نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۳/ صفحات ۳۳۴-۳۱۵

The Effect of Different Tillage Systems on the Physical Characteristics of the Soil and the Quantitative Traits of Wheat Varieties in Dalahoo Dryland Region

Victoria Ramezani [1], Hamid Reza Chaghazardi [2*], Ali Beheshti Ale Agha[3], Daniel Kehrizi[4], Reza Haqparast[5]

Received: 14 January 2023 Accepted: 27 July 2023

1- M.Sc. Graduate of Ecology (Agroecology), Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
2-Assist. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
3-Assoc. Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
4-Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
5- Assoc. Prof., Dryland Agricultural Research Sub-Institute, Sararood Station, Agricultural Research, Education, and Extension Organization, Kermanshah, Iran.
*Corresponding Author Email: h.chaghazardi@razi.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Considering the extensive cultivation of wheat in the drylands of Kermanshah province and farmers' lack of proper management of plant residues, it is necessary to think of a solution for the appropriate management of residues and wheat cultivation. For this purpose, an experiment was conducted to investigate the effect of different tillage systems on soil physical characteristics and quantitative traits of varying wheat cultivars in the drylands of the Dalahoo region.

Materials and Methods: A split-plot experiment was conducted using a randomized complete block design with three replications. Tillage systems (conventional, reduced, and no-tillage) were investigated as main plots, and 26 wheat genotypes were analyzed as secondary plots. Soil physical characteristics and wheat yield and yield components were also investigated.

Results: The results showed significant changes in the physical characteristics of the soil, the change of soil organic matter, and the yield and yield components of wheat. They were affected by tillage systems, genotype, and the interaction effect of tillage in genotype. The results showed that with increasing depth, soil temperature decreased, and soil moisture increased.

Conclusion: In no-till cultivation, the change of soil organic matter was less than in other tillage systems. The highest wheat grain yield (6658 $kg.ha^{-1}$) was under the interaction effect of the Mirzabey (Durum) genotype (genotype 24) in the no-tillage system. Conservation tillage proves the importance of residues on the soil surface in maintaining moisture in drylands, and probably in Dalahoo areas, conservation tillage methods are better for improving yield.

Keywords: Conservation Tillage, Dry Lands, Soil Moisture, Soil Organic Matter, Wheat Genotype

CC BY NC

DOI: 10.22034/SAPS.2023.54956.2972

تأثیر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و صفات کمی ارقام مختلف گندم در اراضی دیم منطقه دالاهو

ویکتوریا رمضانی[۱]، حمیدرضا چقازردی[۲*]، علی بهشتی آل آقا[۳]، دانیال کهریزی[۴]، رضا حق پرست[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۵

۱- کارشناسی ارشد اکولوژیک (اگرواکولوژی)، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۴- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۵- دانشیار، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، ایستگاه سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
* مسئول مکاتبه: Email: h.chaghazardi@razi.ac.ir

چکیده

اهداف: با توجه به کشت وسیع گندم در دیم‌زارهای استان کرمانشاه و عدم مدیریت صحیح بقایای گیاهی توسط کشاورزان شرایط اقتضا می‌نماید تا برای مدیریت صحیح بقایا و کشت گندم چاره‌اندیشی شود. به همین منظور آزمایشی با هدف بررسی تأثیر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و صفات کمی ارقام مختلف گندم در اراضی دیم منطقه دالاهو انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. سامانه‌های خاک‌ورزی (خاک‌ورزی مرسوم، بی‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کاهشی) به‌عنوان کرت‌های اصلی و ۲۶ ژنوتیپ گندم به‌عنوان کرت‌های فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. ویژگی‌های فیزیکی خاک و عملکرد و اجزای عملکرد گندم مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد ویژگی‌های فیزیکی خاک، تغییر ماده آلی خاک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی، ژنوتیپ و اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ قرار گرفتند. نتایج نشان داد با افزایش عمق، دمای خاک کاهش و رطوبت خاک افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: در کشت بی‌خاک‌ورزی تغییر ماده آلی خاک کمتر از سایر سامانه‌های خاک‌ورزی بود. بیشترین مقدار عملکرد دانه گندم (۶۶۵۸ کیلوگرم در هکتار) تحت اثر متقابل مربوط ژنوتیپ Mirzabey (Durum) (ژنوتیپ ۲۴) در سامانه بی-خاک‌ورزی بود. خاک‌ورزی حفاظتی اهمیت بقایا در سطح خاک را در حفظ رطوبت در مناطق دیم اثبات می‌کند و احتمالاً در مناطق دالاهو، روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی جهت بهبود عملکرد بهتر باشند.

واژه‌های کلیدی: اراضی دیم، خاک‌ورزی حفاظتی، رطوبت خاک، ژنوتیپ گندم، عملکرد، ماده آلی خاک

مقدمه

گندم یکی از غلات و منابع غذایی مهم در ایران است. لذا افزایش عملکرد این گیاه نقش مؤثری در تأمین امنیت غذایی کشور دارد. با توجه به سازگاری مناسب این گیاه به انواع مدیریت‌های زراعی، ایجاد شرایط مطلوب در راستای افزایش کمی و کیفی عملکرد گندم ضروری

به نظر می‌رسد (آینه‌بند و همکاران ۲۰۱۰).

کشاورزی حفاظتی به مجموعه‌ای از روش‌ها شامل نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک، تناوب زراعی، کاربرد کود سبز، کنترل تردد ماشین‌های کشاورزی و ... گفته می‌شود. عملیات کشاورزی حفاظتی منجر به افزایش مواد آلی خاک، کاهش فرسایش در اراضی دیم، نگهداری بیشتر رطوبت خاک، کاهش علف‌های هرز، کاهش تردد ماشین‌آلات، کاهش مصرف سوخت، احیاء اراضی کم بازده و تعدیل دمای خاک در مزرعه می‌گردد (سایره ۲۰۱۱). در کشاورزی حفاظتی، به‌جای استفاده از سامانه‌های خاک‌ورزی مرسوم، از خاک‌ورزی حفاظتی (بی‌خاک‌ورزی یا انواع خاک‌ورزی کاهشی) استفاده می‌شود (بالا و سینگ ۲۰۲۲).

کشاورزی حفاظتی یک محیط مطلوب را برای ریزوسفر، جهت جذب آب و مواد مغذی ایجاد می‌کند (کسام و همکاران ۲۰۰۹)، همچنین می‌تواند تأثیر منفی استفاده از مقادیر بالای کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات و علف‌کش‌ها را که باعث کاهش سلامت خاک و گیاه شده‌اند، تعدیل کند (پریتی و بهاروچا ۲۰۱۴). طی پژوهشی محققین دریافتند که کشت حفاظتی خاک رطوبت مورد نیاز گیاهان را برای جوانه‌زنی و رشد بیشتر حفظ می‌کند (جامایی و همکاران ۲۰۱۳).

محققین در بررسی‌هایی نشان دادند که خرد کردن بقایای گیاهی کشت قبلی و استفاده از سیستم‌های کم خاک‌ورزی باعث افزایش ذخیره رطوبتی در خاک و پایداری عملکرد گندم می‌گردد (صحراوات و همکاران ۲۰۱۰؛ سوان و همکاران ۲۰۱۲؛ جیانیتسوپولوس و همکاران ۲۰۱۹).

حسن‌زاده مقدم و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی‌های خود نشان دادند که تیمار خاک‌ورزی باعث تغییرات معنی‌داری در تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب شد، اما تیمار حفظ بقایا تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نداشت. همچنین در آزمایش دیگری نگهداری بقایا در سطح خاک، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گندم داشت به‌طوری‌که باقی گذاشتن بقایا در سامانه بی‌خاک-ورزی موجب افزایش ۵۲۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه گندم نسبت به روش بدون بقایا شد (محمد و همکاران ۲۰۱۲).

در مطالعه‌ای اثر سامانه‌های خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی کاهشی و بی‌خاک‌ورزی را بر ویژگی‌های کمی و کیفی گندم زمستانه مورد بررسی قرار گرفت، نتایج یافته‌ها نشان داد تعداد سنبله در مترمربع تغییر معنی‌داری نسبت به سامانه‌های خاک‌ورزی نشان داد. همچنین مقدار کربن آلی خاک در سامانه بی‌خاک‌ورزی بیشتر از دو سیستم خاک‌ورزی مرسوم و خاک‌ورزی کاهشی بود. مقدار نیتروژن کل و فسفر در خاک در سامانه بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بود (وزنیاک و راچون ۲۰۲۰).

گندم، گیاه زراعی مناطق معتدله است که به‌عنوان یک گیاه تطابق پذیر نسبت به شرایط مختلف محیطی، به‌طور گسترده در بسیاری از نقاط جهان در مقایسه با دیگر غلات کشت می‌شود. علاوه بر این، اهمیت اقتصادی گندم ایجاب می‌کند تا راهکارهای مناسب برای بهینه کردن سامانه تولید این محصول اتخاذ گردد. با توجه به کشت وسیع گندم در دیم‌زارهای استان کرمانشاه به میزان ۳۱۴۰۰۰ هکتار از مجموع ۴۱۱۷۰۰ هکتار اراضی زیر کشت استان (آمارنامه کشاورزی ۲۰۱۹) و عدم مدیریت صحیح بقایای گیاهی توسط کشاورزان از جمله در شهرستان دالاهو شرایط اقتضا می‌نماید تا برای مدیریت صحیح بقایا و کشت گندم چاره‌اندیشی شود. به همین منظور آزمایشی با هدف بررسی تأثیر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و صفات کمی ارقام مختلف گندم در اراضی دیم منطقه دالاهو انجام شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

به‌منظور بررسی تأثیر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و صفات کمی ارقام مختلف گندم در اراضی دیم منطقه دالاهو، آزمایشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه‌ای در روستای طلسم در شهرستان دالاهو و زیر نظر دانشکده

کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه، اجرا شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۴۷۹ متر با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی با متوسط بارندگی ۱۱۳/۹۷ میلی‌متر و متوسط دمای ۱۳/۲۵ درجه سانتی‌گراد بود.

تیمارهای آزمایشی

تیمارهای آزمایشی شامل ۳ سامانه خاک‌ورزی مرسوم (شخم توسط گاوآهن برگردان دار و کشت توسط خطی کار آسکه ساخت شرکت سازه کشت کاوه بوکان)، بی‌خاک‌ورزی (بدون شخم، کشت توسط دستگاه کشت مستقیم ۱۳ ردیفه ASKE2200 شرکت سازه کشت کاوه بوکان) و خاک‌ورزی کاهشی (شخم حفاظتی توسط پنجه غازی، کشت توسط خطی کار آسکه) در کرت‌های اصلی و ۲۶ ژنوتیپ گندم دیم به‌عنوان کرت‌های فرعی بود.

به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری، در چند نقطه زمین به‌صورت زیگزاگی نمونه‌برداری انجام شد و پس از ترکیب نمونه‌ها با یکدیگر، نمونه مرکبی تهیه و به آزمایشگاه گروه خاکشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی جهت ارزیابی ویژگی‌ها منتقل گردید. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش نمونه خاک محل آزمایش

عمق	رس	سیلت	شن	بافت خاک	کربن آلی	نیتروژن	پتاسیم	مس	روی	آهن	منگنز
cm		٪		-	%			$mg.kg^{-1}$			
۰-۳۰	۲۸	۴۶	۲۶	سیلتی رسی شنی	۱/۰	۰/۱	۴۶۰	۱/۶۸	۰/۹۶	۱۱/۱	۱۴/۶

نحوه اجرای آزمایش

در زمان اجرای آزمایش پس از کرت بندی (طول و عرض هر بلوک ۸۰ در ۳۳ متر بود) و مشخص شدن تیمارهای خاک‌ورزی، برای تیمار خاک‌ورزی حفاظتی و باقی گذاشتن ۳۰ درصد بقایا بر سطح خاک از روش برش عرضی خطی استفاده شد. در روش برش عرضی خطی، از طنابی به طول ۷ متر که بر روی آن گره‌هایی به فاصله ۱۵ سانتی‌متر ایجاد شده بود، استفاده گردید. طناب به نحوی از میان ردیف‌های شخم ایجاد شده توسط گاوآهن کشیده شد تا با ردیف‌های کشت زاویه ۴۵ درجه ایجاد کند و حداقل یک عرض از ادوات بکار رفته در مزرعه را قطع نماید. آزمایش به‌طور تصادفی در نقاط مختلف هر کرت انجام گرفته، سپس تعداد گره‌های قرار گرفته بر روی بقایای گیاهی (بقایای گیاهی که اندازه آن‌ها از نظر طولی بزرگ‌تر از ۲۵ میلی‌متر باشد) شمارش شده و با تناسب گیری و به دست آوردن تعداد گره‌ها برحسب درصد، درصد بقایای سطحی در هر یک از کرت‌ها محاسبه شد (آسودار و قاسمی نژاد ۲۰۰۸). برای بالا رفتن دقت، این آزمایش در هر کرت ۳ بار تکرار شده و میانگین اعداد به دست آمده محاسبه گردید. در تمام مراحل کاشت، فاصله ردیف کشت طبق استاندارد دستگاه ۱۷ سانتی‌متر بود. ۲۶ ژنوتیپ گندم از موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود تهیه شد. شماره و نام ژنوتیپ‌های گندم در جدول ۲ ارائه شده است.

قبل از کشت، بذور ژنوتیپ‌های مختلف گندم با استفاده از سم کاربوکسین‌تیرام به نسبت ۲ در ۱۰۰۰ ضدعفونی شدند. میزان مصرف بذر گندم در سامانه‌های خاک‌ورزی طبق توصیه کارشناسان انجام شد. جهت تقویت و تأمین عناصر مورد نیاز کشت گندم بر اساس توصیه کودی نتایج آزمون خاک، مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفاته از منبع سوپرفسفات تریپل در هنگام کاشت به‌عنوان کود پایه استفاده گردید. بارندگی مؤثر در تاریخ سوم و چهارم آبان ماه به میزان ۵۲ میلی‌متر رخ داد. جهت کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن‌برگ مزرعه گندم در مرحله ۲ تا ۴ برگی علف هرز، از مخلوط سموم تاپیک به میزان ۱ لیتر در هکتار و گرانستار به میزان ۲۵ گرم در هکتار استفاده شد. سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش پشت تراکتوری با ظرفیت ۱۲۰۰ لیتر انجام گردید.

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۳/ صفحات ۳۳۴-۳۱۵

جدول ۲- شماره و نام ۲۶ ژنوتیپ مختلف گندم مورد استفاده در این تحقیق

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ
۱	واران	۱۴	اوحدی
۲	آذران	۱۵	باران
۳	ZARGANA-6//JUN/BOMB	۱۶	15021 (Dr. Mahfuzi)
۴	MV18-2000/3/OMID//1-27-5489/C0ND0r"s"	۱۷	صدرا
۵	SARDARI-HR101/SARDARI-	۱۸	ساجی (دوروم)
۶	Azar2/82 (CB-R5)/8/Sabalan	۱۹	ذهاب (دوروم)
۷	SPII Genebank Collection -2010- 222	۲۰	شالان
۸	SABALAN/ALTAY	۲۱	پرآو
۹	DARI/16/3/HD2172	۲۲	ریژاو
۱۰	MV17/Kavir SENT FROM F1 KARAJ	۲۳	Imren (Durum)
۱۱	ایوان	۲۴	Mirzabey (Durum)
۱۲	آذر ۲	۲۵	Cross Sardari
۱۳	ZARGANA-6//DARI-7/SABALAN	۲۶	Eminbey (Durum)

ویژگی‌های فیزیکی خاک

دما و رطوبت از جمله ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد بررسی قرار گرفتند. دمای خاک در هر کرت و در اعماق صفر تا ۷/۵ و ۷/۵ تا ۱۵ سانتی‌متر با استفاده از دماسنج دیجیتالی در مراحل گلدهی و پر شدن دانه ۴ تا ۵ بار در ساعت ۱۳ تا ۱۴ ظهر اندازه‌گیری و پس از میانگین‌گیری به‌عنوان دمای تیمار مورد نظر یادداشت‌برداری شد. درصد رطوبت خاک در هر کرت و در اعماق صفر تا ۷/۵ و ۷/۵ تا ۱۵ سانتی‌متر، توسط دستگاه رطوبت‌سنج لوترون مدل Lutron pms-714 در مراحل گلدهی و پر شدن دانه ۴ تا ۵ بار در ساعت ۱۳ تا ۱۴ ظهر اندازه‌گیری و پس از میانگین‌گیری به‌عنوان رطوبت تیمار مورد نظر ثبت شد.

درصد تغییر ماده آلی خاک

به‌منظور اندازه‌گیری ماده آلی خاک از روش اکسایش تر (واکلی و بلک ۱۹۳۴) استفاده شد. به این صورت که بعد از پایان طرح از هر کرت، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی-متری یک نمونه خاک مرکب و از همین عمق یک نمونه خاک بدون اعمال تیمار (شاهد) تهیه و درصد تغییر ماده آلی تعیین شد.

اجزای عملکرد و عملکرد دانه

تعداد پنجه در مترمربع، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه از اجزای عملکرد گندم بودند که مورد بررسی قرار گرفتند. جهت تعیین تعداد پنجه و سنبله در مترمربع، توسط کادر چوبی ۱×۱ متری ۳ نمونه تصادفی از هر کرت آزمایشی انتخاب و پنجه‌ها و سنبله‌های داخل هر کادر شمارش و پس از میانگین‌گیری به‌عنوان تعداد پنجه در مترمربع و تعداد سنبله در مترمربع یادداشت و بر اساس واحد سطح محاسبه شد. سپس تعداد ۱۵ عدد بوته گندم به‌صورت تصادفی انتخاب و بعد از جداسازی دانه‌ها، به‌صورت مجزا دانه‌های هر سنبله شمارش و پس از میانگین‌گیری به‌عنوان تعداد دانه در سنبله در هر تیمار ثبت شد.

برای وزن هزار دانه ابتدا ۳ نمونه هزارتایی از هر کرت آزمایشی توزین و پس از میانگین‌گیری به‌عنوان وزن هزار دانه هر تیمار و برحسب گرم ثبت گردید. پس

DOI: 10.22034/SAPS.2023.54956.2972

از رسیدگی کامل دانه‌ها جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، توسط کادر چوبی ۱×۱ متری ۳ نمونه تصادفی از هر کرت آزمایشی انتخاب و محصول داخل کادر کف بر و توسط ترازوی با دقت ۰/۰۱ توزین شد و پس از میانگین‌گیری به‌عنوان عملکرد بیولوژیک برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه، پس از اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و توزین نمونه‌ها، دانه‌های ۳ سطح برداشت شده از کاه و کلش جدا و پس از توزین و میانگین‌گیری به‌عنوان عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده نرم‌افزار SAS 9.2 انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار EXCELاستفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر نوع سامانه خاک‌ورزی بر دمای خاک در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، در مرحله گلدهی در عمق ۱۵ سانتی‌متر دمای خاک در سامانه بی‌خاک‌ورزی ۰/۶۳ درجه سانتی‌گراد و در خاک‌ورزی مرسوم ۰/۲۸ درجه سانتی‌گراد نسبت به سامانه خاک‌ورزی کاهشی کمتر بود (جدول ۴). در مرحله پر شدن دانه نیز دمای خاک همانند مرحله گلدهی با افزایش عمق از ۷/۵ تا ۱۵ سانتی‌متر کاهش داشت. در مرحله پر شدن دانه در عمق ۷/۵ سانتی‌متر دمای خاک در سامانه خاک‌ورزی مرسوم ۲/۷ درجه سانتی‌گراد نسبت به سامانه بی‌خاک‌ورزی بیشتر بود. در مطالعه‌ای (سیمونز و نفیزگر ۲۰۰۹) دمای خاک در خاک‌ورزی مرسوم و بدون بقایا ۶ درجه فارنهایت بیشتر از روش بدون شخم با پوشش بقایا بود که با نتایج حاصل از این بررسی مبنی برافزایش دمای خاک تحت خاک‌ورزی مرسوم نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی در یک راستا بود. بقایای بیشتر با افزایش ماده آلی خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش داده و موجب تعدیل دمای خاک می‌شوند (عباس دخت و همکاران ۲۰۱۷). دمای خاک به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر خاک‌ورزی قرار می‌گیرد (چوداری و همکاران ۲۰۱۳). خاک‌ورزی از طریق تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، بر حرکت گرما از طریق خاک بر دمای خاک تأثیر می‌گذارد (چن و همکاران ۲۰۱۹). حفظ بقایا در سطح خاک نیز در افزایش و کاهش دمای خاک مؤثر هستند. در خاک‌هایی که مقدار بقایای بیشتری در سطح خاک دارند به دلیل ذخیره آب در خود دیرتر گرم شده و خنک‌تر از خاک‌های بدون بقایا هستند این خاک‌ها همچنین دیر گرمای خود را از دست می‌دهند.

در مرحله پر شدن دانه در عمق ۱۵ سانتیمتری دمای خاک در سامانه خاک‌ورزی کاهشی ۱/۶۹ درجه سانتی‌گراد نسبت به بی‌خاک‌ورزی و ۰/۷۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم بیشتر بود (جدول ۴). خاک‌ورزی از طریق تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، بر حرکت گرما از طریق خاک و در نتیجه بر دمای خاک تأثیر می‌گذارد (چودری و همکاران و همکاران ۲۰۱۳؛ چن و همکاران ۲۰۱۹). سطح خاک کاملاً در معرض تغییرات جوی قرار دارد و تغییرات دمای هوا مستقیماً منجر به تغییرات دمای خاک می‌شود (سبزی‌پرور و همکاران ۲۰۱۰). حفظ بقایا در سطح خاک در کاهش دمای خاک مؤثر هستند. در خاک‌هایی که مقدار بقایای بیشتری در سطح خاک دارند به دلیل ذخیره آب در خود دیرتر گرم شده و خنک‌تر از خاک‌های بدون بقایا هستند این خاک‌ها هم‌چنین دیرتر گرمای خود را به خاطر کاهش برخورد تشعشع خورشید بر سطح خاک از دست می‌دهند (عباس دخت و همکاران ۲۰۱۷).

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها، دمای خاک در مرحله گلدهی در عمق ۷/۵ سانتی‌متری و در مرحله پر شدن دانه در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر تغییر معنی‌داری نسبت به ژنوتیپ‌های مختلف گندم نشان داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد، در مرحله

گلدهی در عمق ۷/۵ سانتی‌متر دمای خاک ژنوتیپ ۲۱ از بقیه ژنوتیپ‌ها بیشتر بود که دارای تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های ۱ تا ۹، ۱۲ و ۱۵ بود (جدول ۵). در مرحله پر شدن دانه در عمق ۷/۵ سانتی‌متر دمای خاک ژنوتیپ

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک محل کشت ۲۶ ژنوتیپ گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		مرحله گلدهی				مرحله پر شدن دانه			
		دمای خاک		رطوبت خاک		دمای خاک		رطوبت خاک	
		عمق				عمق			
		۷/۵	۱۵	۷/۵	۱۵	۷/۵	۱۵	۷/۵	۱۵
بلوک (تکرار)	۲	۱۰/۳۷ ns	۱/۴۷ ns	۱/۵۴ ns	۱۶/۸۱ ns	۰/۳۲ ns	۰/۶۷ ns	۰/۱۶ ns	۰/۲۷ ns
سامانه‌های خاک‌ورزی	۲	۲۷/۲۱ ns	۷/۹۳ *	۲۴۳/۷۷ **	۱۸۰/۳۰ **	۱۴۸/۴۳ **	۵۶/۵۰ **	۲۹/۵۰ **	۳۷/۰۴ **
خطای اصلی	۴	۵۲/۳۰	۰/۶۳	۰/۷۳	۱/۹۸	۱/۰۳	۰/۷۰	۰/۲۵	۱/۷۸
ژنوتیپ	۲۵	۲۴/۰۰۶**	۱/۸۶ ns	۸/۰۲ **	۴/۵۳ **	۴/۸۸ **	۱/۹۱ **	۱/۲۷ **	۱/۱۰ ns
خاک‌ورزی در ژنوتیپ	۵۰	۳/۶۵ ns	۱/۳۸ ns	۸/۱۳ **	۷/۸۶ **	۳/۱۵ **	۱/۱۵ ns	۰/۸۵ **	۲/۰۷ **
خطای فرعی	۱۵۰	۲/۶۰	۱/۲۰	۰/۷۶	۱/۶۸	۱/۰۳	۰/۸۱	۰/۳۵	۱/۲۲
درصد ضریب تغییرات		۵/۲۵	۴/۶۰	۱۲/۴۷	۱۱/۳۰	۳/۲۵	۳/۳۷	۲۳/۹۹	۱۵/۸۰

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند

۲۶ از بقیه ژنوتیپ‌ها بیشتر بود که تفاوت معنی‌داری با دمای خاک ژنوتیپ ۲ و ۹ نداشت (جدول ۵). در عمق ۱۵ سانتی‌متر در مرحله پر شدن دانه دمای خاک ژنوتیپ ۱۱ بیشترین مقدار (۲۷/۶۰ درجه سانتی‌گراد) را داشت که فقط تفاوت معنی‌داری نسبت به ژنوتیپ‌های ۴، ۲۱ و ۲۴ نشان داد و با دیگر ژنوتیپ‌ها این اختلاف غیر معنی‌دار بود (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین تغییرات دما و رطوبت خاک در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه گندم

سامانه‌های خاک‌ورزی	مرحله گلدهی			مرحله پر شدن دانه			
	دمای خاک (°C)		رطوبت خاک (٪)	دمای خاک (°C)		رطوبت خاک (٪)	
	عمق (cm)			عمق (cm)			
	۱۵	۷/۵	۱۵	۷/۵	۱۵	۷/۵	۱۵
خاک‌ورزی مرسوم	۲۳/۹۰ ab	۵/۶۷ b	۱۰/۹۸ b	۳۲/۳۵ a	۲۶/۸۳ ab	۲/۰۱ b	۶/۳۱ b
بی‌خاک‌ورزی	۲۳/۵۵ b	۹/۰۱ a	۱۳/۲۰ a	۲۹/۶۵ b	۲۵/۸۶ b	۳/۱۷ a	۷/۷۰ a
خاک‌ورزی کاهشی	۲۴/۱۸ a	۶/۳۳ b	۱۰/۲۸ b	۳۱/۵۱ ab	۲۷/۵۵ a	۲/۲۳ ab	۷/۰۰۶ ab

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ فقط بر دمای خاک عمق ۷/۵ سانتی‌متر در مرحله پر شدن دانه اثر معنی‌داری داشت و بر دمای خاک اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر در مرحله گلدهی و عمق ۱۵ سانتی‌متر در مرحله پر شدن دانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سامانه‌های خاک‌ورزی در ژنوتیپ بر مقدار دمای عمق ۷/۵ سانتی‌متر در مرحله پر شدن دانه، بیشترین دمای خاک (۳۵/۰۷ درجه سانتی‌گراد) مربوط به محیط خاک ژنوتیپ ۲۶ در شرایط خاک‌ورزی مرسوم بود (جدول ۶).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، در مرحله گلدهی و پر شدن دانه درصد رطوبت در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری ($P<0.01$) تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی قرار گرفت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در مرحله گلدهی با

افزایش عمق خاک از ۷/۵ به ۱۵ سانتی‌متر در سامانه‌های خاک‌ورزی مرسوم، بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی، مقدار رطوبت خاک به ترتیب ۵/۳۱، ۴/۱۹ و ۳/۹۵ درصد بیشتر بود (جدول ۴). در مرحله پر شدن دانه نیز با افزایش عمق خاک از ۷/۵ به ۱۵ سانتی‌متر در هر سامانه-های خاک‌ورزی مرسوم، بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی، مقدار رطوبت خاک به ترتیب ۴/۳۰، ۴/۵۳ و ۴/۷۷ درصد بیشتر بود. بیشترین مقدار رطوبت در مرحله گلدهی و مرحله پر شدن دانه در هر دو عمق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر در سامانه بی خاک‌ورزی مشاهده شد. این می‌تواند به دلیل وجود بقایای سطحی، برگردانی کمتر خاک و جلوگیری از تبخیر سطحی خاک بوده باشد. نتایج هم‌چنین نشان داد در مرحله پر شدن دانه در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متری خاک، درصد رطوبت خاک نسبت به مرحله گلدهی در سامانه‌های خاک‌ورزی کمتر بود (جدول ۴) که این می‌تواند به دلیل افزایش دما و تبخیر از سطح خاک و هم‌چنین مصرف آب توسط گیاه باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین تغییرات دما و رطوبت خاک در مراحل گلدهی و پر شدن دانه در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متری خاک در کشت گندم

شماره ژنوتیپ	مرحله گلدهی			مرحله پر شدن دانه		
	دمای خاک (°C)	رطوبت خاک (٪)		دمای خاک (°C)	رطوبت خاک (٪)	
	عمق (cm)			عمق (cm)		
	۷/۵	۷/۵	۱۵	۷/۵	۱۵	۷/۵
۱	۲۷/۸۴ f	۷/۶۲ b-e	۱۱/۱۰ a-c	۳۰/۲۶ cd	۲۶/۳۰ a-c	۲/۱۷ b-e
۲	۲۸/۵۹ ef	۵/۹۰ hi	۱۱/۱۳ a-c	۳۲/۰۳ ab	۲۶/۷۶ a-c	۲/۴۰ a-e
۳	۲۹/۰۹ d-f	۵/۶۶ hi	۱۰/۲۲ bc	۳۱/۶۳ bc	۲۶/۷۶ a-c	۲/۵۳ a-e
۴	۲۸/۹۰ef	۵/۳۳ i	۹/۹۲ c	۲۹/۸۶ d	۲۵/۹۰ c	۲/۵۰ a-e
۵	۲/۸ f	۶/۶۰ d-i	۱۰/۹۰ a-c	۳۰/۶۰ b-d	۲۶/۶۲ a-c	۳/۲۴ a
۶	۲۸/۵۴ ef	۸/۰۷ a-c	۱۲/۳۰ ab	۳۱/۱۶ b-d	۲۷/۲۳ a-c	۳/۱۰ ab
۷	۳۰/۲۶ b-f	۵/۹۸ g-i	۱۱/۶۸ a-c	۳۱/۶۰ bc	۲۶/۶۶ a-c	۲/۲۰ b-e
۸	۲۸/۹۶ d-f	۶/۲۵ e-i	۱۱/۶۱ a-c	۳۰/۹۳ b-d	۲۶/۶۰ a-c	۲/۴۱ a-e
۹	۲۹/۲۶ c-f	۸/۳۴ ab	۱۲/۳۳ a	۳۲/۱۱ ab	۲۶/۱۷ a-c	۲/۶۴ a-e
۱۰	۳۰/۸۰ a-e	۶/۰۹ f-i	۱۱/۲۳ a-c	۳۰/۶۸ b-d	۲۶/۹۸ a-c	۲/۶۳ a-e
۱۱	۳۰/۸۲ a-e	۷/۶۴ b-e	۱۱/۸۰ a-c	۳۱/۴۶ b-d	۲۷/۶۰ a	۲/۷۳ a-e
۱۲	۳۰/۳۱ b-f	۷/۴۸ b-f	۱۲/۴۰ a	۳۱/۲۱ b-d	۲۷/۳۶ ab	۲/۶۳ a-e
۱۳	۳۰/۷۲ a-e	۷/۳۷ b-g	۱۱/۸۰ a-c	۳۱/۵۳ bc	۲۶/۹۸ a-c	۲/۱۳ c-e
۱۴	۳۱/۰۲ a-e	۸/۱۷ a-c	۱۱/۸۸ a-c	۳۱/۶۴ bc	۲۶/۳۰ a-c	۲/۴۲ a-e
۱۵	۳۰/۳۳ b-f	۹/۲۸ a	۱۲/۴۰ a	۳۱/۱۶ b-d	۲۶/۷۱ a-c	۲/۷۰ a-e
۱۶	۳۲/۲۷ ab	۷/۵۷ b-e	۱۱/۴۱ a-c	۳۰/۶۶ b-d	۲۶/۹۰ a-c	۱/۸۶ e
۱۷	۳۱/۹۲ ab	۷/۳۸ b-g	۱۱/۶۶ a-c	۳۱/۰۰ b-d	۲۶/۵۴ a-c	۲/۱۴ c-e
۱۸	۳۱/۵۲ a-d	۶/۹۵ b-h	۱۰/۶۳ a-c	۳۱/۳۸ b-d	۲۶/۶۳ a-c	۱/۸۰ e
۱۹	۳۲/۵۸ ab	۶/۷۹ c-h	۱۲/۱۸ ab	۲۹/۸۳ d	۲۷/۳۸ ab	۱/۹۳ e
۲۰	۳۱/۷۷ a-c	۷/۶۳ b-e	۱۲/۲۴ ab	۳۱/۱۰ b-d	۲۶/۴۳ a-c	۲/۵۷ a-e
۲۱	۳۳/۰۰ a	۶/۳۰ e-i	۱۲/۷۰ a	۳۱/۱۳ b-d	۲۶/۱۳ bc	۲/۶۴ a-e
۲۲	۳۲/۴۸ ab	۷/۸۵ b-d	۱۱/۱۸ a-c	۳۰/۶۰ b-d	۲۶/۷۶ a-c	۲/۶۶ a-e
۲۳	۳۲/۶۷ ab	۶/۶۵ d-i	۱۰/۸۸ a-c	۳۱/۲۰ b-d	۲۷/۱۱ a-c	۳/۰۳ a-c
۲۴	۳۲/۳۲ ab	۶/۴۲ e-i	۱۰/۸۲ a-c	۳۰/۹۷ b-d	۲۶/۰۰ bc	۲/۸۹ a-d
۲۵	۳۲/۲۰ ab	۶/۶۴ d-i	۱۱/۲۶ a-c	۳۱/۱۳ b-d	۲۷/۴۱ ab	۱/۹۸ de
۲۶	۳۲/۴۳ ab	۶/۳۰ e-i	۱۱/۰۷ a-c	۳۳/۵۰ a	۲۷/۲۴ a-c	۲/۳۳ a-e

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، در مرحله گلدهی در عمق ۷/۵ سانتی‌متری رطوبت خاک در سامانه بی-خاک‌ورزی نسبت به سامانه خاک‌ورزی کاهشی ۲/۶۸ درصد و نسبت به خاک‌ورزی مرسوم ۳/۳۴ درصد بیشتر بود (جدول ۴). در مرحله گلدهی در عمق ۱۵ سانتی‌متری رطوبت خاک در سامانه بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی کاهشی ۲/۹۲ درصد و نسبت به خاک‌ورزی مرسوم ۲/۲۲ درصد بیشتر بود (جدول ۶).

در مرحله پر شدن دانه در عمق ۷/۵ سانتی‌متری رطوبت خاک ۲۹/۶۵ درصد در سامانه خاک‌ورزی کاهشی و ۳۶/۶۰ درصد در سامانه خاک‌ورزی مرسوم نسبت به سامانه بی‌خاک‌ورزی کمتر بود (جدول ۴). در مرحله پر شدن دانه در عمق ۱۵ سانتی‌متری رطوبت خاک ۰/۷ درصد در سامانه خاک‌ورزی کاهشی و ۱/۳۹ درصد در سامانه خاک‌ورزی مرسوم نسبت به سامانه بی‌خاک‌ورزی کمتر بود (جدول ۴). در سامانه بی‌خاک-ورزی و کم خاک‌ورزی به دلیل وجود بقایای گیاهی بر سطح خاک از رواناب جلوگیری و این بقایا تا حدودی مانع از هدر رفت آب و افزایش جذب آب در خاک می-شوند. وجود بقایای گیاهی علاوه بر ممانعت از هدر رفت آب، مانع از تبخیر رطوبت از سطح خاک شده و رطوبت را در فصول کم بارش در اختیار گیاه قرار می‌دهند. این در حالی است که در خاک‌ورزی مرسوم به دلیل گرم شدن سریع خاک و عدم پوشش گیاهی کافی قبل از کانوپی گیاه، تبخیر از سطح خاک افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش حاضر بیانگر مطالب بالا است و در دوره گلدهی و دوره پر شدن دانه که بارش باران در حداقل مقدار خود است خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل وجود بقایا بیشترین درصد رطوبت خاک را داشت. در مطالعه‌ای دیگر، خاک‌ورزی حفاظتی اثری افزایشی بر درصد رطوبت خاک داشت (هبتگبریال و همکاران ۲۰۰۷) که با نتایج این بررسی همخوانی دارد. عمیدی و همکاران (۲۰۱۴) نیز در بررسی‌های خود نشان دادند نگه‌داشتن بقایا در سطح خاک باعث افزایش درصد رطوبت و کاهش تبخیر از سطح خاک شد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) درصد رطوبت خاک در مرحله گلدهی در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر تحت تأثیر نوع ژنوتیپ بود. در مرحله پر شدن دانه نیز درصد رطوبت فقط در عمق ۷/۵ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری ($P<0.01$) نسبت به نوع ژنوتیپ نشان داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در مرحله گلدهی، در عمق ۷/۵ سانتی‌متر ژنوتیپ ۱۵ بیشترین درصد رطوبت خاک را داشت که دارای اختلاف معنی‌داری با ژنوتیپ‌های ۵-۱، ۷، ۸، ۱۳-۱۰، ۲۶-۱۶ بود. در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک بیشتر ژنوتیپ‌ها در محیط خاک خود از رطوبت نسبتاً یکسانی برخوردار بودند فقط محیط خاک ژنوتیپ ۴ با کمترین رطوبت (۹/۹۲ درصد) دارای تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۹، ۲۰ و ۲۱ بود (جدول ۵). در مرحله پر شدن دانه در عمق ۷/۵ سانتی‌متر، ژنوتیپ ۵ بیشترین درصد رطوبت (۳/۲۴ درصد) را در محیط خاک داشت که دارای تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های ۱، ۷، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۵ بود اما این اختلاف با دیگر ژنوتیپ‌ها غیر معنی‌دار بود؛ اما در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک تفاوت معنی‌داری بین درصد رطوبت خاک ژنوتیپ-های مختلف مشاهده نگردید (جدول ۵). ارقام مختلف گندم دارای سیستم ریشه‌ای متفاوت از نظر اندازه و انشعابات هستند و هر رقم حجم معینی از خاک را مورد بهره‌برداری قرار داده و با توجه به ویژگی‌های ریشه‌ای در جذب رطوبت از خاک متفاوت هستند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد درصد رطوبت خاک در مراحل گلدهی و پر شدن دانه در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری تحت اثر متقابل سامانه‌های خاک‌ورزی در ژنوتیپ گندم قرار گرفت (جدول ۳). طبق نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل در مرحله گلدهی در عمق ۷/۵ سانتی‌متر، بیشترین درصد رطوبت خاک مربوط به ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۱۱ در سامانه بی‌خاک‌ورزی بود. در عمق ۱۵ سانتی‌متری نیز بیشترین درصد رطوبت خاک

DOI: 10.22034/SAPS.2023.54956.2972

در سامانه بی‌خاک‌ورزی در محیط خاک ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۲ به ترتیب با ۱۵/۶۷ و ۱۵/۲۷ درصد مشاهده شد. نتایج اثر متقابل هم‌چنین نشان داد در مرحله پر شدن دانه در عمق ۷/۵ سانتی‌متر، بیشترین درصد رطوبت خاک مربوط به ژنوتیپ ۶ در سامانه خاک‌ورزی کاهشی و ژنوتیپ‌های ۱۵ و ۵ در سامانه بی‌خاک‌ورزی بود. در عمق ۱۵ سانتی‌متری نیز ژنوتیپ ۴ در شرایط بی‌خاک-ورزی بیشترین درصد رطوبت (۹/۰۳ درصد) را به خود اختصاص داد. کمترین درصد رطوبت خاک نیز مربوط به ژنوتیپ ۱۶ در سامانه خاک‌ورزی مرسوم بود (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری روش‌های خاک‌ورزی × ژنوتیپ بر تغییرات دما و رطوبت خاک در زمان گلدهی و پر شدن دانه در دو عمق ۷/۵ و ۱۵ سانتیمتری محیط کشت گندم

روش‌های خاک‌ورزی	نوع ژنوتیپ	زمان گلدهی		زمان پر شدن دانه		
		رطوبت در عمق		دما در عمق	رطوبت در عمق	
		۷/۵ cm	۱۵ cm	۷/۵ cm	۷/۵ cm	۱۵ cm
خاک‌ورزی رایج	۱	۷/۵۷	۱۱/۳۰	۳۱/۲۳	۱/۵۳	۴/۹۰
	۲	۴/۱۳	۹/۹۰	۳۲/۵۷	۲/۱۳	۶/۶۰
	۳	۵/۳۳	۱۲/۱۷	۳۴/۳۳	۲/۱۷	۶/۱۳
	۴	۳/۳۰	۹/۴۷	۳۱/۰۷	۲/۲۰	۶/۲۰
	۵	۴/۴۳	۱۱/۰۷	۳۲/۲۷	۲/۱۷	۵/۸۰
	۶	۷/۹۳	۱۳/۱۳	۳۲/۵۷	۱/۵۷	۷/۰۷
	۷	۳/۱۳	۱۱/۱۰	۳۴/۲۷	۲/۴۰	۶/۵۳
	۸	۳/۰۷	۱۱/۴۷	۳۲/۱۳	۲/۱۷	۶/۱۳
	۹	۸/۴۰	۱۴/۳۳	۳۳/۱۳	۲/۲۰	۷/۸۰
	۱۰	۱/۶۳	۸/۸۷	۳۱/۸۷	۲/۵۰	۷/۸۷
	۱۱	۴/۷۳	۱۰/۴۰	۳۲/۲۷	۲/۸۰	۷/۸۷
	۱۲	۹/۰۳	۱۱/۹۰	۳۲/۴۰	۱/۸۰	۷/۰۷
	۱۳	۶/۴۳	۱۱/۶۰	۳۱/۴۷	۱/۶۰	۵/۲۰
	۱۴	۶/۷۳	۱۰/۵۷	۳۲/۱۳	۲/۳۷	۶/۵۳
	۱۵	۸/۲۷	۱۱/۱۷	۳۲/۳۰	۲/۵۷	۵/۲۳
	۱۶	۵/۴۰	۱۰/۱۷	۳۱/۳۳	۱/۳۳	۴/۷۷
	۱۷	۶/۵۳	۱۰/۴۷	۳۲/۹۳	۱/۴۳	۶/۷۷
	۱۸	۷/۱۳	۹/۸۷	۳۱/۸۳	۲/۰۳	۶/۱۰
	۱۹	۵/۱۰	۹/۹۷	۳۲/۷۰	۱/۶۰	۶/۳۰
	۲۰	۷/۶۳	۱۱/۳۳	۳۱/۹۳	۲/۱۳	۶/۹۰
	۲۱	۳/۸۰	۱۲/۳۷	۳۰/۸۰	۲/۶۷	۶/۱۰
	۲۲	۶/۸۷	۱۰/۹۷	۳۱/۸۰	۱/۷۰	۶/۴۳
	۲۳	۳/۸۳	۹/۰۷	۳۱/۵۰	۲/۶۷	۶/۰۳
	۲۴	۶/۸۳	۱۰/۴۳	۳۳/۲۳	۱/۸۰	۶/۴۷
	۲۵	۴/۵۷	۱۱/۵۰	۳۱/۸۷	۱/۲۳	۵/۸۰
	۲۶	۵/۷۷	۱۱/۱۰	۳۵/۰۷	۱/۵۳	۵/۵۷
بدون شخم	۱	۱۰/۹۵	۱۴/۲۳	۲۹/۰۵	۲/۵۳	۸/۸۰
	۲	۱۰/۳۰	۱۵/۲۷	۳۱/۰۰	۲/۸۷	۸/۷۳
	۳	۸/۰۰	۱۲/۳۳	۳۰/۰۰	۳/۱۰	۷/۳۰
	۴	۹/۵۵	۱۴/۶۳	۲۸/۷۵	۳/۱۰	۹/۰۳
	۵	۱۰/۳۰	۱۲/۵۷	۲۸/۴۵	۴/۰۷	۷/۵۰
	۶	۸/۷۵	۱۲/۴۰	۲۹/۱۰	۳/۶۰	۷/۴۷
	۷	۸/۱۵	۱۳/۰۷	۲۸/۴۵	۲/۸۰	۷/۳۷
	۸	۹/۱۵	۱۱/۴۰	۲۹/۲۵	۲/۶۷	۷/۸۷

	۹	۸/۷۰	۱۱/۱۳	۳۰/۵۰	۳/۵۰	۷/۸۰
	۱۰	۱۱/۶۰	۱۵/۶۷	۲۸/۷۰	۳/۷۳	۶/۶۳
	۱۱	۱۱/۵۰	۱۳/۵۷	۳۰/۴۵	۳/۲۷	۷/۶۷
	۱۲	۷/۸۰	۱۴/۸۳	۲۹/۶۰	۳/۹۰	۶/۸۰
	۱۳	۱۰/۰۰	۱۴/۹۰	۳۰/۴۵	۳/۴۰	۸/۱۳
	۱۴	۹/۰۵	۱۳/۲۳	۳۲/۶۵	۲/۹۰	۷/۸۰
	۱۵	۱۰/۷۰	۱۴/۴۷	۲۸/۴۵	۴/۱۳	۸/۴۰
	۱۶	۹/۵۳	۱۳/۱۳	۳۰/۱۵	۲/۷۷	۷/۸۳
	۱۷	۹/۴۰	۱۴/۴۳	۲۸/۷۰	۳/۰۰	۷/۶۰
	۱۸	۶/۵۵	۱۰/۹۰	۳۰/۴۰	۲/۰۳	۷/۶۰
	۱۹	۸/۲۰	۱۳/۹۷	۲۸/۴۰	۲/۴۰	۷/۶۰
	۲۰	۸/۰۵	۱۳/۹۷	۲۸/۹۰	۲/۹۷	۶/۹۷
	۲۱	۷/۷۵	۱۵/۱۷	۲۹/۹۵	۲/۹۳	۷/۴۳
	۲۲	۹/۷۵	۱۱/۳۳	۲۹/۰۰	۲/۸۳	۷/۶۷
	۲۳	۹/۲۵	۱۲/۱۰	۳۰/۵۰	۳/۸۷	۷/۵۰
	۲۴	۶/۶۵	۱۱/۱۰	۲۸/۵۵	۳/۵۰	۷/۸۰
	۲۵	۷/۹۰	۱۱/۳۳	۲۸/۶۰	۳/۰۳	۷/۰۷
	۲۶	۶/۸۵	۱۱/۹۷	۳۲/۹۰	۳/۵۳	۷/۶۳
	۱	۴/۳۳	۷/۷۷	۳۰/۵۰	۲/۴۳	۶/۹۳
	۲	۳/۲۷	۸/۲۳	۳۲/۵۳	۲/۲۰	۷/۰۷
	۳	۳/۶۳	۶/۱۷	۳۰/۵۷	۲/۳۳	۶/۵۰
	۴	۳/۱۳	۵/۶۷	۲۹/۷۷	۲/۱۷	۷/۳۰
	۵	۵/۰۳	۹/۰۳	۳۱/۰۷	۳/۵۰	۷/۶۷
	۶	۷/۵۳	۱۱/۳۷	۳۱/۸۰	۴/۱۳	۸/۰۳
	۷	۶/۶۷	۱۰/۸۷	۳۲/۰۷	۱/۴۰	۷/۷۷
	۸	۶/۵۳	۱۱/۹۷	۳۱/۴۰	۲/۴۰	۸/۱۰
	۹	۷/۹۳	۱۱/۵۳	۳۲/۷۰	۲/۲۳	۷/۰۰
	۱۰	۵/۰۳	۹/۱۷	۳۱/۴۷	۱/۶۷	۵/۷۳
	۱۱	۶/۷۰	۱۱/۴۰	۳۱/۶۷	۲/۱۳	۴/۹۳
	۱۲	۵/۶۰	۱۰/۴۷	۳۱/۶۳	۲/۲۰	۶/۳۳
	۱۳	۵/۶۷	۸/۸۷	۳۲/۶۷	۱/۴۰	۶/۹۰
کم خاک‌ورزی	۱۴	۸/۷۳	۱۱/۸۳	۳۰/۱۳	۲/۰۰	۸/۴۳
	۱۵	۸/۸۷	۱۱/۵۷	۳۲/۷۳	۱/۴۰	۷/۹۷
	۱۶	۷/۷۷	۱۰/۹۳	۳۰/۵۰	۱/۴۷	۸/۴۳
	۱۷	۶/۲۰	۱۰/۰۷	۳۱/۳۷	۲/۰۰	۶/۸۰
	۱۸	۷/۱۷	۱۱/۱۳	۳۱/۹۰	۱/۳۳	۷/۴۰
	۱۹	۷/۰۷	۱۲/۶۰	۲۸/۴۰	۱/۸۰	۶/۲۳
	۲۰	۷/۲۰	۱۱/۴۳	۳۲/۴۷	۲/۶۰	۶/۵۰
	۲۱	۷/۳۷	۱۰/۵۷	۳۲/۶۳	۲/۳۳	۶/۱۰
	۲۲	۶/۹۳	۱۱/۲۳	۳۰/۹۷	۳/۴۳	۷/۱۰
	۲۳	۶/۸۷	۱۱/۴۷	۳۱/۶۰	۲/۵۷	۶/۷۰
	۲۴	۵/۷۷	۱۰/۹۳	۳۱/۱۳	۳/۳۷	۷/۳۳
	۲۵	۷/۴۷	۱۰/۹۳	۳۲/۹۳	۱/۶۷	۵/۸۷
	۲۶	۶/۲۷	۱۰/۱۳	۳۲/۵۳	۱/۹۳	۷/۰۳
LSD		۱/۴۰	۰/۹۵	۱/۶۴	۰/۹۶	۱/۷۸

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، درصد تغییر ماده آلی خاک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی، ژنوتیپ و اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۷). با توجه به نتایج پژوهش حاضر

در کشت بی‌خاک‌ورزی، ماده آلی بیشتری در خاک حفظ شده و تغییر درصد ماده آلی کمترین مقدار (۲۷/۳۶ درصد) و در خاک‌ورزی مرسوم درصد تغییر ماده آلی بیشترین مقدار (۴۹/۶۳ درصد) را داشت. در سامانه خاک‌ورزی کاهشی نیز ماده آلی در خاک در حدفاصل بین این دو نوع خاک‌ورزی حفظ شد (جدول ۸). تغییرات ماده آلی خاک متناسب با میزان بقایای گیاهی برگردانده شده به خاک می‌باشد، اما سامانه خاک‌ورزی نیز می‌تواند محتوای ماده آلی خاک را تحت تأثیر قرار دهد (ویلهلم و همکاران ۲۰۰۴). انجام عملیات خاک‌ورزی مرسوم و به هم خوردن خاک باعث نفوذ اکسیژن بیشتری در خاک می‌شود که این امر موجب اکسید شدن و تخریب مواد آلی می‌گردد (اسدی و همکاران۲۰۱۱). در پژوهشی رحیم‌زاده و نوید (۲۰۱۱) با بررسی سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در گندم نشان دادند، ماده آلی خاک در سیستم‌های کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم بیشتر بود. میرزاوند و مرادی طالب بیگی (۲۰۲۰) نیز در بررسی‌های خود نشان دادند، حفظ بقایا در خاک باعث افزایش ماده آلی خاک نسبت به حذف بقایا از خاک شد. خاک‌ورزی مرسوم و شخم با گاوآهن برگردان دار باعث تسریع در معدنی شدن مواد آلی در خاک و کاهش آن شده که درنهایت باعث از بین رفتن عناصر غذایی می‌شود که درنهایت بر اکوسیستم‌های کشاورزی تأثیر منفی می‌گذارد (فرانتسلوبرز و استودمان ۲۰۱۴؛ وزنیاک ۲۰۱۹).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تغییرات درصد ماده آلی خاک در ۲۶ ژنوتیپ گندم، خاک ژنوتیپ ۲ کمترین درصد تغییر ماده آلی خاک (۲۶/۰۳ درصد) را داشت و خاک ژنوتیپ ۴ بیشترین درصد تغییر ماده آلی خاک (۶۱/۹۰ درصد) را به خود اختصاص داد (جدول ۹). نتایج اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ نشان داد بیشترین درصد تغییر ماده آلی خاک مربوط به ژنوتیپ‌های ۴ و ۳ به ترتیب با ۸۸/۹۷ و ۷۹/۹۶ درصد در شرایط خاک‌ورزی مرسوم بود و ژنوتیپ ۱۳ در شرایط بی-خاک‌ورزی کمترین درصد تغییر ماده آلی خاک (۱۱/۳۲ درصد) را به خود اختصاص داد. به نظر می‌رسد در شرایط خاک‌ورزی مرسوم تغییر بالای ماده آلی خاک ژنوتیپ‌های ۳ و ۴ به این خاطر باشد که این دو نوع ژنوتیپ با سیستم ریشه گسترده‌تر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در هوادهی و تخلخل بیشتر خاک تأثیر داشته و باعث تجزیه بیشتر ماده آلی در خاک شده‌اند (جدول ۱۰).

از اجزای عملکرد گندم تعداد پنجه در مترمربع، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند که تغییر معنی-داری نسبت به سامانه‌های خاک‌ورزی (به‌جز تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه)، ژنوتیپ و اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ ($P<0.01$) نشان دادند (جدول ۷). طبق نتایج مقایسه میانگین اثر سامانه‌های خاک‌ورزی، تعداد پنجه در مترمربع در سامانه بی‌خاک‌ورزی ۱۵/۵۴ درصد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و ۸/۷۹ درصد نسبت به خاک‌ورزی کاهشی بیشتر بود (جدول ۸). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ، بیشترین تعداد پنجه در بوته (۵/۲۷) مربوط به ژنوتیپ ۱ تحت شرایط بی‌خاک‌ورزی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بود. کمترین تعداد پنجه (۲/۲۷) نیز مربوط به ژنوتیپ ۵ تحت شرایط خاک‌ورزی کاهشی بود.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر سامانه‌های خاک‌ورزی، ژنوتیپ و اثر متقابل سامانه‌های خاک‌ورزی در ژنوتیپ بر تعداد سنبله در مترمربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین اثر سامانه‌های خاک‌ورزی نشان داد، تعداد سنبله در مترمربع در سامانه بی‌خاک‌ورزی ۱۰/۰۶ درصد نسبت به خاک‌ورزی کاهشی و ۷/۱۸ درصد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم بیشتر بود (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سامانه خاک‌ورزی در ژنوتیپ نشان داد بیشترین تعداد سنبله در مترمربع (۴۶۵/۳) مربوط به ژنوتیپ ۲۲ در سامانه بی‌خاک‌ورزی بود. کمترین تعداد سنبله در مترمربع (۲۶۹/۳) نیز اختصاص به ژنوتیپ ۳ در سامانه خاک‌ورزی کاهشی بود (جدول ۱۰).

مطابق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، اثر سامانه‌های خاک‌ورزی بر تعداد دانه در سنبه معنی‌دار نبود (جدول

۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد ژنوتیپ ۱۸ دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله (۴۸/۳۴) و ژنوتیپ ۵ دارای کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۲/۴۰) بود (جدول ۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ بر تعداد دانه در سنبله، ژنوتیپ ۲۶ در سامانه خاک‌ورزی کاهشی دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله (۵۰/۸۷) بود، کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۱/۷۳) نیز در ژنوتیپ ۵ در سامانه بی‌خاک‌ورزی مشاهده شد (جدول ۱۰). با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی واکنش اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی متفاوت بود و تحت خاک‌ورزی حفاظتی اجزای عملکرد گندم بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بود. در بررسی‌های کمیلی و همکاران (۲۰۱۷)

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس اثر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بر تغییر ماده آلی خاک، اجزای عملکرد و عملکرد ۲۶ ژنوتیپ گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تغییرات ماده آلی خاک	تعداد پنجه در مترمربع	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
بلوک (تکرار)	۲	۶/۳۴ ns	۰/۰۴ ns	۵/۵۴ ns	۴/۴۵ ns	۱۱/۸۳ ns	۴۴۳۴۱۷/۲۴ ns	۲۷۵۷۴۲۲/۰۰ ns
سامانه‌های خاک‌ورزی	۲	۱۰۲۶۶/۰۵ **	۵/۳۵ **	۳۱۷۱۲/۵۰ **	۱۰۱/۳۱ ns	۷۹/۶۲ ns	۱۲۹۷۶۷۷۲/۰۳ **	۱۱۸۴۸۴۹۱/۲۶ **
خطای اصلی	۴	۵۶/۵۲	۰/۲۷	۱۵۸۳/۵۲	۳۹/۴۴	۲۳/۵۶	۵۵۹۰۳۳/۶۸	۶۵۳۴۹۱/۷۲
ژنوتیپ	۲۵	۶۲۶/۹۶ **	۱/۰۹ **	۸۴۴۵/۹۰ **	۴۵۱/۰۷ **	۶۳/۷۶ **	۹۸۵۴۸۹۱/۰۷ **	۲۸۴۵۸۳۸/۸۶ **
خاک‌ورزی در ژنوتیپ	۵۰	۳۴۹/۷۲ **	۰/۲۴ **	۱۵۷۱/۵۳**	۱۳/۱۴ *	۹۶/۷۸ **	۶۱۳۶۲۲/۷۶ **	۱۳۷۷۵۴۴/۴۵ **
خطای فرعی	۱۵۰	۵۹/۱۳	۰/۱۲	۸۹۶/۱۵	۸/۳۰	۵/۲۲	۳۱۳۸۶۵/۰۴	۴۵۱۰۳۴/۵۲
درصد ضریب تغییرات		۱۹/۱۸	۱۱/۲۴	۸/۱۵	۸/۵۷	۶/۳۴	۱۲/۸۰	۹/۶۵

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

بیشترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به خاک‌ورزی کاهشی و کمترین آن مربوط به خاک‌ورزی مرسوم بود که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت دارد. در بررسی‌های دیگر محققین نیز سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی بر اجزای عملکرد ذرت، سویا و گندم تأثیر معنی‌داری داشتند به‌طوری‌که با تغییر سامانه خاک‌ورزی از خاک‌ورزی کاهشی به سامانه بی‌خاک-ورزی تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله گندم کاهش یافت (سینگر و همکاران ۲۰۰۴).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر سامانه‌های خاک‌ورزی بر وزن هزار دانه معنی‌دار نیست ولی اثر ژنوتیپ و اثر متقابل سامانه‌های خاک‌ورزی و ژنوتیپ بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). بیشترین وزن هزار دانه مربوط به ژنوتیپ ۲۶ با ۴۰/۵۶ گرم بود اما تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۳ و ۲۴ نداشت. کمترین ون هزار دانه نیز در ژنوتیپ ۱۶ با ۳۱/۶۵ گرم مشاهده گردید (جدول ۹). با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها بر وزن هزار دانه، ژنوتیپ‌های ۲۶، ۲۴، ۱۸ و ۲۳ در سامانه خاک‌ورزی مرسوم بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. کمترین وزن هزار دانه نیز متعلق به ژنوتیپ ۷ در سامانه خاک‌ورزی مرسوم بود. وزن هزار دانه گندم در این بررسی تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی تغییر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱۰). وزن هزار دانه یک صفت ژنتیکی می‌باشد که کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی و مدیریتی قرار می‌گیرد.

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین تغییرات ماده آلی خاک، اجزای عملکرد و عملکرد گندم نسبت به سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی

سامانه‌های خاک‌ورزی	تغییر ماده آلی خاک	تعداد پنجه در مترمربع	تعداد سنبله در مترمربع	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
	٪	-		kg/ha	
خاک‌ورزی مرسوم	۴۹/۶۳ a	۲/۸۸ b	۳۶۱/۵ b	۳۹۶۶ b	۷۲۲۱ a
بی‌خاک‌ورزی	۲۷/۳۶ b	۳/۴۱ a	۳۸۹/۵ a	۴۷۸۲ a	۷۱۵۱ a
خاک‌ورزی کاهشی	۴۳/۲۸ ab	۳/۱۱ ab	۳۵۰/۳ b	۴۳۷۹ b	۶۵۱۴ b

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها، عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی، ژنوتیپ و اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ ($P<0.01$) قرار گرفت (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد در شرایط بی‌خاک‌ورزی عملکرد دانه، ۱۷/۰۵ درصد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و ۸/۴۳ درصد نسبت به خاک‌ورزی کاهشی، افزایش یافت (جدول ۸). در پژوهش‌های چقازردی و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به عملیات بی‌خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی بود که با نتایج حاصل از این بررسی هم‌خوانی دارد. به نظر می‌رسد باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح خاک همراه با اجرای سامانه‌های خاک‌ورزی در مناطق دیم، به دلیل کاهش تبخیر سطحی آب، افزایش رطوبت خاک، بهبود شرایط دمایی خاک و افزایش رشد موجب افزایش عملکرد دانه گندم می‌شود (اسکندری و فیضی‌اصل ۲۰۱۷). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها ژنوتیپ ۱۸ دارای بیشترین عملکرد دانه (۷۳۴۳ کیلوگرم در هکتار) بود که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ ۲۴ نداشت. ژنوتیپ ۱۳ نیز دارای کمترین عملکرد دانه (۲۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ، بیشترین مقدار عملکرد دانه گندم مربوط به ژنوتیپ ۲۴ ((Mirzabey(Durim) در سامانه بی‌خاک‌ورزی با ۶۶۵۸ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین عملکرد دانه (۱۷۱۸ کیلوگرم در هکتار) نیز در ژنوتیپ ۱۳ در سامانه خاک‌ورزی مرسوم مشاهده شد (جدول ۱۰). در این بررسی برتری عملکرد دانه ژنوتیپ Mirzabey(Durim) نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها می‌تواند به دلیل سازگاری آن به شرایط محیطی و پتانسیل تولید بیشتر این نوع ژنوتیپ باشد، هم‌چنین در شرایط بی‌خاک‌ورزی به دلیل رطوبت بالای خاک، این نوع ژنوتیپ واکنش خوبی نسبت به رطوبت خاک نشان داد که منجر به افزایش عملکرد دانه نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سامانه‌های خاک‌ورزی شد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار ($P<0.01$) سامانه‌های خاک‌ورزی، ژنوتیپ و اثر متقابل این دو عامل بر عملکرد بیولوژیک گندم بود (جدول ۷). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر روش‌های خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیک، گندم‌های تحت شرایط خاک‌ورزی رایج و بدون شخم بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشتند اما تحت شرایط کم خاک‌ورزی عملکرد بیولوژیک کمترین مقدار را داشت (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین تغییرات عملکرد بیولوژیک ۲۶ ژنوتیپ گندم نشان می‌دهد ژنوتیپ ۲۲ با ۸۱۹۳ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین و ژنوتیپ ۴ با ۶۱۰۹ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد بیولوژیک بودند در بین سایر ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی در ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیک گندم، بیشترین عملکرد بیولوژیک (۸۸۱۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به ژنوتیپ ۲۳ در سامانه خاک‌ورزی کاهشی و کمترین عملکرد بیولوژیک (۴۴۷۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به ژنوتیپ ۴ بود (جدول ۱۰). بر اساس نتایج کلی در سامانه خاک‌ورزی مرسوم، گندم

دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک بود که تفاوت معنی-داری با سامانه بی‌خاک‌ورزی نداشت. افزایش عملکرد بیولوژیک تحت خاک‌ورزی مرسوم شاید به این خاطر باشد که در این نوع خاک‌ورزی به دلیل کاهش مقاومت مکانیکی خاک، هوادهی خاک، پیوستگی و پایداری و اندازه منافذ و هم‌چنین مقدار منافذ زیستی خاک، درجه حرارت خاک، میزان آب خاک، عناصر غذایی خاک و هم-چنین برهمکنش آن‌ها با یکدیگر تأثیر افزایشی بر میزان رشد ریشه و در نتیجه رشد بخش‌های هوایی گیاه و عملکرد بیولوژیک داشته است. در سامانه بی‌خاک‌ورزی نیز وجود رطوبت قابل دسترس و مواد آلی در خاک باعث افزایش رشد گیاه و به‌تبع آن افزایش عملکرد بیولوژیک شده است. پس در کل با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان گفت که در خاک‌ورزی مرسوم کاهش مقاومت مکانیکی خاک و رشد بهتر ریشه و جذب بیشتر عناصر غذایی از خاک باعث رشد سریع و افزایش عملکرد بیولوژیک شده است و در سامانه بی‌خاک‌ورزی رطوبت خاک عاملی در افزایش عملکرد بیولوژیک بوده است. در قسمت قبل همان‌گونه که بیان شد سامانه بی‌خاک‌ورزی در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر دارای بیشترین درصد رطوبت خاک بود (جدول ۵). در یافته‌های سپیده‌دم و دمرودی (۲۰۱۶) بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کمترین آن مربوط به سیستم بی‌خاک‌ورزی بود.

جدول ۹- مقایسه میانگین تغییر ماده آلی خاک، اجزای عملکرد و عملکرد ۲۶ ژنوتیپ مختلف گندم

شماره ژنوتیپ	تغییر ماده آلی خاک	تعداد پنجه در مترمربع	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
	٪		–		g	kg/ha	
۱	۳۸/۳۱ c-i	۴/۴۴ a	۳۵۱/۰ d-j	۳۰/۰۰ d-f	۳۶/۱۶ c-g	۳۸۰۲ h-k	۷۳۱۳ a-e
۲	۲۶/۰۳ i	۲/۶۴ f	۳۲۵/۶ h-j	۳۳/۴۶ b-f	۳۳/۳۵ g-j	۳۶۱۶ i-l	۶۵۸۰ d-g
۳	۶۶/۱۲ b-g	۳/۱۲ b-f	۳۲۳/۷ g-j	۲۶/۶۶ ef	۳۵/۰۴ e-j	۳۱۱۰ k-m	۶۷۷۲ c-g
۴	۶۱/۹۰ a	۲/۷۸ d-f	۳۱۸/۷ j	۲۸/۸۰ d-f	۳۵/۹۹ c-h	۳۲۹۹ j-m	۶۱۰۹ g
۵	۳۴/۱۸ d-i	۲/۸۸ c-f	۳۸۰/۶ b-g	۲۲/۴۰ f	۳۲/۵۰ h-j	۲۷۲۹ lm	۶۸۰۱ c-g
۶	۳۱/۶۰ hi	۳/۰۰۷ b-f	۴۰۵/۳ a-c	۳۱/۳۰ d-f	۳۲/۳۰ ij	۴۰۹۲ f-j	۶۶۴۴ c-g
۷	۳۱/۷۲ g-i	۲/۹۸ b-f	۴۲۸/۳ ab	۲۲/۸۶ f	۳۲/۳۰ ij	۳۱۴۲ j-m	۶۵۴۰ d-g
۸	۳۲/۷۲ f-i	۳/۰۷ b-f	۳۶۴/۱ c-j	۳۴/۵۶ a-f	۳۶/۵۰ b-g	۴۵۴۳ e-i	۶۹۳۰ b-g
۹	۳۷/۱۲ d-i	۳/۵۳ b	۲۶۷/۱ c-i	۳۰/۱۷ d-f	۳۵/۵۲ d-i	۳۹۳۲ f-k	۶۳۸۱ e-g
۱۰	۳۵/۱۸ d-i	۳/۴۰ bc	۳۶۱/۸ c-j	۳۱/۶۵ d-f	۳۳/۵۱ g-j	۳۸۳۷ h-k	۶۱۱۸ fg
۱۱	۴۴/۱۷ b-f	۳/۳۳ b-d	۳۴۹/۳ d-j	۳۵/۸۳ a-f	۳۹/۱۸ a-c	۴۹۰۰ d-f	۷۲۸۳ a-e
۱۲	۳۹/۷۰ c-h	۳/۲۲ b-e	۳۶۳/۳ c-j	۳۵/۱۸ a-f	۳۸/۳۱ a-e	۴۸۸۶ d-f	۷۳۳۹ a-e
۱۳	۳۷/۸۶ d-i	۳/۳۵ bc	۳۳۷/۸ f-j	۲۲/۸۰ f	۳۳/۶۴ g-j	۲۶۰۰ m	۶۰۹۹ g
۱۴	۴۵/۲۷ b-e	۳/۳۰ b-e	۳۹۴/۲ b-d	۲۷/۲۳ ef	۳۵/۴۰ e-i	۳۸۱۱ h-k	۷۰۴۸ b-g
۱۵	۳۳/۰۷ e-i	۳/۳۷ bc	۳۴۴/۴ e-j	۳۲/۶۴ c-f	۳۹/۰۴ a-d	۴۳۹۶ e-i	۶۷۵۹ c-g
۱۶	۳۳/۰۵ e-i	۲/۹۰ c-f	۳۸۱/۳ b-f	۳۲/۲۰ c-f	۳۱/۶۵ j	۳۹۱۳ g-k	۶۷۷۸ c-g
۱۷	۴۴/۵۵ b-f	۳/۰۴ b-f	۳۶۶/۲ c-j	۲۹/۱۷ d-f	۳۷/۴۸ a-f	۳۹۹۷ f-k	۶۶۳۵ c-g
۱۸	۳۴/۵۵ d-i	۲//۷۵ ef	۲۸۹/۸ b-e	۴۸/۳۴ a	۳۹/۰۵ a-d	۶۴۹۰ a	۷۷۱۱ a-c
۱۹	۵۰/۴۰ a-c	۲/۹۰ c-f	۳۴۱/۳ f-j	۳۵/۳۸ a-f	۳۹/۸۵ ab	۴۷۳۶ c-g	۶۳۶۲ e-g
۲۰	۵۴/۵۰ ab	۳/۰۰ b-f	۳۷۳/۸ c-h	۳۵/۷۴ a-f	۳۶/۳۱ b-g	۴۸۵۹ c-f	۷۱۹۶ a-f
۲۱	۳۶/۷۷ d-i	۳/۰۰ b-f	۳۶۴/۰ c-j	۴۰/۵۴ a-e	۳۶/۴۷ b-g	۵۳۵۸ b-e	۷۳۱۲ a-e
۲۲	۳۵/۹۹ d-i	۳/۳۰ b-e	۴۴۵/۸ a	۳۶/۲۷ a-f	۳۴/۴۴ f-j	۵۵۳۶ bc	۸۱۹۳ a
۲۳	۵۴/۴۸ ab	۲/۹۰ c-f	۳۶۸/۴ c-i	۹۲/۹۴ a-d	۳۹/۷۶ ab	۶۱۹۸ ab	۷۹۸۶ ab
۲۴	۳۸/۵۸ c-h	۲/۹۲ c-f	۳۷۵/۶ c-g	۴۶/۴۱ a-c	۳۹/۵۰ a-c	۶۰۹۹ ab	۷۶۰۴ a-d

۲۵	۴۰/۴۶ c-h	۳/۱۷ b-f	۳۹۰/۲ b-e	۳۳/۴۰ b-f	۳۴/۳۰ f-j	۴۴۸۱ e-i	۷۴۶۷ a-d
۲۶	۴۶/۰۵ b-d	۳/۲۱ b-e	۳۲۴/۰ ij	۴۷/۲۷ ab	۴۰/۵۶ a	۵۴۰۷ b-d	۷۰۵۰ b-g

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری روش‌های خاک‌ورزی × ژنوتیپ بر تغییرات ماده آلی خاک، ارتفاع بوته، اجزای عملکرد و عملکرد گندم

روش‌های خاک‌ورزی	نوع ژنوتیپ	درصد تغییر ماده آلی خاک	تعداد پنجه در مترمربع	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد زیستی ($kg.ha^{-1}$)
خاک‌ورزی رایج	۱	۵۲/۴۱	۳/۴۷	۳۳۴/۷۰	۲۷/۷۶	۳۳/۲۱	۳۰۴۲	۶۹۲۶
	۲	۳۴/۵۵	۲/۵۱	۳۲۹/۳۰	۳۷/۳۷	۳۰/۵۹	۳۷۷۱	۷۵۷۸
	۳	۷۹/۹۶	۲/۵۸	۳۵۸/۲۰	۲۶/۶۳	۲۵/۶۸	۲۴۶۳	۷۹۹۸
	۴	۸۸/۹۷	۳/۱۳	۳۴۱/۳۰	۲۷/۴۷	۳۰/۰۶	۲۸۴۹	۷۵۷۹
	۵	۴۴/۶۰	۲/۹۸	۳۹۸/۷۰	۲۲/۹۴	۲۳/۲۴	۲۱۱۶	۷۲۰۶
	۶	۴۴/۵۵	۲/۸۹	۳۸۱/۳۰	۳۱/۶۷	۳۱/۲۹	۳۷۶۵	۶۸۶۲
	۷	۴۴/۵۱	۳/۰۰	۴۰۵/۳۰	۲۴/۰۲	۲۱/۶۳	۲۱۲۰	۶۴۲۴
	۸	۴۴/۵۳	۲/۶۲	۴۰۸/۰۰	۲۹/۹۳	۳۷/۳۵	۴۵۵۰	۷۰۷۲
	۹	۴۶/۷۱	۲/۸۹	۳۵۶/۰۰	۳۰/۷۱	۳۰/۸۳	۳۳۷۴	۶۳۳۵
	۱۰	۴۲/۲۹	۲/۹۳	۳۳۸/۷۰	۲۸/۹۸	۳۴/۷۳	۳۳۸۵	۶۷۷۴
	۱۱	۳۹/۰۳	۳/۱۱	۳۶۵/۳۰	۳۵/۰۹	۳۵/۵۹	۴۵۵۱	۸۰۹۴
	۱۲	۵۲/۲۶	۲/۸۹	۳۵۲/۰۰	۳۱/۵۶	۳۹/۰۳	۴۳۴۲	۷۸۸۸
	۱۳	۴۹/۹۸	۳/۰۴	۳۳۴/۷۰	۲۲/۸۷	۲۲/۴۳	۱۷۱۸	۶۵۳۷
	۱۴	۵۳/۳۶	۳/۰۰	۳۹۲/۰۰	۲۵/۳۱	۲۶/۳۸	۲۶۱۸	۷۶۲۷
	۱۵	۴۵/۶۱	۳/۰۷	۳۳۰/۷۰	۲۹/۷۸	۳۵/۸۵	۳۵۲۹	۶۷۳۳
	۱۶	۳۷/۸۹	۲/۵۳	۳۵۸/۷۰	۳۱/۶۲	۳۲/۰۷	۳۶۶۴	۶۹۱۲
	۱۷	۵۷/۷۸	۲/۸۷	۳۶۵/۳۰	۲۸/۲۰	۳۲/۰۷	۳۳۲۴	۷۴۱۷
	۱۸	۳۲/۲۵	۲/۸۰	۳۷۳/۳۰	۴۹/۲۷	۴۸/۴۴	۸۹۷۶	۷۹۴۶
	۱۹	۶۶/۶۲	۲/۵۱	۳۲۴/۰۰	۳۳/۶۷	۳۸/۵۶	۴۲۱۴	۶۶۵۹
	۲۰	۶۵/۵۹	۲/۹۳	۳۶۲/۷۰	۳۴/۹۱	۳۵/۱۳	۴۴۳۸	۶۸۲۱
	۲۱	۳۶/۷۶	۲/۸۷	۳۵۷/۳۰	۳۹/۵۳	۴۳/۳۴	۶۰۸۴	۷۷۶۲
	۲۲	۳۸/۹۷	۳/۰۷	۴۳۸/۷۰	۳۳/۲۲	۳۷/۲۹	۵۴۰۸	۸۱۳۳
	۲۳	۵۸/۸۷	۲/۸۰	۳۴۵/۳۰	۳۸/۶۷	۴۷/۹۰	۶۳۹۲	۷۲۰۱
	۲۴	۳۱/۱۶	۲/۸۲	۳۵۸/۷۰	۴۴/۹۱	۴۹/۵۳	۷۹۹۴	۷۷۳۴
	۲۵	۳۸/۹۳	۲/۷۳	۳۷۸/۷۰	۳۱/۸۰	۳۴/۳۴	۴۱۵۳	۷۰۲۷
	۲۶	۶۲/۲۶	۳/۰۰	۳۱۰/۷۰	۴۵/۴۰	۵۱/۱۵	۷۲۲۱	۶۵۰۸
بدون شخم	۱	۲۴/۶۶	۵/۲۷	۳۸۱/۳۰	۲۹/۹۳	۳۷/۵۳	۴۲۹۲	۸۱۱۹
	۲	۲۰/۰۵	۲/۹۳	۳۶۱/۳۰	۳۲/۵۳	۳۳/۴۳	۳۹۳۸	۷۰۵۱
	۳	۱۹/۰۰	۳/۲۰	۳۷۰/۷۰	۲۸/۷۶	۳۸/۹۷	۴۱۵۷	۷۳۵۷
	۴	۳۵/۶۶	۲/۹۳	۳۳۶/۰۰	۲۸/۹۶	۳۸/۰۰	۳۶۹۳	۶۲۷۵
	۵	۱۶/۷۵	۳/۰۷	۴۲۰/۰۰	۲۱/۷۳	۳۷/۲۰	۳۴۰۵	۶۶۳۱
	۶	۲۱/۳۳	۳/۲۷	۴۴۴/۰۰	۳۱/۳۶	۳۳/۵۳	۴۶۵۵	۶۸۴۸
	۷	۱۵/۰۸	۳/۳۳	۴۶۲/۷۰	۲۲/۶۰	۳۴/۸۳	۳۶۳۴	۶۱۵۵
	۸	۲۰/۲۷	۳/۶۰	۳۷۰/۷۰	۳۶/۵۳	۳۶/۲۳	۴۸۹۸	۷۰۵۲
	۹	۱۷/۹۴	۳/۸۴	۳۸۹/۳۰	۲۹/۱۶	۳۸/۲۰	۴۳۳۳	۶۵۵۴
	۱۰	۱۷/۶۳	۳/۷۳	۴۱۳/۳۰	۳۲/۲۲	۳۵/۵۳	۴۷۱۶	۶۰۴۸

	۱۱	۳۷/۸۷	۳/۹۶	۳۴۸/۰۰	۳۷/۲۹	۳۹/۹۳	۵۱۹۷	۶۸۸۷
	۱۲	۲۰/۱۱	۳/۵۱	۴۱۶/۰۰	۳۶/۳۶	۳۷/۸۷	۵۷۲۲	۸۱۵۱
	۱۳	۱۱/۳۲	۳/۴۷	۳۵۶/۰۰	۲۳/۰۷	۴۰/۱۷	۳۳۱۰	۶۵۶۷
	۱۴	۱۶/۸۸	۳/۵۸	۴۰۶/۷۰	۲۸/۵۸	۳۹/۳۳	۴۵۸۳	۶۸۹۱
	۱۵	۲۵/۷۳	۳/۴۷	۳۸۹/۳۰	۳۲/۴۰	۳۹/۶۳	۴۹۹۵	۷۲۱۷
	۱۶	۲۰/۱۶	۳/۴۷	۳۹۳/۳۰	۳۳/۴۷	۳۰/۲۳	۳۹۷۱	۶۷۶۳
	۱۷	۳۲/۴۰	۳/۲۰	۳۷۶/۰۰	۲۷/۰۴	۴۱/۰۰	۴۱۴۷	۷۲۲۵
	۱۸	۲۴/۶۵	۳/۰۰	۴۰۱/۳۰	۴۶/۲۰	۳۵/۶۷	۶۵۸۸	۸۰۵۳
	۱۹	۴۸/۸۷	۳/۱۳	۳۴۸/۰۰	۳۳/۶۰	۳۹/۶۳	۴۶۷۰	۶۳۶۸
	۲۰	۴۴/۴۵	۳/۰۰	۳۹۳/۳۰	۳۷/۲۲	۳۷/۶۰	۵۴۹۸	۸۲۱۳
	۲۱	۳۱/۲۵	۳/۲۷	۳۷۷/۳۰	۴۰/۰۲	۳۲/۱۳	۴۸۸۷	۷۴۸۳
	۲۲	۲۴/۴۹	۳/۶۰	۴۳۳/۳۰	۳۸/۲۹	۳۳/۹۷	۵۶۴۷	۸۲۸۰
	۲۳	۴۸/۸۷	۳/۰۰	۳۷۶/۰۰	۴۲/۵۶	۳۶/۰۳	۵۷۴۴	۷۹۳۹
	۲۴	۲۷/۹۵	۳/۱۳	۴۰۶/۷۰	۴۴/۸۴	۳۶/۶۰	۶۶۵۸	۷۴۹۴
	۲۵	۴۴/۵۲	۳/۴۴	۴۱۶/۰۰	۳۳/۳۶	۳۷/۲۷	۵۱۷۵	۷۶۲۱
	۲۶	۴۳/۴۹	۳/۲۲	۳۴۰/۰۰	۴۵/۵۳	۳۷/۵۷	۵۸۲۱	۶۶۷۵
کم خاک‌ورزی	۱	۳۷/۸۷	۴/۶۰	۳۳۶/۹۰	۳۲/۳۲	۳۷/۷۲	۴۰۷۳	۶۸۹۲
	۲	۲۳/۵۰	۲/۴۷	۲۸۶/۲۰	۳۰/۴۷	۳۶/۰۳	۳۱۳۸	۵۱۱۲
	۳	۳۳/۳۹	۳/۶۰	۲۶۹/۳۰	۲۴/۶۰	۴۰/۴۸	۲۷۱۱	۴۹۶۱
	۴	۶۱/۰۷	۲/۲۷	۲۷۸/۷۰	۲۹/۹۳	۳۹/۹۰	۳۳۵۶	۴۴۷۲
	۵	۴۱/۱۹	۲/۶۰	۳۲۳/۱۰	۲۲/۵۱	۳۷/۰۳	۲۶۶۶	۶۵۶۵
	۶	۲۸/۹۲	۲/۸۷	۳۹۰/۷۰	۳۰/۸۴	۳۲/۰۷	۳۸۵۷	۶۲۲۲
	۷	۳۵/۵۷	۲/۶۰	۴۱۶/۹۰	۲۱/۹۶	۴۰/۴۰	۳۶۷۲	۷۰۴۰
	۸	۳۳/۳۴	۳/۰۰	۳۱۳/۸۰	۳۷/۲۰	۳۵/۹۰	۴۱۸۰	۶۶۶۶
	۹	۴۶/۷۱	۳/۸۷	۳۵۶/۰۰	۳۰/۶۴	۳۷/۵۳	۴۰۸۹	۶۲۵۵
	۱۰	۴۵/۶۳	۳/۵۳	۳۳۳/۳۰	۳۳/۷۶	۳۰/۲۷	۳۴۰۹	۵۵۳۱
	۱۱	۵۵/۶۱	۲/۹۳	۳۳۴/۷۰	۳۵/۱۱	۴۲/۰۲	۴۹۵۳	۶۸۶۹
	۱۲	۴۶/۷۲	۳/۲۷	۳۲۲/۷۰	۳۷/۶۲	۳۸/۰۳	۴۵۹۵	۵۹۷۹
	۱۳	۵۲/۲۹	۳/۵۳	۳۲۲/۷۰	۲۲/۴۲	۳۸/۳۳	۲۷۷۲	۵۱۹۳
	۱۴	۶۵/۵۸	۳/۳۳	۳۸۴/۰۰	۲۷/۸۰	۴۰/۴۷	۴۲۳۰	۶۶۲۷
	۱۵	۲۷/۸۶	۳/۵۸	۳۱۳/۳۰	۳۵/۷۶	۴۱/۶۳	۴۶۶۳	۶۳۲۷
	۱۶	۴۱/۰۹	۲/۶۷	۳۹۲/۰۰	۳۱/۵۲	۳۲/۶۳	۴۱۰۳	۶۶۵۹
	۱۷	۴۳/۴۸	۳/۰۷	۳۵۷/۳۰	۳۲/۲۷	۳۹/۳۷	۴۵۲۱	۵۲۶۳
	۱۸	۴۶/۷۶	۲/۴۷	۳۹۴/۷۰	۴۹/۵۶	۳۳/۰۳	۶۴۶۴	۷۱۳۳
	۱۹	۳۵/۷۲	۳/۰۷	۳۵۲/۰۰	۳۸/۸۷	۳۸/۷۷	۵۳۲۴	۶۰۶۰
	۲۰	۵۳/۴۲	۳/۰۷	۳۶۵/۳۰	۳۵/۰۹	۳۶/۲۰	۴۶۴۰	۶۵۵۲
	۲۱	۴۲/۳۰	۲/۸۷	۳۵۷/۳۰	۴۲/۰۷	۳۳/۹۳	۵۱۰۵	۶۶۹۰
	۲۲	۴۴/۵۱	۳/۲۴	۴۶۵/۳۰	۳۷/۲۹	۳۲/۰۷	۵۵۵۵	۸۱۶۷
	۲۳	۵۵/۷۱	۲/۹۱	۳۸۴/۰۰	۴۷/۵۸	۳۵/۳۴	۶۴۵۷	۸۸۱۷
	۲۴	۵۶/۶۵	۲/۸۰	۳۶۱/۳۰	۴۹/۴۹	۳۲/۳۳	۵۷۸۶	۷۵۸۳
	۲۵	۳۷/۹۴	۳/۳۳	۳۷۶/۰۰	۳۵/۰۲	۳۱/۲۶	۴۱۱۶	۷۷۵۴
	۲۶	۳۲/۴۰	۳/۴۰	۳۲۱/۳۰	۵۰/۸۷	۳۲/۹۷	۵۴۱۵	۷۹۶۸
LSD		۱۲/۴۱	۰/۵۶	۴۸/۳۰	۴/۶۴	۳/۶۸	۹۷۲/۲	۱۰۸۳

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج آزمایش در مراحل گلدهی و پر شدن دانه در عمق ۷/۵ سانتی‌متر سامانه خاک‌ورزی مرسوم و در عمق ۱۵ سانتی‌متر سامانه خاک‌ورزی کاهشی بیشترین دمای خاک را به خود اختصاص دادند. بیشترین درصد رطوبت خاک در مراحل گلدهی و پر شدن دانه مربوط به سامانه بی‌خاک‌ورزی بود که نتیجه آن حفظ بقایای گیاهی مخصوصاً در اواخر دوره رشد گیاه بود که تأثیر خوبی بر عملکرد نهایی گندم داشت. کمترین درصد رطوبت خاک نیز در سامانه خاک‌ورزی مرسوم مشاهده شد. نتایج همچنین نشان داد با افزایش عمق، دمای خاک کاهش و رطوبت خاک افزایش داشت و در مرحله پر شدن دانه و با دریافت تشعشع بیشتر، دمای خاک در اعماق ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر افزایش و رطوبت خاک در این اعماق کاهش داشت. نتایج نشان داد تحت سامانه‌های خاک‌ورزی، در کشت بی‌خاک‌ورزی تغییر ماده آلی خاک کمتر از سایر سامانه‌های خاک‌ورزی بود و ژنوتیپ‌های مختلف گندم تغییر معنی‌داری نسبت به ماده آلی خاک نشان دادند. بیشترین مقدار عملکرد دانه گندم (۶۶۵۸ کیلوگرم در هکتار) تحت اثر متقابل مربوط ژنوتیپ Mirzabey (Durum) (ژنوتیپ ۲۴) در سامانه بی‌خاک‌ورزی بود. با توجه به نتایج کلی مقدار رطوبت در خاک‌ورزی حفاظتی به‌خصوص در سامانه بی‌خاک-ورزی بالاترین درصد را نشان داد. این می‌تواند اهمیت بقایا را در سطح خاک در حفظ رطوبت در مناطق دیم اثبات کند و توصیه می‌شود در مناطق دیم دالاهو، روش-های خاک‌ورزی حفاظتی جهت بهبود عملکرد به‌کاربرده شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاران موسسه تحقیقات دیم سرارور استان کرمانشاه و مجری محترم پروژه ایران ایکاردا در استان و همچنین مدیریت محترم جهاد کشاورزی شهرستان دالاهو و کشاورزان روستای طلسم که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند صمیمانه تشکر می‌کنیم.

منابع مورد استفاده

Abasdokht H, Falah heravi A, Zare FeizAbadi A and Gholami A. 2017. Effect of conventional and conservation tillage with management residue on some of Soil physicochemical properties in wheat. Iranian Journal of Soil and Water Research, 48(4): 841-851. (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.2008479.1396.48.4.14.8

Amidi ZY, Ghaseminejad RM, Asodar MA and Moradi TMR. 2014. The effect of tillage methods and residue management on moisture retention and apparent specific gravity after tillage in rainfed agriculture, Proceedings of the second conference on new findings in the environment and agricultural ecosystems, Tehran. (In Persian).

Anonymous. 2018. Agricultural statistics. The first volume of crops, 1st edition, 95 p. (In Persian).

Asadi A, Yahyaabadi M and Taki O. 2011. The Effect of Conventional and Conservation Tillage on Forage Corn Yield in a Barley-Corn Rotation. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 12(1): 83-96. (In Persian).

Asodar MA and Ghasemi-Nejad Raini M. 2008. Agricultural machines, 1st edition, Shahid Chamran University Press, Ahvaz, 204 p. (In Persian).

Aynehband A, Tehrani M. and Nabati DA. 2010. Residue management and N-splitting methods effects on yield, biological and chemical characters of canolaecosystem. Journal of Food Agriculture Environment. 8(2):317-324.

Bala J and Singh V. 2022. A review of the needs, challenges and policy implications of the conservation agriculture-based resource conservation technologies. The Pharma Innovation Journal, 11(7S): 2407-2414.

Chaghazardi HR, Jahnsuz MR, Ahmadi A and Gorji M. 2015. Effects of different tillage methods on bread wheat and chickpea yield, yield components and soil physical properties under rainfed conditions in Kermanshah. Iranian Journal of Field Crop Science, 46(4): 687-698. (In Persian). https://doi.org/10.22059/ijfcs.2015.56816

Chen Y, Chai S, Tian H, Chai Y, Li Y, Chang L and Cheng H. 2019. Straw strips mulch on furrows improves water use efficiency and yield of potato in a rainfed semiarid area. Agricultural Water Management, 211: 142-151. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.048

Choudhary VK, Kumar PS and Bhagawati R. 2013. Response of tillage and in situ moisture conservation on alteration of soil and morpho-physiological differences in maize under Eastern Himalayan region of India. Soil and Tillage Research, 134: 41-48. https://doi.org/10.1016/j.still.2013.07.004

Eskandari I and Feiziasl V. 2017. Influence of Conservation Tillage on some Soil Physical Properties and Crop Yield in Vetch-Wheat Rotation in Dryland Cold Region. Journal of Agricultural Machinery, 7(2): 451-467. (In Persian). https://doi.org/10.22067/jam.v7i2.50933

Franzluebbers AJ and Stuedemann JA. 2014. Crop and cattle production responses to tillage and cover crop management in an integrated crop–livestock system in the southeastern USA. European Journal of Agronomy, 57: 62-70. https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.05.009

Giannitsopoulos ML, Burgess PJ and Rickson RJ. 2019. Effects of conservation tillage systems on soil physical changes and crop yields in a wheat–oilseed rape rotation. Journal of Soil and Water Conservation, 74(3): 247-258. https://doi.org/10.2489/jswc.74.3.247

Habtegebrial K, Singh BR and Haile M. 2007. Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (Eragrostis tef (Zucc.) Trotter) and soil properties. Soil and Tillage Research, 94(1): 55-63. https://doi.org/10.1016/j.still.2006.07.002

Hasan Zade H, Galavi M, Ramroudi M and Sharifi HR. 2019. Influence of Tillage Method and Residue Management on Yield and some Agronomic Characteristics of Wheat in Water Stress Conditions. Applied Field Crops Research, 32(03): 117-132. (In Persian). https://doi.org/10.22092/aj.2019.120619.1249

Jemai I, Aissa NB, Guirat SB, Ben-Hammouda M 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. https://doi.org/10.1016/j.still.2012.07.008

Kassam A, Friedrich T, Shaxson F and Pretty J. 2009. The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake. International Journal of Agricultural Sustainability, 7(4): 292-320. https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0477

Komeili HR, Rezvani Moghaddam P, Ghodsi M, Nassiri Mahallati M and Jalal Kamali MR. 2017. Effect of different tillage methods and the rate of crop residues on yield, yield components and economic efficiency of wheat. Cereal Research, 6(3): 323-337. (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.22520163.1395.6.3.5.7

Mirzavand J and MoradiTalebbeigi R. 2020. Effect of tillage methods and corn residue on wheat yield, soil organic matter content, and earthworm population in Zarghan, Fars. Journal of Plant Ecophysiology, 12 (42): 226-237. (In Persian).

Mohammad W, Shah SM, Shehzadi S and Shah SA. 2012. Effect of tillage, rotation and crop residues on wheat crop productivity, fertilizer nitrogen and water use efficiency and soil organic carbon status in dry area (rainfed) of north-west Pakistan. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12(4): 715-727. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162012005000027

Pretty J and Bharucha ZP. 2014. Sustainable Intensification in Agricultural Systems. Annals of Botany, 114: 1571-1596. https://doi.org/10.1093/aob/mcu205

Rahimzadeh R, Navid H. 2011. Different Tillage Methods Impacts on a Clay Soil Properties and Wheat Production in Rotation with Chickpea under Rainfed Condition. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 21(1): 29-41. (In Persian). https://dorl.net/dor/20.1001.1.24764310.1390.21.1.3.1

Sabzi Parvar AA, Tabari H and Ayani A. 2010. Estimation of average daily soil temperature in some climatic samples of Iran using meteorological data, Journal of Soil and Water Sciences, 14(52): 125-138. (In Persian). http://dorl.net/dor/20.1001.1.24763594.1389.14.52.10.5

Saharawat YS, Singh B, Malik RK, Ladha JK, Gathala M, Jat ML and Kumar V. 2010. Evaluation of alternative tillage and crop establishment methods in a rice–wheat rotation in North Western IGP. Field Crops Research, 116(3): 260-267. http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2010.01.003

Sayre KD. 2011. Global Overview of Conservation Agriculture - Principles and Focus. Proceeding of Workshop on Conservation Agriculture and its Impact on Water Productivity, 12-13 Sep. Karaj, Iran (In Persian)

Sepide dam S, Ramroudi M. 2016. Effects of tillage systems and nitrogen fertilizer on yield, yield components and seed protein of wheat. 2 (2): 33-46. (In Persian). http://arpe.gonbad.ac.ir/article-1-162-en.html

Simmons FW and Nafziger ED. 2009. Soil management and tillage. Illinois Agronomy Handbook. pp. 133-142.

Singer JW, Kohler KA, Liebman M, Richard TL, Cambardella CA and Buhler DD. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. Agronomy Journal, 96(2): 531-537. https://doi.org/10.2134/agronj2004.5310

Soane BD, Ball BC, Arvidsson J, Basch G, Moreno F and Roger-Estrade J. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment, Soil and Tillage Research, 118: 66-87. https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015

Walkley CA and Black IA. 1934. An examination of Degtjareff method of determining soil organic matter and proposed modification of the method of the chromic acid titration method. Soil Science Journal, 37: 29-39. http://dx.doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003

Wilhelm WW, Johnson JM, Hatfield JL, Voorhees WB and Linden DR. 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal: a literature review. Agronomy Journal, 96(1): 1-17. https://doi.org/10.2134/agronj2004.1000a

Woźniak A and Rachoń L. 2020. Effect of Tillage Systems on the Yield and Quality of Winter Wheat Grain and Soil Properties. Agriculture Journal, 10(9): 405-413. https://doi.org/10.3390/agriculture10090405

Woźniak A. 2019. Chemical properties and enzyme activity of soil as affected by tillage system and previous crop. Agriculture Journal, 9(12): 262. https://doi.org/10.3390/agriculture9120262