دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره دوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۴
http://arpe.gonbad.ac.ir

# مطالعه همبستگی و تجزیه علیت صفات زراعی در تناوب گندم–گندم و چغندرقند–گندم

**وصال احمد خوانساری[۱]، حسین صبوری[۲]، عباس بیابانی[۳*]، عبدالطیف قلی‌زاده[۴]، حسین علی فلاحی[۵]، مهدی زارعی[۶]**

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۳،۲]دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۶،۴]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۵]عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۱

**چکیده**

**تناوب زراعی بر میزان جذب نیتروژن توسط گیاهان، کارایی مصرف کودهای نیتروژنه و مقدار بذر تأثیرگذار است، بنابراین انتخاب یک نظام تناوبی با کارایی بالای نیتروژن در کاهش مصرف انرژی و افزایش سطح پایداری بوم نظام‌های زراعی موثر می‌باشد. به‌منظور تعیین همبستگی برخی صفات، اجزای عملکرد و نیز روابط علت و معلولی بین آن‌ها در تناوب گندم-گندم و چغندرقند-گندم آزمایش به‌صورت فاکتوریل مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط اقلیم مساعد و نسبتاً مرطوب گلستان (شهرستان گنبد کاووس) طی سال ۹۲-۹۱ اجرا شد. تیمارها شامل تراکم در ۳ سطح (۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ بذر در مترمربع) و کود نیتروژن در ۴ سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بود. نتایج نشان داد که، بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. اثرات متقابل نیتروژن × تراکم بر روی صفت عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار بود. در تناوب گندم-گندم و چغندرقند-گندم همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیکی مثبت و معنی‌دار بود. به‌طور کلی و با توجه به همبستگی‌های محاسبه شده در این تناوب، برای بدست آوردن حداکثر عملکرد دانه می‌توان به افزایش صفتی نظیر عملکرد بیولوژیکی متکی بود. در تناوب چغندرقند-گندم، تعداد دانه در سنبله به‌دلیل اثر مستقیم مثبت و اثر غیر مستقیم تعداد**

*نویسنده مسئول: abs346@yahoo.com



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

**سنبله در مترمربع از طریق صفت تعداد دانه در سنبله می‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین صفات جهت افزایش عملکرد دانه مورد توجه قرار گیرند.**

***واژه‌های کلیدی:*** **تراکم، عملکرد بیولوژیکی، نظام تناوبی، نیتروژن**

**مقدمه**

در سال‌های اخیر افزایش رشد جمعیت و بروز بحران غذایی برای اکثر کشورها به‌ویژه کشورهای در حال توسعه و فقیر گندم تبدیل به ابزار سیاسی اقتصادی شده است. متخصصین پیش بینی می‌کنند که تا سال ۲۰۲۰ میزان تقاضا برای گندم ۴۰ درصد افزایش پیدا کند (Rejesus *et al.*, 1996). بسیاری از گزارش‌ها حاکی از آن است که محصول دانه وقتی به حداکثر می‌رسد که تعداد سنبله در واحد سطح به تعداد معینی برسد (Normohamadi *et al.*, 1997). کجباف و رادمهر (Kajbaf *et al.*, 1992) در آزمایشی بر روی تراکم و تاریخ کاشت گندم ماکارونی انجام دادند. سطوح تراکم عبارتند از ۳۵۰، ۴۰۰، ۴۵۰ و ۵۰۰ بوته در مترمربع آن‌ها بهترین عملکرد را برای تاریخ کاشت ۱۵ آبان و تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع بدست آوردند (Adary *et al.*, 1989). در بررسی‌هایی که در مناطق مختلف جهان با ارقام گوناگون و در شرایط متفاوت انجام دادند به یک همبستگی قوی بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه پی بردند. فیشر (Fisher, 1999) بیان نمود که، با افزایش تراکم، تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. بورچا و همکاران (Borcha *et al.*, 1986) به وجود یک همبستگی مثبت بین وزن هزار دانه و عملکرد و یک رابطه منفی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در مترمربع در ۳۵ رقم گندم اشاره کردند.

فنوتیپ یک گیاه، محصول اثرات متقابل تعداد زیادی از عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد. به‌علاوه عوامل محیطی متفاوت، همبستگی بین صفات مربوط به عملکرد را تغییر می‌دهند. بدست آوردن اطلاعات مربوط به عملکرد دانه و اجزاء آن تحت شرایط مختلف محیطی برای افزایش عملکرد امری ضروری است. هم‌چنین شناخت و انتخاب صفاتی که روی عملکرد دانه اثر مثبت داشته و در ضمن از توارث و بازدهی ژنتیکی زیادی نیز برخودار هستند، می‌توانند در افزایش عملکرد مؤثر واقع شود (Ehdayi *et al.*, 1997). آردونی و همکاران (Arduini *et al.*, 2006) در آزمایش‌هایی بر روی گندم دوروم انجام دادند، دریافتند که افزایش در عملکرد لزوماً در نتیجه افزایش تعداد دانه در واحد سطح بود و بین این دو پارامتر رابط مثبتی پیدا کردند. در مطالعه آن‌ها تعداد دانه در واحد سطح در ابتدا به افزایش تعداد سنبله در واحد سطح و در درجه دوم به میانگین بالاتر وزن دانه وابسته بود. نوع گیاه پیش کاشت اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دارد و تناوب گندم-گندم، ضعیف‌ترین نظام‌های تناوب مورد آزمایش بود.



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

بدون شک در ایران نیز بررسی و بهینه‌سازی نظام‌های زراعی و حفظ پویایی و سلامت تولید از طریق یافتن تناوب‌های زراعی مناسب هر منطقه که علاوه بر افزایش تولید، براساس حفظ منابع پایه بنا شده باشند از اهمیتی غیرقابل انکار برخوردار است. این تحقیق با هدف دستیابی به روش‌های افزایش عملکرد گندم در کشور با در نظر گرفتن حفظ منابع تولید پایه، بهترین تناوب، میزان بذر مصرفی و نیتروژن بر روی عملکرد دانه انجام شد. بنابراین اهمیت اجرای طرح‌های تحقیقاتی به‌منظور معرفی مناسب‌ترین رقم چه از نظر خصوصیات کیفی و چه از لحاظ عملکرد دانه و هم‌چنین تعیین نیازهای زراعی ارقام اصلاح شده گندم مثل تراکم، آبیاری، کوددهی و غیره مشخص می‌شود. هم‌چنین یافتن مناسب‌ترین و اثر گذارترین صفات مرتبط با فیزیولوژی عملکرد به منظور افزایش عملکرد ضروری می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات میزان بذر و نیتروژن مصرفی در تناوب با چغندرقند و گندم این آزمایش در سال ۹۲-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان گنبد کاووس واقع در صد کیلومتری شمال شرق گرگان در ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی انجام گردید. شهرستان گنبد کاووس دارای زمستان معتدل و نسبتاً مرطوب و تابستان گرم و خشک است. متوسط بارندگی ۱۰ ساله ۴۴۷ میلی‌متر و اکثر نزولات جوی به صورت باران در زمستان و بهار انجام می‌شود. آزمایش به صورت فاکتوریل مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو آزمایش جداگانه در دو زمینی که یکی از آن‌ها، سال قبل زیر کشت چغندرقند و دیگری زیر کشت گندم بود با سه تکرار انجام شد. زمین‌ها به فاصله دو متر در کنار یکدیگر انتخاب شد. فاکتورهای طرح شامل: مقادیر بذر در سه سطح (۳۰۰، ۳۵۰و۴۰۰ بذر در مترمربع) و مقادیر کود نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) از منبع اوره استفاده شد. کاشت به خاطر بارندگی و نامناسب بودن زمین در ۱۸ دی ماه انجام گرفت. سپس کرت‌هایی به ابعاد ۱/۲۰×۵ ایجاد گردید. تعداد خطوط کشت در هر تیمار ۶ خط ۵ متری در نظر شد، بین کرت‌ها ۰/۶ متر فاصله در نظر گرفته شد. کاشت با استفاده از ردیف کار آزمایغلات انجام شد. فاصله بین خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان کود مصرفی براساس تجزیه خاک تعیین شد (جدول ۱).

کود فسفره از منبع سوپرفسفات‌تریپل تماماً همزمان با کاشت و کود ازت یک سوم همزمان با کاشت و یک سوم در مرحله پنجه‌زنی و یک سوم در مرحله به سنبله رفتن به زمین داده شد. در طول فصل رشد با توجه به شرایط آب و هوایی و شرایط فنولوژیک گیاه، آبیاری به صورت غرقابی بر حسب نیاز گیاه انجام شد. کنترل علف‌های‌هرز به صورت وجین دستی و به‌طور متناوب انجام شد. هنگامی که



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

سنبله‌ها، برگ‌ها و ساقه‌ها زرد شدند و شکستن دانه به وسیله ناخن ممکن نشد (رسیدگی فیزیولوژیک) عملیات برداشت آغاز شد. به‌منظور بررسی برخی از صفات، تعداد ۱۵ بوته از یک مترمربع از هر تیمار به‌صورت تصادفی انتخاب و بررسی صفات بر روی آن‌ها انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین به وسیله آزمون LSD و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و SAS انجام شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مورد استفاده

| تناوب | بافت | عمق (سانتی‌متر) | هدایت‌الکتریکی (mho) | اسیدیته گل اشباع | کربن آلی (درصد) | ازت کل (درصد) | فسفر قابل ژ جذب (قسمت در میلیون) | پتاسیم قابل جذب(قسمت در میلیون) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گندم×گندم | Si.C.L | ۰-۳۰ | ۱/۴۳ | ۸/۰۸ | ۰/۸۴ | ۰/۰۸ | ۵/۱ | ۴۱۲ |
| چغندرقند×گندم | Si.L | ۰-۳۰ | ۱/۱۴ | ۸/۰۷ | ۰/۹۲ | ۰/۰۹ | ۶/۳ | ۴۱۱ |

## نتایج و بحث

اختلاف بین دو تناوب گندم-گندم و چغندرقند-گندم برای صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین دو تناوب از نظر کلیه صفات تغییرات قابل ملاحظه‌ای وجود داشت که مفهوم آن این است که تناوب تغییرات قابل ملاحظه و بسیار معنی‌دار بین صفات ایجاد کرده است. سطوح مختلف نیتروژن برای صفات تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد کاه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. سطوح مختلف تراکم بذر برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل نیتروژن × تراکم برای صفت عملکرد بیولوژیکی در سطح ۱ درصد معنی‌داری بوده، و مفهوم آن این است که در سطوح مختلف نیتروژن و تراکم تغییرات متفاوتی را بر روی صفات مذکور داشتیم. اثرات متقابل تناوب و نیتروژن و تناوب و تراکم تنها بر روی صفت تعداد سنبله در مترمربع در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، و این بدان معنی است که نوع محصول ما قبل و سطوح مختلف تراکم و نیتروژن تغییراتی بر روی صفت مذکور داشته است.

مقایسه میانگین تناوب چغندرقند-گندم و گندم-گندم در جدول ۳ آورده شده است. تناوب گندم-گندم نسبت به چغندرقند-گندم ۳۵ درصد کاهش عملکرد دانه داشت. تناوب چغندرقند-گندم وضعیت مساعدی را در مراحل مختلف رشد گندم فراهم می‌کند در حالی که در تناوب گندم-گندم بیشتر صفات دچار کاهش نسبی می‌شوند. تحت شرایط تناوب گندم-گندم اجزای عملکرد دانه کاهش یافتند در نتیجه تاثیر زیادی بر روی عملکرد دانه نداشت. زارع فیض‌آبادی و عزیزی (Zarefeyzabadi and Azizi, 2011) نشان دادند که، عملکرد دانه گندم در تناوب با چغندرقند و ذرت در مقایسه با کشت



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

مداوم آن به‌ترتیب ۱۵ و ۴ درصد افزایش داشت. شرایط تناوبی چغندرقند-گندم نسبت به تناوب گندم-گندم برای اکثر صفات دارای بیشترین میزان بود (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی

| | | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منبع تغییرات | درجه آزادی | تعداد سنبله در مترمربع | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیکی | عملکرد کاه |
| تناوب | ۱ | ۵۱۲$^{**}$ | ۱۳۸/۸۸$^{**}$ | ۳۲۰/۸۸$^{**}$ | ۳۴۲۲۶۰۷۶/۸$^{**}$ | ۱۰۳۶۸۰۰$^{**}$ | ۲۳۳۴۸۳۶۱/۱۳$^{**}$ |
| تکرار داخل تناوب | ۴ | ۲۸/۰۵$^{ns}$ | ۱۷/۸۲$^{ns}$ | ۲۷/۲۶$^{*}$ | ۱۰۷۴۹۸۶/۲۹$^{ns}$ | ۵۸۴۷۷/۷۸$^{ns}$ | ۹۶۶۳۳۱/۶۷$^{ns}$ |
| نیتروژن | ۳ | ۸۲۸/۳۲$^{**}$ | ۱۹۸/۶۰$^{**}$ | ۲۶/۴۶$^{*}$ | ۱۰۵۹۰۸۶۱/۲۳$^{**}$ | ۲۷۹۷۷۶۳۸/۸۹$^{**}$ | ۱۵۴۳۲۹۰۰/۵۳$^{**}$ |
| تراکم | ۲ | ۱۲۴۲۶۱/۳۰$^{**}$ | ۱۵۱/۵۵$^{**}$ | ۴۹/۶۸$^{**}$ | ۱۳۵۱۶۰۷۵/۵۸$^{**}$ | ۱۱۵۹۰۰۶۸/۰۶$^{**}$ | ۵۵۹۰۰۷۹/۲۹$^{**}$ |
| نیتروژن × تراکم | ۶ | ۸۱/۳۹$^{ns}$ | ۲/۴۷$^{ns}$ | ۵/۴۲$^{ns}$ | ۱۹۱۷۷۷/۱۶$^{ns}$ | ۱۵۷۷۴۰/۲۸$^{**}$ | ۱۰۴۹۹۸/۲۵$^{ns}$ |
| تناوب × تراکم | ۲ | ۳۵۱/۱۲$^{**}$ | ۲۳/۱۸$^{ns}$ | ۰/۹۳$^{ns}$ | ۴۱۱۶۸۴/۱۱$^{ns}$ | ۹۹۴۲۹/۱۷$^{ns}$ | ۱۰۶۷۹۱/۵۴$^{ns}$ |
| تناوب × نیتروژن | ۳ | ۲۱۲/۰۳$^{**}$ | ۶/۲۲$^{ns}$ | ۵/۸۱$^{ns}$ | ۶۰۱۰۷۶/۳۹$^{ns}$ | ۴۹۸۸۵/۱۹$^{ns}$ | ۹۷۷۵۱۱/۰۵$^{ns}$ |
| تناوب×نیتروژن×تراکم | ۶ | ۴۵/۵۵$^{ns}$ | ۱۹/۴۰$^{ns}$ | ۴/۸۵$^{ns}$ | ۳۴۸۰۷۹/۲۷$^{ns}$ | ۱۲۷۷۵/۴۶$^{ns}$ | ۲۸۶۴۸۰/۹۱$^{ns}$ |
| خطای آزمایشی | ۴۴ | ۴۱/۵۰ | ۱۹/۴۷ | ۹/۵۸ | ۹۰۵۲۰۴/۲ | ۴۲۰۸۸/۴ | ۹۹۴۵۳۶/۵ |
| ضریب‌تغییرات(درصد) | | ۱/۳۴ | ۹/۸۸ | ۱۰/۲۵ | ۲۰/۵۷ | ۲۰/۵۷ | ۱۳/۹۰ |

*، **، و ns به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین تناوب گندم-گندم و چغندرقند-گندم برای صفات زراعی مورد ارزیابی

| تیمار | تعداد سنبله در مترمربع | تعداد دانه در مترمربع | وزن هزار دانه (گرم) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| گندم-گندم | ۴۸۱/۰۷$^{b}$ | ۴۳/۲۷$^{b}$ | ۲۸/۰۸$^{b}$ | ۳۹۳۵/۸$^{b}$ | ۱۱۶۸۱/۳۹$^{b}$ | ۶۶۲۶/۸$^{b}$ |
| چغندرقند-گندم | ۴۸۶/۴۱$^{a}$ | ۴۶/۰۵$^{a}$ | ۳۲/۳۰$^{a}$ | ۵۳۱۴/۷$^{a}$ | ۱۱۹۲۱/۳۹$^{a}$ | ۷۷۴۵/۷$^{a}$ |
| LSD (5%) | ۵/۳۲ | ۰/۱۵ | ۱/۲۷ | ۶۷۸/۵۱ | ۱۵۸/۲۵ | ۶۴۳/۳ |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

شرایط تناوب چغندرقند-گندم نسبت به گندم-گندم میزان عملکرد دانه را ۳۵ درصد افزایش داد. بنابراین تناوب چغندرقند-گندم تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی عملکرد دانه دارد. علت افزایش عملکرد دانه در شرایط تناوب چغندرقند-گندم را می‌توان به افزایش تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه نسبت داد. یکی از موارد برای کاهش نهاده‌ها تناوب زراعی است که از طریق تداوم پوشش گیاهی خاک، کارایی بیشتر مصرف آب، حفظ عناصر غذایی خاک، افزایش مواد آلی خاک و ثبات خاک دانه‌ها، کاهش آفات و بیماری‌ها و کنترل بهتر علف‌های‌هرز باعث افزایش راندمان تولید و عملکرد می‌گردد (Ardiuni *et al*., 2006). و سانفورد و همکاران (Sanford *et al*., 1986) نیز



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

مشاهده کردند که، نوع گیاه پیش کاشت اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دارد و تناوب گند-گندم، ضعیف‌ترین نظام‌های تناوب مورد آزمایش بود. چرا که کشت متوالی گندم عوامل محدودکننده رشد (کاهش حاصلخیزی خاک، طغیان آفات و بیماری‌ها و...) توانایی گیاه در استفاده مناسب از نیتروژن قابل دسترس در خاک را کاهش می‌دهد (Lopezbelido, 2001).

مقایسه میانگین صفت عملکرد نشان داد که، بین تراکم‌های مختلف بذر، تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع دارای بیش‌ترین عملکرد دانه بود (جدول ۴). با افزایش تراکم بذر، عملکرد دانه در مترمربع به علت افزایش تعداد سنبله در واحد سطح افزایش یافت ولی وزن هزار دانه در سنبله کاهش یافت که این پدیده رابطه جبرانی بین اجزای عملکرد دانه را نشان می‌دهد (Ardiuni *et al*., 2006). کوک ( KOk, 1996) گزارش کرد که مقادیر کاشت بذر بیشتر از ۴۵۰ بذر در مترمربع در گندم نان و گندم دوروم افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه ایجاد نکرد. در بین سطوح مختلف نیتروژن، بیش‌ترین عملکرد دانه به سطح نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مربوط بود؛ به عبارت دیگر با افزایش مقدار نیتروژن، عملکرد دانه در مترمربع افزایش یافت ولی بیشتر از آن اثر منفی روی عملکرد داشت،۱۵۰ کیلوگرم اختلاف معنی‌دار با شاهد دارد. افزایش عملکرد دانه در سطوح بالاتر نیتروژن به دلیل تأثیر مثبت آن بر تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله می‌تواند باشد (Ayob *et al*., 1994). تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های عملکرد در گندم دوروم نشان داد که عملکرد دانه به تعداد سنبله‌ها در واحد سطح و میانگین وزن دانه‌ها مربوط می‌شود (Peristapa *et al*., 2004).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح بذر و نیتروژن بر صفات مورد مطالعه

| تیمار | تعداد سنبله در مترمربع | تعداد دانه در مترمربع | وزن هزار دانه (گرم) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تراکم | | | | | | |
| ۳۰۰ بذر در مترمربع | ۴۰۷/۵۰$^{c}$ | ۴۳/۷۹$^{b}$ | ۳۱/۶۶$^{a}$ | ۳۷۸۲/۱$^{b}$ | ۱۱۰۷۶/۶۷$^{c}$ | ۷۲۹۴/۶$^{a}$ |
| ۳۵۰ بذر در مترمربع | ۴۹۳/۲۹$^{b}$ | ۴۷/۵۰$^{a}$ | ۳۰/۱۲$^{ab}$ | ۵۲۲۰/۱$^{a}$ | ۱۱۸۶۵/۴۲$^{b}$ | ۶۶۴۵/۴$^{b}$ |
| ۴۰۰ بذر در مترمربع | ۵۵۰/۴۵$^{a}$ | ۴۲/۷۰$^{b}$ | ۲۸/۷۹$^{b}$ | ۴۷۸۳/۵$^{a}$ | ۱۲۴۶۲/۰۸$^{a}$ | ۷۵۸۸/۶$^{a}$ |
| نیتروژن | | | | | | |
| صفرکیلوگرم در مترمربع | ۴۷۵/۷۷$^{c}$ | ۴۰/۳۸$^{c}$ | ۲۸/۵۵$^{b}$ | ۳۵۷۵/۱$^{c}$ | ۱۰۲۷۴/۴۴$^{d}$ | ۶۶۹۹/۴$^{b}$ |
| ۵۰ کیلوگرم در مترمربع | ۴۸۵/۸۳$^{b}$ | ۴۶/۵۰$^{ab}$ | ۳۰$^{ab}$ | ۴۸۶۰/۹$^{ab}$ | ۱۱۴۵۷/۲۲$^{c}$ | ۶۵۹۶/۴$^{b}$ |
| ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار | ۴۹۱/۸۳$^{a}$ | ۴۷/۹۴$^{a}$ | ۳۱/۰۵$^{a}$ | ۵۴۰۳/۳$^{a}$ | ۱۲۲۵۶/۱۱$^{b}$ | ۶۸۵۲/۹$^{b}$ |
| ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار | ۴۸۱/۵۵$^{b}$ | ۴۳/۸۳$^{b}$ | ۳۱/۱۶$^{a}$ | ۴۶۶۱/۷$^{b}$ | ۱۳۲۱۷/۷۸$^{a}$ | ۸۵۵۶/۱$^{a}$ |

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

**همبستگی بین صفات زراعی در بین تناوب گندم-گندم:** در این تناوب همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیکی مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۵). عملکرد یک گیاه را می‌توان از طریق افزایش ماده خشک تولید شده در مزرعه یا افزایش سهم عملکرد اقتصادی (شاخص برداشت) و یا افزایش در تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته افزایش داد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان می‌دهد که، افزایش این صفات باعث افزایش عملکرد دانه شده‌اند. همزیان سفلی و همکاران (Hamziyane sofla *et al.*, 2011) نیز در مطالعات خود به وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیکی در گندم دوروم اشاره کرده‌اند. در حالی که مدرس و همکاران (Modares *et al.*, 2003) همبستگی عملکرد دانه با ارتفاع گیاه را منفی گزارش نمودند. در تناوب گندم-گندم بیشترین میزان همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیکی (۰/۶۸۰) بود؛ بنابراین افزایش در عملکرد بیولوژیکی با استفاده از واریته‌های جدید که عملکرد بیولوژیکی بالایی دارند تاثیر قابل توجهی بر روی عملکرد دانه دارد. در تناوب گندم-گندم تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۵). بنابراین بهبود این صفات در تناوب گندم-گندم می‌توانند در جهت افزایش تعداد دانه در سنبله مفید واقع شوند. نتایج تحقیقات دیگر نشان داد که اهمیت تولید تعداد دانه بیشتر از نظر تاثیر در افزایش عملکرد خیلی بیشتر از تولید دانه‌های سنگین‌تر است (Rahimiyan *et al.*, 1997). به‌طور کلی و با توجه به همبستگی‌های مطالعه شده در این تناوب برای دستیابی به عملکرد دانه بیشتر می‌توان به افزایش صفتی چون عملکرد بیولوژیکی بود. با توجه به نتایج این تحقیق اینطور به‌نظر می‌رسد که بتوان با انتخاب ارقامی که عملکرد بیولوژیکی بیشتری دارند، عملکرد دانه را در شرایط تناوب گندم-گندم افزایش داد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات زراعی در تناوب گندم-گندم

| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد سنبله در مترمربع | ۱ | | | | | |
| تعداد دانه در مترمربع | ۰/۰۶۱ | ۱ | | | | |
| وزن هزار دانه | -۰/۳۸۶ | ۰/۳۳۳ | ۱ | | | |
| عملکرد دانه | ۰/۵۴۵ | ۰/۷۶۱** | ۰/۳۶۸ | ۱ | | |
| عملکرد بیولوژیکی | ۰/۵۰۲ | ۰/۳۳۹ | ۰/۳۶۹ | ۰/۶۸۰* | ۱ | |
| عملکرد کاه | ۰/۰۴۹ | -۰/۴۱۰ | ۰/۰۷۲ | -۰/۲۳۰ | ۰/۵۵۸ | ۱ |

*، **، و ns به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌دار



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

**همبستگی بین صفات زراعی در بین تناوب چغندرقند-گندم:** همبستگی بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و طول دوره پر شدن دانه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین میزان همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیکی (۰/۶۴۰) بود. بنابراین در تناوب چغندرقند-گندم افزایش عملکرد بیولوژیکی تاثیر قابل توجهی بر روی عملکرد دانه دارد. گل‌آبادی و ارزانی (Ghol-Abadi M., Arzanie, 2003) و سید رحمانی (Seyyed Rahmany, 2003) در مطالعات خود به وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیکی، عملکرد کاه، تعداد دانه در واحد سطح و ارتفاع بوته در گندم دوروم اشاره کردند. عملکرد دانه بیشتر در گندم‌های اصلاح شده امروزی از اختصاص یافتن مواد فتوسنتزی بیشتر به سوی اندام‌های زایشی ناشی می‌شود. به همین دلیل طی سال‌های اخیر، با معرفی واریته‌های جدید برخوردار از شاخص برداشت بالاتر، میزان عملکرد دانه در واحد سطح افزایش یافته است (Kazemi, 1999).

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات زراعی در تناوب چغندرقند-گندم

| | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد سنبله در مترمربع | ۱ | | | | | |
| تعداد دانه در مترمربع | ۱/۰۰۰** | ۱ | | | | |
| وزن هزار دانه | -۰/۸۶۹** | -۰/۸۶۰** | ۱ | | | |
| عملکرد دانه | ۰/۵۴۴ | ۰/۵۵۲ | -۰/۳۱۶ | ۱ | | |
| عملکرد بیولوژیکی | ۰/۴۵۸ | ۰/۴۷۵ | -۰/۰۲۱ | ۰/۶۴۰* | ۱ | |
| عملکرد کاه | ۰/۱۰۷ | ۰/۱۲۳ | ۰/۲۵۶ | -۰/۰۶۳ | ۰/۷۲۶** | ۱ |

*، **، و ns به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌دار

گیاهان بعد از تکمیل گرده‌افشانی، بیشتر مواد فتوسنتزی جاری و ذخیره خود را به طرف دانه‌های در حال رشد می‌فرستند. به‌نظر می‌رسد که، طولانی بودن مرحله پر شدن دانه (گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک) فرصت کافی برای صدور مواد فتوسنتزی به دانه و در نتیجه افزایش عملکرد را فراهم می‌سازد. فیشر (Fisher, 2011) بر این باور است که، ارتباط بسیار نزدیکی بین طول دوره پر شدن دانه با عملکرد دانه مشاهده می‌شود. صفت تعداد سنبله در مترمربع با وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی‌داری دارد ولی با صفت تعداد دانه در مترمربع همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد و بیشترین همبستگی را با تعداد دانه در سنبله به‌خود اختصاص داده است. در تناوب چغندرقند-گندم همبستگی تعداد دانه در سنبله با وزن هزار دانه منفی و معنی‌دار بود (جدول ۶). همبستگی منفی بین تعداد دانه و وزن هزار دانه منطقی است، زیرا اصولا با افزایش تعداد دانه وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. همبستگی



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

وزن هزار دانه با طول سنبله، وزن پدانکل و طول دوره پر شدن دانه مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی عملکرد بیولوژیکی با صفت عملکرد کاه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). به‌طورکلی و با توجه به همبستگی‌های محاسبه شده در این تناوب، برای بدست آوردن حداکثر عملکرد دانه می‌توان به افزایش صفتی نظیر عملکرد بیولوژیکی متکی بود.

**تجزیه علیت:** برای ارزیابی میزان آثار مستقیم و غیرمستقیم هر یک از اجزای عملکرد بر عملکرد دانه از تجزیه علیت استفاده شد. نتایج تجزیه ضرایب مسیر اجزای عملکرد بر عملکرد دانه در تناوب گندم-گندم و چغندرقند-گندم به‌ترتیب در جدول‌های ۷ و ۸ ارائه شده است. بیشترین اثرات مستقیم و مثبت در تناوب گندم-گندم مربوط به تعداد سنبله در مترمربع و در تناوب چغندرقند-گندم مربوط به تعداد دانه در سنبله بود. علاوه بر این صفات، وزن هزار دانه نیز در هر یک از تناوب‌ها دارای اثرات مستقیم و مثبت بود. بیشترین اثر مثبت در کلیه صفات مورد بررسی تناوب گندم-گندم را وزن هزار دانه از طریق تعداد دانه در سنبله اعمال کرد. تعداد سنبله در مترمربع از طریق وزن هزار دانه در بین دو تناوب منفی بود. میزان همبستگی بین تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه این رابطه را به خوبی نشان می‌دهد.

جدول ۷- تجزیه ضرایب مسیر اجزای عملکرد بر عملکرد دانه در تناوب گندم-گندم

| صفات | تعداد سنبله در مترمربع | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | ضریب همبستگی با عملکرد دانه |
|---|---|---|---|---|
| تعداد سنبله در مترمربع | ۰/۶۸۰ | ۰/۰۳۵ | -۰/۱۷۰ | ۰/۵۴۵ |
| تعداد دانه در سنبله | ۰/۰۴۱ | ۰/۵۷۳ | ۰/۱۴۶ | ۰/۷۶۱** |
| وزن هزار دانه | -۰/۲۶۲ | ۰/۱۹۰ | ۰/۴۴۰ | ۰/۳۶۸ |

-: زیر آثار مستقیم خط کشیده شده است.

** و ns به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد و عدم معنی‌دار

جدول ۸- تجزیه ضرایب مسیر اجزای عملکرد بر عملکرد دانه در تناوب چغندر-گندم

| صفات | تعداد سنبله در مترمربع | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | ضریب همبستگی با عملکرد دانه |
|---|---|---|---|---|
| تعداد سنبله در مترمربع | -۴/۷۵۲ | ۵/۶۷۵ | ۰/۳۷۷ | ۰/۵۴۴ |
| تعداد دانه در سنبله | -۴/۷۵۲ | ۵/۶۷۵ | -۰/۳۷۳ | ۰/۵۵۲ |
| وزن هزار دانه | ۴/۱۲۹ | -۴/۸۸۰ | ۰/۴۳۴ | -۰/۳۱۶ |

-: زیر آثار مستقیم خط کشیده شده است.

** و ns به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد و عدم معنی‌دار



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

همانطور که ملاحظه می‌شود در تناوب گندم-گندم، تعداد سنبله در مترمربع به دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا و اثر غیرمستقیم وزن هزار دانه از طریق صفت تعداد دانه در سنبله می‌تواند به عنوان مهم-ترین صفات جهت افزایش عملکرد دانه مورد استفاده قرار گیرد در تناوب چغندرقند-گندم، تعداد دانه در سنبله به دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا و اثر غیرمستقیم تعداد سنبله در مترمربع از طریق صفت تعداد دانه در سنبله می‌تواند به عنوان مهم‌ترین صفات جهت افزایش عملکرد دانه مورد توجه قرار گیرند. در تناوب اول بالاترین اثر غیرمستقیم منفی بر روی عملکرد را وزن هزار دانه دارد در تناوب دوم نیز وزن هزار دانه اثر منفی از طریق صفت تعداد دانه در سنبله دارد از این بررسی این نتیجه بدست می‌آید که بر خلاف انتظار همبستگی همه اجزای عملکرد با آن مثبت نیست، بلکه وزن هزار دانه با عملکرد همبستگی منفی دارد. توجیه به این صورت است که اگر وزن هزار دانه کاملاً مستقل در نظر گرفته شود به نحوی که نه تحت صفات دیگر (سایر اجزای عملکرد) قرار گیرد و نه روی آن صفات اثر گذارد، اثر آن بر روی عملکرد مثبت است یعنی با افزایش وزن هزار دانه عملکرد هم افزایش می‌یابد. ولی باید توجه داشت این صفت اثر منفی خودش را بر روی عملکرد از طریق جزء دیگر عملکرد یعنی تعداد دانه در سنبله اعمال می‌کند که اثرات منفی کاهش این جزء از اجزای عملکرد به مراتب از اثر مثبت وزن هزار دانه بر روی عملکرد بزرگتر است، پس بنابراین نتیجه می‌گیریم که در هر دو شرایط تناوبی اگر چه وزن هزار دانه از اجزای عملکرد می‌باشد، اما تمرکز تحقیقات بر روی افزایش آن نمی-تواند عملکرد را چندان افزایش دهد. این نتایج برخلاف نظر بسیاری از محققین مثل سرمدنیا و کوچکی (Srmdnya and Kochaki, 1993)) و بولار و همکاران (Bular *et al.*, 1984) است.

## منابع


Arduini I., Masoni A., Ercoli L., Mariotti M. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. European Journal of Agronomy, 25: 309-318.

Ayneband A. 2005. Effect of planting date on the ecological characteristics grain wheat ecosystem case study: (Integrated production of agricultural training farms R. Molasany). Journal of Agriculture, 28(1): 116-101.

Ayoub M.S., Guertin S., Lussier D.L. 1994. Timinig and level of nitrogen fertility addects on spring wheat yield in eastern Canada. Crop Science, 34: 748-756.

Bhullar G.S., Nijjar C.S. 1984. Path analysis in durum wheat. Crop Improvement, 11: 137-135.

Burcha M., Khurdak N. 1986. Introduction between vegetative biomass and size of grain yield in different genotypes of winter wheat. W.B.T. Abstract, 5(4): 352.

Ehdayi B., Normohamadi G.H., Vala A. 1992. Environmental sensitivity analysis for yield and its components in different varieties of tetraploid wheat (durum), a




[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

native of Khuzestan and unfavorable environ mental conditions. Journal of Agriculture, 17: 15-31. (In Persian).
Fischer R.A. 1999. Irrigated spring wheat and timing and amount of nitrogen fertilizer. Field Crops Research, 33:57-80.
Garcia Moral L.F., Rharrabti Y., Villegas D., Royo, C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions, an antigenic approach. Agronomy Journal, 95: 266-274.
Srmdnya Gh., Kochaki E. 1993. Crop Physiology (Translation). Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, 324 p. (In Persian).
Ghol Abadi M., Arzanie A. 2003. Evaluation of genetic diversity and factors analyse for agronomy characteristics in durum wheat. Journal of Agriculture Sciences and Natural Resources, 1: 115-125. (In Persian).
Hamziyan Sofla M., Nasrolazadeasl A., Valilo R., Khalilimahale J. 2011. Effects of planting density and nitrogen fertilization on yield and protein content in durum wheat cultivar Aria. Journal of Agricultural Science, 3(9): 31-18. (In Persian).
Kajbaf A., Radmehr M. 1994. Effects of Planting Date and Seeding Rate on Yield of Durum Wheat. Report of Project, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research Organization, Research Division of Plant and Plant Seeds of Ahvaz. (In Persian).
Kazemie Arbat H. 1999. Agronomy Cereals Crop. Tabriz University Press, 246 p. (In Persian).
Koc M. 1996. Biomass production and grain yields of some genotypes of bread and durum wheat grown under Mediterranean conditions. Rachis, 15: 27-32.
Kochaki A., Khiyabani H., Sarmadina A. 1993. Crop Production (Translation). Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, 638 p. (In Persian).
Lopez-Bellido R.J., Lopez-Bellido L. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under mediterranean condition: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. Field Crop Research, 71: 31-64.
Modarese Sanavi S., Sorosh Zade A. 2003. The effects of row spacing and seeding rate on yield and yield components of wheat promising lines M-75-10. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 10 (1): 83-97. (In Persian).
Normohamadi Gh., Sayad A., Kashani A. 1997. Cereal Crops. Shahid Chamran University Press, 446 p. (In Persian).
Ostapenko N.V., Nilovskaya N.T. 2005. Development and realization of potential winter wheat production depending on nitrogen nutrition and weather condition. Agrokhimiya, 2: 11-15.
Prystupa P., Savin R., Slafer G.A. 2004. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in heading in response to N×P fertilization in barley. Field Crops Research, 90: 245-254.



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]

Rahimian Mashhadi M.H., Khiabani K. 1997. Physiological principles of plant breeding. Ferdowsi University of Mashhad Press, 416 pp. (In Persian).

Rejesus M., Van Ginkel M., Smale M. 1996. Wheat Breeders Perspectives of Genetic Diversity and Germplasm Use. Wheat Special Report 4, Mexico D.F. CIMMYT.

Rohani S., Peykani G., Tghdiri B. 2007. Determining the optimal crop pattern, with an emphasis on sustainability of water resources, case studies prairie spring hamadan. Agricultural Research: Water, Soil and Agriculture, 7 (1): 85-96. (In Persian).

Sanford J., Eddleman B., Hariston Y. 1986. Evaluating ten cropping alternative for the mid-south. Agronomy Journal, 78: 875-880.

Seyyed Rahmany S. 2003. Response of durum wheat at different weed densities. M.Sc. Thesis in Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, 122 p. (In Persian).

Shahbaziyan N.A., Alahdadi V., Iranzhad H. 2007. Winter wheat yield response to our culture before (fallow, wheat, soybeans and alfalfa) and manure application in Qazvin. Journal of Agricultural Science, 13 (1): 135-125. (In Persian).

Zarefeyzabadi A., Azizi M. 2011. Effect of different crop rotation systems on wheat yield in a cold climate Khorasan. Seed and Plant Journal of Agronomy, 2-28 (3): 261-275. (In Persian).



[ Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08 ]