دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۵
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی تأثیر سیستم خاک‌ورزی و نیتروژن مصرفی بر خصوصیات کمی و کیفی گندم و تعیین مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد

علی نخ‌زری مقدم[1*]، علی راحمی‌کاریزکی[2]
[2،1]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۹

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر خاک‌ورزی و نیتروژن مصرفی بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد پروتئین و تعیین مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد گندم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه گنبد کاووس به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. در این بررسی سیستم خاک‌ورزی به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (عدم خاک‌ورزی، شخم با زیرشکن و شخم با گاوآهن برگردان) و میزان مصرف نیتروژن به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بود. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که، در بین تمام صفات مورد مطالعه تنها وزن هزار دانه تحت تأثیر خاک‌ورزی قرار گرفت. بیش‌ترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار زیرشکن با ۴۲/۳۱ گرم بود. اثر نیتروژن بر ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار بود. وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمارهای نیتروژن قرار نگرفت. حداقل ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، درصد و عملکرد پروتئین دانه به تیمار عدم مصرف نیتروژن تعلق داشت. تمام صفات مورد بررسی به‌جز وزن هزار دانه با افزایش مصرف نیتروژن افزایش نشان دادند؛ به‌طوری‌که حداکثر صفات با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. مصرف نیتروژن مؤثرتر از سیستم خاک‌ورزی بر کمیت و کیفیت گندم بود. نتایج حاصل از تجزیه مسیر نشان داد که، اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله بر روی عملکرد دانه نسبت به سایر متغیرها بیش‌تر بود. لذا، به‌نظر می‌رسد که تعداد دانه در سنبله مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد دانه گندم باشد.

واژه‌های کلیدی: **پروتئین، تجزیه مسیر، سیستم خاک‌ورزی، عملکرد دانه، نیتروژن**

*نویسنده مسئول: a_nakhzari@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

مقدمه

استفاده مداوم از گاوآهن برگردان‌دار طی سال‌های متمادی موجب ایجاد لایه سخت تحت‌الارض در عمق پایین‌تر از لایه شخم می‌شود. وجود این لایه باعث کاهش حجم خلل و فرج بزرگ خاک، نفوذپذیری خاک و رشد ریشه می‌شود که این اثرات کاهش عملکرد گیاه را در پی دارد. روش‌های خاک‌ورزی مرسوم در طی دراز مدت، ویژگی‌های مناسب خاک را تخریب و آن را دچار فرسایش می‌کنند (Helm, 2005). سیستم بدون خاک‌ورزی یکی از روش‌هایی است که به‌دلیل کاهش هزینه‌های تولید نسبت به خاک‌ورزی متداول مورد توجه قرار گرفته است. کاهش تعداد عملیات ماشینی در خاک و حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و ناهموار کردن سطح خاک به‌منظور ممانعت از فرسایش بادی و آبی خاک به‌عنوان اهداف اصلی خاک‌ورزی حفاظتی مدنظر است (Behroozi Lar and Oghbaei, 2010).

سانچز و همکاران (Sanchez *et al.*, 2007) معتقدند که، سیستم کم‌خاک‌ورزی در دراز مدت باعث بهبود حاصلخیزی خاک، کاهش فرسایش خاک، کاهش هزینه کارگر، کاهش هزینه سوخت و کاهش تجهیزات مورد نیاز می‌شود. صادق نژاد و اسلامی (Sadeghnezhad and Eslami, 2006) معتقدند که، استمرار روش بدون خاک‌ورزی در استان گلستان به‌تدریج عملکرد دانه گندم را کاهش می‌دهد. در شرایط دیم، خاک‌ورزی سطحی با دیسک (دو بار به عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر) و در شرایط آبیاری، روش خاک‌ورزی عمیق با زیرشکن همراه با شخم با گاوآهن برگردان‌دار و دیسک مناسب تشخیص داده شد. نتایج تحقیق رشیدی و همکاران (Rashidi *et al.*, 2011) نشان داد که، اعمال سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی گندم نداشت. دی ویتا و همکاران (De Vita *et al*,. 2007) تفاوت معنی‌داری بین دو سیستم خاک‌ورزی معمولی و حداقل در دو سال از سه سال مورد بررسی از نظر عملکرد دانه، وزن حجمی دانه، وزن صد دانه و درصد پروتئین دانه گندم در منطقه وستو ایتالیا مشاهده نکردند. در بررسی مانوز-رومرو و همکاران (Muñoz-Romero *et al.*, 2010) اگرچه عدم خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی معمولی بیومس، عملکرد دانه گندم و میزان نیتروژن برداشت شده را افزایش داد؛ اما تأثیر معنی‌داری بین این دو نوع سیستم خاک‌ورزی از نظر بیومس ریشه و میزان نیتروژن ریشه در گندم مشاهده نشد. گلاب و کولیج (Głab and Kulig, 2008) با بررسی دو سیستم خاک‌ورزی معمولی و خاک‌ورزی کاهش یافته، حدود ۱۵ درصد عملکرد بیش‌تر گندم را در خاک‌ورزی معمولی نسبت به خاک‌ورزی کاهش یافته گزارش کردند. ازپینار و کای (Ozpinar and Cay, 2005) با بررسی تأثیر سیستم‌های متداول و حداقل خاک‌ورزی بر عملکرد دانه گندم پاییزه، تفاوت معنی‌داری بین سیستم‌های خاک‌ورزی مشاهده نکردند؛ درحالی‌که امرابت (Mrabet, 2011) عملکرد دانه و بیولوژیک بالای گندم را در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی نسبت به سیستم خاک‌ورزی متداول

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

گـزارش کـرد. . لـوپز بلیـدو و لـوپز بلیـدو (Lopez-Bellido and Lopez-Bellido, 2001) بـا بررسـی سیستم‌های متداول و حداقل خاک‌ورزی، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه گندم و جذب نیتـروژن در دو سال از سه سال مورد بررسی مشاهده نکردند. در بررسـی نـاکوموتو و همکـاران (Nakamoto *et al.*, 2006) بین دو سیستم خاک‌ورزی معمولی و حداقل از نظر بیومس تولیدی گنـدم تفـاوت معنـی‌داری در طی ۵ سال مشاهده نشد؛ اما میزان کربن و نیتروژن کل خاک در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متـر در سیسـتم خاک‌ورزی کاهش یافته بیش‌تر بود

هـدایتی‌پـور و میرزایـی (Hedayatipoor and Mirzaei, 2009) بـا بررسـی تـأثیر اسـتفاده از ساب‌سویلر به عمق ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متر، استفاده از ساب‌سویلر به عمق ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متـر و گـاوآهن برگردان‌دار + دیسک بر لوبیا مشاهده کردند که؛ سیستم خاک‌ورزی بر عملکرد و اجـزای عملکـرد لوبیـا تأثیر معنی‌داری نداشت؛ اما نفوذپذیری خاک را افزایش و مقاومت مکانیکی خاک را کاهش داد. برقعـی و همکاران (Borghei *et al.*, 2006) افزایش ۱۳ درصدی عملکرد پنبـه را بـا اسـتفاده از زیرشـکن در مقایسه با شاهد گزارش کردند. در بررسی حیدری سلطان‌آبادی و همکـاران (Heidari Soltanabadi *et al.*, 2008) اثر زیرشکن بر عملکرد دانه و اجزای آن در آفتابگردان معنـی‌دار نبـود، امـا نفوذپـذیری خاک افزایش یافت.

ملکا و بلیشارژیک (Malecka and Blecharczyk, 2008) با بررسی تـأثیر سیسـتم خـاک‌ورزی، مالچ و کود نیتروژن بر گیاه جو بهاره گزارش کردند که، سیستم خاک‌ورزی تـأثیری بـر تعـداد دانـه در سنبله جو نداشت؛ اما در سیستم خاک‌ورزی معمولی تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه بـیش‌تـر بود. با افزایش مصرف نیتروژن تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هـزار دانـه افـزایش یافت. مصرف نیتروزن به میزان ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه را به‌ترتیب ۲۹/۹۷ و ۶۳/۷۶ درصد افزایش داد. در بررسی لـک و مـدحج (Lack and Modhej, 2011) افـزایش مصـرف نیتـروژن عملکرد دانه گندم را هم در شرایط مطلوب رشد و هم در شرایط تنش گرمای پایان فصل رشد افـزایش داد؛ اما تأثیری بر وزن هزار دانه، مدت زمان مؤثر پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانـه نداشـت. ضـریب همبستگی بین عملکرد دانـه و وزن هـزار دانـه تفـاوت معنـی‌داری نشـان نـداد. بحرانـی و طهماسـبی سروستانی (Bahrani and Tahmasebi Servestani, 2006) با بررسـی اثـر میـزان و زمـان مصـرف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گندم گزارش کردند که، با افزایش مصرف نیتروژن از ۴۰ بـه ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار وزن هـزار دانـه، تعـداد دانـه در سـنبله، تعـداد سـنبله بـارور در مترمربـع، عملکـرد بیولوژیک و دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه افزایش یافت؛ اما تفاوت معنی‌داری بین مصرف ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار از نظر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانـه، عملکـرد دانـه در مترمربـع و شاخص برداشت مشاهده نشد. فرجی و همکاران (Faraji *et al.*, 2006) با بررسـی تـأثیر نیتـروژن بـر

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی پایان دوره رشد مشاهده کردند که، افزایش نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه و وزن خشک، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شد. در بررسی هوشمندفر و همکاران (Hooshmandfar *et al.*, 2008) افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه، درصد و عملکرد پروتئین دانه گندم شد. خدارحمی و همکاران (Khodarahmi *et al.*, 2005) با بررسی همبستگی صفات در گیاه تریتیکاله گزارش کردند که، عملکرد دانه و وزن دانه رابطه منفی با یکدیگر داشتند.

عملکرد دانه گندم ناشی از اثرات تجمعی اجزای متشکله آن می‌باشد که این اجزاء تحت تأثیر اعمال مدیریت، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط با ژنوتیپ قرار می‌گیرند (Aydin *et al.*, 2010). لذا، شناسایی این اجزا و رابطه آن‌ها با عملکرد دانه می‌تواند در گزینش واریته‌های پرمحصول برای شرایط محیطی مختلف مؤثر واقع شود. با توجه به فقدان اطلاعات کافی در استان گلستان در زمینه تأثیر خاک‌ورزی و نیتروژن بر گندم، این بررسی با هدف تعیین مناسب‌ترین سیستم خاک‌ورزی و مقدار نیتروژن مصرفی بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد پروتئین دانه و تعیین مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای تعیین تأثیر سیستم خاک‌ورزی و میزان نیتروژن مصرفی بر برخی خصوصیات گندم کوهدشت، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه گنبد کاووس واقع در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۱ دقیقه شرقی در زمینی که قبلاً نخود زراعی در آن کشت شده بود، اجرا گردید. شرایط آب و هوایی گنبد در طول مدت اجرای آزمایش در جدول ۱ درج شده است. میزان بارش از آذر ماه ۱۳۸۹ لغایت پایان اردیبهشت ماه ۱۳۹۰ برابر ۲۲۹/۱ میلی‌متر بود. خصوصیات خاک محل آزمایش از آزمایش خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۱- شرایط آب و هوایی گنبد در طول دوره رشد (اول آذر ۱۳۸۹ تا ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۰)

پارامترها	ماه‌های سال					
	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
میزان بارندگی (میلی‌متر)	۲۷/۰۱	۴۰/۳	۶۷/۴۲	۷۵/۵۲	۳/۶۲	۱۵/۲۲
متوسط دما (سانتی‌متر)	۱۴/۷	۱۳/۰۲	۸/۳	۱۴/۲۶	۱۵/۳۱	۲۰/۳۱
رطوبت نسبی (درصد)	۵۷/۲۴	۶۶/۵۴	۷۱/۹۴	۷۳/۷۱	۶۹/۶۸	۷۱/۸۷

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

جدول ۲- مشخصات خاک مزرعه دانشگاه گنبد کاووس در محدوده آزمایش

اسیدیته	هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	مواد آلی (درصد)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن (درصد)	نوع خاک
۷/۹	۰/۸۶	۱/۰۷	۶/۸	۳۲۳	۰/۱۱	Silty Clay Loam

در این بررسی سیستم خاک‌ورزی در سه سطح شامل: استفاده از زیرشکن، استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و عدم خاک‌ورزی (بدون شخم) به‌عنوان عامل اصلی و میزان مصرف نیتروژن در چهار سطح شامل: صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (با منشأ اوره) در هکتار به‌عنوان عامل فرعی بودند. عملیات کاشت در آذر ماه ۱۳۸۹ انجام شد. در این بررسی از رقم کوهدشت گندم به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. فاصله ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر، تعداد ردیف‌ها ۵ و طول آن‌ها ۳ متر بود. کود نیتروژن خالص (با منشأ اوره ۴۶ درصد) در سه مرحله، یک‌سوم هنگام کاشت، یک‌سوم بعد از ساقه رفتن و یک‌سوم پس از گل دادن گندم با توجه به میزان تعیین شده در تیمارها به‌صورت سرک مصرف شد. کمبود بارندگی در فروردین ماه ۱۳۹۰ باعث شد که مزرعه در شروع پر شدن دانه یک‌مرتبه به‌میزان تقریبی ۰/۳ مترمکعب در کرت با استفاده از آب ذخیره شده (با در نظر گرفتن میزان آب خروجی در دقیقه از لوله) آبیاری شود. جهت تعیین عملکرد دانه، دو ردیف حاشیه و نیم‌متر از دو طرف سه ردیف وسط حذف و بقیه برداشت شدند. جهت تعیین صفات مورد بررسی، نیم‌متر طول از خط وسط هر کرت برداشت و ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تعیین گردید. جهت تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت در داخل خشک‌کن الکتریکی قرار داده شدند. درصد پروتئین دانه با استفاده از دستگاه کجلدال سنجیده شد. جهت تعیین عملکرد پروتئین، عملکرد دانه در درصد پروتئین ضرب گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver.9.1 (SAS Institute, 2003) انجام شد. جهت مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی، اثر خاک‌ورزی فقط بر وزن هزار دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اثر نیتروژن بر کلیه صفات به‌جز وزن هزار دانه یعنی ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار شد (جدول ۳).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

وزن هزار دانه: مقایسه میانگین صفات داده‌ها نشان داد که، خاک‌ورزی فقط بر وزن هزار دانه در سطح احتمال پنج درصد تأثیر گذاشت و بر صفات دیگر تأثیر معنی‌داری نداشت. استفاده از زیرشکن باعث افزایش وزن هزار دانه به‌میزان ۲/۱۶ گرم گردید (جدول ۴). این امر به‌دلیل نفوذ بیش‌تر آب حاصل از بارندگی و آبیاری قبل از پر شدن دانه به داخل خاک و احتمالاً توسعه بیش‌تر ریشه در خاک و افزایش تهویه خاک به‌دلیل نفوذپذیرتر شدن خاک بود. در واقع تأمین رطوبت کافی در زمان پر شدن دانه منجر به تداوم بیش‌تر فتوسنتز و انتقال مواد غذایی به دانه و در نتیجه افزایش وزن دانه شد؛ در حالی‌که در روش‌های دیگر عدم نفوذ آب کافی به داخل خاک باعث تنش جزئی در این مرحله و در نتیجه کاهش وزن دانه گردید. بارندگی کافی در مراحل اولیه رشد (جدول ۱) باعث شد که شرایط اقلیمی انتهای فصل سایر صفات را تحت تأثیر قرار ندهد؛ و تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها در تیمارهای مختلف مشاهده نشود. در بررسی ملکا و بلیشارژیک (Malecka and Blecharczyk, 2008) نیز وزن هزار دانه تحت تأثیر سیستم خاک‌ورزی قرار گرفت، اما هدایتی‌پور و میرزایی (Hedayatipoor and Mirzaei, 2009) تفاوت معنی‌داری بین سیستم‌های خاک‌ورزی از نظر اجزای عملکرد مشاهده نکردند. نتایج تحقیق رشیدی و همکاران (Rashidi *et al.*, 2011) حاکی از عدم تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی گندم بود. دی ویتا و همکاران (De Vita *et al*,. 2007) تفاوت معنی‌داری بین دو سیستم خاک‌ورزی معمولی و حداقل در دو سال از سه سال مورد بررسی از نظر وزن حجمی دانه گندم را در منطقه وستو ایتالیا مشاهده نکردند. بنابراین به‌نظر می‌رسد تأثیر خاک‌ورزی در کوتاه مدت بر عملکرد و اجزای عملکرد ناچیز باشد.

ارتفاع بوته: مطابق جدول مقایسه متجزیه واریانس داده‌ها، تأثیر نیتروژن بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار عدم مصرف نیتروژن با ۸۸/۰۵ سانتی‌متر بود. اگرچه با افزایش مصرف نیتروژن، ارتفاع بوته هم افزایش یافت؛ به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع گندم با ۹۱/۷۱ سانتی‌متر متعلق به تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود؛ اما تفاوت معنی‌داری بین سه تیمار مصرف ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نشد (جدول ۵). وجود رطوبت کافی تا مرحله ظهور سنبله و هم‌چنین استفاده از نیتروژن تثبیتی موجود در خاک در مرحله رویشی باعث شد که، اختلاف سه تیمار از نظر ارتفاع بوته کم و تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشود.

تعداد سنبله در مترمربع: براساس نتایج حاصل، در تیمار عدم مصرف نیتروژن تعداد سنبله در مترمربع ۳۴۹/۲ (کمترین) و در تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۴۱۰/۸ سنبله در مترمربع تولید شد (جدول ۵). بیشترین تعداد سنبله هم مربوط به تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۴۵۶/۷ بود؛ که تفاوت معنی‌داری با تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان نداد (جدول ۵). از آنجایی‌که تعداد سنبله بارور در اویل مرحله زایشی تعیین می‌گردد و گیاه تا این مرحله

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

دچار تنش رطوبتی نشد و با توجه به وجود نیتروژن تثبیتی در خاک، کمبود نیتروژن هم زیاد محسوس نبود. لذا، اختلاف زیادی بین تیمارها با مصرف بیش‌تر نیتروژن مشاهده نشد؛ به‌طوری‌که با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سنبله کافی تولید شد. اثر مثبت نیتروژن بر تعداد سنبله در مترمربع توسط بحرانی و طهماسبی سروستانی (Bahrani and Tahmasebi Servestani, 2006) و ملکا و بلیشارژیک (Malecka and Blecharczyk, 2008) نیز گزارش شده است.

جدول ۳- میانگین مربعات صفات مورد بررسی گندم تحت تأثیر خاک‌ورزی و نیتروژن مصرفی

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	سنبله در متر مربع	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	دانه در سنبلچه
تکرار	۳	۲۹/۲	۱۹۶/۵	۰/۱۲۷	۰/۶۴۱	۰/۰۱۱
خاک‌ورزی	۲	۲۹/۳۸	۱۳۵۰۸	۰/۳۷۸	۲/۶۵۶	۰/۰۰۵
خطای (Ea)	۶	۱۰۲/۲	۳۱۶۹	۰/۱۶	۱/۳۶۷	۰/۰۵۷
نیتروژن	۳	۳۶/۶۳*	۲۵۷۳۵**	۱/۷۴۸**	۹/۱۷۱**	۰/۴۷۳**
خاک‌ورزی×نیتروژن	۶	۲/۱۹۷	۲۶۶/۷	۰/۰۱	۰/۱۵۸	۰/۰۰۶
خطای (Eb)	۲۷	۱۰/۷۴	۱۸۴۹	۰/۱۸۵	۰/۲۶۹	۰/۰۲۱
ضریب تغییرات(درصد)	-	۳/۶۲	۱۰/۴۲	۴/۸۳	۳/۶۸	۷/۳۸

* و **: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ادامه جدول ۳- میانگین مربعات صفات مورد بررسی گندم تحت تأثیر خاک‌ورزی و نیتروژن مصرفی

منبع تغییرات	درجه آزادی	دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
تکرار	۳	۶/۹۴۲	۰/۰۶	۳۰۲۲۹۴	۱/۱۱۸	۵۲۲۶
خاک‌ورزی	۲	۶/۴۸۶	۲۱/۸۲*	۷۷۲۲۳۷	۰/۲۹۳	۱۳۴۳۸
خطای (Ea)	۶	۱۹/۶۹	۳/۱۷	۴۸۴۰۲۵	۱/۰۶۹	۵۰۲۳
نیتروژن	۳	۲۴۲/۶**	۹/۸۱	۹۶۸۶۵۹۸**	۵/۴۸*	۲۳۱۱۸۴**
خاک‌ورزی×نیتروژن	۶	۱/۰۰۹	۰/۶۸	۳۸۷۲۱	۰/۳۹۹	۱۲۸۹
خطای (Eb)	۲۷	۴/۴۷۹	۳/۳۲	۴۹۸۴۴۶	۱/۰۷۵	۱۱۳۸۵
ضریب تغییرات(درصد)	-	۷/۵۲	۴/۴۵	۱۵/۰۶	۷/۹۳	۱۸/۶۸

* و **: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

جدول ۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تأثیر نوع خاک‌ورزی

سیستم خاک‌ورزی	وزن هزار دانه (گرم)
زیرشکن	۴۲/۳۱[a]
برگردان	۴۰/۴۷[b]
بدون خاک‌ورزی	۴۰/۱۵[b]
LSD (5%)	۱/۵۴

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله: طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله تحت تأثیر نیتروژن مصرفی قرار گرفتند (جدول ۳)؛ اما مصرف بالای نیتروژن تأثیری بر این صفات نداشت؛ به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر این دو صفت مشاهده نشد. طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله در تیمار عدم مصرف نیتروژن به‌ترتیب ۸/۳۸ سانتی‌متر و ۱۲/۹۴ سنبلچه بود که نسبت به تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با ۹/۲۵ سانتی‌متر و ۱۴/۹ سنبلچه به‌ترتیب ۹/۴۱ و ۱۵/۱۵ درصد بیش‌تر بود (جدول ۵). این دو صفت نیز به‌دلیل مشخص شدن آن‌ها در مراحل اولیه رشد زایشی، تحت تأثیر نیتروژن بالا قرار نگرفتند.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی گندم تحت تأثیر نیتروژن مصرفی

صفات	میزان نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) ۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	LSD (5%)
ارتفاع بوته	۸۸/۰۵[b]	۹۰/۲۳[ab]	۹۱/۷۸[a]	۹۱/۷۱[a]	۲/۷۵
سنبله د رمترمربع	۳۴۹/۲[c]	۴۱۰/۸[b]	۴۳۴/۲[ab]	۴۵۶/۷[a]	۳۶/۰۲
طول سنبله	۸/۳۸[c]	۸/۸۳[b]	۹/۱[ab]	۹/۲۵[a]	۰/۳۶
تعداد سنبلچه در سنبله	۱۲/۹۴[c]	۱۳/۹۸[b]	۱۴/۶۴[a]	۱۴/۹[a]	۰/۴۳
تعداد دانه در سنبلچه	۱/۷۶[c]	۱/۸۹[b]	۲/۰۹[a]	۲/۲[a]	۰/۱۲
تعداد دانه در سنبله	۲۲/۷۶[d]	۲۶/۳۹[c]	۳۰/۵۷[b]	۳۲/۸۲[a]	۱/۷۷
عملکرد دانه	۳۵۵۷[c]	۴۴۳۵[b]	۵۱۳۴[a]	۵۶۲۵[a]	۵۹۱
درصد پروتئین	۱۲/۳۲[b]	۱۲/۹۱[b]	۱۳/۱[ab]	۱۳/۹۵[a]	۰/۸۷
عملکرد پروتئین	۴۰۲/۴[d]	۵۲۸/۸[c]	۶۲۵/۶[b]	۷۲۷/۹[a]	۸۹/۳۸

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

تعداد دانه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله: تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه تعیین‌کننده تعداد دانه در سنبله می‌باشند. براساس نتایج حاصل، تعداد دانه در سنبله بیش از صفات دیگر تحت تأثیر نیتروژن قرار گرفت (جدول ۵). اگرچه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

دانه در سنبلچه را ۲۵/۲۴ درصد افزایش داد؛ اما افزایش تعداد دانه در سنبله که متأثر از شرایط انتهای دوره رشد زایشی است برابر ۴۴/۲ درصد بود. این نتیجه بیان‌گر آن است که، نیتروژن بر صفاتی که در انتهای دوره رشد تشکیل می‌شوند تأثیر بیش‌تری داشت. به‌عبارت دیگر، کمبود نیتروژن در انتهای دوره رشد محسوس‌تر بود. با توجه به معنی‌دار نشدن وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله تأثیر بسیار زیادی بر عملکرد دانه گذاشت. افزایش تعداد دانه در سنبله با افزایش مصرف نیتروژن توسط بحرانی و طهماسبی سروستانی (Bahrani and Tahmasebi Servestani, 2006) و فرجی و همکاران (Faraji *et al.*, 2006) نیز گزارش شده است.

عملکرد دانه: عملکرد دانه متأثر از اجزای عملکرد دانه است. با توجه به این‌که اجزای عملکرد دانه در تیمار عدم مصرف نیتروژن حداقل بود؛ عملکرد دانه نیز در این تیمار حداقل بود. حداکثر مقدار صفات مربوط به تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). افزایش عملکرد ناشی از افزایش مصرف نیتروژن به‌علت افزایش در اجزای متشکله آن به‌جز وزن هزار دانه بود. به‌طورکلی، مصرف نیتروژن با تأثیر بر روی هر یک از اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد دانه گردید. با توجه به این‌که کشت قبلی نخود زراعی بود؛ به‌نظر می‌رسد که بخشی از نیاز گیاه به نیتروژن تأمین شده است. با توجه به عدم معنی‌دار شدن وزن هزار دانه، افزایش عملکرد ناشی از افزایش مصرف نیتروژن به‌علت افزایش تعداد سنبله بارور در مترمربع و تعداد دانه در سنبله بود که منجر به افزایش تعداد دانه در مترمربع گردید. کمبود نیتروژن باعث زرد شدن برگ (کاهش کلروفیل برگ و کارآیی استفاده از تشعشع خورشیدی به‌دلیل کاهش جذب نور توسط برگ) و کاهش سطح آن (به‌علت عدم تولید برگ جدید و ریزش برگ) می‌گردد و به این ترتیب عملکرد دانه کاهش می‌یابد. در بررسی بحرانی و طهماسبی سروستانی (Bahrani and Tahmasebi Servestani, 2006) نیز با وجود تأثیر مثبت نیتروژن بر عملکرد دانه، مصرف بالای نیتروژن تأثیری بر عملکرد دانه نداشت.

درصد و عملکرد پروتئین: مصرف نیتروژن، عملکرد پروتئین را بیش از درصد پروتئین تحت تأثیر قرار داد. این افزایش به‌دلیل تأثیر بالای نیتروژن بر عملکرد دانه نسبت به درصد پروتئین بود. در تیمار عدم مصرف نیتروژن درصد پروتئین ۱۲/۳۲ درصد و عملکرد پروتئین ۴۰۲/۴ کیلوگرم در هکتار بود؛ درحالی‌که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار درصد پروتئین را به ۱۳/۹۵ و عملکرد پروتئین را به ۷۲۷/۹ کیلوگرم در هکتار رساند (جدول ۵). افزایش درصد پروتئین دانه با افزایش مصرف نیتروژن توسط بحرانی و طهماسبی سروستانی (Bahrani and Tahmasebi Servestani, 2006) گزارش شده است. در بررسی هوشمندفر و همکاران (Hooshmandfar *et al.*, 2008) نیز افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش درصد و عملکرد پروتئین دانه گندم شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

همبستگی صفات مورد بررسی: ضرایب همبستگی ساده صفات نشان داد که، عملکرد دانه با صفات مورد بررسی به‌جز وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همبستگی میان عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع بیش از سایر صفات بود (جدول ۶). این بدان معنی است که، افزایش عملکرد بیش‌تر به‌دلیل افزایش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله بوده است. در مطالعه خدارحمی و همکاران (Khodarahmi *et al.*, 2005) نیز رابطه بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه تریتیکاله منفی گزارش شده است. نتایج بررسی لک و مدحج (Lack and Modhej, 2011) نیز همبستگی معنی‌داری را بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم نشان نداد.

جدول ۶- همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد

صفات مورد بررسی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱- عملکرد دانه	۱						
۲- سنبله در مترمربع	۰/۸۳**	۱					
۳- طول سنبله	۰/۵۹**	۰/۵۲**	۱				
۴- دانه در سنبلچه	۰/۷۸**	۰/۴۶**	۰/۴۹**	۱			
۵- دانه در سنبله	۰/۸۶**	۰/۵**	۰/۵۲**	۰/۹۲**	۱		
۶- وزن هزار دانه	۰/۲۸	-۰/۴۵**	-۰/۱۸	-۰/۴۱**	-۰/۳۴**	۱	
۷- سنبلچه در سنبله	۰/۷۱**	۰/۴۱**	۰/۴۳**	۰/۵۱**	۰/۸**	-۰/۱۳	۱

** معنی‌داری در سطح احتمال پنج (آزمون LSD).

تجزیه مسیر: نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که، از بین صفات مورد بررسی، تعداد سنبله در مترمربع (X1)، تعداد دانه در سنبله (X2) و وزن هزار دانه (X3) به‌ترتیب بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد دانه نشان دادند. مدل عملکرد دانه برحسب صفات مذکور به شرح زیر است:

عملکرد دانه = -۷۹۷۵/۲۷ + ۹/۹۰X1 + ۱۳۳/۸۴X2 + ۱۱۷/۳۷X3

بر مبنای تجزیه مسیر (جدول ۷)، بیش‌ترین اثر مستقیم را تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه داشت (۰/۶۲۰)؛ درحالی‌که مجموع اثر تعداد سنبله در مترمربع بر عملکرد دانه نسبت به تعداد دانه در سنبله بیش‌ترین بود (۰/۹۰۶). این امر به‌دلیل ناچیز بودن اثر منفی غیر مستقیم وزن هزار دانه از طریق تعداد سنبله در مترمربع بر عملکرد بود (-۰/۰۰۹). با توجه به نتایج تجزیه مسیر مشاهده شد که، وزن هزار دانه اثر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه داشت؛ ولی در نتیجه اثر غیرمستقیم منفی آن از طریق صفات تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در بوته بر عملکرد دانه، در مجموع، همبستگی آن با عملکرد دانه ناچیز بود. با توجه به نتایج حاصل، اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه نسبت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

به سایر متغیرها بیش‌تر بود. لذا، به‌نظر می‌رسد که تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای مهم تعیین‌کننده عملکرد دانه باشد.

جدول ۷- تجزیه ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم برای عملکرد دانه در گندم

تعداد سنبله در مترمربع	
اثر مستقیم	۰/۶۰۵
اثر غیرمستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	۰/۳۱۰
اثر غیرمستقیم از طریق وزن هزار دانه	-۰/۰۰۹
کل	۰/۹۰۶
تعداد دانه در سنبله	
اثر مستقیم	۰/۶۲۰
اثر غیرمستقیم از طریق تعداد سنبله در مترمربع	۰/۳۱۰
اثر غیرمستقیم از طریق وزن هزار دانه	-۰/۰۶۵
کل	۰/۸۶۵
وزن هزار دانه	
اثر مستقیم	۰/۱۲۰
اثر غیرمستقیم از طریق تعداد سنبله در مترمربع	-۰/۰۰۹
اثر غیرمستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله	-۰/۰۶۵
کل	۰/۰۷۴
اثرات باقی‌مانده	۰/۱۷۲

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش سیستم خاک‌ورزی فقط وزن هزار دانه را تحت تأثیر قرار داد. به‌نظر می‌رسد، بارندگی کافی تا فروردین ماه در منطقه و هم‌چنین یک‌مرتبه آبیاری مزرعه در زمان شروع پر شدن دانه تا حدودی اثر شخم زیرشکن را که منجر به ذخیره رطوبت در خاک می‌شود را خنثی نمود. لذا، تفاوت معنی‌داری بین سه سیستم خاک‌ورزی مشاهده نشد. مصرف نیتروژن بر صفات مورد بررسی به‌جز وزن هزار دانه تأثیر گذاشت. وزن هزار دانه صفت نسبتاً ثابت واریته‌ای است و کم‌تر تحت تأثیر قرار می‌گیرد؛ اما صفات دیگر تحت تأثیر نیتروژن قرار گرفتند. با توجه به این‌که کشت قبلی نخود زراعی بود و همزیستی بسیار خوبی هم بین این گیاه و باکتری‌ها مشاهده شد. تأثیر نیتروژن بر صفات مورد بررسی در مقادیر بالای نیتروژن بسیار کم بود. اکثر صفات در مقادیر بالای نیتروژن تفاوتی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

با هم نشان ندادند؛ اما اختلاف تیمار بدون مصرف نیتروژن و مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن معنی‌دار بود. عدم مصرف نیتروژن اکثر صفات مورد بررسی را کاهش داد و به این ترتیب باعث کاهش عملکرد دانه شد؛ درحالی‌که مصرف نیتروژن کافی با تأثیر مثبت بر صفات مؤثر بر عملکرد دانه موجب افزایش آن شد. از مجموع صفات مورد بررسی، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به‌ترتیب بیش‌ترین تأثیر را بر عملکرد دانه نشان دادند. اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله بر روی عملکرد دانه نسبت به سایر متغیرها بیش‌تر بود. به‌نظر می‌رسد که، تعداد دانه در سنبله مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد دانه باشد.

منابع

Aydin N., Mut Z., Ozcan H. 2010. Estimation of broad-sense heritability for grain yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Food, Agriculture and Environment, 8 (2): 419-421.

Bahrani A., Tahmasebi Servestani Z. 2006. Effect of rate and application time of nitrogen on quantity and quality traits, coefficient remobilization of dry matter and nitrogen in two cultivar of winter wheat. Iranian Journal of Agricultural Science, 36 (5): 1263-1271. (In Persian).

Behroozi Lar M., Oghbaei R. 2010. Management of Tractor and Agricultural Machines. Vol. 1 (4th Ed.). Tehran University Press, 450 p. (In Persian).

Borghei A.M., Taghinejad J., Minaei S., Karimi M., Varnamkasti M.Gh. 2006. Effect of subsoiling on soil bulk density, penetration resistance and Cotton yields in north of Iran. International Journal of Agricultural Biology, 110: 120-123.

De Vita P., Di Paolo E., Fecondo G., Difonzo N., Pisante M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil and Tillage Research, 92: 69-78.

Faraji H., Seyadat A., Fathi Gh., Emam Y., Nadyan H., Rasekh A. 2006. The effect of nitrogen on seed yield in drought stress conditions of end growth period. Journal of Agricultural Science, 29 (1): 99-111. (In Persian).

Głab T., Kulig B. 2008. Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum*). Soil and Tillage Research, 99: 169-178.

Hedayatipoor A., Mirzaei Sh.A. 2012. The effect of subsoiler on soil penetration, yield and yield components of bean. The 4th Iranian Pulse Crops Symposium, Arak, 4 p. (In Persian).

Heidari Soltanabadi M., Miranzadeh M., Karimi M., Ghasemi M., Hemmat A. 2008. Effect of subsoiling on soil physical properties and sunflower yield under conditions of conventional tillage. International Agrophysics, 22 (4): 313-317.

Helm V. 2005. Conservation tillage, grain sorghum, and wheat in Dallas county, Texas. Soil and Tillage Research, 23 (5): 356-366.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]

Hooshmandfar A.R., Tehrani M.M., Delnavaz Hashemlooyan B. 2008. Effect of nitrogen consumption on nitrogen of seeds and nitrogen use efficiency of wheat. Plant and Ecosystem, 16: 52-62.

Khodarahmi M., Amini A., Bihamta M.R. 2005. Study correlation traits, pathway analysis grain yield in triticale. Iranian Journal of Agricultural Science, 37 (1): 77-83. (In Persian).

Lack Sh., Modhej A. 2011. Effect of nitrogen fertilizer levels on grain yield and grain growth related traits of wheat genotypes under post-anthesis heat stress conditions. Iranian Journal of Crop Science, 13 (2): 219-233. (In Persian).

Lopez-Bellido R.J., Lopez-Bellido L. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: Effect of tillage, crop rotation and N fertilization. Field Crop Research, 71: 31-46.

Malecka I., Blecharczyk A. 2008. Effect of tillage systems, mulches and nitrogen fertilization on spring barley (*Hordeum vulgare*). Agronomy Research, 6 (2): 517-529.

Mrabet R. 2011. Effects of residue management and cropping systems on wheat yield stability in a semiarid Mediterranean clay soil. American Journal of Plant Science, 2: 202-216.

Muñoz-Romero V., Benítez-Vega J., López-Bellido R.J., Fontán J.M., López-Bellido L. 2010. Effect of tillage system on the root growth of spring wheat. Plant Soil, 326: 97-107.

Nakamoto T., Yamagishi J., Miura F. 2006. Effect of reduced tillage on weeds and soil organisms in winter wheat and summer maize cropping on Humic Andosols in central Japan. Soil and Tillage Research, 85: 94-106.

Ozpinar S., Cay A. 2005. Effects of minimum and conventional tillage systems on soil properties and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in clay-loam in the Canakkale region. Turk Journal of Agricultural Food Chemistry, 29: 9-18.

Rashidi Z., Zare M.J., Rejali F., Ashraf mehrabi A. 2011. Effect of soil tillage and integrated chemical fertilizer and biofertilizer on quantity and quality yield of bread wheat and soil biological activity under dry land farming. Electronic Journal of Crop Production, 4 (2): 189-206.

Sadeghnezhad H.R., Eslami K. 2006. The comparison of wheat yield under different tillage methods. Journal of Agricultural Science, 12 (1): 103-112. (In Persian).

Sanchez V., Serrano A., Suarez M., Hernanz J.L., Navarrete L. 2007. Economics of reduced tillage for cereal and legume production on rainfed farm enterprises of different sizes in semiarid conditions. Soil and Tillage Research, 78: 120-180.

SAS Institute. 2003. SAS Institute. SAS/Stat User's Guide, Version 9.1., Cary, NC, USA.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-01]