بررسی اثر تناوب‌های زراعی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان رقم دریا

حسین‌علی فلاحی[۱*]، عثمان محمدیاروف[۲] حسین صبوری[۳] و مسعود عزت احمدی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۱۶)

چکیده

عملکرد دانه در گندم به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر صفات مختلف قرار می‌گیرد. یکی از اهداف مهم برنامه‌های اصلاحی گندم، افزایش عملکرد دانه می‌باشد. در راستای تعیین نقش تناوب زراعی در افزایش عملکرد دانه و به منظور بررسی تفاوت بین تناوب‌های مختلف زراعی از لحاظ عملکرد دانه، مقایسه تأثیر تناوب‌های مختلف زراعی بر عوامل تأثیرگذار بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان رقم دریا، آزمایشی با شش تیمار مختلف تناوب زراعی شامل گندم-نخود-گندم، گندم-پنبه-گندم، گندم-هندوانه-گندم، گندم-گندم-گندم، گندم-کلزا-گندم و گندم-آفتابگردان-گندم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شش تکرار از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس انجام شد. نتایج نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه گندم نقش مهمی در کلیه تناوب‌های زراعی داشتند. هم‌چنین، انتخاب صفات مختلف بستگی به شرایط آزمایش می‌تواند تغییر یابد. به‌طوری‌که در تناوب‌های گندم-گندم-گندم، گندم-هندوانه-گندم و گندم-آفتابگردان-گندم، به‌ترتیب وزن دانه، دوره پرشدن دانه و دوره رشد رویشی گیاه برای انجام انتخاب غیرمستقیم برای افزایش عملکرد دانه گندم بسیار مفید هستند. در حالی‌که در تناوب گندم-کلزا-گندم و گندم-نخود-گندم تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، دوره پر شدن دانه و دوره رشد رویشی گیاه اهمیت بیشتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: دوره رشد رویشی، تجزیه علیت، برنامه‌های اصلاحی

۱. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس

۲. گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی تاجیکستان

۳. گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

۴. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hafallahi@gmail.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

مقدمه

تناوب زراعی و تنوع ژنتیکی دو جزء اصلی از علم کشاورزی هستند (۳) و برای افزایش عملکرد محصول و کاهش زیان‌های وارده به خاک بسیار مفید می‌باشند (۵). کشاورزان اغلب بر اساس نیاز و امکانات موجود، چند گیاه مختلف را مطابق عادت کشت می‌کنند. اما لازم است که اطلاع بیشتری راجع به آنها داشته باشند. چنانچه کشاورزی به کشت دائمی فقط یک گیاه و حتی اغلب کشت گیاهان یک خانواده گیاهی در مزرعه بپردازد، بنا بر دلایل متعدد این طریق کشت اصولی نبوده و موجب نقصان تدریجی محصول طی سال‌های متوالی خواهد شد. دلیل کاهش عملکرد در نتیجه مجموعه عواملی نظیر کم شدن حاصلخیزی و باروری خاک، افزایش و توسعه آفات و بیماری‌های گیاهی، کاهش ذخیره آب در خاک، افزایش جمعیت علف‌های هرز، سخت شدن خاک زراعی در عمق خاص در نتیجه انجام شخم یکسان و سایر عوامل می‌باشد (۱۳). بنابراین باید با تنظیم کشت گیاهان زراعی در رابطه با مجموعه این عوامل، که در کوتاه‌مدت یا درازمدت موجب ورشکستگی زارع خواهند شد، به‌طریقی مطلوب و عملی مقابله کرد.

یکی از اقداماتی که در افزایش تولید گیاهان زراعی، بهبود کیفیت آنها و هم‌چنین کاهش خستگی زمین و ریسک در کشاورزی نقش مهمی را دارد اجرای تناوب زراعی مناسب است (۱۲). تناوب زراعی و تنوع ژنتیکی از دیرباز به‌عنوان ارکان نظام‌های تولید کشاورزی سنتی به‌شمار می‌رفته‌اند. در نیمه اول قرن بیستم، تناوب زراعی بیشتر مورد توجه محققین قرار داشت و پژوهش‌های متعددی نیز در این زمینه صورت گرفت. با توجه به شرایط مختلف محیطی از جمله آب و هوا، خاک و بارندگی، سیستم‌های تناوبی مناسبی را می‌توان در مزارع ایران ترتیب داد. اما گیاهان قابل کشت در این تناوب‌ها محدود می‌باشند (۲). در مناطقی که بنا به نظر تولید کنندگان، اولویت با کاشت گندم پاییزه یا بهاره است، جای دادن گیاهان دیگر در الگوی کشت، منوط به سودمندی اکولوژیک آنها در دوره تناوب و توان بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان می‌باشد (۱۰).

اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دوره پر شدن دانه از عوامل تعیین‌کننده عملکرد نهایی در گندم نان (*Triticum aestivum* L.) می‌باشند. روش‌های متعددی برای تعیین و تشخیص مهم‌ترین جزء تأثیرگذار بر عملکرد دانه گندم نان وجود دارد (۸). تجزیه ضرایب مسیر یکی از بارزترین این روش‌ها می‌باشد (۴ و ۱۹). از تجزیه ضرایب مسیر برای بررسی میزان تأثیر صفات مختلف بر عملکرد دانه در گیاهان مختلف استفاده شده است (۱، ۱۱، ۱۵، ۱۸ و ۲۰). ضرایب مسیر همان ضرایب رگرسیون استاندارد هستند که از یک‌سری معادلات بین متغیر وابسته و مستقل حاصل می‌شوند (۱۷). امروزه برای تشخیص مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در غلات دانه ریز به‌وسیله تجزیه علیت، روش‌ها و مدل‌های جدیدی استفاده می‌شود که یکی از آنها روش گارسیا دل مورال و همکاران (۶) می‌باشد. توسعه ساختمان گل‌ها در طی رشد سریع رویشی گیاه اتفاق می‌افتد (۱۴). در پرشدن دانه‌ها، انتقال مواد قبل و بعد از گل‌دهی و انتقال مجدد مواد در طی رشد دانه نقش بسیار مهمی دارند (۱۳ و ۱۶). بسیاری از این ارتباطات دو طرفه هستند که در روش گارسیا دل مورال و همکاران (۷ و ۶) در نظر گرفته می‌شوند. هدف از این مطالعه، بررسی تفاوت بین تناوب‌های مختلف زراعی از لحاظ عملکرد دانه، مقایسه تأثیر تناوب‌های مختلف زراعی بر عوامل تأثیرگذار بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان رقم دریا و بررسی اثر تناوب‌های زراعی مختلف شامل گندم-نخود-گندم، گندم-پنبه-گندم، گندم-هندوانه-گندم، گندم-گندم-گندم، گندم-کلزا-گندم و گندم-آفتابگردان-گندم بر اثرهای مستقیم و غیرمستقیم علیت بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی صفات مختلف تعیین‌کننده عملکرد دانه گندم نان رقم دریا در تناوب‌های مختلف زراعی و مقایسه تناوب‌های مختلف از لحاظ تأثیر بر صفات زراعی و مورفولوژیک آن،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس اجرا شد. تیمارهای تناوبی با توجه به زراعت غالب در منطقه انتخاب شد. تیمارهای مورد بررسی شامل شش نوع تناوب زراعی (گندم-نخودپائیزه-گندم، گندم-پنبه-گندم، گندم-هندوانه-گندم، گندم-گندم-گندم، گندم-کلزای‌پائیزه-گندم و گندم-آفتابگردان-گندم) بودند که در شش واحد آزمایشی در هر بلوک از سال ۱۳۸۳ با کشت گندم شروع و تا سال ۱۳۸۷ با کشت گندم در کلیه واحدها مطابق برنامه تناوب‌های زراعی خاتمه یافت. گیاهان مورد استفاده در این آزمایش شامل کلزا رقم هایولا۴۰۱، نخود رقم آرمان، پنبه رقم ساحل، هندوانه رقم چارلستون‌گری و آفتابگردان رقم هایسون۳۳ بودند. اندازه واحدهای آزمایشی ۲۴ مترمربع بود که هر واحد ۱۲ متر طول داشت و شامل ۱۰ ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها بود. تعداد گیاهچه‌های هر ردیف بر مبنای ۳۵۰ بذر در مترمربع برای گندم در مزرعه تنظیم شد. لازم به ذکر است که در منطقه مورد بررسی، گیاه متداول در تناوب با گندم، کلزا است.

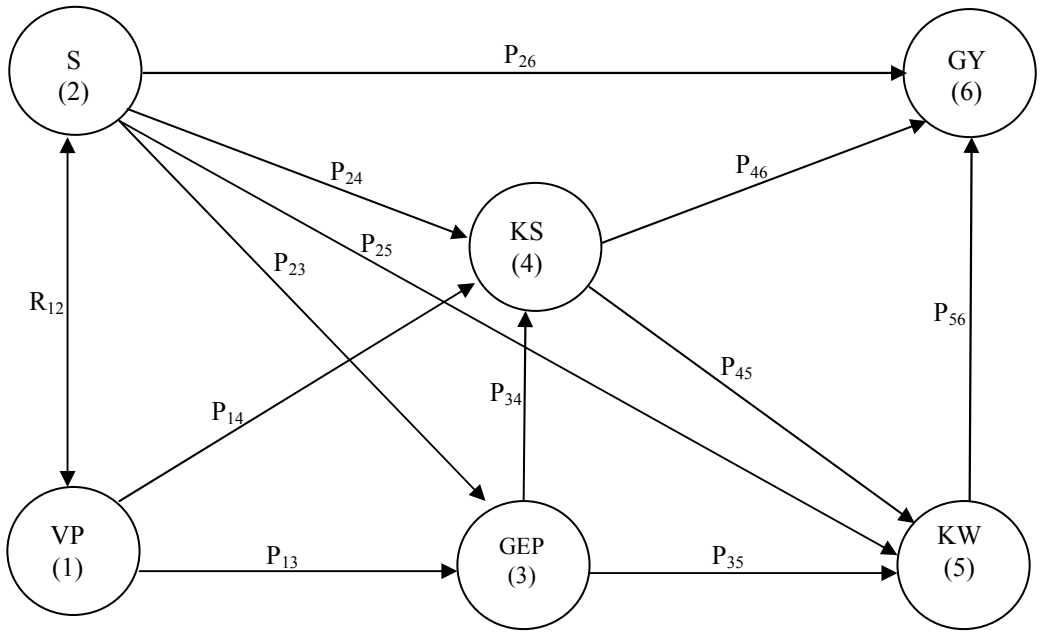
با توجه به نتایج تجزیه خاک آزمایشگاه خاک‌شناسی، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر قبل از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در سه مرحله زمان کاشت، پنجه‌زنی و سنبله‌دهی برای گندم تقسیط و مصرف شد. زمین مورد آزمایش با یک‌بار شخم و دو بار دیسک در هر کدام از تناوب‌ها آماده گردید و بقایای محصولاتی که در تناوب قرار گرفتند با خاک مخلوط شدند. میزان مصرف کود برای هر گیاه در هر سال در تناوب‌های مختلف با توجه به نتایج تجزیه خاک آزمایشگاهی بود. تاریخ کاشت و برداشت گندم، کلزا و نخود به‌ترتیب در نیمه اول آبان و نیمه دوم خرداد ماه بود و برای آفتابگردان تاریخ‌های مذکور عبارت بودند از دهه اول اسفند و تیر. برای پنبه، تاریخ کاشت و برداشت به‌ترتیب اواخر فروردین و نیمه دوم مهر ماه بود. هم‌چنین برای هندوانه، تاریخ‌های ذکر شده به‌ترتیب اردیبهشت و مرداد بود. آبیاری کلیه محصولات تناوبی به‌صورت بارانی و میزان آن در حد رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی بود. کاشت و برداشت گندم، کلزا، نخود و آفتابگردان به‌ترتیب با ردیف‌کار خطی و کمباین انجام شد. برای پنبه و هندوانه، کاشت و برداشت با دست انجام گرفت. صفات مورد ارزیابی عبارتند از:

طول دوره رشد رویشی گیاه (Vegetative growth period, VP): از زمان کشت تا رسیدن فیزیولوژیک به‌عنوان طول دوره رشد رویشی گیاه ثبت شد. دوره پر شدن دانه (Grain filling period, GF): تعداد روزهای گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک به‌عنوان دوره پرشدن دانه در نظر گرفته شد. تعداد سنبله در مترمربع (S): برای ثبت این صفت تعداد سنبله‌های یک مترمربع از ردیف‌های وسط هر پلات شمرده شد. تعداد دانه در هرسنبله (Kernel number per spike, KS): برای اندازه‌گیری این صفت تعداد دانه‌های ۱۰ بوته به‌طور تصادفی در یک مترمربع از ردیف غیر حاشیه قبل از برداشت شمرده شد. وزن دانه (Mean kernel weight, MKW): وزن دانه‌های یک مترمربع از واحد آزمایشی ثبت گردید. عملکرد دانه (Grain yield, GY): عملکرد مساحت یک واحد آزمایشی پس از حذف ردیف‌های حاشیه به‌عنوان عملکرد دانه ثبت شد. میانگین صفات مختلف در تناوب‌های مختلف زراعی به روش LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شد. برای تعیین نوع و چگونگی این تغییرات در شرایط تناوب‌های زراعی مختلف در این بررسی، ابتدا همبستگی‌های ساده بین صفات تعیین شد. سپس در یک مدل آنتوژنی از گیاه گندم نان، هر کدام از این ضرایب به اثر مستقیم و غیر مستقیم شکسته شد (شکل ۱).

در این سیستم، تعداد سنبله در مترمربع و طول دوره رشد رویشی گیاه در یک ارتباط دو طرفه در نظر گرفته می‌شوند. هر دو صفت فوق در ابتدای دوره رشد تأثیر متقابلی بر همدیگر دارند. همان‌طورکه در شکل ۱ ملاحظه می‌شود دوره رشد رویشی گیاه بر تعداد دانه در سنبله و دوره پرشدن دانه تأثیر می‌گذارد. پنجه‌ها اثر مستقیم بر صفاتی دارند که پس از تولید آنها توسعه پیدا می‌کند. دوره پر شدن دانه نیز می‌تواند تعداد دانه در هر سنبله را با کاهش تعداد دانه‌های پر نشده و عقیم تحت تأثیر قرار دهد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]



شکل ۱. نمایش مسیرهای ارتباط بین عملکرد و اجزای عملکرد: طول دوره رشد رویشی گیاه (VP)، دوره پر شدن دانه (GF)، تعداد سنبله در مترمربع (S)، تعداد دانه در هر سنبله (KS)، وزن دانه (KW)، عملکرد دانه (GY). در روی پیکان‌ها، P نشان‌دهنده اثر مستقیم صفات بر همدیگر و R ارتباط دو طرفه می‌باشد.

با توجه به روابط متقابل فوق، معادلات زیر توسط گارسیا دل مورال و همکاران (۷) برای بررسی روابط درونی بین صفات زراعی گندم نان پیشنهاد شد:

$$r_{۲۶} = P_{۲۶} + r_{۲۴}P_{۴۶} + r_{۲۵}P_{۵۶} \quad [۱]$$

$$r_{۴۶} = r_{۲۴}P_{۲۶} + P_{۴۶} + r_{۴۵}P_{۵۶} \quad [۲]$$

$$r_{۵۶} = r_{۲۵}P_{۲۶} + r_{۴۵}P_{۴۶} + P_{۵۶} \quad [۳]$$

$$r_{۲۵} = P_{۲۵} + r_{۲۳}P_{۳۵} + r_{۲۴}P_{۴۵} \quad [۴]$$

$$r_{۳۵} = r_{۲۳}P_{۲۵} + P_{۳۵} + r_{۳۴}P_{۴۵} \quad [۵]$$

$$r_{۴۵} = r_{۲۴}P_{۲۵} + r_{۳۴}P_{۳۵} + P_{۴۵} \quad [۶]$$

$$r_{۱۴} = P_{۱۴} + r_{۱۲}P_{۲۴} + r_{۱۳}P_{۳۴} \quad [۷]$$

$$r_{۲۴} = r_{۱۲}P_{۱۴} + P_{۲۴} + r_{۲۳}P_{۳۴} \quad [۸]$$

$$r_{۳۴} = r_{۱۳}P_{۱۴} + r_{۲۳}P_{۲۴} + P_{۳۴} \quad [۹]$$

$$r_{۱۳} = P_{۱۳} + r_{۱۲}P_{۲۳} \quad [۱۰]$$

$$r_{۲۳} = r_{۱۲}P_{۱۳} + P_{۲۳} \quad [۱۱]$$

که P و r به‌ترتیب نشان‌دهنده اثرهای مستقیم و همبستگی‌های ساده است. کلیه اثرهای مستقیم و غیرمستقیم با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شدند.

نتایج و بحث

الف) تجزیه واریانس

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که بین تناوب‌های مختلف زراعی از لحاظ صفات ارزیابی شده اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که نوع تناوب زراعی می‌تواند بر عملکرد و اجزای عملکرد اثر معنی‌دار داشته باشد.

ب) مقایسه میانگین‌ها

به منظور رتبه‌بندی صفات مختلف در تناوب‌های زراعی، مقایسه میانگین‌ها پس از تجزیه واریانس انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تناوب گندم-پنبه-گندم و گندم-هندوانه-گندم برای تعداد سنبله در مترمربع وجود ندارد (جدول ۲). هم‌چنین بین تناوب‌های گندم-گندم-

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول دوره رشد رویشی	دوره پرشدن دانه	عملکرد دانه	وزن دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع
تکرار	۵	۱/۸۹*	۲/۰۴ns	۱۲۵۸۵/۷۸ ns	۰/۶۸*	۰/۴۵۵ ns	۱۵۸/۹۶ ns
تناوب	۵	۵/۰۳**	۳/۳۱**	۱۹۸۷۰۱۵**	۷/۷۱**	۳۰/۳۳ **	۱۰۰۳۴/۰۳**
خطا	۲۵	۰/۷۱	۰/۳۵	۱۰۶۸۳	۰/۱۸	۰/۳۸	۷۴/۱۹
ضریب تغییرات		۰/۶۷	۱/۶۵	۲/۱۷	۱/۲۴	۱/۸۴	۱/۹۹

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای تناوب‌های مختلف زراعی

تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	دوره پرشدن دانه (روز)	طول دوره رویشی (روز)	تناوب
گندم-نخود-گندم	۱۲۵/۵b	۳۶/۸a	۵۴۷۶a	۳۲/۹c	۳۴/۳b	۴۸۷a
گندم-پنبه-گندم	۱۲۴/۵b	۳۵/۳b	۴۹۴۵b	۳۶/۰a	۳۰/۱d	۴۶۶b
گندم-هندوانه-گندم	۱۲۷/۰a	۳۶/۸a	۵۳۵۹a	۳۳/۲c	۳۷/۱a	۴۵۶b
گندم-گندم-گندم	۱۲۵/۳b	۳۵/۳b	۴۳۳۰c	۳۴/۳b	۳۳/۷bc	۴۰۲c
گندم-کلزا-گندم	۱۲۵/۵b	۳۶/۸a	۵۳۵۹a	۳۴/۷b	۳۴/۳b	۴۶۲b
گندم-آفتابگردان-گندم	۱۲۴/۵b	۳۵/۶b	۴۱۴۳d	۳۴/۷b	۳۳/۱c	۳۸۷d
گندم-نخود-گندم	۱۲۵/۵b	۳۶/۸a	۵۴۷۶a	۳۲/۹c	۳۴/۳b	۴۸۷a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

گندم و گندم-کلزا-گندم نیز اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲). تناوب گندم-نخود-گندم بیشترین تعداد سنبله در مترمربع را داشت، در حالی‌که گندم-پنبه-گندم و گندم-هندوانه-گندم در مرتبه دوم بودند و گندم-آفتابگردان-گندم نیز کمترین تعداد سنبله را به خود اختصاص داد. تناوب‌های گندم-هندوانه-گندم و سایر تناوب‌های زراعی اختلاف معنی‌داری با هم برای تعداد دانه در سنبله داشتند. گندم-نخود-گندم و گندم-هندوانه-گندم به‌صورت معنی‌داری عملکرد بیشتری نسبت به سایر تناوب‌ها داشتند که این ممکن است به‌دلیل تثبیت نیتروژن در طی سال‌های اجرای تناوب باشد. عملکرد گندم پس از اجرای دو نوع تناوب، گندم-گندم-گندم و گندم-کلزا-گندم اختلاف معنی‌داری نداشت. در مجموع، تناوب‌های گندم-نخود-گندم و گندم-هندوانه-گندم برتری بیشتری در طول دوره پرشدن دانه با سایر تناوب‌های زراعی نشان دادند.

ج) همبستگی

ضریب همبستگی پیرسون بین صفات مختلف برای کلیه تناوب‌های مورد بررسی محاسبه شد. همبستگی بین عملکرد دانه با دوره پر شدن دانه و دوره رشد رویشی گیاه در کلیه تناوب‌های زراعی مورد بررسی مثبت و معنی‌دار بود

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

(جدول ۳). ارتباط بین عملکرد دانه و وزن دانـه، دوره پرشـدن دانه و دوره رویشی گیاه در مطالعـات قبلـی نیـز گـزارش شـده است (۸). در تناوب گندم-گنـدم-گنـدم، وزن دانـه همبسـتگی مثبتی را با کلیه صفات به‌جز تعداد سـنبله در مترمربـع (منفـی و غیرمعنی‌دار) نشان داد (جـدول ۳). از نتـایج بـه‌دسـت آمـده از همبستگی بین صفات در کلیه تناوب‌های بررسی شده مـی‌تـوان چنین نتیجه گرفت که دوره پرشدن دانه باعث افزایش وزن دانه و به تبع آن افزایش عملکرد خواهد شد. در تناوب گندم-کلـزا-گندم، همبستگی قوی بین عملکرد دانه بـا دوره پرشـدن دانـه و دوره رویشی گیاه وجود داشت (جدول ۳). همبستگی دو به دو بین صفات مختلف پیشنهاد می‌کند که دوره پرشدن دانه و دوره رویشی بیشتر در طی دوره رشد گیاه گندم در کلیه تنـاوب‌هـای زراعی باعث افزایش عملکرد خواهـد شـد. در تنـاوب گنـدم-نخود-گندم، همبستگی منفی بـین تعـداد دانـه در سـنبله و وزن دانه دیده شد (جدول ۳). هم‌چنین بین تعداد سنبله در مترمربـع و سایر صفات همبستگی منفـی و غیرمعنـی‌دار بـود. در تنـاوب گندم-هندوانه-گندم، تعداد سنبله در مترمربع همبستگی مثبتی با سایر صفات به‌جز تعداد دانه در سنبله نشان داد، ولی همبستگی بین تعداد دانه در سـنبله بـا سـایر صـفات منفـی بـود. مطالعـه همبستگی‌ها در تناوب گندم-هندوانه-گندم نشـان داد کـه وزن دانه ارتباط مثبتی را با عملکرد دانـه، دوره پرشـدن دانـه و دوره رویشی گیاه دارد، اما تعداد دانه در سنبله با صفات مذکور رابطه منفی دارد (جدول ۳). نکتـه قابـل توجـه در کلیـه تنـاوب‌هـای زراعی اجرا شده این است که رابطـه بـین دوره پرشـدن دانـه و دوره رویشی گیاه با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار است. صفات مذکور قادرند قدرت فتوسـنتزی گیـاه را افـزایش داده و مقـدار انتقال مجدد مواد را به دانه‌های گندم افزایش دهند که در نهایت به افزایش عملکرد منتهی خواهد شد.

د) تجزیه علیت

در این بررسی، براسـاس روش گارسـیا دل مـورال و همکـاران (۷)، چهار صفت وزن دانه، دوره پرشـدن دانـه، تعـداد دانـه در سنبله و دوره رشد رویشـی گیـاه بـه‌عنـوان برتـرین صـفات در توجیه متغیرهای وابسته عملکرد دانه، وزن دانه، تعـداد دانـه در سنبله و دوره پرشدن دانه شناخته شدند (جداول ۴ تا ۷).

ه) بررسی روابط علت و معلولی بین صفات در تناوب‌ها

تناوب گندم-گندم-گندم

وزن دانه و تعداد سنبله در مترمربع به‌ترتیب بیشترین اثر مثبت و مستقیم را بر عملکرد دانه در تناوب گندم-گندم-گندم داشـتند. اگرچه اثر غیرمستقیم تعداد سنبله در مترمربع از طریق وزن دانه و وزن دانه از طریق تعداد سنبله در مترمربع منفی بود، اما ارزش مقداری آنها نسبت به سایر اثرها کم بود. در این تناوب هم‌چنین اثر مستقیم دوره پرشدن دانـه روی وزن دانـه و تعـداد دانـه در سنبله مثبت و زیاد بود (جدول ۴).

تناوب گندم-کلزا-گندم

تجزیه علیت نشان داد که تعداد دانه در سـنبله بیشـترین اثـر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه دارد و سپس وزن دانـه در مرتبـه بعـدی قـرار مـی‌گیـرد (جـدول ۴). تعـداد سـنبله در مترمربع اثر مستقیم منفی بر عملکـرد داشـت. اگرچـه تعـداد سنبله در مترمربع بیشترین اثر مستقیم منفی را بر عملکرد دانه دارد، اما اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن دانه مثبت بـود. بـین اجزای مربوط به وزن دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سـنبله در مترمربع و دوره پرشدن دانه اثرات مستقیم مثبـت را روی وزن دانه داشـتند امـا اثـر تعـداد دانـه در سـنبله بیشـتر بـود (جدول ۵). علاوه بر این، دو اثر غیرمستقیم از طریق دوره پر شدن دانه و تعـداد دانـه در سـنبله مثبـت بـود. بـین صـفات مستقل مربوط بـه تعـداد دانـه در سـنبله، دوره پرشـدن دانـه بیشترین اثـر مسـتقیم مثبـت را بـر آن داشـت. اگرچـه دوره رویشی اثر مستقیم منفی را بر تعداد دانه در سنبله داشت امـا اثر غیرمستقیم آن از طریق دوره پرشدن دانه مثبت بود، که به تبع آن همبستگی بین تعـداد دانـه در سـنبله و دوره رویشـی گیاه افزایش پیدا کرد (جدول ۶).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

جدول ۳. همبستگی صفات مورد بررسی در شش تناوب زراعی

		تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه	عملکرد دانه	دوره پرشدن دانه	طول دوره رویشی
گندم-گندم-گندم	تعداد سنبله در مترمربع	۱					
گندم-کلزا-گندم	تعداد سنبله در مترمربع	۱					
گندم-نخود-گندم	تعداد سنبله در مترمربع	۱					
گندم-پنبه-گندم	تعداد سنبله در مترمربع	۱					
گندم-هندوانه-گندم	تعداد سنبله در مترمربع	۱					
گندم-آفتابگردان-گندم	تعداد سنبله در مترمربع	۱					
گندم-گندم-گندم	تعداد دانه در سنبله	-۰/۶۰۸	۱				
گندم-کلزا-گندم	تعداد دانه در سنبله	-۰/۳۲۴	۱				
گندم-نخود-گندم	تعداد دانه در سنبله	۰/۵۸۱	۱				
گندم-پنبه-گندم	تعداد دانه در سنبله	-۰/۰۵۳	۱				
گندم-هندوانه-گندم	تعداد دانه در سنبله	-۰/۳۲۳	۱				
گندم-آفتابگردان-گندم	تعداد دانه در سنبله	-۰/۷۲۴	۱				
گندم-گندم-گندم	وزن دانه	-۰/۴۳۸	۰/۵۷۶	۱			
گندم-کلزا-گندم	وزن دانه	۰/۳۸۲	-۰/۵۷۹	۱			
گندم-نخود-گندم	وزن دانه	-۰/۵۴۶	-۰/۷۲۲	۱			
گندم-پنبه-گندم	وزن دانه	-۰/۳۶۳	۰/۲۲۳	۱			
گندم-هندوانه-گندم	وزن دانه	۰/۲۷۸	-۰/۲۵۹	۱			
گندم-آفتابگردان-گندم	وزن دانه	-۰/۷۲۱	۰/۳۵۷	۱			
گندم-گندم-گندم	عملکرد دانه	۰/۱۴۷	-۰/۰۸۲	۰/۷۱۲	۱		
گندم-کلزا-گندم	عملکرد دانه	-۰/۲۲۴	۰/۱۵۳	-۰/۰۶۰	۱		
گندم-نخود-گندم	عملکرد دانه	-۰/۵۳۴	۰/۲۸۲	-۰/۰۵۴	۱		
گندم-پنبه-گندم	عملکرد دانه	-۰/۴۱۶	-۰/۵۵۲	-۰/۱۱۷	۱		
گندم-هندوانه-گندم	عملکرد دانه	۰/۴۸۵	-۰/۶۹۶	۰/۶۳۷	۱		
گندم-آفتابگردان-گندم	عملکرد دانه	۰/۲۸۴	-۰/۶۳۷	۰/۳۵۱	۱		
گندم-گندم-گندم	دوره پرشدن دانه	۰/۰۱۱	۰/۲۲۹	۰/۸۸۰*	۰/۸۶۹*	۱	
گندم-کلزا-گندم	دوره پرشدن دانه	-۰/۴۱۳	۰/۵۰۳	-۰/۱۶۱	۰/۹۰۳*	۱	
گندم-نخود-گندم	دوره پرشدن دانه	-۰/۲۷۸	۰/۵۵۳	-۰/۴۴۷	۰/۹۳۵**	۱	
گندم-پنبه-گندم	دوره پرشدن دانه	-۰/۳۴۱	-۰/۶۰۸	۰/۲۲۸	۰/۸۸۷*	۱	
گندم-هندوانه-گندم	دوره پرشدن دانه	۰/۲۸۳	-۰/۳۴۸	۰/۵۳۴	۰/۸۵۸*	۱	
گندم-آفتابگردان-گندم	دوره پرشدن دانه	۰/۲۰۹	-۰/۳۸۹	۰/۲۵۷	۰/۸۴۴*	۱	
گندم-گندم-گندم	طول دوره رویشی	۰/۰۹۹	-۰/۱۲۱	۰/۶۸۹	۰/۹۲۳**	۰/۸۹۸*	۱
گندم-کلزا-گندم	طول دوره رویشی	-۰/۰۶۱	۰/۲۶۰	-۰/۴۰۳	۰/۸۸۷*	۰/۷۵۹	۱
گندم-نخود-گندم	طول دوره رویشی	-۰/۷۱۸	-۰/۰۹۵	۰/۲۵۴	۰/۸۹۴*	۰/۷۲۸	۱
گندم-پنبه-گندم	طول دوره رویشی	-/۳۸۱	-۰/۵۶۷	-۰/۰۶۹	۰/۸۶۸*	۰/۷۰۷	۱
گندم-هندوانه-گندم	طول دوره رویشی	۰/۳۱۳	-۰/۴۸۶	۰/۳۴۹	۰/۸۹۳*	۰/۸۹۱*	۱
گندم-آفتابگردان-گندم	طول دوره رویشی	-۰/۱۲۲	-۰/۲۷۷	۰/۷۱۶	۰/۸۹۰*	۰/۷۰۷	۱

** و *: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

جدول ۴. تجزیه علیت عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته و تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه به‌عنوان متغیر مستقل

Pathway 1	A	B	C	D	E	F
تعداد سنبله در مترمربع در برابر عملکرد دانه						
اثر مستقیم, P_{26}	۰/۳۱۸	−۰/۲۱۹	−۱/۰۴۸	−۰/۵۱۰	۰/۱۹۳	۰/۵۶۰
اثر غیرمستقیم از طریق						
تعداد دانه در سنبله, $r_{24}P_{46}$	۰/۳۴۴	−۰/۰۴۷	۰/۵۳۳	۰/۰۲۸	۰/۱۶۶	۰/۴۱۶
وزن دانه, $r_{25}P_{56}$	−۰/۵۱۵	۰/۰۴۱	−۰/۰۱۹	۰/۰۶۶	۰/۱۲۵	−۰/۶۹۲
همبستگی, r_{26}	۰/۱۴۷	−۰/۲۲۴	−۰/۵۳۴	−۰/۴۱۶	۰/۴۸۵	۰/۲۸۴
تعداد دانه در سنبله در برابر عملکرد دانه						
اثر مستقیم, P_{46}	−۰/۵۶۶	۰/۱۴۴	۰/۹۱۷	−۰/۵۳۹	−۰/۵۱۷	−۰/۵۷۵
اثر غیرمستقیم از طریق						
سنبله در مترمربع, $r_{24}P_{26}$	۰/۱۹۳	۰/۰۷۱	−۰/۶۰۹	۰/۰۲۷	−۰/۰۶۲	۰/۳۴۲
وزن دانه, $r_{45}P_{56}$	۰/۶۷۸	−۰/۰۶۲	−۰/۰۲۵	−۰/۰۴۰	−۰/۱۱۶	−۰/۴۰۵
همبستگی, r_{46}	−۰/۰۸۲	۰/۱۵۳	۰/۲۸۲	−۰/۵۵۲	−۰/۶۹۶	−۰/۶۳۷
وزن دانه در برابر عملکرد دانه						
اثر مستقیم, P_{56}	۱/۱۱۷	۰/۱۰۷	۰/۰۳۵	−۰/۱۸۲	۰/۴۵۰	۰/۹۶۰
اثر غیرمستقیم از طریق						
تعداد سنبله در مترمربع, $r_{25}P_{26}$	−۰/۱۳۹	−۰/۰۸۴	۰/۵۷۲	۰/۱۸۵	۰/۰۵۳	−۰/۴۰۴
تعداد دانه در سنبله, $r_{45}P_{46}$	−۰/۳۲۶	−۰/۰۸۳	−۰/۶۶۲	−۰/۱۲۰	۰/۱۳۳	−۰/۲۰۵
همبستگی, r_{56}	۰/۷۱۲	−۰/۰۶۰	−۰/۰۵۴	−۰/۱۱۷	۰/۶۳۷	۰/۳۵۱

A: گندم-گندم-گندم، B: گندم-کلزا-گندم، C: گندم-نخود-گندم، D: گندم-پنبه-گندم، E: گندم-هندوانه-گندم و F: گندم-آفتابگردان-گندم، P و r به‌ترتیب نشان‌دهنده اثر مستقیم و همبستگی ساده است.

تناوب گندم-نخود-گندم

بیشترین اثر مستقیم در این تناوب متعلق به دوره رویشی گندم روی دوره پرشدن دانه در مسیر چهار و دوره پرشدن دانه روی تعداد دانه در سنبله بود (شکل ۱). تعداد سنبله در مترمربع اثر مستقیم منفی و معنی‌داری روی وزن دانه داشت (جدول ۳). تعداد دانه در سنبله همچنین اثر مستقیم و منفی روی وزن دانه داشت.

تناوب گندم-پنبه-گندم

نتایج تجزیه علیت نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه دارند. دوره رشد رویشی گیاه، تعداد سنبله در مترمربع و دوره پرشدن دانه اثر منفی بر تعداد دانه در سنبله داشتند. اما در بین اجزای مربوط به وزن دانه، تعداد دانه در سنبله و دوره پرشدن دانه اثر مستقیم و مثبتی بر وزن دانه دارند (جدول ۵).

تناوب گندم-هندوانه-گندم

تجزیه ضرایب مسیر نشان داد که تعداد دانه در سنبله تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. اما اثرهای غیرمستقیم منفی از طریق تعداد سنبله در مترمربع و وزن دانه باعث شد همبستگی نهایی بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه کاهش یابد. تعداد سنبله در مترمربع و دوره پرشدن دانه، وزن دانه را تحت تأثیر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

جدول ۵. تجزیه علیت وزن دانه به‌عنوان متغیر وابسته و تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و دوره پرشدن دانه به‌عنوان متغیر مستقل

Pathway 2	A	B	C	D	E	F
تعداد سنبله در مترمربع در برابر وزن دانه						
اثر مستقیم, P_{25}	−۰/۳۴۰	۰/۲۹۴	۰/۶۲۳	−۰/۱۷۵	۰/۱۲۶	−۰/۹۱۴
اثر غیرمستقیم از طریق						
دوره پرشدن دانه, $r_{23}P_{35}$	۰/۰۰۹	−۰/۱۱۲	−۰/۲۵۰	−۰/۱۶۱	۰/۱۳۶	۰/۰۸۱
تعداد دانه در سنبله,$r_{24}P_{45}$	−۰/۱۱۳	۰/۲۰۱	−۰/۹۱۸	−۰/۰۲۶	۰/۰۱۶	۰/۱۱۱
همبستگی, r_{25}	−۰/۴۳۸	۰/۳۸۲	−۰/۵۴۶	−۰/۳۶۳	۰/۲۷۸	−۰/۷۲۱
دوره پرشدن دانه در برابر وزن دانه						
اثر مستقیم, P_{35}	۰/۸۴۳	۰/۲۷۳	۰/۹۰۰	۰/۴۷۳	۰/۴۸۱	۰/۳۸۸
اثر غیرمستقیم از طریق						
تعداد سنبله در مترمربع, $r_{23}P_{45}$	۰/۰۰۱	−۰/۱۲۱	−۰/۱۷۳	۰/۰۵۹	۰/۰۳۵	−۰/۱۹۱
تعداد دانه در سنبله,$r_{34}P_{45}$	۰/۰۳۶	−۰/۳۱۲	−۰/۸۷۴	−۰/۳۰۴	۰/۰۳۲	۰/۰۶۰
همبستگی, r_{35}	۰/۸۸۰	−۰/۱۶۱	−۰/۱۴۷	۰/۲۲۸	۰/۵۳۴	۰/۲۵۷
تعداد دانه در سنبله در برابر وزن دانه						
اثر مستقیم, P_{45}	۰/۱۷۶	۰/۶۲۱	−۱/۵۸۱	۰/۵۰۰	−۰/۰۵۱	−۰/۱۵۴
اثر غیرمستقیم از طریق						
تعداد سنبله در مترمربع, $r_{24}P_{25}$	۰/۲۰۶	−۰/۰۹۵	۰/۳۶۲	۰/۰۰۹	−۰/۰۴۱	۰/۶۶۲
دوره پرشدن دانه, $r_{34}P_{35}$	۰/۱۹۳	۰/۱۳۷	۰/۴۹۸	−۰/۲۸۷	−۰/۱۶۷	−۰/۱۵۱
همبستگی, r_{45}	۰/۵۷۶	−۰/۵۷۹	−۰/۷۲۲	۰/۲۲۳	−۰/۲۵۹	۰/۳۵۷

A: گندم-گندم-گندم، B: گندم-کلزا-گندم، C: گندم-نخود-گندم، D: گندم-پنبه-گندم، E: گندم-هندوانه-گندم و F: گندم-آفتابگردان-گندم، P و r به‌ترتیب نشان‌دهنده اثر مستقیم و همبستگی ساده است.

قرار دادند. اما تعداد دانه در سنبله اثر منفی ولی ناچیز روی وزن دانه داشت. اثر غیرمستقیم منفی از طریق دوره پرشدن دانه و تعداد دانه در سنبله، همبستگی نهایی بین وزن دانه و تعداد دانه در سنبله را کاهش داد. هم‌چنین اثرهای غیرمستقیم منفی از طریق تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله، همبستگی بین وزن دانه و دوره پرشدن دانه را کاهش داد. دوره پرشدن دانه اثر مستقیم مثبتی را بر تعداد دانه در سنبله داشته و هم‌چنین دوره رویشی و تعداد سنبله در مترمربع اثر مستقیم مثبتی بر دوره پرشدن دانه دارند (جدول ۷).

تناوب گندم-آفتابگردان-گندم

در مسیر یک، اثر مستقیم تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه منفی شدند (شکل ۱). اثرهای غیرمستقیم از طریق تعداد دانه در سنبله و وزن دانه مثبت بود. اثرهای غیرمستقیم تعداد دانه در سنبله از طریق تعداد سنبله در مترمربع و وزن دانه به‌ترتیب مثبت و منفی بود. در مسیر دوم، اثر مستقیم تعداد سنبله در مترمربع، دوره پرشدن دانه و تعداد دانه در سنبله به‌ترتیب مثبت، مثبت و منفی بود. در مسیر سوم، اثر مستقیم دوره رویشی، تعداد سنبله در مترمربع و دوره پرشدن دانه بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. بیشترین اثر مستقیم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

جدول ۶. تجزیه علیت تعداد دانه در سنبله به‌عنوان متغیر وابسته و دوره رویشی، تعداد سنبله در مترمربع و دوره پرشدن دانه متغیر مستقل

Pathway 3	A	B	C	D	E	F
دوره رویشی گیاه در برابر تعداد دانه در سنبله						
اثر مستقیم, P_{14}	−۱/۴۶۱	−۰/۲۵۰	−۰/۴۷۳	−۰/۳۷۴	−۰/۷۹۸	−۰/۴۳۳
اثر غیرمستقیم از طریق						
تعداد سنبله در مترمربع, $r_{12}P_{24}$	۰/۰۴۷	۰/۰۰۳	−۰/۳۸۲	۰/۱۳۴	−۰/۰۶۰	۰/۰۹۷
دوره پرشدن دانه, $r_{13}P_{34}$	۱/۳۸۸	۰/۵۰۶	۰/۷۶۱	−۰/۳۲۸	۰/۳۷۱	۰/۰۵۹
همبستگی, r_{14}	−۰/۱۲۱	۰/۲۶۰	−۰/۰۹۵	−۰/۵۶۷	−۰/۴۸۶	−۰/۲۷۷
تعداد سنبله در مترمربع در برابر تعداد دانه در سنبله						
اثر مستقیم, P_{24}	−۰/۴۸۰	−۰/۰۶۳	۰/۵۳۲	−۰/۳۵۴	−۰/۱۹۲	−۰/۷۹۴
اثر غیرمستقیم از طریق						
دوره رویشی, $r_{12}P_{14}$	−۰/۱۴۵	۰/۰۱۵	۰/۳۴۰	۰/۱۴۲	−۰/۲۴۹	۰/۰۵۳
دوره پرشدن دانه, $r_{23}P_{34}$	−۰/۰۰۲	−۰/۲۷۵	−۰/۲۹۰	۰/۱۵۸	۰/۱۱۸	۰/۰۱۷
همبستگی, r_{24}	−۰/۶۰۸	−۰/۳۲۴	۰/۵۸۱	−۰/۰۵۳	−۰/۳۲۳	−۰/۷۲۴
دوره پرشدن دانه در برابر تعداد دانه در سنبله						
اثر مستقیم, P_{34}	۱/۵۴۶	۰/۶۶۷	۱/۰۴۵	−۰/۴۶۴	۰/۴۱۷	۰/۰۸۴
اثر غیرمستقیم از طریق						
دوره رویشی, $r_{13}P_{14}$	−۱/۳۱۲	−۰/۱۹۰	−۰/۳۴۴	−۰/۲۶۴	−۰/۷۱۱	−۰/۳۰۶
تعداد سنبله در مترمربع, $r_{23}P_{24}$	−۰/۰۰۵	−۰/۰۲۶	−۰/۱۴۸	۰/۱۲۰	−۰/۰۵۴	−۰/۱۶۶
همبستگی, r_{34}	۰/۲۲۹	۰/۵۰۳	۰/۵۵۳	−۰/۶۰۸	−۰/۳۴۸	−۰/۳۸۹

A: گندم-گندم-گندم، B: گندم-کلزا-گندم، C: گندم-نخود-گندم، D: گندم-پنبه-گندم، E: گندم-هندوانه-گندم و F: گندم-آفتابگردان-گندم، P و r به‌ترتیب نشان‌دهنده اثر مستقیم و همبستگی ساده است.

جدول ۷. تجزیه علیت دوره پرشدن دانه به‌عنوان متغیر وابسته و دوره رویشی گیاه و تعداد سنبله در مترمربع به‌عنوان متغیر مستقل

Pathway 4	A	B	C	D	E	F
دوره پرشدن دانه در برابر دوره رویشی						
اثر مستقیم, P_{13}	۰/۹۰۵	۰/۷۳۷	۱/۰۹۰	۰/۶۷۵	۰/۸۹۰	۰/۷۴۴
اثر غیرمستقیم از طریق						
تعداد سنبله در مترمربع, $r_{12}P_{23}$	−۰/۰۰۷	۰/۰۲۲	−۰/۳۶۳	۰/۰۳۲	−۰/۰۰۱	−۰/۰۳۷
همبستگی, r_{13}	۰/۸۹۸	۰/۷۵۹	۰/۷۲۸	۰/۷۰۷	۰/۸۹۳	۰/۷۰۷
دوره پرشدن دانه در برابر تعداد سنبله در مترمربع						
اثر مستقیم, P_{23}	−۰/۰۷۹	−۰/۳۶۸	۰/۵۰۵	−۰/۰۸۴	۰/۰۰۵	۰/۳۰۰
اثر غیرمستقیم از طریق						
دوره رویشی, $r_{12}P_{13}$	۰/۰۸۹	−۰/۰۴۵	−۰/۷۸۲	−۰/۲۵۷	۰/۲۷۸	−۰/۰۹۱
همبستگی, r_{23}	۰/۰۱۱	−۰/۴۱۳	−۰/۲۷۸	−۰/۳۴۱	۰/۲۸۳	۰/۲۰۹

A: گندم-گندم-گندم، B: گندم-کلزا-گندم، C: گندم-نخود-گندم، D: گندم-پنبه-گندم، E: گندم-هندوانه-گندم و F: گندم-آفتابگردان-گندم، P و r به‌ترتیب نشان‌دهنده اثرات مستقیم و همبستگی‌های ساده است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

مثبت را دوره رویشی روی دوره پرشدن دانه داشت. بنابراین تعداد سنبله در مترمربع، وزن دانه و دوره پرشدن دانه از فاکتورهای مهم در در تناوب‌های زراعی مختلف می‌باشند.

نتایج نشان داد که تیمارهای تناوب زراعی روی مقدار و نوع ارتباط بسیاری از صفات تأثیرگذار بود. به‌عنوان مثال، در تناوب‌های گندم-گندم-گندم، گندم-هندوانه-گندم و گندم-آفتابگردان-گندم، به‌ترتیب وزن دانه، دوره پرشدن دانه و دوره رویشی گیاه برای انجام عمل انتخاب غیرمستقیم برای افزایش عملکرد دانه گندم بسیار مفید هستند. در حالی‌که در تناوب گندم-کلزا-گندم و گندم-نخود-گندم تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، دوره پرشدن دانه و دوره رویشی گیاه از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (جداول ۴ تا ۷). نتایج تجزیه علیت نشان داد که در تمام تناوب‌های زراعی مختلف مورد بررسی، اثر مستقیم دوره رشد گیاه بر دوره پرشدن دانه مثبت است. در حالی‌که اثر مستقیم وزن دانه روی عملکرد در تمام موارد به‌جز گندم-پنبه-گندم منفی بود. نتایجی نظیر موارد ذکر شده می‌تواند راهکار مناسبی برای نوع تناوب مورد نیاز برای افزایش عملکرد گندم را به محققین پیشنهاد دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع، وزن دانه و دوره پرشدن دانه از مهم‌ترین فاکتورهای یک تولید پایدار در تناوب‌های زراعی مختلف می‌باشند. تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در تمام تناوب‌های زراعی مختلف از اجزای مهم تعیین‌کننده عملکرد شناخته شدند. اگرچه، نوع تناوب زراعی نیز روی مقدار و نوع ارتباط بسیاری از صفات تأثیرگذار بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای هر نوع تناوب می‌توان صفات مشخصی را برای انجام انتخاب برای رسیدن به بهترین گیاهان پیشنهاد نمود.

منابع مورد استفاده

1. Aycicek, M. and T. Yildirim. 2006. Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Pakistan Journal of Botany* 38(2): 417-424.
2. Bidinger, F. R., R. B. Musgrave and R. A. Fischer. 1977. Contribution of stored preanthesis assimilates to grain yield in wheat and barley. *Nature* 270: 431-433.
3. Campbell, C. A., D. Curtin, A. P. Moulin, L. Townley-Smith and G. P. Lafond. 1993. Soil aggregation as influenced by cultural practices in Saskatchewan. I. Black Chernozemic Soils. *Canadian Journal of Soil Science* 73(4): 579-595.
4. Dewey, D. R. and K. H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass and seed production. *Agronomy Journal* 51: 515-518.
5. Freebairn, D. M., R. J. Loch and A. L. Cagle. 1993. Tillage methods and soil water conservation in Australia. *Soil and Tillage Research* 27: 303-325.
6. Garcia del Moral, L. F., J. M. Ramos, M. B. Garcia del Moral and T. Jimenez. 1991. Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path coefficient analysis. *Crop Science* 31: 1179-1185.
7. Garcia del Moral, L. F., Y. Rharrabti, D. Villegas and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. *Agronomy Journal* 95: 266-274.
8. Garcia del Moral, L. F., Y. Rharrabti, S. Elhani, V. Martos and C. Royo. 2005. Yield formation in Mediterranean durum wheat under two contrasting water regimes based on path-coefficient analysis. Euphytica 146: 203-212.
9. Gebeyehou, G., D. R. Knott and R. J. Baker. 1982. Relationships among durations of vegetative and grain filling phases, yield components and grain yield in durum wheat cultivars. *Crop Science* 22: 287-290.
10. Johanston, A. M., D. L. Tanaka, P. R. Miller, S. A. Brandt, D. C. Nielsen, G. P. Lafond and N. R. Riveland. 2002. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 94: 231-240.
11. Karuppaiah, P. and P. Senthil Kumar. 2010. Correlation and path analysis in African marigold (*Tagetes erecta* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding* 1(2): 217-220.
12. Kazemi, H.1999. Principles of dryland farming. Tabriz University Press. 507 pp. (In Persian).
13. Mazaheri, D. and N. Majnonhosseini. 2003. Fundamental of agronomy.Tehran University Press.320 pp. (In Persian).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]

14. Miralles, D. J., R. A. Richards and G. A. Slafer. 2000. Duration of the stem elongation period influences the number of fertile in wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 931-940.
15. Priya, A. A. and A. J. Joel. 2009. Grain yield response of rice cultivars under upland condition. *Electronic Journal of Plant Breeding* 1: 6-11.
16. Royo, C., J. Voltas and I. Romagosa. 1999. Remobilization of preanthesis assimilates to the grain for grain only and dual-purpose (forage and grain) triticale. *Agronomy Journal* 9: 312-316.
17. Steel, R. G. and J. H. Torrie. 1982. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd Ed., McGraw-Hill Intl. Book Co., Tokyo, Japan.
18. Umadevi, M., P. Veerabadhiran, S. Manonmani and P. Shanmugasundaram. 2010. Physico-chemical and cooking characteristics of rice genotypes. *Electronic Journal of Plant Breeding* 1(2): 114-123.
19. Wright, S. 1921. Correlation and causation. *Journal of Agriculture Research* 20: 557-585.
20. Yantai, G. and L. Pu-hai. 2005. Ontogenetic characteristics of field pea in a semiarid environment. *World Journal of Agricultural Sciences* 1(1): 6-13.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.7.7]