



Evaluation of Dry Matter Remobilization and Contribution of Current Photosynthesis of Wheat Grain (*Triticum aestivum* L.) affected by Three Cultivation Methods and Plant Residues

Masoumeh Shabibi¹, Esfandiar Fateh^{1*} and Amir Aynehband¹

1- Department of Plant Production & Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

(*- Corresponding author's Email: e.fateh@scu.ac.ir)

How to cite this article:

Received: 31-12-2025
Revised: 07-04-2026
Accepted: 11-04-2026
Available Online: 04-04-2026

Shabibi, M., Fateh, E., & Aynehband, A. (2026). Evaluation of dry matter remobilization and contribution of current photosynthesis of wheat grain (*Triticum aestivum* L.) affected by three cultivation methods and plant residues. *Journal of Agroecology*, 18(1), 101-117. (In Persian with English abstract)
<https://doi.org/10.22067/AGRY.2026.97002.1264>

Introduction

In recent decades, agricultural production has been largely dependent on chemical fertilizers, which have led to some environmental problems. Plant residues, by providing nutrients to the soil, can maintain soil fertility, increase soil organic matter content, retain soil moisture, reduce evaporation, and stimulate microbial activity. Limited information is available on the effect of residue rates and cultivation methods on the amount of dry matter remobilization and contribution of current photosynthesis of wheat (*Triticum aestivum* L.) under the climatic conditions of Dasht-e-Azadegan.

Materials and Methods

In order to evaluate the amount of dry matter remobilization and the contribution of current photosynthesis of seed wheat. Under the influence of three cultivation methods and different amounts of plant residues, a split-plot layout based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications was established in the Research Center for Agriculture Jihad of Dasht-e Azadegan County, Khuzestan Province, Iran in the crop year 2023-2024. The main factor was the three mechanized cultivation methods including (1- surface drilling, 2- ridge planting, 3- floor method) and the subfactor was the application of different amounts of wheat residues at four levels including (1- no plant residues (control), 2- one-third of residues (equivalent to 2500 kg.ha⁻¹), 3- two-thirds of residues (equivalent to 5000 kg.ha⁻¹), and 4- one hundred percent of residues (equivalent to 7500 kg.ha⁻¹). Leaf area, amount of remobilization, efficiency of dry matter remobilization, contribution of dry matter remobilization, amount of current photosynthesis, efficiency of current photosynthesis, contribution of current photosynthesis, rate of accumulation of seed yield, rate of accumulation of biological yield, percentage of seed nitrogen, and percentage of seed protein were measured.

Results and Discussion

Results of analysis of variance showed that the effect of cultivation method on traits of leaf area, amount of remobilization, efficiency dry matter remobilization, at the 1% probability level and on traits of contribution of



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

 <https://doi.org/10.22067/AGRY.2026.97002.1264>

dry matter remobilization, contribution of current photosynthesis, rate of accumulation seed yield at the 5% probability level was significant but on traits of amount of current photosynthesis, efficiency current photosynthesis, rate of accumulation biological yield, percentage of seed nitrogen and percentage of seed protein was not-significant. Also, results showed that the effect of plant residues on traits of leaf area, amount of dry matter remobilization, efficiency dry matter remobilization, percentage of seed nitrogen and percentage of seed protein at the 1% probability level and on traits of contribution of dry matter remobilization and contribution of current photosynthesis at the 5% probability level was significant but on traits of amount of current photosynthesis, efficiency current photosynthesis, rate of accumulation seed yield, rate of accumulation biological yield, was not-significant. Also, results of analysis of variance showed the effect of the interaction of cultivation method and plant residues on traits of amount of remobilization and efficiency dry matter remobilization, at the 1% probability level was significant but on traits of leaf area, contribution of dry matter remobilization, amount of current photosynthesis, efficiency current photosynthesis, contribution of current photosynthesis, rate of accumulation seed yield and rate of accumulation biological yield was not-significant. The results of comparison showed that the highest efficiency of dry matter remobilization was related to the treatment of one hundred percent of residues in row and ridge cultivation conditions (23.3%), and the lowest efficiency of dry matter remobilization was related to the treatment of no plant residues in surface drilling (9.42%). Also, surface drilling had the highest remobilization (22.4%), and the treatment with no plant residues had the lowest (15.27%). The highest contribution of current photosynthesis was observed in the floor method (83.2%) and in one hundred percent of residues treatment (84.7%). The highest rate of accumulation seed yield was obtained in the treatment in ridge planting (0.042) and floor method (0.045 g.day⁻¹), and the lowest rate of accumulation seed yield was obtained in the surface drilling (0.036 g.day⁻¹). The highest percentage of seed protein was related to the treatments of two-thirds of residues (16.63%) and one hundred percent of residues (16.86%), but the lowest percentage of seed protein was obtained in treatments of no plant residues and one-third of residues. The findings demonstrate that integrating crop residue management with appropriate cultivation methods enhances nitrogen availability and soil health, leading to more efficient dry matter remobilization and improved grain protein content. This reflects a regenerative agricultural approach, where resource recycling and soil stewardship directly contribute to crop resilience and nutritional quality. Such practices not only optimize wheat productivity but also promote long-term sustainability by reducing dependence on chemical inputs. Ultimately, this study underscores that environmentally conscious farming is foundational to food security and sustainable livelihoods, aligning agricultural success with ecological and human well-being.

Conclusion

The results showed that applying plant residues and appropriate nutritional management increase nitrogen storage and improve seed protein quality. Generally, plant residues management and selection of appropriate cultivation methods can play a significant role in the growth and quality of wheat grain by improving photosynthetic conditions and dry matter remobilization.

Keywords: Percentage of seed nitrogen, Percentage of seed protein, Rate of accumulation of seed yield, Ridge planting.

مقاله پژوهشی

جلد ۱۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، ص ۱۱۷-۱۰۱

بررسی انتقال مجدد ماده خشک و سهم فتوسنتز جاری در دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) در سه روش کشت و مقادیر مختلف بقایای گیاهی

معصومه شبیبی^۱، اسفندیار فاتح^{۱*} و امیر آینه بند^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۲

چکیده

به منظور مقایسه سه روش کشت مکانیزه گندم در شرایط کاربرد مقادیر مختلف بقایای گیاهی گندم (*Triticum aestivum* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در مزرعه آموزشی مرکز جهاد کشاورزی شهرستان دشت آزادگان انجام شد. کرت اصلی، سه روش کشت مکانیزه (خطی کار، پشته کار و کف کار) و کرت فرعی، کاربرد مقادیر مختلف بقایای گندم (بدون بقایای گیاهی، یک سوم بقایا، دو سوم بقایا و ۱۰۰ درصد بقایا) بود. بیشترین انتقال مجدد ماده خشک مربوط به کشت جوی و پشته‌ای با استفاده از دو سوم و ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی (به ترتیب ۱/۶۲ و ۱/۲۸ درصد) و کمترین آن مربوط به تیمار بدون بقایای گیاهی (به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۸۹ درصد) بود. همچنین کارایی انتقال مجدد ماده خشک، بیشترین مقدار خود را در تیمار کاربرد ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی در کشت جوی و پشته‌ای (۲۳/۳ درصد) نشان داد و کمترین آن مربوط به تیمار بدون بقایای گیاهی در کشت خطی کار (۹/۴۲ درصد) بود. کشت خطی کار، بیشترین میزان انتقال مجدد را (۲۲/۴ درصد) به خود اختصاص داد و تیمار بدون بقایای گیاهی، کمترین سهم را داشت (۱۵/۲۷ درصد). سهم فتوسنتز جاری نیز تحت تأثیر روش کشت و مقادیر بقایای گیاهی معنی دار بود، به گونه‌ای که بیشترین سهم در کشت کف کار (۸۳/۲ درصد) و در تیمار ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی (۸۴/۷ درصد) مشاهده شد. بیشترین درصد پروتئین دانه مربوط به تیمارهای دو سوم بقایا (۱۶/۶۳ درصد) و ۱۰۰ درصد بقایا (۱۶/۸۶ درصد) بود، اما کمترین درصد پروتئین دانه در تیمارهای بدون بقایا گیاهی و یک سوم بقایا به دست آمد. این پژوهش نشان داد که مدیریت بقایای گیاهی و انتخاب روش کشت مناسب می‌تواند با بهبود شرایط فتوسنتزی و انتقال مجدد ماده خشک، سهم قابل توجهی در رشد و کیفیت دانه گندم ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: درصد پروتئین دانه، درصد نیتروژن دانه، سرعت تشکیل عملکرد دانه، کشت جوی و پشته

دارد (Latifi & Shabanali Fami, 2022).

مقدمه

بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی (فائو)، در سال ۲۰۲۲ تولید جهانی گندم حدود ۸۰۸ میلیون تن بوده که سهم ایران حدود ۱۰ میلیون تن گزارش شده است. این میزان تولید گندم در سال ۱۴۰۱ در ایران برابر با ۱۳/۳ میلیون تن بوده است که استان خوزستان با میزان تولید ۱/۶۷۱ میلیون تن گندم، در رتبه اول استان‌های تولیدکننده گندم کشور قرار دارد (Agricultural Ministry Statistics, 2022).

در این میان، فشار بر اراضی کشاورزی برای برداشت حداکثر سود، بدون توجه به برگرداندن حداقل مواد آلی برای پایداری فیزیکی

با افزایش جمعیت جهان، نگرانی‌ها در مورد تأمین مواد غذایی نیز افزایش می‌یابد. در این میان، گندم (*Triticum aestivum* L.) به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی که به صورت گسترده در سراسر جهان مصرف می‌شود، نقش حیاتی در تغذیه بشر، به ویژه در ایران ایفا می‌کند؛ چرا که رژیم غذایی ایرانیان وابستگی بالایی به نان

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

(*)- نویسنده مسئول: (Email: e.fateh@scu.ac.ir)

<https://doi.org/10.22067/AGRY.2026.97002.1264>

(2014).

کاربرد بقایای گیاهی منجر به کاهش فرسایش، افزایش ماده آلی و افزایش ذخیره رطوبتی خاک می‌گردد. علاوه بر این، بقایا به عنوان ابزاری مناسب در مدیریت علف‌های هرز به کار گرفته می‌شوند (Heidari, 2020). بقایای گیاهی با افزایش ماده آلی خاک منجر به رشد ریشه و افزایش قابلیت جذب عناصر کم‌مصرف و پرمصرف خاک و در نتیجه باعث افزایش عملکرد در گیاهان می‌شوند. بقایای گیاهی حاوی مقادیر زیادی ماده آلی هستند که دارای خاصیت جذب آب بالایی هستند، بنابراین افزودن بقایای گیاهی به خاک سبب افزایش قابل توجه ظرفیت نگهداری آب خاک خواهد شد (Mirzaee et al., 2016). در این ارتباط، صفری و همکاران (Safari et al., 2013) در آزمایشی روی گندم بیان کردند که اختلاف معنی‌داری بین ۹۰ و ۴۵ درصد بقایا و بدون بقایا به دست آمد، به طوری که در تمامی اعماق خاک، بالاترین درصد رطوبت موجود در خاک در تیمار ۹۰ درصد بقایای گیاهی حاصل گردید. همچنین این محققان اعلام کردند که این بقایا مانند مانعی در سطح خاک عمل می‌کنند و باعث کاهش رواناب و افزایش نفوذ آب در خاک شده و منجر به افزایش میانگین درصد رطوبت وزنی خاک می‌گردد.

یکی دیگر از راهکارهای مدیریتی به منظور افزایش تولید محصول گندم، اتخاذ روش صحیح کاشت در مناطق مختلف با در نظر گرفتن شرایط محیطی و مدیریتی منطقه هدف می‌باشد. روش کاشت از طریق برتری دادن به گیاه زراعی برای استفاده از منابع محیطی، نقش بسیار مؤثری در کاهش تراکم علف‌های هرز دارد (Devi et al., 2017). انتخاب روش صحیح کاشت می‌تواند باعث کاهش تلفات و افزایش راندمان تولید شود. اثر روش کاشت مشابه اثر افزایش تراکم کاشت گیاه زراعی بوده و از طریق تغییر فواصل بین ردیف سبب بهبود قابلیت رقابتی گیاه زراعی می‌شود و بدین وسیله میزان نور قابل دسترس برای علف‌های هرز کاهش یافته و امکان مهار مناسب‌تر علف‌های هرز حاصل می‌گردد (Chen et al., 2017). در پژوهشی روی ذرت *Zea mays* گزارش شد که روش‌های مختلف کشت (کشت بر روی پشته، کشت داخل کف جوی و کشت به صورت کرتی) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه به طور معنی‌داری اثرگذار بود و بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد از تیمار کشت داخل کف جوی به دست آمد. در این تحقیق بیان شد که انتخاب روش کشت مناسب در حصول بالاترین عملکرد، کارآترین روش می‌باشد (Khan et al.,

و شیمیایی خاک سبب کاهش ماده آلی در خاک‌ها و در نتیجه کاهش باروری خاک شده است. در واقع، روش متداول مدیریت بقایای گندم در ایران در کشت آبی که معمولاً دارای حجم زیاد کلس می‌باشد، خارج نمودن قسمت‌های بریده شده گیاه از زمین توسط دستگاه کمباین و دفن کردن بقایای ایستاده با شخم (گاواهن برگرداندار) می‌باشد و یا در خیلی از مناطق، متأسفانه کشاورزان اقدام به سوزاندن بقایا می‌کنند که سبب کاهش میزان مواد غذایی، کربن و مواد آلی خاک، پایداری ساختمان خاک و همچنین افزایش نیاز آبیاری در مناطق خشک به دلیل افزایش میزان تبخیر از سطح خاک می‌شود (Heidari, 2020). همچنین با افزایش دما پیش‌بینی می‌شود که در آینده، سرعت تجزیه بقایای گیاهی و معدنی شدن مواد آلی، آزادسازی عناصر غذایی و به ویژه نیتروژن از خاک افزایش یابد (Skaalsveen et al., 2019).

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که بازگرداندن بقایای گیاهی به خاک باعث افزایش خلل و فرج و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و در نتیجه افزایش ظرفیت ذخیره آب و تبادل هوا در خاک می‌شود. این مورد اگر در درازمدت ادامه یابد، این عمل منجر به افزایش مواد آلی و بازگشت عناصر به خاک و در نهایت حاصلخیزی خاک می‌شود (Zhao et al., 2016).

نتایج بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی الگوی کاشت و مدیریت بقایای گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلز/ *Brassica napus* نشان داد که حفظ بقایا سبب افزایش ماده آلی تا ۱۸ درصد و الگوی کاشت جوی و پشته با افزایش ۱۳/۸ درصد در عملکرد دانه و افزایش ۳۴/۷ درصد در تعداد بوته در مترمربع نسبت به الگوی کاشت مسطح شد (Moosawi et al., 2013). همچنین در بررسی تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم گزارش شد که عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تأثیر مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی قرار گرفت. به طوری که سوزاندن بقایا در اغلب صفات باعث افزایش و حذف بقایا و منجر به کاهش اجزای عملکرد شد. تیمار برگرداندن بقایا، علی‌رغم دارا بودن بیشترین وزن هزار دانه و شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک را به طور منفی تحت تأثیر قرار داد. بیشترین عملکرد دانه (۶/۶ تن در هکتار) از کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره و سوزاندن بقایای گیاهی و کمترین آن (۶/۲ تن در هکتار) از کاربرد کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس و حذف بقایای گیاهی حاصل شد (Sohrabi et al.,

(2012).

Hordeum vulgare در شرایط آب‌وهوایی ملاثانی بررسی گردید و

جهت اجرای آزمایش از چهار سطح الگوی کشت (مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر، مسطح با فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر، دو ردیف کشت بر روی پشته ۵۰ سانتی‌متری و سه ردیف کشت بر روی پشته ۵۰ سانتی‌متری) و چهار سطح تراکم (۲۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ بوته در مترمربع) استفاده کردند. نتایج آزمایش نشان داد که الگوی کشت تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد بیولوژیک و دانه، وزن هزار دانه و تعداد سنبله در واحد سطح داشت و بیشترین عملکرد بیولوژیک و دانه و تعداد سنبله در واحد سطح از الگوی کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر و بیشترین وزن هزار دانه از الگوی کشت پشته‌ای سه ردیف به دست آمد و همچنین براساس نتایج به‌دست‌آمده، بالاترین عملکرد دانه با میانگین ۵۰۷۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به کمترین فاصله ردیف (الگوی کشت مسطح با فواصل ردیف ۱۷ سانتی‌متر) و تراکم بوته ۲۰۰ بوته در مترمربع حاصل گردید (Soleimaniabyat et al., 2014). مقایسه کشت روی پشته و کف فارو از جنبه فراهمی رطوبت برای گیاه، مدیریت مطلوب علف‌های هرز و افزایش راندمان مصرف آب و عناصر غذایی اهمیت ویژه‌ای داشته و می‌تواند منجر به توسعه حوزه کشت و افزایش کمی و کیفی محصول گردد (Wang et al., 2019).

همچنین در این ارتباط گزارش شده که روش کشت می‌تواند سبب بهبود توزیع نور و در نتیجه کاهش رقابت بین گیاهان شود که این عوامل می‌تواند فتوسنتز جاری و در نتیجه سهم فتوسنتز جاری را در عملکرد نهایی افزایش دهد (Rady et al., 2021). با توجه به اینکه بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در ارتباط با روش کشت و بقایای گیاهی با تأثیر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه بوده و کمتر عوامل فیزیولوژیک مثل انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری مورد بررسی قرار گرفته، لذا هدف از انجام این پژوهش، انتخاب روش مناسب بین سه روش کشت گندم براساس بررسی انتقال مجدد ماده خشک و سهم فتوسنتز جاری در دانه گندم تحت تأثیر مقادیر مختلف بقایای گیاهی در شرایط آب و هوایی منطقه دشت آزادگان بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور مقایسه سه روش کشت مکانیزه گندم در شرایط کاربرد مقادیر مختلف بقایای گیاهی گندم طی سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳ در مزرعه آموزشی مرکز جهاد کشاورزی شهرستان دشت

کشت گیاهان مختلف در کف جوی، یک شیوه نوین در کشت است که دارای مزایای زیادی می‌باشد. مزایای این روش عبارتند از افزایش بازده آب، سرعت بخشیدن به انجام عملیات آبیاری، همچنین کشت در کف جوی باعث افزایش بهره‌وری از آب می‌شود، به‌دلیل استفاده بهینه از آب و مواد غذایی، سیستم ریشه توسعه بهتر و بیشتری داشته و باعث استقرار مناسب بوته‌ها و مقاومت در برابر خشکی می‌شود، امکان افزایش سطح زیرکشت به‌دلیل افزایش بازده آب وجود دارد و کشت در کف جوی برای مناطق با شوری خاک بالا و دارای بافت سبک خاک توصیه می‌شود (Wang et al., 2019; Reshadsedghi & Nikanfar, 2021). در مطالعه‌ای در چین، کشت پشته‌ای گندم آبی (به تعداد سه خط روی پشته با فواصل ۱۵ سانتی‌متر به‌روش مرسوم کشت روی زمین مسطح با فواصل ۲۲ سانتی‌متر) بررسی و گزارش شد که سیستم کشت پشته‌ای به‌طور معنی‌دار باعث افزایش عملکرد دانه و کاهش مصرف آب گردید (Wang et al., 2021). در آزمایشی اثر روش کاشت روی عملکرد ذرت در مرکز تحقیقات کشاورزی بوشهر بررسی شد و در این آزمایش از روش کاشت (یک ردیف روی پشته، دو ردیف طرفین پشته به‌صورت زیگزاگی و یک ردیف کف فارو) استفاده گردید، بیشترین وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک در روش کاشت کف فارو و بعد از آن در روش کشت زیگزاگی مشاهده شد (Dawani et al., 2016).

روش دیگر کشت، کاشت در طرفین پشته‌ها برای مقابله با شوری خاک مناسب است، زیرا املاح خاک همراه با رطوبت به بالا و وسط پشته حرکت می‌کند، مشروط بر آنکه آبیاری‌های بعد از کاشت به‌طور سنگین انجام شوند. چون گیاهچه‌ها در کناره پشته‌ها قرار دارند از خسارت متمرکز املاح مصون می‌باشند. آزمایشی با هدف ارزیابی عملکرد گندم و زیست‌توده علف‌های هرز تحت کاربرد الگوهای کاشت در دانشگاه زنجان انجام شد و در آن از چهار روش کاشت استفاده گردید که شامل کشت تک ردیف روی پشته، کشت تک ردیف داخل جوی، کشت سه ردیف روی پشته‌های عریض و کشت سه ردیف داخل جوی بودند و در نهایت این محققان الگوی کاشت سه ردیف روی پشته و الگوی کاشت یک ردیف داخل جوی را به‌دلیل عملکرد بالا و مهار مناسب علف‌های هرز پیشنهاد دادند (Yousefi et al., 2016). در آزمایشی اثر روش کشت و تراکم بوته بر عملکرد جو

آزادگان واقع در جنوب شرقی استان خوزستان با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ارتفاع پنج متر از سطح دریا انجام شد. شهرستان شادگان در جنوب استان خوزستان واقع شده است. این شهرستان از شمال به شهرستان اهواز، از شرق به شهرستان بندر ماهشهر، از غرب به شهرستان خرمشهر و از جنوب به شهرستان آبادان محدود می‌شود. این شهر دارای آب‌وهوای گرم و مرطوب است. وجود دو رودخانه کارون و جراحی و اراضی قابل کشت، شادگان را به

یکی از مناطق مهم اقتصادی تبدیل کرده است. آمار هواشناسی در محدوده زمانی انجام آزمایش به صورت میانگین ماهانه در جدول ۱ نشان داده شده است.

به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، نمونه مرکب از عمق ۰-۳۰ سانتی متری مزرعه آزمایشی تهیه و به آزمایشگاه منتقل و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج تجزیه آزمون خاک در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین ماهانه شرایط آب‌وهوایی در طول فصل رشد در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲

Table 1- Average monthly weather conditions during the growing season in the crop year 2023-2024

ماه	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
Month	November	December	January	February	March	April	May	June
دمای حداکثر Maximum temperature (°C)	32.3	26.5	25	26	29.7	36.1	46.9	49.9
دمای حداقل Minimum temperature (°C)	11.1	5.6	2.9	6.1	7.1	10.7	19.4	25.8
میانگین دمای ماهانه Average monthly temperature (°C)	19.4	15.3	14.2	15.5	18.3	24.3	33.5	39
بارندگی Rainfall (mm)	15.9	20.5	45.1	13.8	17.2	20	2	0

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2- Physical and chemical properties of the soil at the test site

عمق Depth (cm)	بافت Texture	پتاسیم قابل جذب Absorbable potassium (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب Absorbable phosphorus (mg.kg ⁻¹)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Ec (dS.m ⁻¹)	نیترژن N (%)	مواد آلی Organic matters (%)
0-30	رسی - لومی Clay and loam	144	14.4	7.8	1.24	0.1	0.3

هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل در زمان قبل از کاشت استفاده گردید. کود پتاسیم نیز از منبع کود پتاسیم سولفات در زمان قبل از کاشت با خاک کرت‌های مورد نظر مخلوط شد. ابعاد هر کرت آزمایشی برابر با ۳×۴ مترمربع بود. بر این اساس، مقدار کاه مصرفی در تیمار یک سوم معادل ۲۵۰ گرم برای هر مترمربع (۲/۵ تن در هکتار) و در تیمار دو سوم معادل ۵۰۰ گرم کاه برای هر مترمربع (۵ تن در هکتار) و برای تیمار ۱۰۰ درصد معادل ۷۵۰ گرم کاه برای هر مترمربع (۷/۵ تن در هکتار) بود که قبل از کاشت با خاک مخلوط شد. میزان بذر مصرفی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و کشت در تاریخ ۱۴۰۲/۰۸/۱۸ به صورت مکانیزه انجام شد.

طرح آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل روش کشت که به صورت نواری اجرا شد و شامل سه روش کشت مکانیزه (۱- روش خطی کار، ۲- روش پشته کار و ۳- روش کف کار) و کرت فرعی، کاربرد مقادیر مختلف بقایای گندم در چهار سطح شامل ۱- بدون بقایای گیاهی، ۲- یک سوم بقایا، ۳- دو سوم بقایا و ۴- صد درصد بقایا بود.

ابتدا، قبل از آماده‌سازی زمین، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه‌برداری صورت گرفت. عملیات آماده‌سازی زمین شامل عملیات شخم، دیسک، ماله، کرت‌بندی، توسط مرزبند و نه‌رنزی توسط نه‌رکن بود. کود اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت، یک سوم در زمان کاشت، یک سوم در اوایل ساقه رفتن و بقیه قبل از ظهور سنبله استفاده شد. کود فسفات به میزان ۹۰ کیلوگرم در

جدول ۳- برخی خصوصیات رشدی گندم نان رقم مهرگان
Table 3- Some growth characteristics of bread wheat cultivar Mehregan

کیفیت نانوائی Baking quality	وضعیت ریزش دانه Seed shedding situation	مقاومت به بیماری زنگ قهوه‌ای Resistance to brown rust disease	مقاومت نسبت به بیماری زنگ زرد Resistance to yellow rust disease	مقاومت به خوابیدگی Lodging resistance	عادت رشدی Growth habit	میانگین عملکرد دانه Average seed yield (kg.ha ⁻¹)
بسیار خوب Excellent	مقاوم Resistance	مقاوم Resistance	مقاوم Resistance	مقاوم Resistance	بهاره Spring	5690

مرحله کود باقی مانده به صورت سرک بود. وجین علف‌های هرز نیز به صورت دستی و در دو نوبت انجام گرفت.

صفات مورد اندازه‌گیری

اندازه‌گیری شاخص‌های ذخیره و انتقال ماده خشک فتوسنتزی

به منظور بررسی سهم میزان ماده خشک انتقال یافته به دانه گندم از فتوسنتز جاری یا انتقال مجدد ماده خشک ذخیره شده در اندام‌های رویشی (غالباً قبل از گرده‌افشانی)، وزن بخش رویشی بوته‌های گندم (ساقه، برگ و پوشینه) در دو مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی ثبت شد. زمان گرده‌افشانی به نقل از ژو و همکاران (Xu et al., 2005) زمانی است که ۵۰ درصد از پرچم‌ها از سنبلچه‌های هر سنبله قابل مشاهده باشند. در هر دو مرحله (گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی)، ۲۰ بوته از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و از سطح زمین کف بر شده و معادل سطح زیر کشت آن محاسبه شد. قسمت رویشی بوته‌ها شامل برگ، ساقه، پوشینه، محور سنبله و پوسته دانه‌ها جداسازی گردید. کل نمونه‌ها در آون همانند مراحل قبل خشکانده شد. با داشتن این اطلاعات در دو زمان گرده‌افشانی و رسیدگی، شاخص‌های بررسی انتقال ماده خشک با استفاده از معادله‌های ۲ تا ۸ اندازه‌گیری گردید (Arduini et al., 2006):

معادله (۱)

وزن اندام هوایی به جز دانه = انتقال مجدد ماده خشک (گرم در بوته)
در زمان رسیدگی - حداکثر ماده خشک تولید شده در زمان گرده‌افشانی

معادله (۲)

انتقال مجدد ماده خشک

کارایی انتقال مجدد = $\frac{\text{حداکثر ماده خشک تولید شده در زمان گرده افشانی}}{\text{حداکثر ماده خشک تولید شده در زمان رسیدگی}}$

معادله (۳)

در تیمار کشت با دستگاه خطی کار، کشت به صورت ۲۱ ردیفه با عرض مفید ۲/۵ متر و عمق کاشت ۲ سانتی متر و فاصله بین خطوط کشت ۱۳ سانتی متر انجام شد. در تیمار کشت با دستگاه پشته کار با عرض مفید ۲/۵ متر شامل پنج پشته که هر پشته شامل چهار ردیف کشت بود. در تیمار کشت با دستگاه کف کار با عرض مفید ۲/۵ متر، پنج جوی عریض به عرض ۵۰ سانتی متر ایجاد شد که در کف هر جوی چهار ردیف کشت شد. رقم گندم مورد مطالعه در این پژوهش، رقم مهرگان بود که ویژه اقلیم گرم جنوب با شجره SISAO ROTSAP*2/3/NCB*4//ZUAKS از خزانه بین‌المللی مربوط به مرکز تحقیقات بین‌المللی ذرت و گندم^۱ انتخاب و در سال زراعی ۱۳۷۸ در کرج مورد ارزیابی مقدماتی و تکثیر بذر قرار گرفت. میانگین عملکرد و برخی خصوصیات رقم مهرگان در جدول ۳ نشان داده شده است.

اولین آبیاری در تاریخ ۱۸ آبان ماه بلافاصله پس از کشت انجام گرفت، از نظر میزان کود مصرفی، تمامی کود فسفات و پتاس و یک سوم کود اوره در زمان کاشت و بقیه کود اوره در دو مرحله (در ابتدای مرحله پنجه‌دهی و ساقه رفتن و اوایل گل‌دهی) به صورت سرک (هر مرحله ۵۰ کیلوگرم در هکتار) با دست در مزرعه پخش و دو مرحله نیز از کود ریزمغذی هوموکسال ۹۵ درصد مولتی کم^۲ به صورت محلول پاشی همراه آب آبیاری (به میزان یک کیلوگرم در هکتار) در مرحله ساقه رفتن در کرت‌ها استفاده شد. این کود ریزمغذی شامل ۱۲ درصد پتاسیم محلول در آب^۳، ۴۸ درصد اسیدهیومیک^۴ و ۲۵ درصد اسیدفولویک^۵ می‌باشد. سایر عملیات زراعی شامل آبیاری کرتی و وجین علف‌های هرز به طور یکسان برای تمامی کرت‌ها اعمال شد. عملیات داشت شامل آبیاری، وجین دستی علف‌های هرز و پخش دو

- 1- CIMMYT
- 2- Humuxal%95
- 3- K₂O
- 4- Humic acid
- 5- Fulvic acid

$$100 \times \frac{\text{انتقال مجدد ماده خشک}}{\text{عملکرد دانه}} = \text{سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه}$$

معادله (۴)

انتقال مجدد ماده خشک - عملکرد دانه = میزان فتوسنتز جاری (گرم در بوته)

معادله (۵)

$$\text{فتوسنتز جاری ماده خشک} = \frac{\text{حداکثر ماده خشک تولید شده در زمان گرده افشانی}}{\text{کارایی فتوسنتز جاری}}$$

معادله (۶)

$$100 \times \frac{\text{انتقال جاری ماده خشک}}{\text{عملکرد دانه}} = \text{سهم فتوسنتز جاری ماده خشک در عملکرد دانه}$$

معادله (۷)

$$\text{عملکرد دانه} = \frac{\text{روز پس از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی}}{\text{سرعت تشکیل عملکرد دانه}}$$

معادله (۸)

$$\text{عملکرد زیستی} = \frac{\text{روز پس از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی}}{\text{سرعت تشکیل عملکرد زیستی}}$$

شاخص سطح برگ

برای تعیین شاخص سطح برگ، از هر واحد آزمایشی نمونه‌برداری انجام شد و بعد از جدا نمودن برگ‌ها، سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل LI-3000A, USA در مرحله گل‌دهی اندازه‌گیری گردید و شاخص سطح برگ از تقسیم سطح برگ به سطح زمین تحت اشغال بوته‌ها محاسبه شد.

اندازه‌گیری میزان نیتروژن و پروتئین دانه

به‌منظور اندازه‌گیری میزان نیتروژن دانه، ابتدا دانه‌های برداشت شده از هر کرت به‌صورت مجزا توسط دستگاه آسیاب به حالت پودر درآمد تا بتوان بر روی آن عملیات هضم و تجزیه انجام داد. بدین منظور، جهت تعیین درصد نیتروژن از دستگاه تعیین نیتروژن (کجلدال) استفاده شد، روش کار به این صورت بود که جهت اندازه‌گیری میزان نیتروژن، مقدار یک گرم از نمونه را توزین و در لوله مخصوص دستگاه کجلدال ریخته و سپس ۳/۵ گرم کاتالیزور سی‌سی اسیدسولفوریک خالص اضافه گردید و در ادامه لوله‌های آماده شده به‌جای لوله مخصوص به زیر هود (هواکش) منتقل گردید.

ساکنن مربوطه روی لوله‌ها قرار داده شده و بر روی اجاق دستگاه قرار گرفت. پس از یک ساعت که رنگ محلول به سیاهی تغییر یافت، لوله‌های هضم با دستگیره جای لوله‌ها از روی اجاق برداشته شد تا سرد گردد. پس از سرد شدن لوله‌های هضم به هر لوله ۵۰ سی‌سی آب مقطر اضافه گردید تا برای مرحله قرائت آماده شود. سپس لوله‌ها در دستگاه قرار داده شده و عدد نشان داده شده ثبت گردید. این عدد به درصد بیان شد (Bremner & Mulvaney, 1982). برای محاسبه محتوی پروتئین دانه، مقدار نیتروژن در ضریب (۶/۲۵) ضرب گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ در مرحله گل‌دهی

بررسی نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی حاکی از تأثیرپذیری شاخص سطح برگ از روش کشت و بقایای گیاهی بود (جدول ۴). مقایسه میانگین روش کشت نشان داد که میانگین شاخص سطح برگ در روش کشت خطی کار برابر با ۵/۳ بود که با روش کشت کف کار اختلاف آماری معنی‌داری نداشت، ولی نسبت به کشت جوی‌پشته‌ای به‌طور معنی‌داری (۳۰ درصد) بالاتر بود (جدول ۴). در بین سطوح اصلی بقایای گیاهی نیز مشاهده شد که تیمارهای بدون کاربرد بقایای گیاهی و یک سوم بقایا اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، ولی به‌طور معنی‌داری میانگین کمتری نسبت به تیمارهای کاربرد دو سوم و ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی داشتند (جدول ۵). گزارش شده است که ذخیره رطوبتی خاک ناشی از مدیریت بقایا می‌تواند از طریق تأثیر بر فتوسنتز در گسترش سطح برگ گیاه مؤثر باشد. در واقع به نظر می‌رسد که حفظ بقایای گندم با بهبود نفوذ آب در خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و تعدیل دمای خاک و بهبود ماده آلی خاک به‌خصوص نیتروژن توانسته است که به رشد و توسعه بیشتر گیاه به‌ویژه توسعه برگ‌ها کمک کند (Ghazinejad et al., 2022).

جدول ۴- تجزیه واریانس سطح برگ و صفات مربوط به انتقال مجدد ماده خشک تحت تأثیر سه روش کشت و مقادیر مختلف بقایای گیاهی
Table 4- Analysis of variance of leaf area and traits related to dry matter remobilization under three cultivation method and different plant residues.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	شاخص سطح برگ Leaf area Index	میانگین مربعات Mean of squares						سرعت تشکیل عملکرد زیستی Rate of accumulation Biological yield
			انتقال مجدد Remobilization	کارایی انتقال مجدد ماده خشک Efficiency dry matter remobilization	سهم انتقال مجدد ماده خشک Contribution of dry matter remobilization	میزان فتوسنتز جاری Amount of current photosynthesis	کارایی فتوسنتز جاری Efficiency current photosynthesis	سهم فتوسنتز جاری Contribution of current photosynthesis	سرعت تشکیل عملکرد دانه Rate of accumulation seed yield
بلوک Block	2	5921	0.03	10.4	33.4	34.3	668	61.8	0.0003
روش کشت Cultivation method	2	16010**	0.11**	45.8**	91.9*	10.5 ^{ns}	6265 ^{ns}	94.1*	0.0005 ^{ns}
خطای اصلی Main error	4	2310	0.017	9.1	27.4	12.7	2488	14.1	0.00008
بقایای گیاهی Plant residues	3	10920**	0.21**	71**	78.9*	1.53 ^{ns}	2223 ^{ns}	88*	0.00007 ^{ns}
روش کشت × بقایای گیاهی Cultivation method × plant residues	6	10100 ^{ns}	0.13**	38**	16.2 ^{ns}	11.6 ^{ns}	4423 ^{ns}	21.7 ^{ns}	0.00008 ^{ns}
خطای فرعی Sub error	18	1150	0.01	2.36	17.8	7.3	1845	22.9	0.00006
ضریب تغییرات CV (%)	-	14.18	8.46	11.66	21.47	18.11	25.7	5.99	19.23
									16.84

ns, *, ** and ***: are non-significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.
ns, * and ***: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات سطح برگ و صفات مربوط به انتقال مجدد ماده خشک گندم تحت تأثیر سه روش کشت و مقادیر مختلف بقایای گیاهی
Table 5- Average comparison of leaf area and traits related to dry matter remobilization under three cultivation method and different plant residues.

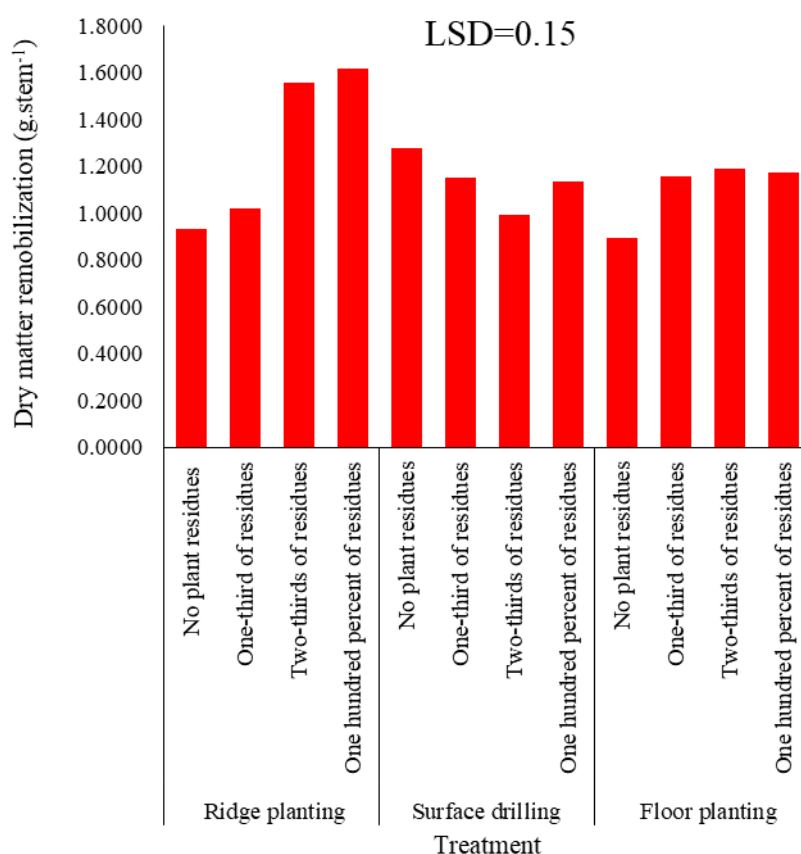
شاخص Leaf area index	انتقال مجدد Remobilization (g.stem ⁻¹)	کارایی انتقال مجدد ماده خشک Efficiency dry matter remobilization (%)	سهم انتقال مجدد ماده خشک Contribution of dry matter remobilization (%)	میزان فتوسنتز جاری Amount of current photosynthesis (g.plant ⁻¹)	کارایی فتوسنتز جاری Efficiency current photosynthesis (%)	سهم فتوسنتز جاری Contribution of current photosynthesis (%)	سرعت تشکیل عملکرد دانه Rate of yield accumulation seed yield (g.day ⁻¹)	سرعت تشکیل عملکرد زیستی Rate of yield accumulation Biological yield (g.day ⁻¹)
روش کشت Cultivation method								
جوی‌پشته Ridge planting	1.28	15.43	19.77	15.38	187.19	79.65	0.042	0.108
خطی کار Surface drilling	1.14	11.91	22.36	13.86	142.23	77.64	0.036	0.098
کف کار Floor method	1.1	12.2	16.83	15.56	171.77	83.17	0.045	0.109
LSD (0.05)	0.15	3.2	3.4	2.7	47.4	4.2	0.05	0.02
سطوح بقایا Residues								
بدون بقایا No plant residues	0.99	9.86	15.27	14.78	158.09	77.91	0.043	0.104
یک سوم بقایای گیاهی One-third of residues	1.11	11.85	20.47	15.12	150.07	79.53	0.044	0.105
دو سوم بقایای گیاهی Two-thirds of residues	1.33	15.23	21.32	15.4	184.23	78.44	0.039	0.109
۱۰۰ درصد بقایا One hundred percent of residues	1.27	15.77	21.56	14.45	175.86	84.73	0.038	0.102
LSD (0.05)	0.08	2.8	2.5	1.7	36.8	4.1	0.08	0.09

اگر میزان اختلاف عددی دو تیمار از عدد نشان دهنده تفاوت معنی دار آماری بین آن دو تیمار می باشد.
If the numerical difference between two treatments is greater than the LSD number, it indicates a statistically significant difference between the two treatments.

انتقال مجدد

نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی نشان داد که انتقال مجدد تحت تأثیر اثرات روش کشت و بقایای گیاهی و برهم کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۴). بررسی نتایج برهم کنش عوامل آزمایشی نشان داد که بیشترین انتقال مجدد ماده خشک مربوط به سطوح تیماری کاربرد دو سوم و ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی در کشت جوی‌وپشته‌ای بود که به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر سطوح تیماری بود. در مقابل، کمترین میانگین این صفت مربوط به تیمار بدون کاربرد بقایای گیاهی در کشت جوی‌وپشته و کف‌کار بود که به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر سطوح تیماری بودند (شکل ۱).

طی مطالعه‌ای مشخص شد که شاخص سطح برگ ذرت در خاک‌ورزی مرسوم (برگرداندن بقایای گیاهی) در مقایسه با کم خاک‌ورزی (باقی ماندن بخشی از بقایای گیاهی) و بدون خاک‌ورزی (حفظ بقایای گیاهی) بیش‌تر بود، اما برای سویا *Glycin max* شاخص سطح برگ در تیمار کم خاک‌ورزی بیش‌تر از خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی بود. تبخیر و تعرق در فصل رشد ذرت برای تیمار بدون خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی سنتی بیش‌تر بود، اما از این نظر در مورد سویا اختلافی مشاهده نشد (Brunel et al., 2013).

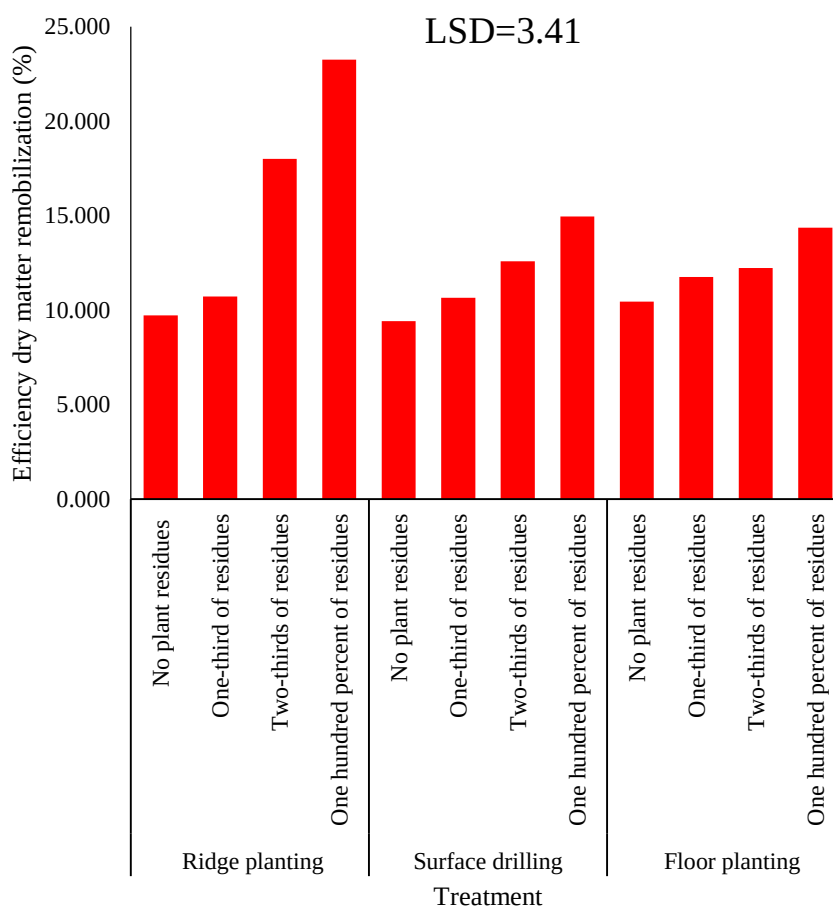


شکل ۱- مقایسه میانگین برهم کنش انتقال مجدد ماده خشک گندم تحت تأثیر روش کشت × بقایای گیاهی (اگر میزان اختلاف عددی دو تیمار از عدد LSD بیشتر باشد نشان دهنده تفاوت معنی دار آماری بین آن دو تیمار می باشد).

Fig. 1- Average comparison of the interaction effect of dry matter remobilization (g.stem^{-1}) of wheat under Cultivation method $\times$ plant residues (If the numerical difference between two treatments is greater than the LSD number, it indicates a statistically significant difference between the two treatments.)

کربوهیدراتی موجود در اندام‌های رویشی علاوه‌بر اینکه از فرآیند تثبیت کربن در برگ‌ها نشأت گرفته، با میزان بهره‌برداری و انتقال به دانه‌ها نیز در ارتباط می‌باشند. پس از مرحله گل‌دهی، میزان فتوسنتز به‌دلیل بروز تنش‌های محیطی کاهش می‌یابد و لذا تحت این شرایط انتقال مجدد مواد فتوسنتزی، سهم قابل توجهی در عملکرد دانه ایفا می‌کند (Hokmalipour & Sharifi, 2016; Naseri et al., 2021).

به نظر می‌رسد که در شرایط کاربرد بقایای گیاهی، در ابتدای رشد شرایط مطلوب‌تر بوده است و گیاه در اواخر دوره رشدی با محدودیت تولید کربوهیدرات‌های جاری توسط سطوح فتوسنتزکننده روبه‌رو شده است، در نتیجه سهم ذخایر انتقال مجدد در پُر شدن دانه‌های تولیدشده افزایش یافته است. تحقیقات مختلف انجام‌شده بر فرآیندهای ذخیره‌سازی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی نشان داده است که عملکرد دانه در صورت عدم تعادل بین حرکت مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن که مبتنی بر تولید مواد فتوسنتزی منبع از یک طرف و ظرفیت مخزن از طرف دیگر است، کاهش می‌یابد، ذخایر



شکل ۲- مقایسه میانگین بهره‌کنش کارایی انتقال مجدد ماده خشک گندم تحت تأثیر روش کشت × بقایای گیاهی (اگر میزان اختلاف عددی دو تیمار از عدد LSD بیشتر باشد نشان دهنده تفاوت معنی دار آماری بین آن دو تیمار می باشد)

Fig. 2- Average comparison of the interaction effect of efficiency dry matter remobilization of wheat under cultivation method × plant residues (If the numerical difference between two treatments is greater than the LSD number, it indicates a statistically significant difference between the two treatments.)

کارایی انتقال مجدد ماده خشک

بررسی نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار اثرات روش کشت، بقایای گیاهی و برهم‌کنش آن‌ها بر صفت کارایی انتقال مجدد ماده خشک بود (جدول ۴). بررسی نتایج برهم‌کنش کارایی انتقال مجدد ماده خشک نشان داد که بیشترین مقدار مربوط به تیمار کاربرد ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی در شرایط کشت جوی‌پشته (۲۳/۳ درصد) بود که به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر سطوح تیماری بود (شکل ۲). کمترین میانگین کارایی انتقال مجدد ماده خشک مربوط به تیمار بدون کاربرد بقایای گیاهی در کشت خطی کار (۹/۴۲ درصد) بود، که تفاوت ۶۰ درصدی را نشان دادند (شکل ۲). به نظر می‌رسد که با افزایش تعداد سنبلچه در سنبله و دانه در سنبله در شرایط کاربرد بقایای گیاهی، فتوسنتز جاری به‌تنهایی قادر به فراهمی مواد پرورده برای پُر کردن دانه‌های تولیدشده نبوده، لذا گیاه برای تأمین نیاز مقاصد فیزیولوژیکی تولیدشده تکیه گسترده‌ای بر انتقال مجدد مواد ذخیره‌شده در اندام‌های رویشی (قبل از گرده‌افشانی) دارد. در واقع، کاربرد بقایای گیاهی نه‌تنها توانست یک هماهنگی بین مراحل رشدی ایجاد کند، بلکه با تکیه بر انتقال مجدد مواد خشک ذخیره‌شده در اندام‌های رویشی، نیاز دانه‌ها را فراهم و بهبود عملکرد را در پی داشته است. در این راستا گزارش شده است که پتانسیل بازانتقال ماده خشک ذخیره‌شده در اندام‌های رویشی به دانه‌ها تحت تأثیر عواملی همچون نوع گیاه، تأثیر گیاه قبلی بر رشد اولیه گندم و همچنین میزان نهاده‌های مصرفی قرار دارد (Sohrabi et al., 2014).

سهم انتقال مجدد ماده خشک

براساس نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی، سهم انتقال مجدد ماده خشک تنها تحت تأثیر اثرات روش کشت و مقادیر بقایای گیاهی قرار گرفت (جدول ۴). بررسی نتایج مقایسه میانگین صفات آزمایشی نشان داد که بیشترین سهم انتقال مجدد ماده خشک مربوط به کشت خطی کار (۲۲/۴ درصد) بود که به‌طور معنی‌داری بالاتر از کشت جوی‌پشته‌ای (۱۹/۸ درصد) و کشت کف‌کار (۱۶/۸ درصد) بود (جدول ۵). در بین مقادیر مختلف بقایای گیاهی نیز مشاهده شد که کمترین سهم انتقال مجدد ماده خشک مربوط به تیمار عدم کاربرد بقایای گیاهی (۱۵/۲۷ درصد) بود که به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر سطوح تیماری بود. در مقابل، بین مقادیر مختلف کاربرد بقایای

گیاهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). بر این اساس مشاهده شد که تیمار کاربرد یک سوم، دوسوم و ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی به‌ترتیب ۳۴، ۴۰ و ۴۱ درصد سهم بیشتری از انتقال مجدد ماده خشک نسبت به تیمار بدون بقایای گیاهی داشتند.

همان‌طور که نتایج این پژوهش نشان داد، در شرایط کاربرد بقایای گیاهی، اجزای عملکرد یعنی تعداد سنبله در بوته، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله افزایش یافت. بنابراین جهت پاسخ‌گویی به نیاز مخازن فیزیولوژیکی، گیاه به مواد فتوسنتزی بیشتری نیاز دارد که تحت این شرایط علاوه بر فتوسنتز جاری، گیاه از مواد فتوسنتزی که قبل از مرحله گرده‌افشانی در مخازن فیزیولوژیکی (ساقه) ذخیره نموده است، استفاده می‌کند که در نهایت سبب افزایش سهم انتقال مجدد ماده خشک شده است. همچنین افزایش سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در تعیین عملکرد نهایی را می‌توان به شرایط محیطی نامطلوب آخر فصل (افزایش دما و شدت تبخیر) در شرایط آب‌وهوایی منطقه مورد آزمایش نسبت داد. در واقع، در شرایط مطلوب و دسترسی به منابع کافی، چون فتوسنتز جاری افزایش می‌یابد، تعادل منبع و مخزن تا حد زیادی حفظ و مواد تولیدی منبع می‌تواند در مخزن مورد بهره‌برداری قرار گیرند، اما در شرایط محدودیت‌های محیطی، به‌دلیل عدم دسترسی به عناصر غذایی، تعادل قدرت منبع و مخزن به هم خورده که در چنین شرایطی، قدرت مخزن بیشتر از منبع بوده و به‌دلیل روابط فیزیولوژیکی موجود بین منبع و مخزن، منبع میزان انتقال ماده خشک را افزایش داده تا قسمتی از نیاز شدید مخازن (دانه‌ها) را فراهم آورد (Naseri et al., 2021).

سهم فتوسنتز جاری

بررسی نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی نشان داد که سهم فتوسنتز جاری در عملکرد نهایی محصول نیز تنها تحت تأثیر روش کشت و مقادیر بقایای گیاهی قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر روش کشت نشان داد که در الگوهای مختلف کشت، بیشترین سهم فتوسنتز جاری مربوط به روش کشت کف‌کار (۸۳/۲ درصد) بود که با روش کشت جوی‌پشته‌ای (۷۹/۶ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی نسبت به تیمار کشت خطی کار (۷۷/۶ درصد) برتری آماری معنی‌داری داشتند و تفاوت ۶ درصدی بین کشت کف‌کار و

درصد نیتروژن و پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی نشان داد که درصد نیتروژن و پروتئین دانه تنها تحت تأثیر اثر بقایای گیاهی در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۶). براساس نتایج مقایسه میانگین، درصد نیتروژن و پروتئین دانه، بین تیمارهای بدون کاربرد بقایای گیاهی (۲/۸۹ و ۱۵/۲۷ درصد به ترتیب نیتروژن و پروتئین دانه و کاربرد یک سوم بقایای گیاهی (۲/۸۸ و ۱۵/۲ درصد به ترتیب نیتروژن و پروتئین دانه)) اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت و میانگین پایین‌تری نسبت به دو سطح تیماری دیگر داشتند (جدول ۷). در مقابل، تیمارهای کاربرد دوسوم بقایای گیاهی (۱۵/۳ و ۱۶/۶۳ درصد به ترتیب نیتروژن و پروتئین دانه) و ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی (۳/۱۹ و ۱۶/۸۶ درصد به ترتیب نیتروژن و پروتئین دانه) اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، ولی دارای میانگین بالاتری نسبت به دو سطح تیماری بودند (جدول ۶). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که میزان پروتئین دانه گندم تحت تأثیر مدیریت‌های زراعی نظیر میزان، زمان و چگونگی مصرف نیتروژن، نوع ژنوتیپ و شرایط محیطی در مراحل قبل و پس از گرده‌افشانی قرار دارد (Sohrabi et al., 2014). در این پژوهش، به نظر می‌رسد که در تیمارهای کاربرد دو سوم و ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی، به واسطه افزایش حجم بقایای گیاهی گندم و همچنین به دلیل استفاده از کود اوره، تجزیه بقایای گیاهی به خوبی صورت گرفته است و جذب نیتروژن تحت این مدیریت به صورت ذخیره‌سازی و افزایش درصد پروتئین دانه به کار گرفته شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تلفیق مدیریت بقایای گیاهی با انتخاب روش کشت مناسب، راهکاری مؤثر برای بهبود کارایی فیزیولوژیک و افزایش عملکرد و کیفیت دانه گندم است، به گونه‌ای که روش‌های کشت جوی‌پشته‌ای و کف‌کار در ترکیب با سطوح بالاتر بقایای گیاهی (دو سوم و ۱۰۰ درصد)، با ایجاد شرایط مطلوب رطوبتی و تغذیه‌ای موجب افزایش شاخص سطح برگ، بهبود انتقال مجدد ماده خشک و ارتقای سهم فتوسنتز جاری در پرشدگی دانه شدند.

خطی‌کار مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر اصلی مقادیر مختلف بقایای گیاهی نشان داد که در بین سطوح مختلف، تیمارهای بدون کاربرد بقایای گیاهی (۷۷/۹ درصد)، یک سوم و دو سوم بقایای گیاهی (به ترتیب ۷۹/۵ و ۷۸/۴ درصد) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و نسبت به تیمار کاربرد ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی (۸۴/۷ درصد) به طور معنی‌داری میانگین پایین‌تری داشت (جدول ۵). دلیل افزایش سهم فتوسنتز جاری در این پژوهش را می‌توان به تولید زیست‌توده بیشتر و در نتیجه فتوسنتز جاری بیشتر نسبت داد. در واقع، همان‌طور که قبل‌تر نیز ذکر شد، مخلوط کردن بقایای گیاهی گندم منجر به افزایش مواد آلی خاک، عناصر غذایی خاک (فسفر، پتاسیم و روی)، بهبود فضای توسعه ریشه گیاهان بعدی و حاصلخیزی خاک می‌شود (Pandey et al., 2020) که این موارد سبب بهبود وضعیت فتوسنتزی گیاه و افزایش توان فتوسنتز جاری گیاه خواهد شد که این عوامل بر میزان عملکرد گیاه تأثیرگذار هستند. همچنین گزارش شده است که روش کشت می‌تواند سبب بهبود توزیع نور و در نتیجه کاهش رقابت بین گیاهان شود که این عوامل می‌تواند فتوسنتز جاری و در نتیجه سهم فتوسنتز جاری را در عملکرد نهایی افزایش دهد (Rady et al., 2021).

سرعت تشکیل عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی نشان داد که سرعت تشکیل عملکرد دانه تحت تأثیر روش کشت قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین سرعت تشکیل عملکرد زیستی تحت تأثیر روش کشت نشان داد که میانگین این صفت در شرایط کشت جوی‌پشته‌ای (۰/۴۲ گرم در روز) با کشت کف‌کار (۰/۴۵ گرم در روز) اختلاف آماری معنی‌داری نداشته و به طور معنی‌داری میانگین بالاتری نسبت به تیمار کشت خطی‌کار (۰/۳۶ گرم در روز) نشان داد (جدول ۵). هم‌راستا با این نتایج گزارش شده است که با کاشت بذر در داخل جویچه آبیاری، به دلیل فراهم بودن رطوبت بیشتر در داخل جویچه، کاهش تبخیر از سطح خاک و شست‌وشوی بیشتر نمک خاک از کف جویچه، شرایط مناسبی برای جوانه‌زنی بذر، رشد گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد محصول فراهم می‌شود. بنابراین افزایش سرعت تشکیل عملکرد دانه در شرایط کشت جوی‌پشته‌ای و کف‌کار را می‌توان به دلیل شرایط بهتر رشدی گیاه تحت این روش‌های کشت نسبت داد (Li et al., 2010).

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد نیتروژن و پروتئین دانه گندم تحت تأثیر روش کشت و بقایای گیاهی
Table 6- Analysis of variance (mean of squares) for seed nitrogen and protein percentage of wheat under cultivation method and plant residues

	درجه آزادی df	نیتروژن دانه Seed nitrogen	پروتئین دانه Seed protein
بلوک Block	2	0.046	1.30
روش کشت Cultivation method	2	0.011 ^{ns}	0.32 ^{ns}
خطای اصلی Main error	4	0.030	0.84
بقایای گیاهی Plant residues	3	0.246 ^{**}	6.93 ^{**}
روش کشت × بقایای گیاهی Cultivation method × Plant residues	6	0.009 ^{ns}	0.27 ^{ns}
خطای فرعی Sub error	18	0.018	0.51
ضریب تغییرات CV (%)	-	4.48	4.45

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
ns, * and **: are non-significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین درصد نیتروژن و پروتئین دانه گندم تحت تأثیر روش کشت و بقایای گیاهی
Table 7- Average comparison of seed nitrogen and protein percentage under cultivation method and plant residues

	درصد نیتروژن دانه Seed nitrogen (%)	درصد پروتئین دانه Seed protein (%)
روش کشت Cultivation method		
جوی وپشته Ridge planting	3.06	16.18
خطی کار Surface drilling	3.01	15.91
کف کار Floor method	3.01	15.88
LSD (0.05)	0.08	0.79
سطوح بقایا Residues		
بدون بقایا No plant residues	2.89	15.27
یک سوم بقایای گیاهی One-third of residues	2.88	15.2
دو سوم بقایای گیاهی Two-thirds of residues	3.15	16.63
۱۰۰ درصد بقایا One hundred percent of residues	3.19	16.86
LSD (0.05)	0.22	1.2

اگر میزان اختلاف عددی دو تیمار از عدد LSD بیشتر باشد نشان دهنده تفاوت معنی دار آماری بین آن دو تیمار می باشد.
If the numerical difference between two treatments is greater than the LSD number, it indicates a statistically significant difference between the two treatments.

گیاهی به خاک، به عنوان یک راهکار مدیریتی پایدار و کارآمد برای دستیابی به عملکرد مطلوب و کیفیت بالاتر دانه گندم در مناطق مشابه اقلیمی توصیه می شود.

همچنین کاربرد مقادیر بیشتر بقایا ضمن افزایش معنی دار درصد نیتروژن و پروتئین دانه، با تقویت فعالیت های میکروبی و حاصلخیزی خاک، پایداری سیستم تولید را در شرایط اقلیمی گرم و خشک منطقه مورد مطالعه ارتقاء داد. بنابراین، به کارگیری الگوی کشت جوی وپشته ای یا کف کار همراه با بازگرداندن حداقل دو سوم بقایای

کشاورزی دشت آزادگان و سایر عزیزانی که در انجام این تحقیق

مساعدت و همکاری شایانی داشته‌اند، ابراز می‌داریم.

بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی

دانشگاه شهید چمران اهواز و حمایت‌های مرکز تحقیقات جهاد

References

1. Agricultural Ministry Statistics (Volume 2). (2022). Ministry of Agricultural Jihad.
2. Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L., & Mariotti, M. (2006). Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy*, 25(4), 309-318. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.06.009>
3. Bremner, J. M., & Mulvaney, C. S. (1982). Nitrogen-total. In A. L. Page, R. H. Miller, & D. R. Keeney (Eds.), *Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. pp. 595-624. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America.
4. Brunel, N., Seguel, O., & Acevedo, E. (2013). Conservation tillage and water availability for wheat in the dryland of central Chile. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13(3), 622-637. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162013005000049>.
5. Chen, P., Du, Q., Liu, X., Zhou, L. I., Hussain, S., Lei, L. U., & Yong, T. (2017). Effects of reduced nitrogen inputs on crop yield and nitrogen use efficiency in a long-term maize-soybean relay strip intercropping system. *PloS One*, 12(9), 565-581. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184503>.
6. Dawani, D., Nabipoor, M., & Roushanfekr, H. (2016). Investigating the effect of cytokinin and auxin hormones and planting pattern on yield and yield components of grain corn under saline conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(1), 171-184. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22055/ppd.2016.12433>
7. Devi, S., Hooda, V. S., Singh, J., & Kumar, A. (2017). Effect of planting techniques and weed control treatments on growth and yield of wheat. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(3), 1534-1539. <https://doi.org/10.31018/jans.v9i3.1381>
8. Ghazinejad, M. Monjezi, N., Rahnema Ghahfarokhi, A. & Sheikhdavoodi, M. J. (2022). Effect of tillage method and wheat residues on physical productivity of water and corn yield in Dezful city. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 32(1), 17-33. <https://doi.org/10.22034/saps.2021.24794>
9. Heidari, A. (2020). The effect of crop residue management and tillage on soil resistance and potato yield. *Journal of Applied Potato Sciences*, 3(2), 9-20.
10. Hokmalipour, S., & Sharifi, R. S. (2016). Effect of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on dry matter remobilization of spring barley at different levels of nitrogen and phosphorus fertilizers. *Journal of Soil Research*, 29(4), 126-407. <https://doi.org/10.22092/ijsr.2015.105901>
11. Khan, M. B., Yousaf, F., Hussain, M., Haq, M. W., Lee, D. J., & Farooq, M. (2012). Influence of planting methods on root development, crop productivity and water use efficiency in maize hybrids. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(4), 556-563. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392012000400015>
12. Latifi, Z., & Shabanali Fami, H. (2022). Forecasting wheat production in Iran using time series technique and artificial neural network. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 24(2), 261-273. <https://doi.org/10.52547/jast.24.2>.
13. Li, Q. Q., Zhou, X. B., Chen, Y. H., & Yu, S. L. (2010). Grain yield and quality of winter wheat in different planting patterns under deficit irrigation regimes. *Plant, Soil and Environment*, 10(1), 482-487. <https://doi.org/10.17221/242/2009-PSE>
14. Mirzaee, M., Mahmoodabadi, M., & Naghavi, H. (2016). Effects of different management practices of barley straw and alfalfa residue on soil moisture content and aeration behavior under field conditions. *Journal of Water and Soil Conservation*, 23(1), 155-170. <https://doi.org/20.1001.1.23222097.1395.23.1.12.4>
15. Moosawi, S. G. H., Asoodar, M. A., & Poormohammadi, P. (2013). Investigating the effects of different tillage methods, planting patterns, and crop residue management on rapeseed (Canola) yield and yield components, The 8th National Congress of Agricultural Machinery Engineering (Biosystem) and Mechanization of Iran,

- Mashhad, Iran. (In Persian)
16. Naseri, R., Mirzaei, A., & Abbasi, A. (2021). Study on remobilization of photosynthetic materials in different barley cultivars influenced by applications of different sources of fertilizer under dryland farming, *Journal of Crops Improvement*, 23(4), 777-794. <https://doi.org/10.22059/jci.2021.320131.2459>
17. Pandey, M., Shrestha, J., Subedi, S., & Shah, K. K. (2020). Role of nutrients in wheat: A review. *Tropical Agrobiodiversity*, 1(1), 18-23. <https://doi.org/10.26480/trab.01.2020.18.23>
18. Rady, M. O., Semida, W. M., Howladar, S. M. & Abd El-Mageed, T. A. (2021). Raised beds modulate physiological responses, yield and water use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L) under deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 245(1), 106-121. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106629> .
19. Reshadsedghi, A., & Nikanfar, R. (2021). Increasing water use efficiency in mechanized wheat cultivation using in-furrow seed drill in saline soils conditions. *Journal of Water and Sustainable Development*, 8(1), 89-96. <https://doi.org/10.22067/jwsd.v8i1.2123>
20. Safari, A., Asoudarghasemi, M., Ghaseminejad, M., & Ebdali Mashadi, A. (2013). Effects of residue management, different conservation tillage and seeding on soil physical properties and wheat grain yield. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 23(2), 49-59.
21. Skaalsveen, K., Ingram, J., & Clarke, L. E. (2019). The effect of no-till farming on the soil functions of water purification and retention in north-western Europe: A literature review. *Soil and Tillage Research*, 189(1), 98-109. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.01.004>
22. Sohrabi, S. S., Fateh, E., Ayneband, A., & Rahnama, A. (2014). Evaluation the effect of the residue management and different nitrogen sources on wheat yield and components. *Journal of Agroecology*, 6(3), 645-655. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.1001.1.20087366.1393.6.3.9.6>
23. Soleimaniabyat, M., Moraditelawat, M. R., Siadat, S. A., & Koochekzadeh, A. (2014). Studying the effect of cropping pattern and plant density on barley yield and yield components. First Electronic Conference on New Findings in Environment and Agricultural Ecosystems, Tehran, Iran. (In Persian)
24. Wang, F. Y., Han, H. Y., Lin, H., Chen, B., Kong, X. H., Ning, X. Z., Wang, X. W., Yu, Y., & Liu, J. D. (2019). Effects of planting patterns on yield, quality, and defoliation in machine-harvested cotton. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(9), 2019-2028. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62615-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62615-0)
25. Wang, Y., Li, S., Cui, Y., Qin, S., Guo, H., Yang, D., & Wang, C. (2021). Effect of drip irrigation on soil water balance and water use efficiency of maize in northwest China. *Water*, 13(2), 217. <https://doi.org/10.3390/w13020217>
26. Xu, Z. Z., Yu, Z. W., Wang, D., & Zhang, Y. L. (2005). Nitrogen accumulation and translocation for winter wheat under different irrigation regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(6), 439-449. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2005.00178.x>.
27. Yousefi, A. Z., Pouryousef, M., & Mardani, R. (2016). Evaluation of wheat yield and weed biomass under planting patterns and irrigation regimes. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 26(2), 17-30. <https://sid.ir/paper/180609/en> (In Persian with English abstract).
28. Zhao, B., Zhang, J., Yu, Y., Karlen, D. L., & Hao, X. (2016). Crop residue management and fertilization effects on soil organic matter and associated biological properties. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(1), 17581-17591. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6818-7>