کرت‌های آزمایشی ۳×۵ متر و پشته‌هایی به فواصل ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

مدت مورد نظر ظروف حاوی خاک خشک را مجدداً وزن نموده سپس با استفاده از رابطه (۱) درصد رطوبت وزنی خاک بر حسب (درصد) محاسبه شد (لمپورانسو همکاران: ۲۰۱۱):

$$\theta = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این رابطه:  $\theta$  = درصد رطوبت خاک،  $W_w$  = وزن خاک مرطوب (کیلوگرم)،  $W_d$  = وزن خاک خشک (کیلوگرم)

جدول ۴- مشخصات فنی دستگاه ردیف‌کار نیوماتیک ذرت

نوع شیاربازکن	عرض دستگاه (cm)	عرض کار هر شیاربازکن (cm)	عرض کار (cm)	تعداد شیاربازکن	نوع موزع	تعداد	توان مورد نیاز (hp)
خنجری	۲۲۵	۷۵	۳۰۰	۴	دیسکی عمودی	۴	۷۵

جدول ۵- مشخصات فنی دستگاه بذرکار کودکار مستقیم کار شرکت کردستان صنعت

نوع شیاربازکن	عرض دستگاه (cm)	عرض کار هر شیاربازکن (cm)	عرض کار (cm)	تعداد شیاربازکن	نوع موزع	تعداد موزع	توان مورد نیاز (hp)
بیلچه‌ای	۲۵۰	۷۵	۳۰۰	۴	استوانه‌ای شیاردار	۴	۱۰۰

رقم بذر ذرت مورد کاشت سینگل کراس ۷۰۴ بود که قدرت جوانه‌زنی و خلوص آن به ترتیب ۹۸ و ۹۷ درصد بود که به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار کاشته شد. همچنین، برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی، بافت و مواد آلی خاک محل انجام آزمایش در جدول ۶ آمده است. نیاز کودی و نحوه اعمال آن با توجه به آزمون خاک محاسبه و مصرف شد که سوپرفسفات تریپل

۱۵۰ (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) کیلوگرم در هکتار و اروه (۴۶ درصد نیتروژن) ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. کود فسفات به طور کامل به صورت پایه و کود ازت در سه مرحله به صورت تقسیط ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله‌ی کاشت، ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله‌ی ۶ الی ۸ برگی شدن گیاه و ۱۰۰ کیلوگرم در مرحله‌ی شکل‌گیری بلال داده شد.

جدول ۶- برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی، بافت و مواد آلی خاک محل انجام آزمایش

بافت	رسی - لومی
شن	٪۲۰
سیلت	٪۴۵/۴
رس	٪۳۴/۶
اسیدیته	۷/۵
هدایت الکتریکی عصاره اشباع	۵/۳
مواد آلی	٪ ۱/۰۵

برای محاسبه درصد سبز شدن در هر تیمار دو خط کشت مجاور به طول یک متر به طور تصادفی انتخاب شد. تعداد جوانه‌های خارج شده در هر روز بعد از ظهور اولین جوانه تا زمانی که سه روز متوالی جمعیت ثابت می‌ماند، شمارش انجام شده و بر حسب درصدی از بذور کاشته شده محاسبه شد. درصد سبز شدن با استفاده از رابطه (۵) محاسبه شد (مهاجر مازندرانی و همکاران ۲۰۰۸).

$$M = \frac{ppsm}{(spsm * P * G)} \times 100 \quad \text{(رابطه ۵)}$$

که در این رابطه، M: درصد سبز شدن، ppsm: تعداد بوته سبز شده در مترمربع، spsm: تعداد بذور کاشته شده در مترمربع، P: درصد خلوص بذور، G: قوه نامیه (درصد جوانه‌زنی)

ضریب سرعت سبز شدن از شمارش روزانه گیاه تا انتهای دوره‌ی سبز شدن در هر تیمار محاسبه شد. ضریب سرعت سبز شدن هرچه بیشتر باشد، دوره سبز شدن کوتاه‌تر و هر چه دوره سبز شدن طولانی‌تر باشد سرعت سبز شدن کمتر است که می‌تواند به دلیل کمبود رطوبت در خاک، کشت عمیق‌تر و یا به دلیل فشردگی بیش از حد خاک بالای خط کشت باشد. بنابراین ضریب سرعت سبز شدن کمتر، نشانه تأخیر در سبز شدن و خروج کمتر جوانه‌ها است. این ضریب با استفاده از رابطه (۶) محاسبه شد (یاداو و همکاران ۱۹۷۶؛ ارباچ ۱۹۸۲).

$$CV = \frac{(N1+N2+N3+\dots+Nn)}{(N1T1+N2T2+N3T3+\dots+NnTn)} \times 100 \quad \text{(رابطه ۶)}$$

که در این رابطه، CV: ضریب سرعت سبز شدن (٪)، N1: تعداد گیاهچه‌های سبز شده در اولین روز از شروع سبز شدن، N2... Nn: تعداد گیاهچه‌های سبز شده در روزهای بعدی تا خاتمه سبز شدن، T1... Tn: تعداد روزهای بعد از کاشت از شروع سبز شدن تا خاتمه سبز شدن بود. روش کار بدین صورت بود که در هر کرت دو خط مجاور به طول یک متر طول از مسیر بذور کاری انتخاب و به صورت روزانه تعداد گیاهچه‌های سبز شده را تا خاتمه سبز شدن شمارش شد. خاتمه سبز شدن زمانی بود که تعداد سبز شده‌ها در سه روز متوالی یکسان شمارش شد. این شاخص پس از سبز شدن کامل بوته‌ها اندازه‌گیری شد، بدین ترتیب که پس از حذف ۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت تعداد ۲۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و از زمین خارج می‌شود، عمق کاشت (فاصله محل تغییر رنگ ساقه تا بذور) به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد و با استفاده از رابطه (۷)

در کالیبراسیون ردیف‌کار نیوماتیک برای کاشت بذور به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار از صفحه بذور ۲۴ سلولی استفاده شد، موقعیت زنجیر و چرخ‌دندانه بر روی A<sub>2</sub> (محور بالایی، چرخ دنده شماره دو)، Z<sub>2</sub> (محور پائینی، چرخ دنده شماره دو) و چنگک‌ها در موقعیت مناسب تنظیم شد. برای تعیین میزان بذور کاشته شده در هر مترمربع از رابطه (۲) استفاده شد (برزگر و همکاران ۲۰۱۴).

$$S_{psm} = \left(\frac{Q}{W}\right) \times 100 \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که در این رابطه: S<sub>psm</sub>: تعداد بذور کاشته شده در مترمربع، Q: مقدار ریزش توسط هر ماشین کاشت بر حسب کیلوگرم در هکتار، W: وزن هزار دانه گندم بر حسب گرم

به منظور مبارزه با علف‌های هرز در مرحله ۶ الی ۸ برگ‌ی شدن گیاه از علف‌کش توفوردی و کروز به میزان ۲ لیتر در هکتار در دو نوبت جداگانه سم‌پاشی شد. جهت اندازه‌گیری میزان دبی آب آبیاری در این طرح از دو کنتور آب با اندازه ۴/۲ اینچ (۱۷/۲۵ متر مکعب بر ساعت) استفاده شد که به وسیله‌ی یک شیلنگ با قطر ۵/۸ سانتی-متر و یک سه راهی به یک پمپ لجن‌کش (با توان ۰/۷۵ کیلووات) با قطر خروجی ۵/۸ سانتی‌متر آب به کرت‌ها انتقال داده شد. جهت دقت در میزان آب ورودی به کرت‌ها، زمان قطع جریان ورودی به کرت از رابطه (۳) با ۳ تکرار در تیمارها محاسبه و میانگین آن به میزان آب مورد نیاز گیاه اضافه شد (مصطفی‌زاده و فرزنام‌نیا ۲۰۰۰).

$$T = T_{ad} + T_{re} - dT_r \quad \text{(رابطه ۳)}$$

که در این رابطه، T: زمان قطع جریان ورودی به کرت (دقیقه)، T<sub>ad</sub>: زمان پیشروی تا انتهای کرت (دقیقه)، T<sub>re</sub>: زمان لازم برای نفوذ آب در خاک مورد نیاز (دقیقه)، dT<sub>r</sub>: زمان پسروی در انتهای کرت (دقیقه).

بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی از طریق رابطه (۴) محاسبه شد.

$$FWUE = \frac{Y}{WR} \quad \text{(رابطه ۴)}$$

که در این رابطه، FWUE: بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی (کیلوگرم بر مترمکعب)، Y: عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)، WR: آب ورودی (مترمکعب در هکتار) می‌باشد.

یکنواختی عمق کاشت محاسبه شد (دارمور و پندی ۱۹۹۵).

$$Se = \left(1 - \frac{Y}{D}\right) \times 100 \quad (\text{رابطه ۷})$$

که در این رابطه، Se: ضریب یکنواختی عمق کاشت به درصد، Y: میانگین قدر مطلق تفاضل داده‌ها از میانگین (میلی‌متر)، D: میانگین عمق بوته‌های اندازه‌گیری شده (میلی‌متر) بود.

در پایان فصل رشد جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه، اجزای عملکرد و نیز عملکرد علوفه از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته انتخاب شد و این صفات اندازه‌گیری شد.

کلیه محاسبات و یافته‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار محاسبات آماری SAS 9.4 و Excel انجام شد. همچنین، جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

## نتایج و بحث عمق کاشت

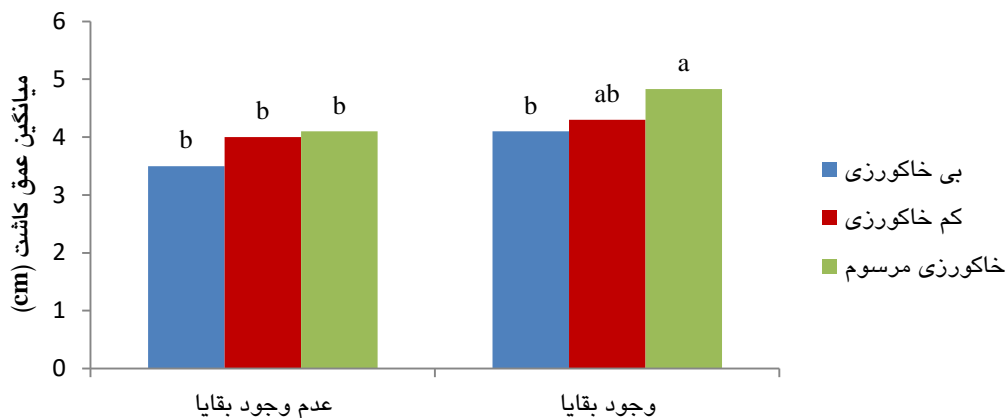
نتایج تجزیه واریانس تأثیر بقایا و خاک‌ورزی بر میانگین عمق کاشت در جدول (۷) نشان داده شده است. اثر خاک‌ورزی در سطح ۱ درصد، بقایا و اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا در سطح ۵ درصد بر میانگین عمق کاشت معنی‌دار شد.

بیشترین و کمترین عمق کاشت به ترتیب مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی با میانگین عمق‌های کاشت ۴/۸ و ۳/۶۵ سانتی‌متر بود که به دلیل نرم شدن خاک، خاک‌ورزی مرسوم حدود ۲۴ درصد نسبت به بی‌خاک‌ورزی عمیق‌تر کاشته شده بود. همچنین در شرایط بی‌خاک‌ورزی به دلیل وجود بقایا در سطح خاک و عدم آماده‌سازی بستر بذر که باعث کاهش میانگین عمق کاشت بذر گردید و میانگین عمق کاشت در شرایط وجود و عدم وجود بقایا به ترتیب ۳/۸ و ۴/۴ سانتی‌متر بود. اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا بر میانگین عمق کاشت نشان داد که تیمار خاک‌ورزی مرسوم در هر دو شرایط وجود و عدم وجود بقایای گندم بر سطح خاک به ترتیب با ۴/۹۱ و ۳/۹۴ سانتی‌متر دارای بیشترین میانگین عمق کاشت بود. بی‌خاک‌ورزی و در شرایط عدم وجود بقایای گندم با میانگین عمق کاشت ۳/۴۵ سانتی‌متر دارای کمترین میانگین عمق کاشت یعنی کاهش ۱۱/۷۶ درصدی نسبت به شرایط وجود بقایای گندم بود (شکل ۱). در بررسی اثر متقابل بقایا و خاک‌ورزی مشاهده گردید که وجود بقایا باعث افزایش میانگین عمق کاشت گردید. این نتایج با یافته‌های نورمحمدی و زارعیان (۲۰۰۲) که نشان دادند میانگین عمق کاشت ۳/۴ سانتی‌متر مربوط به تیمار بی‌خاک‌ورزی و ۵/۱ سانتی‌متر مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم بود، هم‌خوانی دارد.

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

میانگین مربعات			یکنواختی عمق کاشت	عمق کاشت	درجه آزادی	منابع تغییر
بهره‌وری فیزیکی آب	میزان آب مصرفی	سرعت سبز شدن				
۳۵۴۹۰۶/۳۳	۴۱۶۰۵۵/۴۰	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲	۰/۱۲	۲	بلوک
۵/۰۸۴**	۱۲۷۷۳۸۰۹/۰۱**	۱/۸۰**	۰/۱۶۵**	۷/۳۵**	۲	نوع خاک‌ورزی (a)
۰/۱۸۷	۸۵۰۴۴/۲۸	۰/۱۶	۰/۰۱۶	۰/۴۶	۴	خطای a
۱۰/۷۳۰**	۱۴۵۰۶۴۲۲/۱۵**	۱۶/۹۰**	۰/۱۵۰ ns	۵/۰۸*	۱	بقایا (b)
۰/۰۷۶	۱۱۸۷/۵۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۲۲	۲	خطای b
۰/۹۲۳۴ ns	۵۶۷۰۵۲۱/۴۹**	۰/۱۵*	۰/۰۰۹ ns	۰/۲۹*	۲	خاک‌ورزی × بقایا (ab)
۰/۷۱۰	۱۹۰۸۲/۹۳	۰/۰۴۳	۰/۰۱۸	۰/۱۵	۴	خطای ab
۱۳/۶۱	۱۶/۰۱ ۱۶/۶۱	۵/۳۸	۴/۳۷	۳/۸۴	-	ضریب تغییرات (%)

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری خاکورزی و بقایا برای میانگین عمق کاشت

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

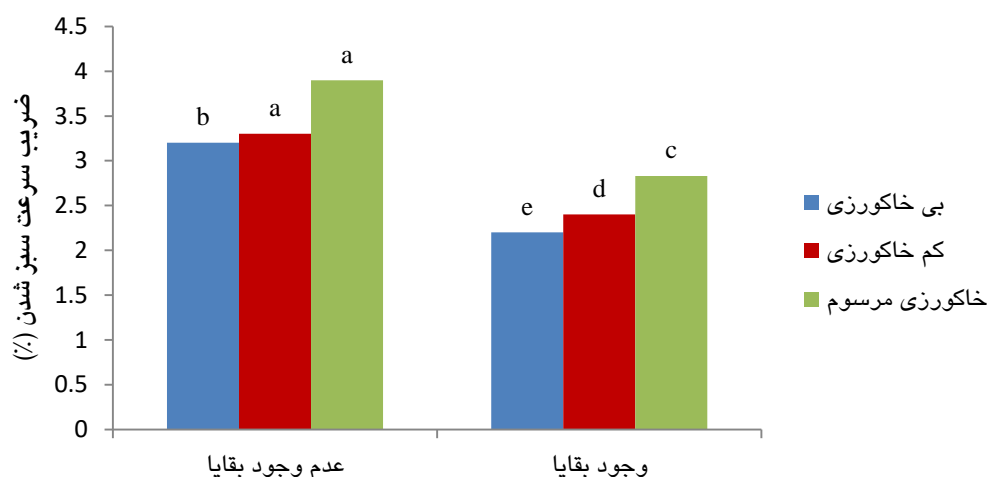
بیشترین ضریب سرعت سبز شدن مربوط به تیمار خاکورزی مرسوم با  $3/73$  درصد که نسبت به روش کم‌خاکورزی و بی‌خاکورزی به ترتیب افزایش  $4/55$  و  $15/55$  درصد بر ضریب سرعت سبز شدن داشت. خاکورزی مرسوم در شرایط عدم وجود بقایای گیاهی دارای  $3/73$  و در شرایط وجود بقایای گیاهی دارای  $2/68$  درصد بر ضریب سرعت سبز شدن که در هر دو حالت دارای بیشترین ضریب سرعت سبز شدن بود. بی‌خاکورزی در شرایط وجود بقایای گیاهی دارای کمترین اثر ( $1/96$  درصد) بر ضریب سرعت سبز شدن بود که تقریباً حدود  $37/77$  درصد نسبت به شرایط عدم وجود بقایای گیاهی کمتر می‌باشد (شکل ۲). محققین در مقایسه روش‌های مختلف خاکورزی و مدیریت بقایای گیاهی بیان کردند بی‌خاکورزی با حفظ بقایا باعث افزایش رطوبت و سرد شدن سطح خاک (مک مستر و همکاران ۲۰۱۲) و تجمع حجم زیادی از بقایای گیاهی در لایه سطحی سبب ناهمواری سطح خاک و عدم پوشش مناسب بذر، کاهش درصد یکنواختی عمق کاشت و استقرار مناسب بذر می‌گردد که در نتیجه موجب کاهش  $15$  تا  $20$  درصد بر ضریب سرعت سبز شدن بذر می‌شود (زارعی و همکاران ۲۰۱۲).

### ضریب سرعت سبز شدن

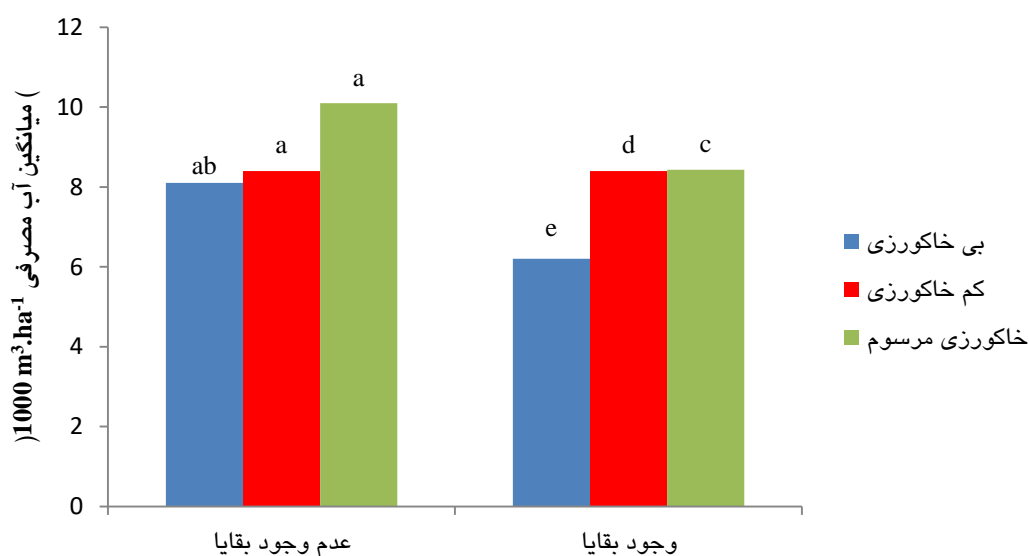
نتایج تجزیه واریانس تأثیر بقایا و خاکورزی بر ضریب سرعت سبز شدن در جدول (۷) نشان داد که بقایا و خاکورزی در سطح  $1$  درصد و اثر متقابل خاکورزی در بقایا در  $5$  درصد معنی‌دار شده است. بیشترین ضریب سرعت سبز شدن مربوط به تیمار خاکورزی مرسوم با مقدار  $3/204$  درصد می‌باشد.

تغییر در فاکتورهای اساسی و مهم خاکورزی همچون دما و رطوبت خاک توسط روش‌های متفاوت مدیریت خاکورزی و کاشت، توجهی برای تفاوت در ضریب سرعت سبز شدن می‌باشد (مک مستر و همکاران ۲۰۱۲). همچنین، ضریب سرعت سبز شدن تحت تأثیر فاکتور بقایا قرار گرفت و بیشترین ضریب سرعت سبز شدن  $3/47$  درصد در شرایط عدم وجود بقایا بدست آمد که افزایش  $34$  درصدی بر ضریب سرعت سبز شدن نسبت به فاکتور وجود بقایا داشت. فاکتور وجود بقایا به دلیل نرسیدن حرارت مناسب به بذر جهت جوانه‌زنی و عدم استقرار مناسب بذر دارای ضریب سرعت سبز شدن پایین‌تری بود. عدم وجود بقایا بر سطح خاک سبب گرم شدن سریع‌تر خاک و باعث افزایش  $15$  درصدی ضریب سرعت سبز شدن گردید (برزگر و همکاران ۲۰۱۴؛ جمشیدی و آسودار ۲۰۱۰).





شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری خاک‌ورزی و بقایا برای ضریب سرعت سبز شدن میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

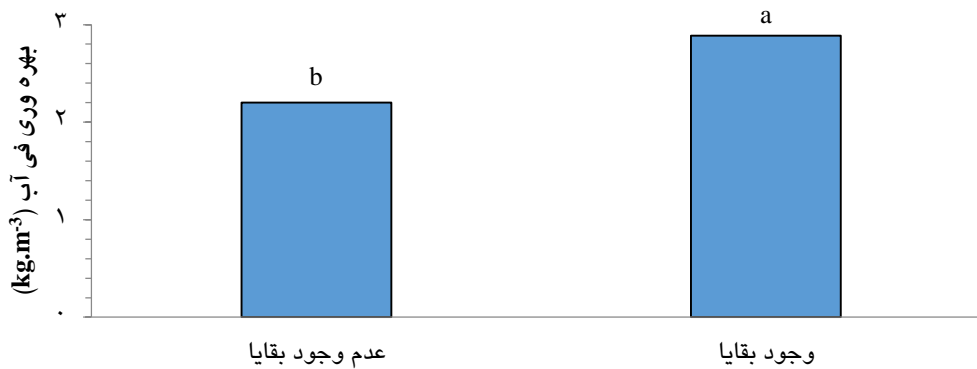


شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری خاک‌ورزی و بقایا برای میانگین مصرف آب میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

کیلوگرم در مترمکعب نسبت به تیمار عدم وجود بقایا، باعث ۲۳/۷۹ درصد در افزایش بهره‌وری فیزیکی مصرف آب گردید (شکل ۴). بقایا موجب حفظ، نخیره و جذب رطوبت خاک گردید و در نهایت باعث افزایش عملکرد گیاه گردید.

### تأثیر بقایا و خاک‌ورزی بر بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی

جدول تجزیه واریانس بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی نشان داد که بقایا و خاک‌ورزی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). وجود بقایا با میانگین ۲/۸۸۷

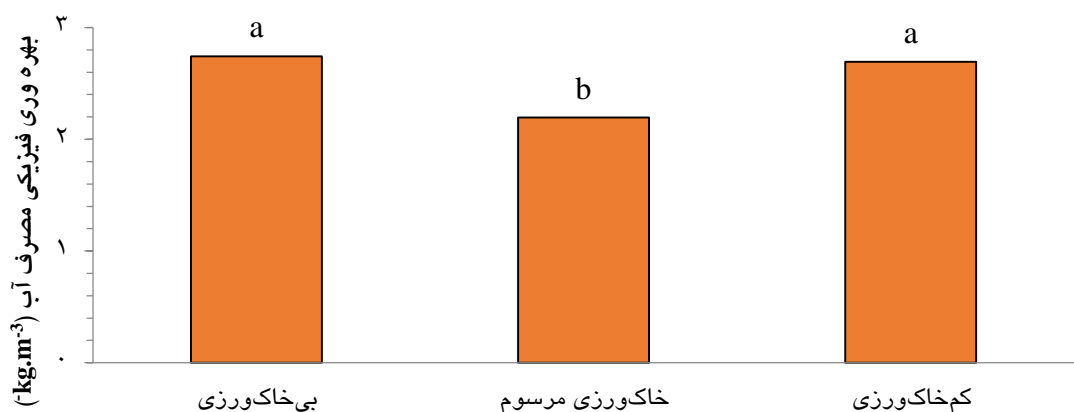


شکل ۴- بهره‌وری فیزیکی آب تحت تأثیر بقایا

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بی‌خاک‌ورزی با ۱/۹۱ کیلوگرم بر مترمکعب و خاک‌ورزی مرسوم با ۰/۹۹ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و کمترین بهره‌وری فیزیکی مصرف آب بر روی محصول گندم؛ موسوی و همکاران (۲۰۱۳)، بی‌خاک‌ورزی با ۱/۶۹ کیلوگرم بر مترمکعب و خاک‌ورزی مرسوم با ۱/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین بیشترین و کمترین بهره‌وری فیزیکی مصرف آب بر روی محصول کلزا داشتند، مطابقت دارد.

بهره‌وری فیزیکی آب تحت تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان داد. بی‌خاک‌ورزی با میانگین ۲/۷۴۳۷ و خاک‌ورزی مرسوم با میانگین ۲/۱۹۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و کمترین بهره‌وری فیزیکی آب را داشتند (شکل ۵). خاک‌ورزی مرسوم به دلیل انجام خاک‌ورزی عمیق و برهم زدن خاک باعث افزایش مصرف آب آبیاری شده که نتیجه آن کاهش بهره‌وری فیزیکی مصرف آب می‌باشد. این نتایج با یافته‌های زارعی و همکاران (۲۰۱۲)



شکل ۵- بهره‌وری فیزیکی مصرف آب تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۸- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد دانه	وزن خشک بلال	سرعت سبز شدن	وزن تر بلال	عملکرد علوفه		
۶۷۰۹۵/۳۴ ns	۵/۳۳ ns	۰/۰۱۱	۳۵/۱۵ ns	۵۶/۱۳ ns	۲	بلوک
۱۰۵۶۶۶۴/۱۱**	۳۴/۲۸**	۱/۰۱**	۳۸۰/۸۷**	۱۰۹۶/۰۴**	۲	نوع خاک‌ورزی (a)
۲۰۸۰۵/۶۰	۵/۴۴	۰/۱۵	۱۵/۲۲	۸/۱۲	۴	خطای a
۱۵۶۹۰۰۵/۳۰**	۲۵/۱۴ ns	۲۱/۰۲**	۲۱۶/۶۶ ns	۲۵۰۴/۵۵**	۱	بقایا (b)
۱۱۲۵۰/۳۵	۳/۳۳	۰/۰۹	۲۲/۴۳	۱۲/۶۴	۲	خطای b
۱۸۹۳۲۲/۴۰**	۱۵/۲۵ ns	۰/۱۴۵*	۱۱۲/۵۵ ns	۱۶۹/۴۵*	۲	خاک‌ورزی × بقایا (ab)
۵۵۰۸۸/۹۸	۵/۱۱	۰/۰۷۵	۴۴/۲۵	۷۵/۳۳	۴	خطای ab
۸/۱۲	۲۰/۹۷	۵/۳۸	۲۰/۹۷	۱۱/۱۹	-	ضریب تغییرات (%)

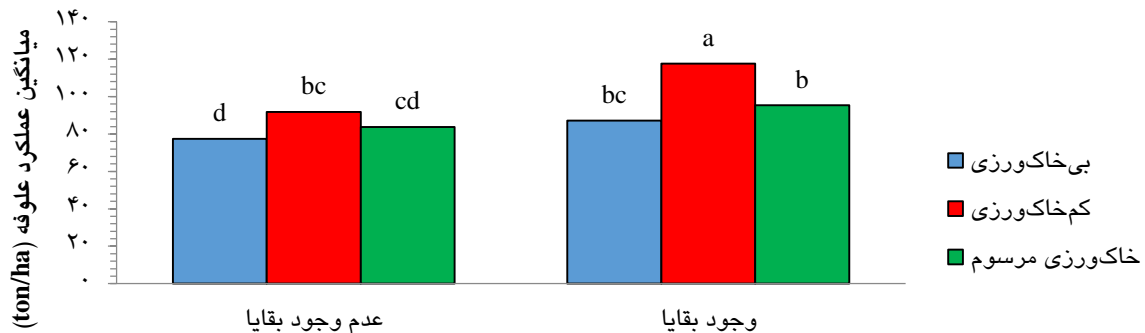
ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

شرایط وجود و عدم وجود بقایای گیاهی دارای کمترین میزان عملکرد علوفه بود. کم‌خاک‌ورزی در هر دو شرایط وجود و عدم وجود بقایای گیاهی در عملکرد علوفه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۶). این افزایش عملکرد می‌تواند ناشی از ذخیره‌ی رطوبت خاک در بقایای موجود در سطح خاک، استقرار و تماس مناسب بذر در خاک باشد. زیبیلکس و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که در سیستم کم‌خاک‌ورزی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در سطح خاک و در منطقه‌ی فعالیت ریشه بهبود می‌یابد و به دلیل تغییر در معدنی شدن و ثبات بیشتر عناصر غذایی در خاک به وسیله افزایش فعالیت جمعیت میکروبی، عرضه‌ی عناصر غذایی به گیاه افزایش می‌یابد.

### تأثیر بقایا و خاک‌ورزی بر عملکرد علوفه تازه ذرت

نتایج تجزیه واریانس تأثیر بقایا و خاک‌ورزی بر عملکرد علوفه در جدول (۸) نشان داده شده است. بقایا و خاک‌ورزی در سطح ۱ درصد و اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا در سطح ۵ درصد بر عملکرد علوفه معنی‌دار شد. از نظر عملکرد علوفه تازه بین کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین عملکرد علوفه مربوط به تیمار کم‌خاک‌ورزی با ۱۰۴/۷۴۷ تن در هکتار بود که نسبت به تیمار بی‌خاک‌ورزی و مرسوم به ترتیب افزایش ۲۱/۸ و ۱۴/۴۷ درصدی داشت. علت کمتر بودن عملکرد در روش بی‌خاک‌ورزی در مقابل دو روش دیگر ناشی از استقرار ضعیف‌تر گیاهچه‌های ذرت در شرایط بدون شخم، تهویه‌ی کم خاک و رقابت علف‌های هرز با گیاه ذرت در مراحل اولیه‌ی رشد بود. این نتایج با یافته‌های بیابانی و همکاران (۲۰۱۴) که اعلام نمودند کم‌خاک‌ورزی با میانگین ۸۵/۰۹۳ تن در هکتار بیشترین و بی‌خاک‌ورزی با ۷۰/۴۹۱ تن در هکتار کمترین عملکرد علوفه ذرت را دارد، هم‌خوانی دارد.

در بررسی اثر متقابل بقایا و خاک‌ورزی مشاهده گردید که کم‌خاک‌ورزی در شرایط وجود بقایا با میانگین ۱۱۷/۷ تن در هکتار و بی‌خاک‌ورزی در شرایط عدم وجود بقایا با میانگین ۷۷/۴۹ تن در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان عملکرد علوفه در هکتار را به خود اختصاص دادند. تیمار بی‌خاک‌ورزی در هر دو



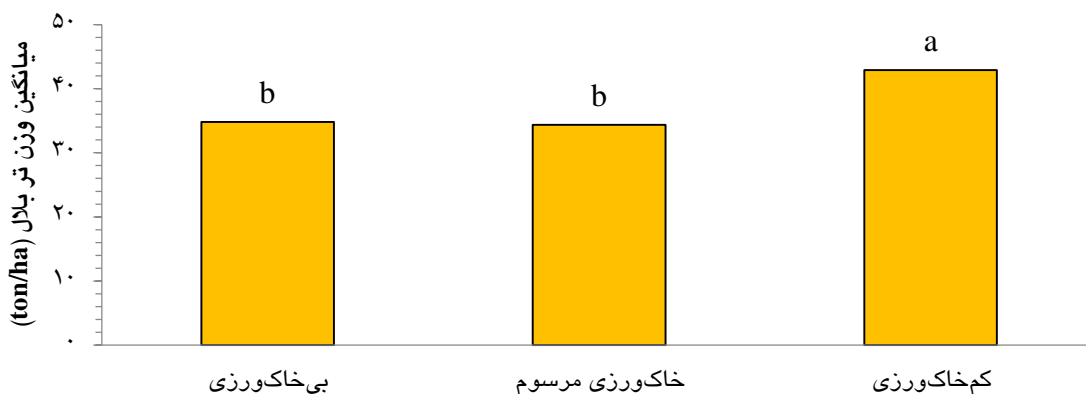
شکل ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری خاکورزی و بقایا برای میانگین عملکرد علفه

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ترتیب افزایش ۱۸/۷۷ و ۱۹/۹۱ درصدی بود (شکل ۷). در خاکورزی مرسوم به علت انجام خاکورزی سنگین و زیر و رو شدن کامل خاک عملکرد محصول کاهش یافته ولی در کم‌خاکورزی به علت برگردان نشدن خاک کاهش عملکرد، مشاهده نشد.

### تأثیر بقایا و خاکورزی بر وزن تر بلال ذرت

نتایج تجزیه واریانس تأثیر بقایا و خاکورزی بر وزن تر بلال در جدول (۸) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که خاکورزی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بیشترین و کمترین عملکرد وزن تر بلال در تیمار کم‌خاکورزی و خاکورزی مرسوم به ترتیب با میانگین ۴۲/۸۸ و ۳۴/۳۴ تن در هکتار بود. که تیمار کم‌خاکورزی نسبت به تیمار بی‌خاکورزی و خاکورزی مرسوم به



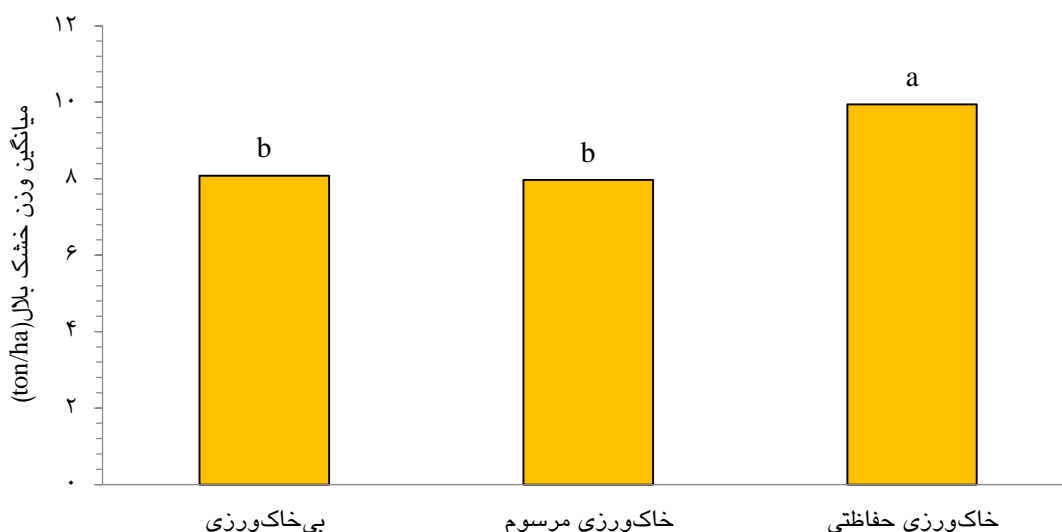
شکل ۷ - مقایسه میانگین اثر خاکورزی بر میانگین وزن تر بلال

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

و مرسوم به ترتیب افزایش ۱۸/۷۷ و ۱۹/۹۲ درصدی داشت. اما تیمارهای خاکورزی مرسوم و بی‌خاکورزی با وجود اختلاف، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۸).

### تأثیر بقایا و خاکورزی بر وزن خشک بلال ذرت

نتایج تجزیه واریانس تأثیر بقایا و خاکورزی بر وزن خشک بلال در جدول (۸) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که خاکورزی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بیشترین وزن خشک بلال مربوط به تیمار کم‌خاکورزی با ۹/۹۵ تن در هکتار بود که نسبت به تیمار بی‌خاکورزی



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی بر میانگین وزن خشک بلال

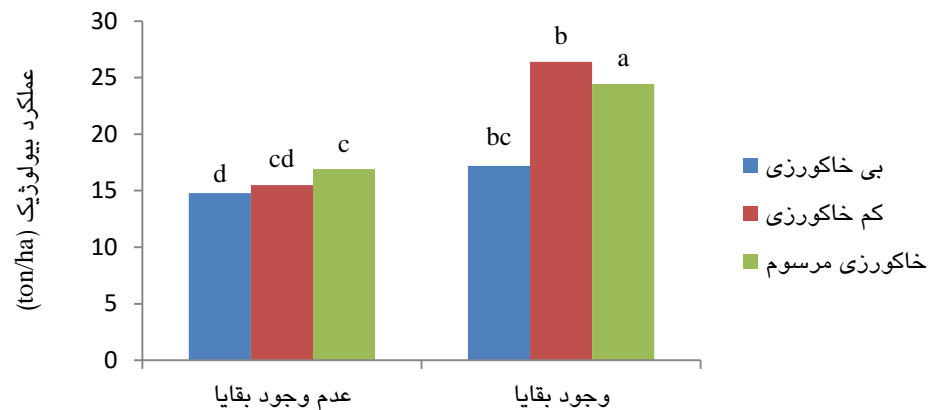
میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بقایای گیاهی در عملکرد بیولوژیک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۹). با وجود این‌که تیمار عدم وجود بقایای گیاهی میانگین آب مصرفی بیشتری نسبت به تیمار وجود بقایای گیاهی داشت ولی عملکرد بیولوژیک کمتری داشت. دلایل کمتر شدن عملکرد در تیمار عدم وجود بقایا، عدم وجود موادآلی در سطح خاک و تبخیر زودهنگام آب از سطح زمین به علت خالی بودن سطح مزرعه از بقایای گیاهی می‌باشد. این نتایج با یافته‌های چن (۲۰۱۳) که نشان داد اجرای خاک‌ورزی مرسوم موجب افزایش ۹ تا ۱۸ درصد عملکرد نرت نسبت به بی‌خاک‌ورزی شد، مطابقت دارد. ایکنز و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی روش‌های خاک‌ورزی در نرت به این نتیجه رسیدند که خاک‌ورزی مرسوم با ۱۰/۶۱ تن در هکتار عملکرد دانه و بی‌خاک‌ورزی با ۶/۸۶ تن در هکتار کم‌ترین عملکرد را داشتند و کم‌خاک‌ورزی با ۸/۹۹ تن در هکتار بین این دو قرار گرفت.

#### تأثیر بقایا و خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیک نرت

نتایج تجزیه واریانس تأثیر بقایا و خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیک در جدول (۸) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که خاک‌ورزی، بقایا و اثر متقابل خاک‌ورزی و بقایا در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. فاکتور وجود بقایا با میانگین ۲۳/۵۳۹ تن در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیک بود که نسبت به فاکتور عدم وجود بقایای گیاهی افزایش ۱۵/۷۳ درصدی داشت. بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار کم‌خاک‌ورزی با ۲۴۶۸۴ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب افزایش ۲۲/۰۸ و ۱۴/۳۲ درصدی داشت.

در بررسی اثر متقابل بقایا و خاک‌ورزی مشاهده گردید که کم‌خاک‌ورزی در شرایط وجود بقایا با میانگین ۲۷۷۵۹ کیلوگرم در هکتار و بی‌خاک‌ورزی در شرایط عدم وجود بقایا با میانگین ۱۵۱۴۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در هکتار را به خود اختصاص دادند. تیمار بی‌خاک‌ورزی در هر دو شرایط وجود و عدم وجود بقایای گیاهی دارای کمترین میزان عملکرد بیولوژیک در هکتار و کم‌خاک‌ورزی در هر دو شرایط وجود و عدم وجود



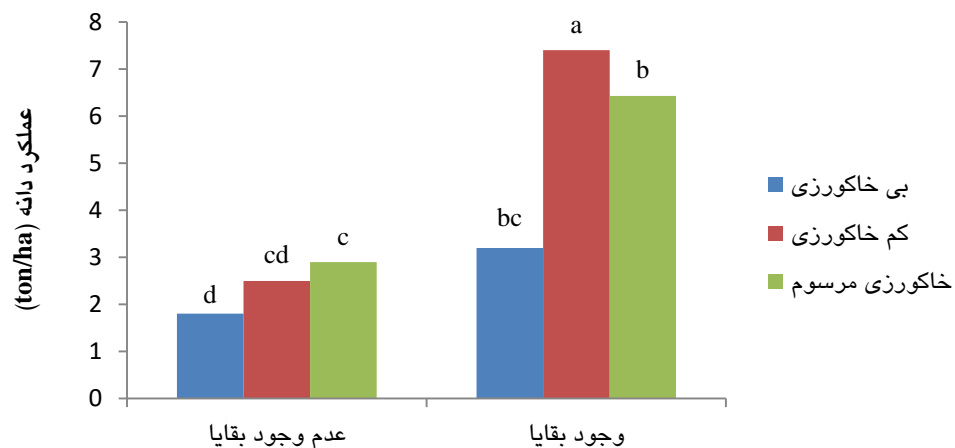
شکل ۹- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری بقایا و خاکورزی بر میانگین عملکرد بیولوژیک میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

۷۷۵۰ کیلوگرم در هکتار و بی‌خاکورزی در شرایط عدم وجود بقایا با میانگین ۱۸۰۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه در هکتار را به خود اختصاص دادند (شکل ۱۰). این نتایج با یافته‌های چن (۲۰۱۳) اجرای خاکورزی مرسوم موجب ۹ تا ۱۸ درصد افزایش عملکرد ذرت نسبت به بی‌خاکورزی شد، مطابقت دارد. ایکنز و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی روش‌های خاکورزی در ذرت به این نتیجه رسیدند که خاکورزی مرسوم با ۱۰/۶۱ تن در هکتار عملکرد دانه و بی‌خاکورزی با ۶/۸۶ تن در هکتار کم‌ترین عملکرد را داشتند و کم‌خاکورزی با ۸/۹۹ تن در هکتار بین این دو قرار گرفت.

#### تأثیر بقایا و خاکورزی بر عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس تأثیر بقایا و خاکورزی بر عملکرد بیولوژیک در جدول (۸) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که خاکورزی، بقایا و اثر متقابل خاکورزی و بقایا در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. فاکتور وجود بقایا با میانگین ۷/۵۳۹ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه بود که نسبت به فاکتور عدم وجود بقایای گیاهی افزایش ۱۵/۷۳ درصدی داشت. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار کم‌خاکورزی با ۸/۲ تن در هکتار بود که نسبت به تیمار بی‌خاکورزی و خاکورزی مرسوم به ترتیب افزایش ۲۲/۰۸ و ۱۴/۳۲ درصدی داشت.

در بررسی اثر متقابل بقایا و خاکورزی مشاهده گردید که کم‌خاکورزی در شرایط وجود بقایا با میانگین



شکل ۱۰- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری بقایا و خاکورزی بر میانگین عملکرد دانه میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

## نتیجه‌گیری

استفاده و توسعه سامانه‌های کشت حفاظتی (به خصوص کم‌خاک‌ورزی) در ذرت می‌تواند به حفظ و صیانت از منابع تولید از قبیل آب، خاک و محیط زیست کمک نماید. نتایج این پژوهش نشان داد که حداکثر میانگین عمق کاشت ۴/۷۹ سانتی‌متر مربوط به تیمار خاک‌ورزی مرسوم و حداقل میانگین عمق کاشت ۳/۶۵ سانتی‌متر مربوط به بی‌خاک‌ورزی بود. بیشترین درصد یکنواختی عمق کاشت (۹۲ درصد) مربوط به تیمار کم‌خاک‌ورزی و کمترین درصد یکنواختی عمق کاشت (۷۱ درصد) مربوط به تیمار بی‌خاک‌ورزی بود. وجود بقایا باعث کاهش ۱۹/۷۳ درصدی در مصرف آب نسبت به عدم وجود بقایا شد، بی‌خاک‌ورزی باعث کاهش ۱۹/۳۱ درصدی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم در میزان مصرف آب آبیاری شد. وجود بقایا با میانگین ۲/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب نسبت به تیمار عدم وجود بقایا باعث افزایش ۲۳/۷۹ درصدی در افزایش کارایی مصرف آب گردید. بی‌خاک‌ورزی با میانگین ۲/۷۴ و خاک‌ورزی مرسوم با میانگین ۲/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب را داشت. از نظر میانگین

عملکرد علوفه تر بین روش‌های خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار وجود داشت به طوری که کم‌خاک‌ورزی با مقدار ۱۰۴/۷۴۷ تن در هکتار نسبت به بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب افزایش ۲۱/۸ و ۱۴/۴۷ درصدی داشت. از نظر میانگین عملکرد بیولوژیک بین روش‌های خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری وجود داشت و تیمار کم‌خاک‌ورزی نسبت به بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به ترتیب افزایش ۲۲/۰۸ و ۱۴/۳۲ درصدی در عملکرد بیولوژیک داشت. وجود بقایا نسبت به عدم وجود بقایای گیاهی افزایش ۱۵/۷۳ درصدی داشت. کم‌خاک‌ورزی در شرایط وجود بقایا نسبت به بی‌خاک‌ورزی در شرایط عدم وجود بقایا افزایش ۳۴/۶۵ درصدی بر عملکرد بیولوژیک در هکتار را به خود اختصاص دادند.

## سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز بابت تأمین هزینه‌های این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

## منابع مورد استفاده

- Adak T, Kumar G, Chakravarty NVK, Katiyar RK, Deshmukh PS, and Joshi HC. 2013. Biomass and biomass water use efficiency in oilseed crop (*Brassica juncea* L.) under semi-arid microenvironments. *Biomass and Bioenergy*, 51: 154-162.
- Aikins S, Afuakwa J, and Owusu-Akuoko O. 2012. Effect of four different tillage practices on maize performance under rainfed conditions. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3(1): 25-30.
- Asoodar MA, Bakhshandeh AM, Afraseabi H, and shafeinia A. 2016. Effects of press wheel weight and soil moisture at sowing on grain yield. *Journal of Agronomy*, 5 (2): 278-283.
- Bahrani M, Raufat M, and Ghadiri H. 2017. Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. *Soil and Tillage Research*, 94(2): 305-309.
- Baniasadi R, Tohidi-Nejad E, G. Mohammadi-Nejad. 2014. Evaluation of Different Methods of Tillage and Residue Management of Barley in Maize Production. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 24 (4): 61-69.
- Barzegar AR, Asoodar MA, Eftekhar AR, and Herbert SJ. 2014. Tillage effects on soil properties and performance of irrigated wheat and clover in semi-arid region. *Journal of Agronomy*, 3 (4): 237-242
- Biabani H, Ghasemi Nejad Raeini M, Asoodar AM, and Salavati A. 2014. Investigation of the effect of tillage methods and weed control on forage corn yield. National Congress of Soil and Environment. Protective tillage axis. Urmia University. (In Persian).

- Chen H. 2013. Traffic and tillage effects on soil water conservation and winter wheat yield in the loess plateau, china. *Ecological Chemistry and Engineering Sinica*, 20 (3): 507-517.
- Charlie M, Arshad A, and Azooz RH. 2013. Inrow residue management effects on seedzone temperature, moisture and early growth of barley and canola in a cold semiarid region in northwestern Canada. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18 (3): 128-136.
- Czapar GF, William Simmons F, and Bullock DG. 2012. Delayed control of a hairy vetch (*Vicia villosa Roth*) cover crop in irrigated corn production. *Crop Protection*. 21: 507-510.
- Darmora DP, and pandy KP. 2014. Evaluation of performance of furrow openers of combined seed and fertilizer drills. *Soil and Tillage Research*, 34: 127-139.
- Erbach DC. 1982. Tillage for continuous corn and corn-soybean rotation. *Transactions of the ASAE*, 25: 906-918.
- Fabrizzi KP, Garcia FO, Costa JL, and Picone LI. 2015. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. *Soil and Tillage Research*, 81: 57-69.
- Huang M, Zou Y, Feng Y, Cheng Z, Mo Y, Ibrahim M, Xia B, and Jiang P. 2011. No-tillage and direct seeding for super hybrid rice production in rice-oilseed rape cropping system. *European Journal of Agronomy*, 34: 278-286.
- Ito M, Matsumoto T, and Quinones MA. 2017. Conservation tillage practice in sub-Saharan Africa: The experience of Sasakawa Global 2000. *Crop Protection*, 26: 417-423.
- Jamshidi A, and Asoodar AM. 2010. Effects of planting machines on ridges and spacing of planting rows under pyramid and drought conditions on wheat yield in northern Khuzestan. *Journal of Plant Crop Science*, 2 (5): 1-10. (In Persian).
- Jemai I, Aissa BN, Guirat SB, Hammouda MB, and Gallali T. 2013. Impact of three and seven years of no-tillage on the soil water storage, in the plant root zone, under a dry subhumid Tunisian climate. *Soil and Tillage Research*, 126: 26-33.
- Keshavarzpour F. 2013. Effect of Different Tillage Methods on Yield and Yield Components of Forage Corn. *Academic Journal of Plant Sciences*, 6 (1): 42-46. (In Persian).
- Lampurlanes J, Angas P, Martines C. 2011. Root growth, soil water content and yield of barely under different tillage systems on two soils in semiarid conditions. *Field Crop Research*, 69: 27- 40.
- Malhi SS, Lemke R, Wang ZH, Baldev S, and Chhabra S. 2016. Tillage nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emission. *Soil and Tillage Research*, 90: 171-183.
- Mc-Master GS, Palic DB and Dunn GH. 2012. Soil management alters seedling emergence and subsequent autumn growth and yield in dry land winter wheat fallow systems in the central great plains on a clay loam soil. *Soil and Tillage Research*, 65: 193-206.
- Mohajer Mazandarani F, Asudar AM, and Shafeei Nia A. 2008. Effect of tillage and planting machines on germination rate and yield of rain-fed wheat. Fifth National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. Mashhad Ferdowsi University. Mashhad. (In Persian).
- Mostafazadeh B, Farzamnia M. 2000. The Study of Hydraulic Performance of Furrow Irrigation Under Different Methods of Discharge Management. *Journal of Water and Soil Science*, 4 (3):1-11 (In Persian).
- Mousavi QA, Asoodar AM. And Pour Mohammadi P. 2013. Investigation of the effect of tillage methods, crop residue management and linear pressing wheel on canola greening. 8th National Congress of Agricultural Engineering (Biosystems) and Mechanization. Mashhad Ferdowsi University. Mashhad. (In Persian).
- Noormohammadi D, and Zareian S. 2002. Effect of Various Tillage and Planting Methods on Emergence of Irrigated Wheat. *Iranian journal of Agriculture Science*, 34 (2): 321-332. (In Persian).
- 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.



- Shakeel Khan E, Qamar R, Ghaffar A. and Mustafa G. 2013. Impact of tillage and mulch on water conservation in wheat (*Triticum aestivum* L.) under rice-wheat cropping system. *Journal Agricultural Research*, 51 (3): 255-265.
- Sharma P, Singh G, and Singh RP. 2014. Conservation tillage, optimal water and organic nutrient supply enhance soil microbial activities during wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivation. *Brazilian Journal of Microbiologie*. 42: 531-542.
- Wang Q, Lu C, Li H, He J, khokan KS, Rabi GR, Ling Z, Qiao X, Li H, and David JM. 2014. The effects of no-tillage with subsoiling on soil properties and maize yield: 12-Year experiment on alkaline soils of Northeast China. *Soil & Tillage Research*, 137: 43–49.
- Yadav RC, and Gupta J P. 1976. Germination and seedling emergence in relation to soil moisture and post-sowing compaction Indian. *Journal Agricultural Science*, 47:448-55.
- Zarei H, Asoodar AM, and Rahnama M. 2012. Increasing water use efficiency under the influence of planting pattern and conservation tillage in wheat planting. *First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Development in Agriculture*, University of Tehran, Tehran.
- Zibilske M, bradford and Smart JR. 2012. Conservation tillage induced changes in organic carbon, total nitrogen, and available phosphorus in a semi-arid alkaline subtropical soil. *Soil Tillage Research*, 66: 153-163.