Effect of Different Conservation Tillage Methods on Rice Yield in Dry Seeded Method in Golestan Province

Ahmad Sharifi Malvajerdi[1*], Hamid Reza Sadeghnezhad[2]

Received: July 8, 2024 Accepted: September 11, 2024

1- Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

2- Agricultural Engineering Research Department, Golestan Province Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Golestan, Iran

*Corresponding Author Email: ahmadsharifi47@yahoo.com

Abstract

This research was conducted in order to investigate a conservation tillage method suitable for dry seeded rice in Golestan province for one year and in the form of a completely randomized block design in three replications in the residues of the previous crop (wheat). The independent variable of the experiment included 5 treatments, which include no-tillage with a direct seeding machine (T1), minimum tillage with a combination tillage machine at a depth of 15 cm + leveler + planting rice seeds with a seed drill (T2), minimum tillage with a chisel packer at a depth of 15 cm + leveler + planting rice seeds with seed drill (T3), minimum tillage with disc at a depth of 10 cm + leveler + planting rice seeds with seed drill (T4) and conventional tillage at a depth of 25 cm + transplanting (T5) (control). The parameters that were measured and calculated in this research were: the time required for tillage and planting operations, the field capacity of tillage and planting machines, the number of established plants, yield, number of clusters per square meter, plant height, spike length, number of healthy seeds in a spike, number of effective and ineffective tillers, dry biomass, dry harvest index and 1000 seed weight. The results showed that the minimum time required for tillage and planting operations is 1.4 hours per hectare and the highest field capacity belongs to no-tillage treatment with 3.7 hectares per hour. The maximum time required for tillage and planting operations in the conventional treatment is 456.7 hours due to considering the time of preparation of rice seedlings as well as manual planting of seedlings. Although the effect of tillage in the preparation of the seedbed to obtain the yield is significant, but among the conservation tillage methods, apart from no-tillage, due to the non-significance of the results of the yield components, the yield is also was not significant and its values were lower than the grain yield in the conventional treatment. Therefore, among the treatments, the highest average grain yield and harvest index were obtained in the conventional treatment, equal to 5238 kg/ha and 51.4%, respectively.

Keywords: Dry Rice Seeded, Conservation Tillage, Seed Yield, Field Capacity, Tillage and Planting Time

How to cite:
Sharifi Malvajerdi, A. Sadeghnezhad, HR. (2024). *Effect of Different Conservation Tillage Methods on Rice yield in Dry in Golestan Province.* Journal of Agricultural Mechanization, 9 (2):45-53.
https://doi.org/10.22034/jam.2024.62390.1281.

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی بر عملکرد برنج خشکه‌کاری شده در استان گلستان

احمد شریفی مالواجردی[1*]، حمیدرضا صادق نژاد[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۱

۱- موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی- کرج- ایران

۲- بخش تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی-مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان-سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی- گلستان- ایران

* مسئول مکاتبه E-mail: ahmadsharifi47@yahoo.com

چکیده

این تحقیق به منظور معرفی روش خاک‌ورزی حفاظتی مناسب برای خشکه‌کاری برنج در استان گلستان به مدت یک سال و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در بقایای محصول قبلی (گندم) اجرا شد. متغیر مستقل آزمایش شامل ۵ تیمار بودند که عبارتند از بی‌خاک‌ورزی با ماشین کاشت مستقیم (T1)، کم‌خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب در عمق ۱۵ سانتی‌متر +ماله+ کاشت بذر برنج با خطی‌کار(T2)، کم‌خاک‌ورزی با چیزل پکر در عمق ۱۵ سانتی‌متر+ ماله+ کاشت بذر برنج با خطی‌کار(T3)، کم‌خاک‌ورزی با دیسک در عمق ۱۰ سانتی‌متر+ ماله+ کاشت بذر برنج با خطی‌کار(T4) و خاک‌ورزی مرسوم در عمق ۲۵ سانتی‌متر+ نشاءکاری (T5)(شاهد). پارامترها و شاخص‌هایی که در این تحقیق اندازه‌گیری و محاسبه شدند عبارت بودند از: زمان مورد نیاز برای عملیات خاک‌ورزی و کاشت، ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت، تعداد بوته استقرار یافته، عملکرد، تعداد خوشه در مترمربع، ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد دانه سالم در خوشه، تعداد پنجه بارور و نابارور ، زیست توده خشک، شاخص برداشت خشک و وزن هزاردانه. نتایج نشان داد که کمترین زمان مورد نیاز عملیات خاک‌ورزی و کاشت با ۱/۴ ساعت بر هکتار و بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای متعلق به تیمار بی‌خاک‌ورزی با ۳/۷ هکتار بر ساعت است. بیشترین زمان مورد نیاز عملیات خاک‌ورزی و کاشت در تیمار مرسوم با ۴۵۶/۷ ساعت به دلیل در نظر گرفتن زمان تهیه نشاء برنج و همچنین کاشت نشاء به روش دستی است. تاثیر خاک‌ورزی در آماده‌سازی بستر بذر برای بدست آوردن عملکرد نیز اگرچه معنی‌دار بوده اما در بین روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، به غیر از بی‌خاک‌ورزی، به دلیل معنی‌دار نبودن نتایج اجزای عملکرد، عملکرد نیز معنی‌دار نگردید و مقادیر آن کمتر از عملکرد دانه در تیمار مرسوم حاصل شد. بنابر این در بین تیمارها بیشترین میانگین عملکرد دانه و شاخص برداشت مربوط به تیمار مرسوم و به ترتیب برابر با ۵۲۳۸ کیلوگرم بر هکتار و ۵۱/۴ درصد بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: خشکه‌کاری برنج، خاک‌ورزی حفاظتی، عملکرد دانه، ظرفیت مزرعه‌ای، زمان عملیات خاک‌ورزی و کاشت

۱- مقدمه

برنج یکی از مهمترین محصولات کشاورزی و اقلام غذایی مردم در ایران است. سطح زیرکشت این محصول در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ برابر با ۸۵۴۸۷۴ هکتار در کشور بوده که از این مقدار، ۹۹۷۹۴ هکتار مربوط به استان گلستان است (Anonymous, 2021). با توجه به نقش برنج در رژیم غذایی مردم و اهمیت تامین امنیت غذایی در کشور، افزایش تولید برنج همواره در برنامه دولت قرارگرفته است. اما این موضوع بایستی با در نظر گرفتن فناوری‌های جدید مورد توجه قرار گیرد. هر چند روش‌ها و فناوری‌های جدید باعث حفاظت از منابع و افزایش سودآوری می‌شود، اما پذیرش و فراگیر شدن این روش‌ها به عوامل اقتصادی، اجتماعی، فنی و حمایت نهادهای سیاسی بستگی دارد. یکی از عوامل مهم در پذیرش یک فناوری جدید، هزینه‌های بکارگیری و سودآوری اقتصادی آن برای تولید کننده است (Sajida et al., 2013). روش متداول کشت برنج در کشور، آماده‌سازی زمین به روش گلخرابی (پادلینگ) و سپس کاشت نشائی برنج است. اما روش دیگری که هنوز چندان ویژه در مناطق برنج‌خیز مرسوم نشده، خشکه‌کاری برنج یعنی کاشت مستقیم بذر برنج در مزرعه است. این روش در سال‌های اخیر مورد توجه متخصصان و محققان و همچنین کشاورزان برخی استان‌های مهم برنج‌خیز کشور قرار گرفته است. اتخاذ روش مناسب خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین برای استقرار وکاشت بذر برنج بصورت مستقیم در مزرعه از چالش‌هایی است که متخصصان امر با آن روبرو گردیده‌اند. Xu et al. (2019) در یک مطالعه فراتحلیل، عملکرد برنج را در روش‌های کشت مستقیم و نشائی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آن ها نتیجه گرفتند عملکرد در روش کشت مستقیم نسبت به روش نشائی ۱۲درصد کمتر است. این کاهش عملکرد را به مدیریت مزرعه، نوع خاک، شرایط اقلیمی نسبت دادند. همچنین بررسی آن‌ها نشان داد که نوع خاک‌ورزی(بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) در عملکرد تاثیر معنی‌داری ندارد. در تحقیق دیگری Jat et al. (2022) عملکرد برنج را در روش‌های کشت مستقیم و کشت مکانیکی نشائی مقایسه نمودند. در این مقایسه، عملکرد برنج در روش کشت مستقیم ۱۰ درصد بیشتر از کشت نشائی گزارش شده است. عواملی نظیر پنجه‌زنی موثر، تعداد دانه بیشتردر خوشه، طول بیشتر خوشه و وزن هزاردانه بیشتر نسبت به روش نشائی در افزایش عملکرد تاثیر مستقیم داشته است.

اثر روش‌های خاک‌ورزی-کاشت را با مقادیر مختلف بذر نیز آزمایش گردید. آنها سه روش خاک‌ورزی-کاشت شامل ماشین خاک‌ورز-کاشت نواری، دوبار دیسک و کاشت با خطی‌کار و کاشت مستقیم با ماشین بی‌خاک‌ورزی را با هم مقایسه شدن و نتیجه گرفتند که روش‌های مذکور از نظر عملکرد اختلاف معنی‌داری نداشتند و روش استفاده از ماشین خاک‌ورز-کاشت نواری بیشترین عملکرد را داشت(Gilani and Loveimi, 2021). تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد دو رقم برنج در روش خشکه‌کاری مورد بررسی قرار گرفت. روش‌های خاک‌ورزی عبارت بودند از روش مرسوم گاوآهن برگرداندار و دو بار دیسک+ماله، دو بار دیسک سبک و ماله، دو بار دیسک سنگین و ماله، یک بار کولتیواتور پنجه‌غازی به عمق ۱۰ سانتی‌متر و ماله، یک بار کولتیواتور پنجه‌غازی به عمق ۱۵ سانتی‌متر و ماله، یک بار روتیواتور و روش بی‌خاک‌ورزی. کمترین عملکرد شلتوک از روش بی‌خاک‌ورزی به دست آمد و دیگر روش‌های خاک‌ورزی با روش مرسوم در یک گروه معنی‌داری قرار گرفتند و تفاوت معنی‌دار نداشتند. در این تحقیق روش خاک‌ورزی با رتیواتور به دلیل کاهش معنی‌دار در مصرف سوخت، انرژی، زمان مورد نیاز و هزینه خاک‌ورزی، نسبت به روش مرسوم توصیه شده است (Dehghan and Almasi, 2006). تاثیر دو روش مختلف تهیهٔ بستر نشاء شامل پادلینگ (گلخرابی) و فشرده کردن خاک به‌وسیله یک غلتک دنباله‌بند ۵ تنی تراکتوری بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، مصرف آب و عملکرد محصول بررسی شد. آنها نتیجه گرفتند که نیاز آبی در روش فشرده کردن خاک با غلتک با متوسط ۱۱/۵ میلی‌متر در روز نسبت به روش مرسوم (پادلینگ) با ۱۳/۱ میلی‌متر در روز به طور معنی‌داری کمتر بود. در پژوهش مذکور، استفاده از روش فشرده کردن خاک با غلتک به جای گلخرابی برای آماده سازی بستر برنج توصیه شد(Hemmat and Taki, 2002). با توجه به بررسی انجام شده، به‌کارگیری روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی یعنی بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم) و کم‌خاک‌ورزی (بهم زدن کمتر خاک) در تولید محصولاتی نظیر گندم، ذرت، سویا، پنبه و ... استفاده شده است. اما در خصوص تولید برنج این روشها کمتر بکار گرفته شده است. بدین منظور در این تحقیق، روش‌های بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم در خشکه‌کاری برنج در استان گلستان مورد بررسی قرارگرفت.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی‌محله) واقع در فاصله پنج کیلومتری شمال گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی اجرا گردید. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا به طور متوسط برابر ۵ متر و میانگین بارندگی سالانه آن برابر ۴۵۰ میلی‌متر است. از نظر آب و هوایی دارای اقلیم معتدل و دارای بافت خاک آن لومی شنی رسی با اسیدیته ۷/۷ و هدایت الکتریکی ۱/۴۲ دسی زیمنس بر متر و وزن مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب است. این تحقیق به منظور بررسی چند روش خاک‌ورزی برای خشکه‌کاری برنج در استان گلستان به مدت یک سال و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در بقایای محصول قبلی (گندم) اجرا شد. متغیر مستقل آزمایش شامل ۵ تیمار بودند که عبارتند از:

۱. بی‌خاک‌ورزی با ماشین کاشت مستقیم (T1)
۲. کم‌خاک‌ورزی با خاک‌ورز مرکب در عمق ۱۵ سانتی‌متر+ماله+ کاشت بذر برنج با خطی‌کار (T2)
۳. کم‌خاک‌ورزی با چیزل پکر در عمق ۱۵ سانتی‌متر+ ماله+ کاشت بذر برنج با خطی‌کار (T3)
۴. کم‌خاک‌ورزی با دیسک در عمق ۱۰ سانتی‌متر+ ماله+ کاشت بذر برنج با خطی‌کار (T4)
۵. خاک‌ورزی مرسوم در عمق ۲۵ سانتی‌متر+ نشاءکاری (شاهد) (T5)

روش خاک‌ورزی مرسوم برای کشت برنج شامل عملیات گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک+ ماله+ گلخرابی(پادلینگ) بود. بعد از برداشت گندم به دلیل وجود دانه‌ها و خوشه‌های ریختهشده بر روی زمین که با آبیاریهای پیاپی در مرحله داشت برنج باعث افزایش علف‌هرز گندم در مزرعه خشکه‌کاری برنج میگردد، زمین محل آزمایش آبیاری شد و بعد از یک هفته با علفکش گلایفوزیت به میزان سه لیتر در هکتار سمپاشی و سپس برای اثرگذاری سمپاشی بر علفهای هرز، عملیات خاک‌ورزی یک هفته بعد از آن انجام گردید. روش خاک‌ورزی مرسوم با تراکتور برای کشت برنج معمولاً شخم با گاوآهن یا خاک همزن و سپس تسطیح زمین و پَلبندی یا مرزکشی حدود سه هفته قبل از نشاءکاری است و بعد از آن غرقاب کردن برای جذب آب کلوخه‌های خاک و شخم دوم با خاک‌همزن در حالت غرقاب یک یا دو هفته قبل از نشاءکاری و در نهایت آبیاری مجدد وگلخرابی زمین با پادلرهای مخصوص و ماله‌کشی است. اما در این آزمایش در کرت-های تیمار خاکورزی مرسوم به دلیل کوچک بودن ابعاد کرت، بعد از تسطیح و پَل کشی، داخل کرت آبیاری و سپس دو روز بعد مجدداً آبیاری و همراه با آن عملیات گلخرابی با خاک همزن انجام گردید و با استفاده از بیل در حالت غرقاب تسطیح کرت انجام شد. برای روش‌های کم‌خاک‌ورزی از یک خاک‌ورز مرکب پنج‌شاخه با تیغه‌های بال‌دار و غلتک سبدی و یک چیزل‌پکر با غلتک کلوخ‌شکن و یک دیسک ۳۲ پره دوزانویی نیمه سنگین استفاده شد و به دلیل بزرگی اندازه کلوخه‌ای حاصل از عبور خاک‌ورزها، تعداد عملیات کم‌خاک‌ورزی به دو بار افزایش یافت و در آخرین روز فصل بهار با یک خطی کار مدل آسکه ۲۰۰۰ کاشت بذر برنج انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات فنی ماشین‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 1. Technical specifications of used machines in the study

نوع ماشین Machine type	مشخصات Specifications	جرم (کیلوگرم) Mass(kg)	نوع اتصال Hitch type	عرض کار موثر (سانتیمتر) Effective working width(cm)
خاک‌ورز مرکب Combination tillage machine	۵ شاخه- تیغه‌های پنجه غازی-دارای دیسک -دارای غلتک سبدی 5 tines with sweep blades in front, disks in middle, cage roller in rear	900	سه نقطه سوار Three point hitch	220
چیزل پکر ساخت دقت کشت Chisel packer	۵ شاخه مورب با غلطک کلوخشکن فولادی Five tines with steel roller	350	سه نقطه سوار Three point hitch	140
دیسک ساخت علی آباد Disk	۳۲ پره- دوزانویی – نیمه سنگین- ردیف جلو پره های کنگره دار و ردیف عقب پره های صاف – دارای جک هیدرولیکی Thirty two disc, tandem, notched discs at front and ordinary discs at rear, hydraulic jack	610	کششی Pull	250
خطی‌کار آسکه Aske seed drill	کارنده کودکار بذرکار کشت مستقیم با چرخهای فشار Seed-fertilizer direct planter with press wheels	700	سه نقطه سوار Three point hitch	200
خاک همزن Rotary tiller	۳۰ تیغه‌ای 30 baldes	315	سه نقطه سوار Three point hitch	130

کرت‌های آزمایشی در قالب طرح مورد نظر در ابعاد ۳×۱۰ متر تفکیک شده و برای تقویت عناصر غذایی خاک، به میزان ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات ساده و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاس و در سه مرحله ۴۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک پخش گردید و به میزان ۸۶/۵ کیلوگرم در هکتار بذر رقم متوسط رس تیسا کشت شد. از آنجایی که نشاء رقم تیسا برای کاشت به روش مرسوم در منطقه نبوده و در ایستگاه محل کاشت، تولید نشاء این رقم انجام نمی‌گیرد از نشاء رقم فجر با خصوصیاتی مشابه به عنوان تیمار شاهد استفاده شد. در طی مراحل رشد برای کنترل علف‌های هرز از سم علف‌کش نوینو در مجموع به مقدار ۴۰۰ میلی‌گرم در هکتار در سه مرحله سمپاشی شد. تامین رطوبت از ابتدای مرحله کاشت تا قبل از برداشت با دو روش آبیاری انجام شد. در شروع برای جوانه‌زنی و سبزشدن بذرها و پاشش تقریباً یکنواخت از سیستم آبیاری تحت‌فشار کلاسیک ثابت به مدت یک ماه استفاده و در ادامه روش آبیاری غرقابی به صورت تناوب چهار روز در میان به‌کار به کار گرفته شد.

پارامترها و شاخص‌هایی که در این طرح اندازه‌گیری و محاسبه شدند عبارت بودند از: زمان مورد نیاز برای عملیات خاک‌ورزی و کاشت، ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌های خاکورزی و کاشت، تعداد بوته استقرار یافته، عملکرد در ۱۴ درصد رطوبت دانه، اجزای عملکرد(تعداد خوشه در مترمربع، ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد دانه سالم در خوشه، تعداد پنجه بارور و نابارور)، زیست توده خشک، شاخص برداشت خشک و وزن هزاردانه در رطوبت ۱۴درصد. پارامترهای مورد بررسی و روش اندازه‌گیری آنها در این آزمایش به شرح زیر است:

۲-۱- زمان مورد نیاز برای عملیات خاک‌ورزی و کاشت

زمان مورد نیاز برای انجام عملیات خاک‌ورزی و کاشت بذر در مزرعه، با اندازه‌گیری مجموع زمان‌های مفید و دور زدن ماشین در ابتدا و انتهای مزرعه، در هنگام انجام عملیات با سرعت مناسب و در سطح نیم هکتار، توسط زمان سنج به طور جداگانه محاسبه شد و سپس با مشخص بودن سطح عملیات و جمع کردن زمان‌های مفید و غیرمفید (زمان دور زدن در سر و ته زمین و همچنین زمان پر کردن مجدد مخزن بذر به نسبت سطح عملیات)، کل زمان مورد نیاز در واحد سطح محاسبه گردید.

۲-۲- ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت

ظرفیت مزرعه‌ای (کار انجام شده بر حسب سطح یا ماده توسط ماشین در مدت یک ساعت) نیز از معکوس مجموع زمان‌های مفید و غیرمفید مصرف شده برای انجام عملیات در سطح یک هکتار از مزرعه و با استفاده از **Error! Reference source not found.** محاسبه شد (Almasi et al., 2008).

$$C_a = \frac{A}{T} \qquad (۱)$$

در اینجا؛ Ca: ظرفیت مزرعه‌ای (ha/h)؛ A: مساحت مورد عملیات (ha) و T: مجموع کل زمان مفید و تلف شده (h) است.

۲-۳- پارامترهای مرتبط با عملکرد محصول

۲-۳-۱- تعداد بوته استقرار یافته در متر مربع

در هر کرت آزمایشی قبل از برداشت ۱۰ تا ۱۵ روز پس از کاشت و با نادیده گرفتن نیم متر از هر طرف کرت به عنوان حاشیه، سه نمونه تصادفی مساحتی از کرت مشخص و تعداد بوته استقرار یافته در آن شمارش و میانگین تعداد بوته استقرار یافته در مترمربع برآورد گردید.

۲-۳-۲- ارتفاع بوته و طول خوشه و تعداد پنجه‌های بارور و نابارور

در هر کرت آزمایشی، در زمان برداشت و با نادیده گرفتن یک متر از هر طرف کرت به عنوان حاشیه، از میان بوته‌های موجود در آن کرت تعداد ۲۰ بوته را به طور تصادفی معین کرده و ارتفاع و طول خوشه آنها را اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان ارتفاع بوته و طول خوشه در هر کرت در نظر گرفته شد. سپس تعداد کل پنجه های بارور شده و نابارور را شمارش و با تقسیم بر تعداد ۲۰ بوته، میانگین تعداد پنجه های بارور و نابارور بدست آمد.

۲-۳-۳- تعداد خوشه در واحد سطح و شاخص برداشت و زیست توده خشک

برای این منظور در هر کرت به طور تصادفی سه مساحت با ابعاد مختلف بین ردیف های کاشته شده مجزا شده و تمام بوته‌های موجود در کادر به همراه خوشه‌ها به صورت کف‌بر برداشت و تعداد خوشه آنها شمارش و ثبت شد. سپس نمونه‌ها برای مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کاملاً خشک شود. شلتوک و اندام‌های رویشی خشک شده را توزین کرده و شاخص برداشت از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$HI = \frac{Y_p}{D_m} \times 100 \qquad (۲)$$

در اینجا؛ HI: شاخص برداشت (٪)؛ Y_p: وزن شلتوک برداشت شده در واحد سطح (gr) و D_m: وزن کل ماده خشک برداشت شده در واحد سطح (gr) است.

۲-۳-۴- وزن هزار دانه

از دانه‌های شلتوک جدا شده برای تعیین شاخص برداشت تعداد ۳۰۰ دانه شمارش و توزین می‌شود، همچنین مقدار ۱۰۰ گرم دانه به دقت توزین و برای تعیین درصد رطوبت به آزمایشگاه ارسال شد و پس از تعیین درصد رطوبت بر مبنای وزن خشک، وزن هزار دانه با رطوبت ۱۴٪ و با استفاده از رابطه ۳ تعیین شد.

$$Y_{ws} = \frac{y_f \times (100 - VL)}{100 - W_s} \qquad (۳)$$

در اینجا؛ Y_{ws}: وزن دانه با رطوبت استاندارد (gr)؛ Y_f: وزن دانه با رطوبت مزرعه (gr)؛ VL: درصد رطوبت دانه در مزرعه و W_s: درصد رطوبت استاندارد است.

۲-۳-۵- تعداد دانه در خوشه

با استفاده از وزن شلتوک جدا شده از خوشه‌های بریده شده برای شاخص برداشت و دانستن وزن هزاردانه، تعداد دانه در واحد سطح محاسبه و با تقسیم تعداد دانه بر تعداد خوشه در واحد سطح تعداد دانه در خوشه به دست آمد.

۲-۳-۶- عملکرد شلتوک

برای تعیین عملکرد شلتوک در واحد سطح، با رسیده شدن ۸۵٪ دانه‌ها در خوشه، ابتدا ۱/۵ متر از حواشی کرت حذف و سپس برداشت در مساحت ۱۰ متر مربع از درون کرت انجام شد. خوشه‌های برداشت شده توسط خرمنکوب شالی کوبیده و شلتوک‌ها جدا و توزین شدند. بلافاصله بعد از جداسازی شلتوک‌ها از خوشه‌ها، آنها را کاملا مخلوط کرده و از آنها نمونه‌گیری کرده و نمونه برای تعیین درصد رطوبت به آزمایشگاه ارسال گردید. عملکرد شلتوک با رطوبت مزرعه با استفاده از رابطه ۴ به عملکرد شلتوک در واحد سطح با رطوبت ۱۴درصد تبدیل شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- زمان مورد نیاز و ظرفیت مزرعه‌ای برای عملیات خاک‌ورزی و کاشت

از پارامترهای مهم در مکانیزاسیون برنج، ماشینی کردن عملیات زراعی و کاشت به جای روش‌های دستی است که میزان هزینه‌های کارگری را کاهش داده و با روش‌ها و فنون جدید خشکه‌کاری، زمان اجرای عملیات را تقلیل می‌دهد. به همین منظورکاشت نشاء با روش دستی و توسط کارگر در روش مرسوم با روش‌های ماشینی خاک‌ورزی مقایسه گردید. در تیمارهای آزمایش اختلاف زیادی وجود داشت. در این تیمارها از ابتدای آماده‌سازی تا انتهای مرحله کاشت زمان عملیات محاسبه شد و ظرفیت مزرعه‌ای متفاوتی بدست آمد. با کاهش تعداد ادوات برای آماده‌سازی بستر بذر مقدار ظرفیت مزرعه‌ای افزایش یافته و سطح بیشتردر زمان کمتری به زیر کشت می‌روند. استفاده از یک کارنده بی‌خاک‌ورز برای مجموع عملیات آماده‌سازی بستر بذر و کاشت باعث می‌شود زمان عملیات فقط برای یک عبور محاسبه شده و محدودیت زمان کاشت به حداقل ممکن برسد. دهقان و الماسی (2006) و گیلانی و لویمی (2021) نیز نتایج مشابهی در خصوص بیشتر بودن ظرفیت مزرعه‌ای ماشین بی‌خاک ورزی بدست آورده‌اند. تهیه نشاء معمولی در طی یک ماه یا کمتر با صرف انرژی و نیروی کارگری در زمان انجام عملیات همراه است که بخشی از زمان کل مصرفی ۴۵۶/۷ ساعت بر هکتار برای کاشت دستی نشاء در تیمار مرسوم (T5) صرف می‌شود (جدول ۲). بنابراین کاشت بذر در مزرعه چنین زمانی را نداشته و ظرفیت مزرعه‌ای بالاتری را دارد. زمان، اساس کار کشاورزی است و هر کاری که به کوتاه‌کردن زمان کاشت و برداشت منتهی شود می‌تواند اثرات منفی شرایط اقلیمی را خنثی کند. زیاد بودن زمان مورد نیاز عملیات خاک‌ورزی و کاشت در تیمار مرسوم(T5) به دلیل در نظر گرفتن زمان تهیه نشاء برنج و همچنین کاشت نشاء به روش دستی است.

جدول ۲. مقایسه میانگین زمان مورد نیاز و ظرفیت مزرعه‌ای عملیات و ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت

Table 2. Mean comparison of required time and field capacity of operations and tillage and planting machines

تیمارهای آزمایش Experiment treatments	زمان مورد نیاز عملیات خاک‌ورزی و کاشت (ساعت بر هکتار) Required time for tillage and planting operations ($hr.ha^{-1}$)	ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌های خاک‌ورزی و کاشت (هکتار بر ساعت) Field capacity of tillage and planting machines ($ha.hr^{-1}$)
T1	1.4 b	3.7 a
T2	4.9 b	0.21 c
T3	4.3 b	0.23 c
T4	2.8 b	0.35 b
T5	456.7 a	0.002 d

۳-۲- عملکرد و اجزای عملکرد

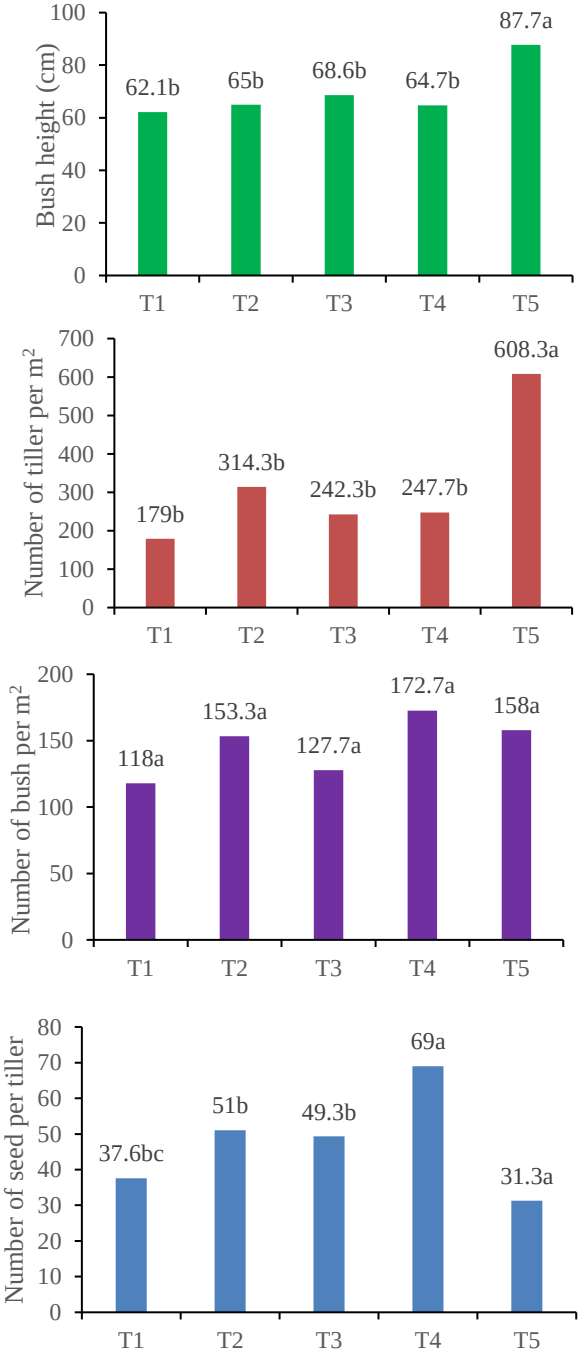
۳-۲-۱- ارتفاع بوته

مقایسه میانگین‌ها نشان داد ارتفاع بوته در تیمارهای خاک‌ورزی حفاظتی بین ۶۹-۶۲ سانتی‌متر و در تیمار مرسوم ۸۸ سانتی‌متر بود (شکل ۱). ژنوتیپ رقم تیسا در تیمارهای حفاظتی نسبت به فجر در تیمار مرسوم دارای ارتفاع کوتاه‌تری است. تفاوت ارتفاع بوته در ارقام مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی ارقام در استفاده از منابع رشد از قبیل عناصر غذایی و رطوبت و تشعشع خورشیدی باشد. اما در آزمایش انجام شده ارتفاع بوته در روش مرسوم که نشاء آن زودتر از کشت بذر تهیه شده بود بلندتر از روش‌های دیگر بود. تاخیر در کاشت با توجه به کشت بعد از گندم و همزمانی با روزهای گرم و طولانی باعث شد دوره مناسب برای رشد رویشی برنج در کشت تابستانه کوتاه‌تر شود و در نتیجه ارتفاع بوته کاهش یافت. تخصیص مواد غذایی در دوره رشد طولانی‌تر معمولاً باعث افزایش ارتفاع بوته می‌گردد.

۳-۲-۲- تعداد دانه در خوشه و طول خوشه

برای تعیین عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه یکی از اجزای مهم آن است. روش‌های مختلف خاک‌ورزی در این آزمایش از نظر تعداد

دانه در خوشه تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد تیمار دیسک با رقم تیسا بیشترین دانه در خوشه با میانگین ۶۹ دانه را در بین تیمارهای خاک‌ورزی حفاظتی داشته و تیمار مرسوم با رقم فجر کمترین میانگین دانه در خوشه داشته است. علاوه بر آن روش مرسوم نیز طول خوشه بلندتری را داشت و بی‌خاک‌ورزی نسبت سایر تیمارها از طول کوتاه‌تری برخوردار بود. در این شرایط به غیر از عوامل ژنتیکی بین ارقام، عوامل محیطی و مدیریت زراعی در تشکیل و پر شدن دانه‌ها نقش دارند.

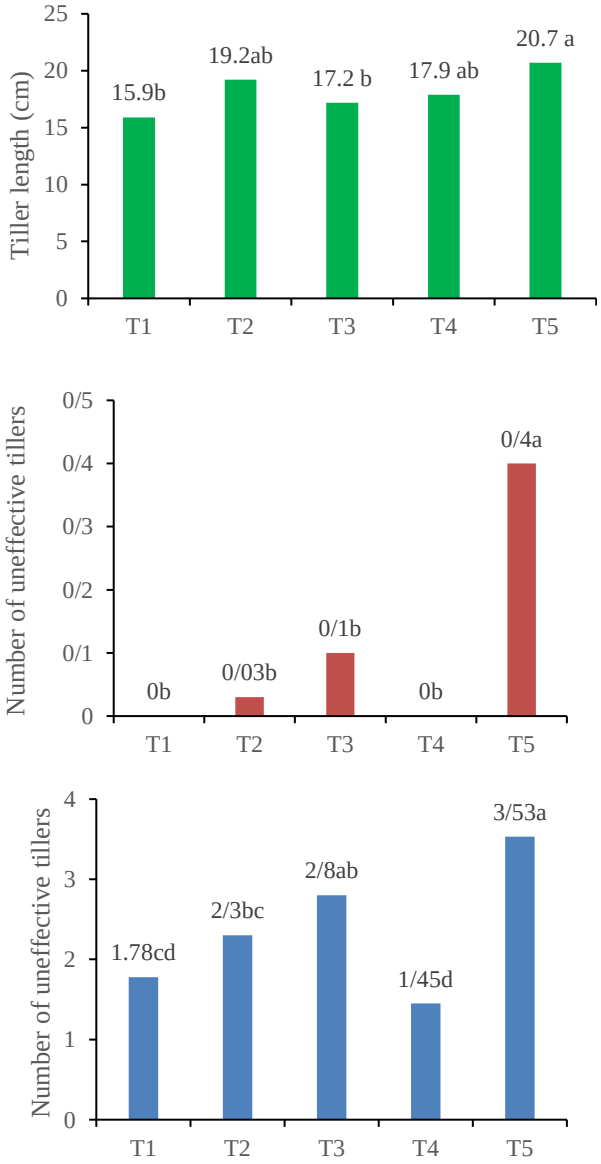


شکل ۱. نمودارهای مقایسه میانگین ارتفاع بوته، تعداد بوته، خوشه در واحد سطح و دانه در خوشه

Fig 1. Mean comparison of bush height, number of bush, tiller unit area and grain per tiller

تعداد پنجه بارور و نابارور

شکل ۲ نشان می‌دهند روش مرسوم گل‌خرابی با متوسط ۳/۵۳ پنجه بالاتر از روش‌های دیگر قرار دارد. مناسب بودن شرایط آب و هوایی در طول دوره رشد و نمو برای رقم فجر و تولید نشاء به موقع، باعث گردید که تعداد پنجه‌های بیشتری در مزرعه، خوشه بارور تولید نمایند و از طرف دیگر گرمی و خشکی هوا در کشت‌های بذری روش‌های دیگر سبب شد تعداد پنجه کاهش یابد. پنجه زنی در غلات اگرچه یک عامل ژنتیکی است ولی تا حد زیادی تحت تاثیر مدیریت‌های زراعی از جمله تاریخ کاشت و تراکم می‌باشد (Blye et al., 1990). به غیر از روش بی‌خاک‌ورزی به طور مشاهده‌ای، تراکم علف‌های هرز تاثیر زیادی در آن داشته است تعداد پنجه‌های بارور در تراکم بوته بیشتر، کاهش یافته و در تراکم کمتر افزایش یافته است.



شکل ۲. نمودارهای مقایسه میانگین طول خوشه، تعداد پنجه بارور و نابارور

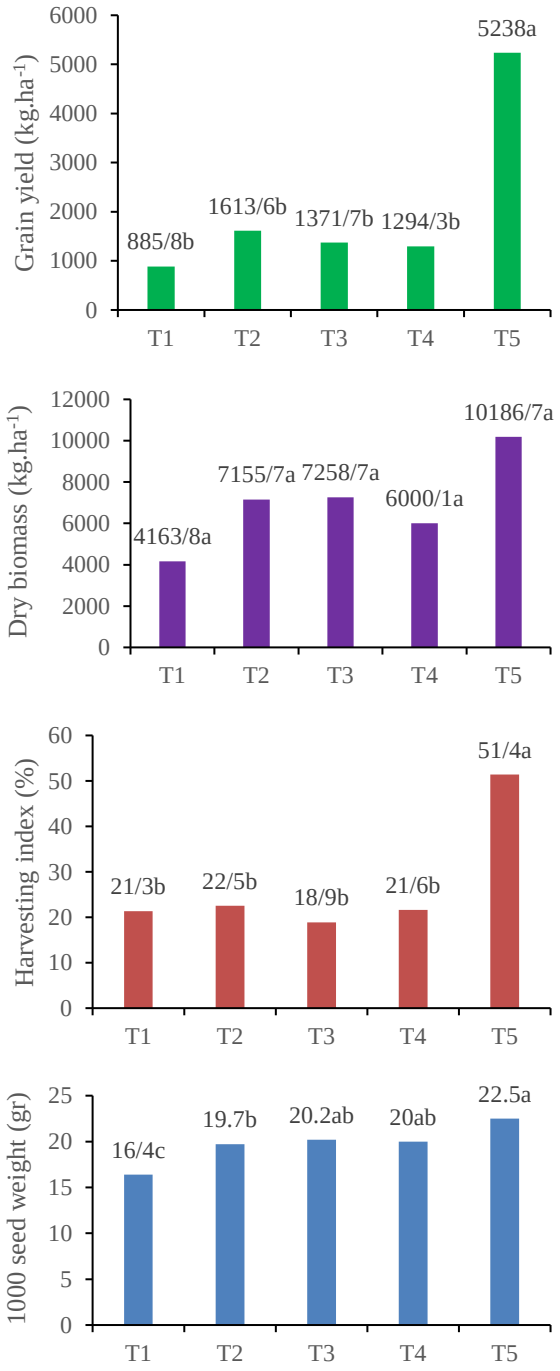
Fig 2. Mean comparison of tiller length, number of effective tiller and ineffective tiller

۳-۲-۳- وزن هزار دانه

در تیمارهای آزمایش کمترین وزن هزار دانه به میزان ۱۶/۴ گرم در تیمار بی‌خاک‌ورزی و بیشترین وزن هزار دانه به میزان ۲۲/۵ گرم در تیمار مرسوم بود. کاهش درجه حرارت در زمان پر شدن دانه که در تیمارهای خاک‌ورزی حفاظتی مصادف با مهرماه می‌گردد نسبت به شهریورماه برای روش مرسوم باعث کاهش وزن هزاردانه گردید. مدت زمان استفاده از آب و مواد غذایی برای پرشدن دانه در تیمارهای حفاظتی برابر بود. با توجه به اینکه وزن هزار دانه به میزان هیدرات کربن ذخیره شده در شروع پر شدن دانه و ژنوتیپ گیاه بستگی داشته و کمبود عناصر غذایی موجود در خاک در زمان پر شدن دانه‌ها سبب کاهش وزن آنها می‌شود دلیل کاهش وزن هزار دانه در تیمار بی‌خاک-ورزی را می‌توان به تشکیل دانه‌های کوچکتر در اثر کاهش دسترسی گیاه به عوامل محیطی به ویژه نور در اثر رقابت زیاد بین بوته‌ها و علف‌های هرز و انتقال کمتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها در زمان پر شدن دانه دانست. Ren et al. (2021) با آزمایش بر روی سه روش خاک ورزی مرسوم، حداقل و بی خاک ورزی، تفاوت معنی داری در وزن هزار دانه مشاهده نکردند. (Ren et al., 2021).

۳-۲-۴- عملکرد دانه

تاثیر خاک‌ورزی در آماده‌سازی بستر بذر برای بدست آوردن عملکرد نیز اگرچه معنی‌دار بوده اما در بین روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، به غیر از بی‌خاک‌ورزی، به دلیل غیرمعنی‌داری نتایج اجزای عملکرد، باعث شده است که عملکرد نیز غیرمعنی‌دار باشد(شکل ۳). شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهند که علیرغم میزان بذر مناسب، استقرار بوته‌ها در شرایط کپه‌ای مرسوم با افزایش تعداد پنجه باعث افزایش تعداد خوشه گردیده و کشت به موقع بذر و به دنبال آن رشد نشاء و استقرار آن در زمان کاشت مناسب، شرایط را برای استفاده حداکثری از تشعشعات خورشیدی در مراحل رشد فراهم نموده و عملکرد را نسبت به روش خشکه‌کاری بیشتر کرده است. این اختلاف در حدی است که حداقل اختلاف معنی دار بین تیمارها به عدد ۲۳۰۱ رسیده و اختلاف بین روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی را غیر معنی‌دار کرده است. کشت نشائی با رقم فجر به عنوان روش مرسوم در منطقه است که سایر تیمارها باید با این روش مقایسه شوند. از طرف دیگر بین روش های خاک ورزی حفاظتی، به دلیل کشت های آبی منطقه و متراکم شدن خاک، خاک-ورز مرکب و یا چیزل پکر به تنهایی، بستری مناسب را برای استقرار بذر فراهم نمی‌کند و نیاز بود برای خردتر شدن کلوخه‌ها از دیسک به عنوان خاک‌ورز ثانویه استفاده شود. با استقرار بذر و سبز شدن اولیه، آبیاری‌های متناوب و پی‌درپی، باعث شد که محیط فیزیکی لایه سطحی خاک، در مراحل رشد شرایط یکسانی را داشته باشد و فقط عمق خاک در خاک‌ورز چیزل پکر عمیق‌تر باشد و بنابراین با توجه به سهولت دسترسی به آب، ریشه گیاه در عمق خاک نفوذ نکرده و شرایط یکسان و در نهایت عملکردی مشابه و غیرمعنی‌دار بدست آید. از طرف دیگر تراکم زیاد علف‌های هرز مشاهده‌ای در زمان کاشت بذردر کرت-های بی‌خاک‌ورزی با توجه به استفاده از علف‌کش، استقرار ضعیف بوته‌ها را به همراه داشته و آبیاری متناوب، رشد مجدد علف‌های هرز را در رقابت با شالی تشدید نموده است در نتیجه با کاهش پارامترهای اجزای عملکرد، سبب کاهش عملکرد دانه گردیده است. Singh et al. (200) نیز نتایج مشابهی را در استقرار ضعیف بوته به دلیل وجود تراکم زیاد علف‌های هرز گزارش نموده‌اند.



شکل ۳. نمودارهای مقایسه میانگین عملکرد دانه، زیست توده خشک، شاخص برداشت، وزن هزاردانه

Fig 3. Mean comparison of grain yield, dry biomass, harvesting index, 1000 seed weight

۳-۲-۵- زیست‌توده خشک و شاخص برداشت

اثر خاک‌ورزی در زیست‌توده معنی‌دار نبود و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی با میانگین‌های بدست آمده در یک گروه آماری قرار گرفتند. کاهش تولید ماده خشک دانه به ضرایب اندام‌های رویشی و زایشی وابسته است و کاهش سهم اندام‌های رویشی باعث کاهش سهم اندام‌های زایشی می‌گردد (Ahmadamini et al., 2011). معمولاً افزایش طول دوره رشد باعث می‌شود که گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری تثبیت کرده و عملکرد زیست توده افزایش یابد. با افزایش عملکرد زیست توده، مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه اختصاص یافته و عملکرد بیشتر می‌شود.

در بین تیمارها بیشترین شاخص برداشت در روش مرسوم به میزان میانگین ۵۱/۴ درصد بدست آمد (جدول ۵). شاخص برداشت همه روش‌های خاک‌ورزی به دلیل عملکرد پایین دانه، کاهش پیدا کرده بود. شاخص برداشت به عواملی که بر عملکرد دانه تاثیر مستقیم دارند بستگی دارد بنابراین می‌توان بیان کرد که روش مرسوم به دلیل بهره گیری از فرصت زمانی بیشتر، حداکثر استفاده را از شرایط محیطی داشته و مواد فتوسنتزی بیشتری را در مرحله انتقال مواد فتوسنتزی فرستاده است.

۴- نتیجه‌گیری نهایی

از نتایج این تحقیق مشخص می‌شود که آبیاری هزینه‌بر و پر زحمت متناوب چهار روز در میان برای مرطوب ساختن بستر کشت و کاهش عملکرد در روش خشکه‌کاری، انگیزه کافی برای توسعه روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی را کاهش می‌دهد. ناهمواری‌های زمین که پس از عملیات دیسک‌زنی ایجاد می‌شود باعث عدم یکنواختی رطوبت در زمین گردیده و برای گیاه آب‌دوستی مثل شالی ایجاد تنش می‌کند. تاخیر در کاشت بذر بعد از برداشت گندم، تراکم زیاد گندم‌های ریزش کرده و سبز شده به عنوان علف‌های هرز در محیط رشد شالی، رقابت علف‌های هرز و تنش‌های حرارتی در مرداد ماه و کاهش رشد رویشی، تنش رطوبتی در زمان پرشدن دانه، تنش‌های کاهش دما در مهرماه و کاهش استفاده از تابش خورشیدی، هزینه‌های بالا و مدیریت نامناسب آبیاری، عوامل تاثیرگذار در کاهش عملکرد شالی به روش خشکه‌کاری در استان هستند.

معایبی در روش سنتی نیز وجود دارد. متراکم شدن خاک در عمق و ایجاد لایه‌ای کم نفوذ برای کشت شالی باعث شده که کشاورزان تمایلی به از بین بردن این لایه برای کشت مجدد برنج در سال بعد نداشته و در نتیجه احتمال آب‌ماندگی در کشت محصولات بعد از برنج افزایش یابد. تخریب و از بین رفتن ساختمان خاک در گل‌خرابی به روش سنتی، خاک را از حالت پایدار خارج کرده و برای محصولات بعدی، خاکی کم تهویه، فشرده و کم نفوذ ایجاد می‌کند که به سرعت با هر آبیاری به شکل متراکم در می‌آید و سبب گسترش آفات و بیماری‌ها در محصول می‌گردد. تاثیر خاک‌ورزی در آماده‌سازی بستر بذر نیز اگرچه باعث اختلاف عملکرد هرچند غیر معنی‌دار بین تیمارهای خاک‌ورزی حفاظتی گردید که با توجه قیمت شالی، اختلاف درآمد جزئی را سبب می‌شود اما تفاوت زیاد عملکرد روش مرسوم نشائی با روش‌های خاک ورزی حفاظتی آزمون شده ایجاب می کند که روش‌های دیگری برای جایگزینی روش مرسوم مطالعه گردد. از این‌رو می‌توان پیشنهاد نمود که به جای گل‌خرابی و تخریب ساختمان خاک، از روش غرقاب کردن و اشباع خاک استفاده کرده و مطالعه‌ای بر روی کاشت نشاءکار در شرایط غرقاب بدون گل خرابی انجام شود و بعد از کاشت برای کاهش مصرف آب از روش آبیاری قطره‌ای استفاده شود. همچنین میزان بذر مصرفی در روش های خشکه‌کاری بر اساس تعداد خوشه لازم در هکتار تعیین شود. از ارقام زودرس و متحمل به خشکی که دوره رشد کوتاه‌تری دارند برای جلوگیری از تنش‌های سرمایی استفاده شود. در زمان پرشدن دانه‌ها در خوشه، دور آبیاری را کاهش داده و خاک را در حالت کاملاً مرطوب نگهداری کرد تا تنش رطوبتی باعث عدم رسیدگی کامل دانه‌ها نگردد. برای کاهش رقابت گندم‌های سبز شده بعد از برداشت در مزرعه خشکه‌کاری شالی، بعد از آبیاری اولیه و قبل از کاشت، به مدت کافی صبر کرده تا همه جوانه-های گندم از خاک بیرون آمده و سبز شوند و سپس با علف‌کش عمومی با آنها مبارزه کرد.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از حمایت‌های مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی طول اجرای پروژه تحقیقاتی ملی به شماره ۰۱۱-۹۹۰۱۷۳-۰-۱۴-۱۴ تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Ahmadamini, T., Kamkar, B. and Soltani, A. (2011). *The effect of landing date on partitioning coefficient in some species of wheat*. Electronic Journal of Crop Production. 4 (1): 131–150. (In Persian).

Almasi, M., Kiani, SH. and Loveimi, N. (2008). *Principles of Agricultural Mechanization*. Fourth Edition. Jungle publication. 293p. (in Persian).

Anonymous. (2021). *Agricultural annual statistic* 2019-2020. Jihad-e-Agriculture ministry statistical and information center.

Blye, E.N., Mason, S.E., and Sander, D.H. (1990). *Influence of planting date, seeding rate on wheat yield*. Agronomy Journal. 22: 762- 768.

Dehghan, E. and Almasi, M. (2006). *Study on the effect of different tillage methods on energy consumption indices, yield and yield parameters of rice varieties by dry seeded rice method in Shawour of Khouzestan*. MSc thesis, Shahid Chamran university of Ahwaz. 132 p.

Gilani, A. and Loveimi, N. (2021). *Evaluation of*

Different Tillage-Planting Methods and Different Seed Rates under Dry Seeding of Rice. Agricultural Mechanization and Systems Research. 22(77): 85-100. (in Persian). https://doi.org/10.22092/amsr.2021.341744.1341.

Hemmat, A., and Taki, O. (2002). *Comparison of compaction and puddling as pre-planting soil preparation for mechanized rice transplanting in very gravelly Calcisols in central Iran*. Soil & Tillage Research. 70: 65-72. https://doi.org/10.1016/S0167-987(02)00119-8.

Jat, R. K., Meena, V. S., Kumar, M., Jakkula, V. S., Reddy, I. R. and Pandey, A. C. (2022). *Direct Seeded Rice: Strategies to Improve Crop Resilience and Food Security under Adverse Climatic Conditions*. Land, 11, 382. https://doi.org/10.3390/land11030382.

Ren, Y., Cheng, S., Pan, S., Tian, H., Duan, M., Wang, S. and Tang, X. (2021). *Effect of conservation tillage practices on aroma, yield and quality of mechanical-transplanting fragrant rice*. Journal of Plant Interactions, 16(1), 522-532. https://doi.org/10.1080/17429145.2021.1999511.

Sajida, T., Akhter, A., Nadeem, A., Shujaat, Y. and Mubarik, A. (2013). *Raised bed technology for wheat crop in irrigated areas*. Pakistan Journal of Agricultural Research. 26(2):79-86.

Singh, Y., Singh, G., Johnson, D. and Mortimer, M. (2005). *Changing from transplanted rice to direct seeding in the rice–wheat cropping system in India*. In: Rice is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century. Tsukuba. Japan: Proceedings of the World Rice Research Conference. 4–7 November 2004. PP: 198–201.

Xu, L., Li, X., Wang, X., Xiong, D. and Wang, F. (2019). *Comparing the Grain Yields of Direct-Seeded and Transplanted Rice: A Meta-Analysi*. *Agronomy*. 9, 767; https://doi.org/10.3390/agronomy9110767.