نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال چهاردهم / شماره چهارم / زمستان ۱۴۰۳/ مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۱ تا ۱۹

بررسی روابط بین صفات سنبله‌ای با صفات فنولوژیکی و رشدی ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان تحت شرایط تنش خشکی مرحله گلدهی در مزرعه

بهنام طهماسب پور[۱]، سدابه جهانبخش*[۲]، علیرضا تاری نژاد [۳]، حمید محمدی[٤] و علی عبادی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۹/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰٤/۲۷)

چکیده

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی است که حدود ۲۰ درصد از اراضی جهان به کشت آن اختصاص‌یافته است. بر اساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد از کشور ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. تنش خشکی هرساله خسارت فراوانی را در محصولات زراعی ایجاد می‌کند و موجب کاهش ۱۷ درصدی عملکرد می‌شود؛ ازاین‌رو انجام تحقیقات در زمینه بهبود مقاومت گیاهان در برابر تنش خشکی و یافتن راه‌کارهای مناسب به‌منظور کمینه ساختن تلفات آب در بخش کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌منظور شناسایی روابط بین صفات مختلف در گندم نان، ۳۰ ژنوتیپ تحت آزمایش اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط آبیاری عدم تنش و تنش خشکی شروع گلدهی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی در سال ۹۶-۱۳۹۵ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اختلاف بین شرایط عدم تنش و تنش خشکی برای کلیه صفات به‌جز عملکرد کاه سنبله معنی‌دار شد. اثر متقابل ژنوتیپ×تنش خشکی برای کلیه صفات به‌جز طول سنبله، وزن هزار دانه، سرعت پر شدن دانه و سرعت رشد رویشی معنی‌دار شد که بیانگر پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌ها به شرایط خشکی مختلف است. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی کانونیک نشان داد، در هر دو سطح عدم تنش و تنش خشکی بین جفت متغیرهای کانونیکی حاصل از صفات فنولوژیکی و رشدی با صفات سنبله‌ای همبستگی معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نتایج تجزیه همبستگی کانونیک می‌توان عنوان کرد که تحت شرایط عدم تنش جهت افزایش خصوصیات مطلوب سنبله (شاخص برداشت سنبله و تعداد دانه در سنبله)، صفات سرعت رشد رویشی و سرعت پر شدن دانه به‌عنوان متغیرهای گزینشی مهم می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در شرایط تنش گلدهی جهت افزایش تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و طول سنبله و کاهش عملکرد کاه سنبله، صفات سرعت رشد رویشی، طول دوره پر شدن دانه، تعداد روز تا رسیدگی و سرعت رشد رویشی می‌توانند به‌عنوان معیارهای گزینشی مناسب در نظر گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه همبستگی کانونیک، عملکرد، کم‌آبی

۱ و ۲. بهترتیب دانشجوی دکتری تخصصی اصلاح نباتات و استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳. دانشیار، گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز ، ایران
٤. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: jahanbakhsh@uma.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی است که حدود ۲۰ درصد از اراضی جهان به کشت آن اختصاص یافته است. گندم گیاه ارزشمندی است که بیشترین استفاده آن برای تأمین غذا بوده، به‌طوری‌که نزدیک به ٦٨ درصد کل آن، تا به امروز برای تأمین غذا به‌کار رفته است. گندم مورد نیاز برای تأمین غذا در سال ۲۰۲۰ به ۱٤٥ مگا تن رسید که شیب افزایش آن نسبت به دهه گذشته، آهسته‌تر است. بر اساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد از کشور ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (۹). در آینده نزدیک گسترش فعالیت‌های کشاورزی به مناطقی با حاصلخیزی کمتر برای تأمین نیازهای روبه افزایش غذایی، موجب خواهد شد کمبود آب اهمیت بیشتری پیدا کند (۹).

تنش خشکی هرساله خسارت فراوانی را به محصولات زراعی وارد می‌کند و موجب کاهش ۱۷درصدی عملکرد دلنه می‌شود (١٤ و ١٩). خشکی به‌عنوان یکی از عمومی‌ترین و چالش برانگیزترین تنش‌های محیطی در کشاورزی تمام دنیا شناخته می‌شود (۱۲ و ۱٥) و تولید گندم نان (*Triticum aestivum* L.) را ۲۱ درصد کاهش می‌دهد (٦). سطح کشت گندم در ایران در سال‌های اخیر عمدتاً به‌دلیل وقوع تنش شدید خشکی با کاهش مواجه شده است. تنش خشکی از طریق کاهش رشد و نمو دانه، عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (۸). شدت تنش و طول دورهٔ تنش خشکی از طریق کاهش طول دورهٔ رشد (۱۷)، پر شدن دانه و کاهش اجزای عملکرد، تعیین کنندهٔ میزان کاهش عملکرد دانه است (٤).

جهت حصول عملکرد مناسب باید تمامی اجزای عملکرد نسبت به یکدیگر از موازنه و تعادل مطلوبی برخوردار باشند. اگرچه تمامی مراحل رشد گیاه تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، ولی مرحله پر شدن دانه حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی مبوده که وزن هزار دلنه با اعمال تنش در این مرحله بیشتر از سایر اجزای عملکرد تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۲۰). در بسیاری از مناطقی که گندم در آنها کشت می‌شود ، پُر شدن دانه‌ها با مواد فتوسنتزی، تحت تأثیر تنش‌های زیستی و غیرزیستی قرار می‌گیرند. همزمان با تغییرات صفات فیزیولوژیکی در گیاهان، صفات مورفولوژیکی نیز در اثر تنش خشکی تغییر می‌کنند، درنتیجه برای گزینش ارقام متحمل به تنش خشکی می‌توان از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی به‌عنوان معیارهای گزینشی مناسب بهره جست. بر اساس تحقیقات صبا و همکاران (۲۱) لاین‌های مطلوب گندم، آنهایی هستند که زیست‌توده نسبتاً زیاد، ارتفاع بوته و طول سنبله متوسط و دمای کانوپی پایین دارند و انتظار می‌رود که این لاین‌ها به‌طور همزمان تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه بیشتر و درنتیجه عملکرد دانه در بوته بیشتری داشته باشند. صبا و همکاران (۲۱) با ارزیابی متغیرهای کانونیکی برای عملکرد و صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و فیزیولوژیکی تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل گزارش کردند که افزایش زیست توده و کاهش دمای کانوپی منجر به افزایش تعداد سنبله در بوته و وزن هزار دانه و کاهش تعداد دانه در سنبله و در نهایت سبب افزایش عملکرد بوته می‌شود.

با تجزیه‌های تک متغیره همانند تجزیه واریانس، هر صفت به‌طور جداگانه تجزیه می‌شود. اما این روش‌ها میزان تفاوت ارقام را زمانی که صفات اندازه‌گیری شده با یکدیگر ارتباط دارند، تشریح نمی‌کند (۲۲). تجزیه همبستگی کانونیک و تجزیه تشخیص متعارف از روش‌های تجزیه آماری چند متغیره در بررسی تنوع ژنتیکی و رابطه بین صفات زراعی ارقام هستند. تجزیه همبستگی متعارف توسط هتلینگ در سال‌های ۱۹۳٥ و ۱۹۳٦ پیشنهاد شده است و همانند سایر روش‌های آماری چندگانه روشی برای تخمین یا کاهش تعداد داده است. این روش یک حالت تعمیم‌یافته رگرسیون چندگانه است که جهت تعیین ارتباط بین دو مجموعه از متغیرها به‌کار می‌رود (۲۲). در تجزیه همبستگی کانونیکی صفات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و فنولوژیکی با صفات اجزای عملکرد دانه، صبا و همکاران (۲۱) گزارش کردند که اولین متغیر کانونیکی برای صفات مستقل (U_1) بیشتر تحت تأثیر زیست توده گیاه (۰/٦۷) قرار گرفت و صفات دمای کانوپی، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد روز از زمان کاشت تا سنبله‌دهی دارای ضریب همبستگی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

پایین‌تر بودند. همچنین این محققان بیان کردند که اولین متغیر کانونیکی برای اجزای عملکرد (V_1) بیشتر تحت تأثیر صفات تعداد سنبله در بوته و وزن هزار دانه قرار گرفت و تعداد دانه در سنبله دارای ضریب همبستگی پایین‌تر بود. در پژوهش علوی سینی و صبا (۲) متغیر کانونی دوم با توجیه ۱۱ درصد از تنوع متغیرهای زراعی با صفات درصد ماده خشک برگ و سنبله، ارتفاع، طول ریشک، طول پدانکل، وزن مخصوص پدانکل و زیست توده، همبستگی مثبت و متغیر کانونی سوم با توجیه ۵/۵ درصد از تنوع با همه صفات به‌جز درصد ماده خشک برگ، ارتفاع، وزن هزار دانه، زیست توده و عملکرد، همبستگی منفی داشت. در این رابطه اتیشا و همکاران (۷) در بررسی ۲۵۵۹ ژنوتیپ گندم با انجام تجزیه تشخیص متعارف برای صفات مختلفی همانند رنگ ریشک، رنگ دانه و رنگ گلوم و بخصوص تراکم سنبلچه دریافتند که دو تابع متعارف در مجموع ۹۵/۶ درصد از تنوع بین ارقام را توجیه نموده و ضریب صفتی همانند تراکم سنبله در تابع اول متعارف ۰/۰۴ و در تابع دوم ۰/۴۷ بود. همچنین آنها جهت صحت گروه‌بندی ارقام گندم از تابع تشخیص استفاده نمودند.

بررسی اهمیت نسبی صفات ریخت‌شناسی و فنولوژیکی مؤثر بر عملکرد ژنوتیپ‌های موردمطالعه به‌منظور دستیابی به معیارهایی برای انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی لازم و ضروری است؛ بنابراین، در این تحقیق روابط بین صفات سنبله‌ای با صفات فنولوژیکی و رشدی و تعیین معیارهای گزینشی مهم در ارقام پرمحصول تحت شرایط عدم تنش و تنش خشکی در شرایط مزرعه مورد مطالعه قرار گرفت تا علل تحمل یا حساسیت به تنش از جنبه‌های صفات سنبله‌ای، فنولوژیکی و رشدی در این ارقام بررسی شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۶-۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان با ۳۰ ژنوتیپ گندم به‌صورت آزمایش اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی انجام گرفت. ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش مطابق جدول ۱ به‌عنوان تیمارهای کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. کدهای cd-1 تا cd-11 مربوط به ژنوتیپ‌های آزمایش آ تست یا ARWYT سال ۹۴ و کدهای C-93 تا C-94 به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های آزمایش یکنواخت سراسری URWYT سال ۹۳ و ۹۴ مناطق سرد هستند که از بخش غلات موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر شجره ارقام (جدول ۱) قابل دستیابی است (۲۴ و ۲۵). در این بررسی ارقام میهن، اروم و حیدری به عنوان ژنوتیپ‌هایی که تا حدودی به تنش خشکی آخر فصل در مناطق سرد متحمل هستند به‌عنوان شاهد در آزمایشات گنجانده شدند (۱۰).

میانگین دمای سالیانه $10^{\circ}C$، میانگین حداکثر دمای سالیانه $16^{\circ}C$ و میانگین حداقل دمای سالیانه $2/2^{\circ}C$ و میانگین بارندگی این ناحیه، ۲۲۶ میلی‌متر در سال است. اقلیم منطقه طبق تقسیم‌بندی دومارتن از نوع نیمه‌خشک و سرد با بارندگی ۲۲۶ میلی‌متر در طول سال زراعی اجرای آزمایش بود. بافت خاک مزرعه، لومی شنی با مشخصات (pH =۷/۸۶ و EC =۱/۸۳ds/m و Organic matter =۱/۲۲٪ و Sand =۷۲٪ و Clay =۱۷٪ و Silt =۱۱٪ و P=۴۸mg/kg و از نوع نیمه خشک و سرد با بارندگی ۲۲۶ میلی‌متر در عملیات آماده‌سازی زمین، مشتمل بر عملیات مربوط به شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد فارو در قطعه موردنظر اواسط مهرماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. عمق کاشت بذور ۳-۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر تکرار شامل دو کرت اصلی و هر کرت اصلی شامل ۳۰ کرت فرعی بود. در هر کرت فرعی ۴ ردیف از هر ژنوتیپ کاشته شد. طول خطوط کاشت ۲ متر و فاصله بین بذور ۲ سانتی‌متر منظور شد. فاصله بین خطوط کاشت ۱۷ سانتی‌متر در نظر گرفته (K =۶۲۰mg/kg و N =۰/۰۶٪) شد.

در شرایط آبیاری مطلوب در مزرعه، ژنوتیپ‌ها بسته به نیاز و شرایط محیطی معمولاً هر ۱۲ روز یک‌بار آبیاری شدند و در زمان اجرای تنش، آبیاری از مرحله گل‌دهی در کرت‌هایی که

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

جدول ۱. شجره ارقام مورد مطالعه

ژنوتیپ ها	شجره	ژنوتیپ ها	شجره
cd-1	Zareh	c-93-7	Bow/Crow/3Rsh//Kal/Bb/3/Gun91
cd-2	Ald"s"/Snb"s"//Zrn*2/3/Yaco/Parus//Parus	c-93-8	Ji5418/Maras//Shark/F4105W2.1
cd-3	Bow/Crow/3Rsh//Kal/Bb/3/Gun91	c-93-9	Bluegil-2/BucuR//Sirena
cd-4	Nwau15/Attila//Shark/F4105W2.1	c-93-10	Ajvina
cd-5	Ji5418/Maras//Shark/F4105W2.1	c-93-11	Gul96/Shark-1
cd-6	Ji5418/Maras//Shark/F4105W2.1	c-94-3	WON-IR-٤ 257/5/Ymh/Hys//Hys/Tur3055/3/Dga/4/Vpm/Mos
cd-7	WON-IR-٤ 257/5/Ymh/Hys//Hys/Tur3055/3/Dga/4/Vpm/ Mos	c-94-4	Ga961565-27-6/La95283Ca-78-1-2
cd-8	WON-IR-٤ 257/5/Ymh/Hys//Hys/Tur3055/3/Dga/4/Vpm/ Mos	c-94-6	Charger/OWL 85224*-3H-*O-*HOH//Alvd
cd-9	Eryt 1554.90/MV17	c-94-7	Shark-1/3/Agri/Bjy//Vee/4/Shark/F4105W2.1
cd-10	Gul96/Shark-1	c-94-8	Bluegil-2/Bucur//Sirena
cd-11	Spn/Mcd//Cama/3/Nzr/4/Ald"s"/Snb"s"*2/5/Opata*2/Wulp	c-94-9	Or2071681
c-93-3	Shark-1/3/Agri/Bjy//Vee/4/Shark/F4105W2.1	MV 17	Mv-17
c-93-4	Nwau15/Attila//Shark/F4105W2.1	Heydari	Ghk"s"/Bow"s"//90Zhong87// Shiroodi cultivar
c-93-5	Eryt 1554.90/MV17	Mihan	87Zhong-90/Bkt
c-93-6	Spn/Mcd//Cama/3/Nzr/4/Ald"s"/Snb"s"*2/5/Opata*2/Wulp	Eroum	Her/Alvand//NS732

قرار بود تنش اعمال شود، قطع شد و با استفاده از دستگاه صفحه فشاری (۱۸) میزان ظرفیت زراعی مزرعه تعیین و بر اساس آن تنش اعمال شد و درصورت پیش‌بینی احتمال بارندگی از پوشش نایلونی برای جلوگیری از نفوذ آب به تیمارهای تنش استفاده شد.

در طول فصل رشد، صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، طول دوره پر شدن دانه، سرعت رشد رویشی و سرعت پر شدن دانه برای هر کرت فرعی ثبت شد و در زمان رسیدگی گیاه از متوسط ۱۰ بوته صفات طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه سنبله، و شاخص برداشت سنبله اندازه‌گیری شدند. وزن هزار دانه و عملکرد دانه در یک مترمربع از هر کرت فرعی تعیین شد. تعداد روز از زمان کاشت تا مرحله‌ای که ۵۰٪سنبله‌ها وارد مرحله گلدهی شدند، به‌عنوان تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی لحاظ شد. تعداد روز از زمان کاشت تا مرحله‌ای که ۷۵٪ بوته‌های هر کرت زرد شدند، به‌عنوان تعداد روز تا رسیدگی لحاظ شد. طول سنبله از قاعده سنبله تا نوک آن بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد سنبلچه‌های حاوی دانه در ۱۰ سنبله اصلی در مزرعه که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند شمارش شده و بعد از میانگین‌گیری تعداد سنبلچه در سنبله به‌دست آمد. تعداد دانه در ۱۰ سنبله اصلی در مزرعه که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند، شمارش شد و میانگین تعداد دانه در یک سنبله ثبت شد. طول دوره پر شدن دانه (روز) از طریق تفاضل تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی از تعداد روز تا رسیدگی محاسبه شد. سرعت پر شدن دانه (گرم در روز) از نسبت وزن عملکرد دانه تک بوته (برحسب گرم) به طول دوره پر شدن دانه (برحسب روز) به‌دست آمد. سرعت رشد رویشی (گرم در روز) از نسبت وزن خشک بوته (برحسب گرم) به تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (برحسب روز) به‌دست آمد. عملکرد کاه سنبله (گرم) از طریق تفاضل وزن دانه در سنبله اصلی از وزن سنبله اصلی به‌دست آمد. شاخص برداشت سنبله از نسبت وزن دانه در سنبله اصلی به وزن سنبله

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

اصلی به‌دست آمد.

به‌منظور مقایسه ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تجزیه واریانس به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. در این پژوهش تجزیه همبستگی کانونیک بین دو گروه صفات فنولوژیکی و رشدی، و صفات سنبله‌ای از طریق نرم افزار SAS 9 انجام گرفت .صفات فنولوژیکی و رشدی با نماد X در نظر گرفته شد و صفات سنبله‌ای با نماد Y نشان داده شد. برای آزمون فرضیه برابری حداقل یکی از ضرایب همبستگی کانونیک با صفر از آماره لامبدای ویلکاکس (Lambda Wilcox) استفاده شد. این روابط برای دو سطح آبیاری (عدم تنش، خشکی) به‌طور جداگانه محاسبه شدند. در این پژوهش از نرم‌افزارهای SPSS 23، SAS 9.1 و MSTAT-C برای آنالیزهای آماری استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در جدول ۲ درج شده است. مطابق با نتایج جدول ۲، اثر تنش خشکی در مرحله شروع گلدهی بر کلیه صفات به جزء عملکرد کاه سنبله معنی‌دار بود. در بین صفات مورد بررسی تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی کمترین ضریب تغییرات (۱/۴۲ درصد) و سرعت پر شدن دانه بیشترین ضریب تغییرات (۲۸/۶۳ درصد) را دارا بودند (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که در این پژوهش صفات فنولوژیکی کمتر تحت تأثیر محیط بوده و ژنوتیپ‌ها هم از نظر این صفات، مستقل از محیط عمل نموده‌اند ولی صفت سرعت پر شدن دانه بیشتر تحت تأثیر محیط قرار گرفته‌اند. ضریب تغییرات یک معیار استاندارد شده بوده و میزان قابل قبول ضریب تغییرات بسته به درجه کنترل آزمایش و میزان وراثت‌پذیری صفت مورد بررسی و عوامل دیگر فرق می‌کند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار داشتند که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالا برای این صفات در بین ژنوتیپ‌ها بوده و می‌توان از این تنوع در برنامه گزینش برای تحمل به تنش خشکی بهره‌برداری کرد. اثر متقابل ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف تنش خشکی برای کلیه صفات به‌جز صفات وزن هزار دانه، سرعت پر شدن دانه، سرعت رشد رویشی و طول سنبله معنی‌دار بود که بیانگر پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌ها به شرایط محیطی مختلف است.

برای صفاتی که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار نبود، مقایسه میانگین اثرات اصلی ژنوتیپ و تنش خشکی انجام شد (جداول ۳ و ٤). برای صفاتی که اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار بودند، مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها با روش برش‌دهی فیزیکی و به تفکیک شرایط عدم تنش و تنش خشکی انجام شد (جدول ۵).میانگین، دامنهٔ تغییرات و ضریب تغییرات ابزار مفیدی در گزینش فنوتیپی برای اهداف اصلاحی هستند (۳ و ۵).

ژنوتیپ c-94-9 با میانگین ۹/٤۷ سانتی‌متر بیشترین و ژنوتیپ cd-2 با میانگین ٦/۸۱ سانتی‌متر کمترین طول سنبله را داشتند (جدول ٤). طول سنبله تحت شرایط عدم تنش (۸/٤٦ سانتی‌متر) بیشتر از شرایط تنش گلدهی (٦/۹٦ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). در پژوهشی در استرالیا واکنش طول سنبله ارقام مختلف گندم به تنش خشکی بررسی و عنوان شد که تغییرات طول سنبله بستگی کامل به نوع رقم داشته و ممکن است افزایش یا کاهش داشته باشند (۱۳).

ژنوتیپ حیدری با ۰/۱۲ گرم در روز و ژنوتیپ c-93-4 با ۰/۰۵ گرم در روز به‌ترتیب بیشترین و کمترین سرعت رشد رویشی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). ژنوتیپ‌های cd-10 ، c-93-11 و c-94-9 به ترتیب با میزان ۰/٤۱، ۰/٤۷ و ۰/٤۰ گرم در روز بیشترین سرعت پر شدن دانه را به خود اختصاص دادند. کمترین مقدار سرعت پر شدن دلنه به ژنوتیپ cd-6 (۰/۱۸ گرم در روز) مربوط بود (جدول ٤). از سوی دیگر سرعت پر شدن دانه تحت شرایط عدم تنش (۰/۳۱ گرم در روز) بیشتر از سرعت پر شدن دانه، تحت شرایط تنش گلدهی (۰/۲۰ گرم در روز) بود (جدول ۳). احمدی و باکر (۱) گزارش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در مزرعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	تعداد سنبلچه در سنبله	طول دوره پر شدن دانه	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	شاخص برداشت سنبله	سرعت پر شدن دانه	سرعت رشد رویشی	طول سنبله	عملکرد کاه سنبله
بلوک	۲	۵۶۴ **	۳۲۴ **	۳۸/۵ **	۳۳/۰ *	۲۵۰۷۰ **	۱۳۲۷ **	۱۸/۶ ns	۰/۰۳۷ **	۰/۰۴۴ **	۰/۰۰۹ **	۲۳/۵ **	۰/۰۹ ns
تنش	۱	۱۲۸ **	۱۰۲ **	۳۳۵ **	۴۵۹ **	۴۵۲۲۱۷ **	۱۳۹۷۷ **	۴۲۱۶ *	۰/۶۷۸ **	۰/۵۱ *	۰/۱۰ **	۹۸/۲ **	۰/۳۵ ns
خطای اصلی	۲	۲۱/۰	۱۸۸	۱/۳۱	۸۵/۸	۵۳۰	۵۶۸	۲/۶۱	۰/۰۲۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۲	۰/۲۱
ژنوتیپ	۲۹	۸۴/۷ **	۱۳۲ **	۷/۴۱ **	۱۲۸ **	۲۶۰۵ **	۳۸۵ *	۵۰/۲ *	۰/۰۱۲ **	۰/۰۲۴ **	۰/۰۰۰۸ *	۱/۷۳ **	۰/۴۱ **
ژنوتیپ × تنش	۲۹	۱۹/۶ **	۲۱/۶ **	۴/۷۲ **	۱۵/۴ *	۲۶۷۶ **	۹۴/۵ **	۱۸/۳ ns	۰/۰۱۰ **	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۰۰۸ ns	۰/۶۶ ns	۰/۳۹ **
خطای فرعی	۱۱۶	۱۰/۱	۷/۷۰	۲/۲۷	۸/۹۲	۷۵۳	۴۹/۳	۱۳/۱	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۵۱	۰/۱۱
ضریب‌تغییرات (درصد)		۱/۴۲	۱/۴۲	۱۰/۵	۱۰/۲۱	۱۵/۶	۱۳/۴	۱۰/۲	۱۱/۹	۲۸/۶	۲۹/۴	۹/۲۳	۱۵/۹

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ هستند.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مربوط به سطوح مختلف تنش خشکی

	شرایط آبیاری (تنش)	
	عدم تنش	تنش
طول سنبله (سانتی‌متر)	۸/۴۷ a	۶/۹۶ b
وزن هزاردانه (گرم)	۴۰/۱ a	۳۰/۳۲ b
عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	۳۳۳ a	۱۷۷ b
سرعت پر شدن دانه (گرم در روز)	۰/۳۱ a	۰/۲۰ b
سرعت رشد رویشی (گرم در روز)	۰/۱۰ a	۰/۰۵ b

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ٤. مقایسه میانگین صفات مربوط به ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم نان

صفات / ژنوتیپ	طول سنبله (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	سرعت پر شدن دانه (گرم در روز)	سرعت رشد رویشی (گرم در روز)
cd-1	۷/۹۷ b-e	۳۲/۳ f-h	۰/۲۷ b-d	۰/۰۸ b-e
cd-2	٦/۸۱ g	۳۵/۸ d-g	۰/۲۳ b-d	۰/۰۷ d-e
cd-3	۸/۳۹ b-c	۳۲/۲ f-h	۰/۲٦ b-d	۰/۰۸ b-e
cd-4	۸/۱۷ b-e	۳٤/۷ d-h	۰/۱۹ c-d	۰/۰۷ d-e
cd-5	۸/۳٤ b-c	۳۵/٦ d-g	۰/۲۳ b-d	۰/۰۸ b-e
cd-6	۸/٤۷ b	۳٦/۳ d-g	۰/۱۸ d	۰/۰۷ d-e
cd-7	۷/٤٦ b-g	۳٤/۳ d-h	۰/۲۸ b-d	۰/۰۸ b-e
cd-8	۸/۰٦ b-e	۳۲/۳ f-h	۰/۲۰ b-d	۰/۰۷ c-e
cd-9	۷/۳۹ c-g	۳۷/۸ a-e	۰/۲۷ b-d	۰/۰۸ b-e
cd-10	۷/۵٦ b-g	۳۷/۲ b-f	۰/٤۱ a	۰/۰٦ d-e
cd-11	۷/۷۲ b-g	۳۷/۳ b-f	۰/۲۵ b-d	۰/۰۷ c-e
c-93-3	٦/۹٤ f-g	۳٦/۷ c-g	۰/۲۲ b-d	۰/۰٦ d-e
c-93-4	۷/۲۲ e-g	۳٤/۵ d-h	۰/۱۸ c-d	۰/۰۵ e
c-93-5	٦/۸۹ f-g	٤۱/٤ a-c	۰/۲٦ b-d	۰/۰٦ de
c-93-6	۷/۷۲ b-g	۳٤/٦ d-h	۰/۲۲ b-d	۰/۰٦ de
c-93-7	٦/۸۹ f-g	۲۹/۷ h	۰/۱۸ c-d	۰/۰۷ cde
c-93-8	۷/۹۷ b-e	۳۵/۵ d-g	۰/۱۸ c-d	۰/۰٦ d-e
c-93-9	۷/۷۱ b-g	۳۲/۷ e-h	۰/۲۵ b-d	۰/۰٦ d-e
c-93-10	۷/۷۲ b-g	۳۱/۹ g-h	۰/۲۵ b-d	۰/۰۸ b-e
c-93-11	٦/۸۹ f-g	۳۷/۱ b-g	۰/٤٦ a	۰/۰٦ d-e
c-94-3	۷/٤۷ b-g	٤۲/٤ a	۰/۲۷ b-d	۰/۰۹ b-d
c-94-4	۷/۵٦ b-g	۳۳/٦ d-h	۰/۲۹ b	۰/۰۸ b-e
c-94-6	۸/۳۱ b-d	۳٤/٤ d-h	۰/۲٤ b-d	۰/۰۷ c-e
c-94-7	۷/۳۱ d-g	۳٤/۱ d-h	۰/۲۳ b-d	۰/۰۷ d-e
c-94-8	۸/٤۳ b	۳۲/۵ f-h	۰/۲۸ b-d	۰/۰۹ a-d
c-94-9	۹/٤۷ a	۳۸/۱ a-d	۰/٤۰ a	۰/۱۱ a-b
MV 17	۷/٦۳ b-g	۳۲/٦ e-h	۰/۲٤ b-d	۰/۱۰ a-c
حیدری	۸/٤۳ b	۳۵/۹ d-g	۰/۲۸ b-d	۰/۱۲ a
میهن	۸/۰۷ b-e	٤۱/۸ a-b	۰/۲۹ b-c	۰/۰۹ a-d
اروم	۷/۸۳ b-f	۳٦/۷ c-g	۰/۲٦ b-d	۰/۰۸ b-e

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مربوط به اثرات متقابل ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف تنش خشکی

ژنوتیپ‌ها	عدم تنش							
	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا ۵۰ ٪ گلدهی	طول دوره پر شدن دانه (روز)	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت سنبله	عملکرد کاه سنبله (گرم)
cd-1	۱۷/۰$^{a-c}$	۳۳۱$^{a-j}$	۲۲۶$^{a-d}$	۱۹۳$^{f-n}$	۳۲/۳$^{a-h}$	۶۵/۳$^{a-i}$	۰/۶۹$^{a-c}$	۱/۲۳ $^{f-g}$
cd-2	۱۳/۳$^{a-f}$	۲۹۶$^{a-n}$	۲۲۷$^{a-c}$	۱۹۳$^{f-n}$	۳۳/۶$^{a-f}$	۶۷/۶$^{a-h}$	۰/۷۰$^{a-b}$	۱/۳۹ $^{d-g}$
cd-3	۱۶/۳$^{a-e}$	۴۰۳$^{a-b}$	۲۲۴$^{a-d}$	۱۹۲$^{h-n}$	۳۲/۳$^{a-h}$	۵۷/۰$^{b-n}$	۰/۵۴ $^{a-g}$	۲/۰۸$^{a-g}$
cd-4	۱۴/۶$^{a-f}$	۳۷۶$^{a-e}$	۲۳۰ ^{a}	۱۹۱$^{i-n}$	۳۸/۳^{a}	۵۰/۶$^{c-o}$	۰/۵۰$^{b-g}$	۲/۴۵$^{a-e}$
cd-5	۱۵/۶$^{a-e}$	۳۳۸$^{a-i}$	۲۲۴$^{a-d}$	۱۹۱$^{i-n}$	۳۳/۰$^{a-h}$	۴۹/۰$^{d-o}$	۰/۴۸$^{b-g}$	۲/۵۵$^{a-d}$
cd-6	۱۵/۳$^{a-e}$	۲۹۷$^{a-n}$	۲۲۴$^{a-d}$	۱۹۱$^{i-n}$	۳۳/۰$^{a-h}$	۵۹/۰$^{b-m}$	۰/۶۴$^{a-e}$	۱/۷۳$^{a-g}$
cd-7	۱۶/۰$^{a-e}$	۲۹۶$^{a-n}$	۲۲۴$^{a-d}$	۱۹۹$^{a-k}$	۲۵/۰$^{c-i}$	۵۷/۶$^{b-m}$	۰/۵۶$^{a-g}$	۲/۱۷$^{a-g}$
cd-8	۱۳/۰$^{b-f}$	۲۶۶$^{b-q}$	۲۲۸^{ab}	۱۹۶$^{b-n}$	۳۲/۰$^{a-h}$	۴۸/۳$^{d-o}$	۰/۵۳$^{a-g}$	۲/۱۰$^{a-g}$
cd-9	۱۷/۰$^{a-e}$	۳۶۷$^{a-f}$	۲۲۳$^{a-d}$	۱۹۲$^{h-n}$	۳۱/۰$^{a-h}$	۶۰/۶$^{b-l}$	۰/۶۱$^{a-f}$	۱/۹۸$^{a-g}$
cd-10	۱۵/۰$^{a-f}$	۳۰۷$^{a-m}$	۲۲۴$^{a-d}$	۲۰۳$^{a-h}$	۲۲/۳$^{gh-k}$	۴۳/۰$^{h-o}$	۰/۵۳$^{b-g}$	۲/۱۲$^{a-g}$
cd-11	۱۳/۶$^{a-f}$	۳۲۸$^{a-k}$	۲۲۳$^{a-d}$	۱۹۱$^{i-n}$	۳۰/۳$^{a-h}$	۴۷/۳$^{f-o}$	۰/۵۳$^{a-g}$	۲/۱۵$^{a-g}$
c-93-3	۱۶/۶$^{a-d}$	۳۴۷$^{a-g}$	۲۲۷$^{a-c}$	۱۹۲$^{h-n}$	۳۴/۶$^{a-d}$	۶۳/۰$^{b-k}$	۰/۵۲$^{b-g}$	۲/۷۱$^{a-b}$
c-93-4	۱۴/۳$^{a-f}$	۲۴۳$^{d-r}$	۲۲۳$^{a-d}$	۱۹۱ $^{i-n}$	۳۰/۶$^{a-h}$	۵۳/۰$^{c-o}$	۰/۵۹$^{a-g}$	۱/۶۴$^{b-g}$
c-93-5	۱۴/۶$^{a-f}$	۳۱۵$^{a-l}$	۲۲۳$^{a-d}$	۱۹۳$^{f-n}$	۲۸/۳$^{a-h}$	۵۰/۶$^{c-o}$	۰/۴۹$^{b-g}$	۲/۹۴^{a}
c-93-6	۱۴/۶$^{a-f}$	۲۹۱$^{a-o}$	۲۲۳$^{a-d}$	۱۹۲$^{i-n}$	۳۱/۳$^{a-h}$	۵۶/۶$^{b-n}$	۰/۵۶$^{a-g}$	۲/۳۵$^{a-g}$
c-93-7	۱۵/۰$^{a-f}$	۲۲۹$^{c-r}$	۲۲۳$^{a-d}$	۱۹۱$^{i-n}$	۳۱/۰$^{a-h}$	۵۱/۰$^{c-o}$	۰/۵۷$^{a-g}$	۱/۷۸$^{a-g}$
c-93-8	۱۵/۶$^{a-e}$	۲۶۵$^{b-q}$	۲۲۸$^{a-h}$	۱۹۲$^{h-n}$	۳۶/۳$^{a-h}$	۵۰/۶$^{c-o}$	۰/۵۳$^{a-g}$	۲/۱۴$^{a-g}$
c-93-9	۱۴/۰$^{a-f}$	۳۱۵$^{a-l}$	۲۲۴$^{a-d}$	۱۹۴$^{d-n}$	۳۰/۳$^{a-h}$	۶۲/۰$^{b-l}$	۰/۵۴$^{a-g}$	۲/۲۹$^{a-g}$
c-93-10	۱۶/۳$^{a-e}$	۳۱۸$^{a-l}$	۲۲۸$^{a-h}$	۱۹۴$^{d-n}$	۳۴/۳$^{a-d}$	۷۰/۶$^{a-g}$	۰/۶۷$^{a-d}$	۱/۴۸$^{c-g}$
c-93-11	۱۶/۳$^{a-e}$	۲۶۹$^{b-q}$	۲۱۶$^{c-d}$	۲۰۱$^{a-i}$	۱۵/۶$^{i-k}$	۵۹/۰$^{b-m}$	۰/۵۸$^{a-g}$	۲/۰۳$^{a-g}$
c-94-3	۱۸/۶^{a}	۴۳۷^{a}	۲۲۷$^{a-c}$	۱۹۶$^{c-n}$	۳۱/۳$^{a-h}$	۷۴/۶$^{a-c}$	۰/۶۳$^{a-f}$	۲/۲۰$^{a-g}$
c-94-4	۱۷/۳$^{a-e}$	۲۹۰$^{a-p}$	۲۲۶$^{a-d}$	۱۹۹$^{a-k}$	۲۶/۳$^{b-i}$	۵۷/۳$^{b-m}$	۰/۵۴$^{a-g}$	۲/۲۵$^{a-g}$
c-94-6	۱۳/۶۷$^{a-f}$	۳۴۶$^{a-g}$	۲۳۰^{a}	۱۹۷$^{a-m}$	۳۲/۳$^{a-h}$	۶۴/۶$^{b-j}$	۰/۵۴$^{a-g}$	۲/۳۱$^{a-g}$
c-94-7	۱۶/۶$^{a-d}$	۳۵۹$^{a-f}$	۲۲۴$^{a-d}$	۱۹۲$^{h-n}$	۳۲/۳$^{a-h}$	۷۱/۰$^{a-f}$	۰/۵۶$^{a-g}$	۲/۶۲$^{a-c}$
c-94-8	۱۷/۳$^{a-c}$	۳۴۴$^{a-h}$	۲۲۸$^{a-h}$	۲۰۱$^{a-i}$	۲۷/۶$^{a-h}$	۷۳/۰$^{a-e}$	۰/۵۲$^{b-g}$	۲/۶۹$^{a-c}$
c-94-9	۱۸/۳$^{a-b}$	۴۰۶$^{a-b}$	۲۳۰^{a}	۲۰۷^{a}	۲۲/۶$^{g-k}$	۷۳/۳$^{a-d}$	۰/۵۶$^{a-g}$	۲/۷۴ $^{a-b}$
MV 17	۱۸/۳$^{a-b}$	۳۹۷$^{a-c}$	۲۳۰ ^{a}	۱۹۴$^{c-n}$	۳۶/۰$^{a-b}$	۹۰/۳^{a}	۰/۷۰ $^{a-b}$	۱/۶۳$^{b-g}$
حیدری	۱۶/۶$^{a-d}$	۴۲۷^{a}	۲۳۰^{a}	۱۹۵$^{d-n}$	۳۵/۰$^{a-d}$	۷۴/۶$^{a-c}$	۰/۷۶ ^{a}	۱/۱۴^{g}
میهن	۱۶/۶$^{a-d}$	۳۸۹$^{a-d}$	۲۲۷$^{a-c}$	۱۹۲ $^{i-n}$	۳۵/۳$^{a-c}$	۷۸/۶$^{a-b}$	۰/۷۶ ^{a}	۱/۳۳$^{e-g}$
اروم	۱۴/۰$^{a-f}$	۳۳۱$^{a-j}$	۲۱۸$^{b-d}$	۱۸۷ ^{n}	۳۱$^{a-h}$	۶۷/۳$^{a-h}$	۰/۶۳$^{a-f}$	۱/۸۶$^{a-g}$

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

ادامه جدول ۵

ژنوتیپ‌ها	تنش گلدهی							
	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد روز تا ۵۰ ٪ گلدهی	طول دوره پر شدن دانه (روز)	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت سنبله	عملکرد کاه سنبله (گرم)
cd-1	۱۲/۳$^{a-f}$	۲۴۹$^{c-f}$	۲۲۳$^{a-d}$	۱۹۴$^{a-e}$	۲۷/۶۷$^{a-h}$	۳۷/۰$^{i-o}$	۰/۴۷$^{a-g}$	۱/۸$^{a-g}$
cd-2	۱۲/۳$^{a-f}$	۲۲۶$^{f-r}$	۲۲۷$^{a-c}$	۱۹۶$^{a-e}$	۳۱/۳۳$^{a-h}$	۳۸/۶$^{k-o}$	۰/۴۱$^{f-g}$	۲/۴$^{a-f}$
cd-3	۱۲/۰$^{c-f}$	۱۶۵$^{m-r}$	۲۲۰$^{a-d}$	۱۹۱$^{i-o}$	۲۹/۰۰$^{a-h}$	۳۴/۰$^{m-o}$	۰/۴۴$^{a-g}$	۱/۹۶$^{a-g}$
cd-4	۱۲/۰$^{c-f}$	۱۰۴^{r}	۲۲۳$^{a-d}$	۱۸۹$^{k-o}$	۳۲/۳۳$^{a-h}$	۴۳/۰$^{k-o}$	۰/۵۰$^{b-g}$	۱/۹۰$^{a-g}$
cd-5	۱۱/۳$^{d-f}$	۲۰۳$^{g-r}$	۲۱۹$^{a-d}$	۱۸۷^{n}	۳۲/۳۳$^{a-h}$	۳۳/۶$^{m-o}$	۰/۴۲$^{a-g}$	۲/۱۹$^{a-g}$
cd-6	۱۳/۶$^{a-f}$	۱۰۸^{r}	۲۲۳$^{a-d}$	۱۸۸$^{l-o}$	۳۳/۳۳$^{a-g}$	۵۳/۳$^{b-o}$	۰/۵۰$^{b-g}$	۲/۲۳$^{a-g}$
cd-7	۱۳/۰$^{b-f}$	۲۰۶$^{g-r}$	۲۱۹$^{a-d}$	۱۹۳$^{a-o}$	۲۶/۰۰$^{b-i}$	۴۰/۰$^{i-o}$	۰/۴۲$^{a-g}$	۲/۳۸$^{a-f}$
cd-8	۱۳/۰$^{b-f}$	۱۸۸$^{j-r}$	۲۳۰^{a}	۱۹۸$^{a-l}$	۳۱/۶۷$^{a-h}$	۳۹/۳$^{j-o}$	۰/۴۱$^{f-g}$	۲/۱۱$^{a-g}$
cd-9	۱۶/۰$^{a-c}$	۱۶۹$^{l-r}$	۲۱۸$^{b-d}$	۱۹۳$^{f-o}$	۲۴/۳۳$^{d-i}$	۴۷/۰$^{f-o}$	۰/۴۹$^{b-g}$	۲/۰۸$^{a-g}$
cd-10	۱۴/۰$^{a-f}$	۱۸۱$^{k-r}$	۲۱۶$^{c-d}$	۲۰۴$^{a-d}$	۱۲/۳۳^{k}	۳۹/۳$^{j-o}$	۰/۴۵$^{d-g}$	۲/۰۵$^{a-g}$
cd-11	۱۳/۰$^{b-f}$	۱۸۳$^{i-r}$	۲۱۹$^{a-d}$	۱۹۳$^{f-o}$	۲۵/۶۷$^{b-i}$	۴۲/۶$^{k-o}$	۰/۴۵$^{d-g}$	۲/۲۴$^{a-g}$
c-93-3	۱۲/۳$^{c-f}$	۱۷۱$^{l-r}$	۲۲۷$^{a-c}$	۱۹۶$^{b-o}$	۳۱/۰۰$^{a-h}$	۴۷/۶$^{e-o}$	۰/۵۳$^{a-g}$	۲/۰۴$^{a-g}$
c-93-4	۱۳/۰$^{b-f}$	۱۲۷$^{q-r}$	۲۱۸$^{b-d}$	۱۸۸$^{l-o}$	۲۹/۳۳$^{a-h}$	۲۹/۳^{n}	۰/۳۸^{g}	۲/۱۴$^{a-g}$
c-93-5	۱۲/۶$^{c-f}$	۱۹۷$^{h-r}$	۲۲۷$^{a-c}$	۱۹۸$^{a-l}$	۲۸/۶۷$^{a-h}$	۴۰/۰$^{i-o}$	۰/۵۱$^{b-g}$	۲/۰۰$^{a-g}$
c-93-6	۱۴/۰$^{a-f}$	۱۴۲$^{p-r}$	۲۱۸$^{b-d}$	۱۹۳$^{f-o}$	۲۴/۳۳$^{d-i}$	۴۵/۶$^{f-o}$	۰/۴۵$^{d-g}$	۲/۰۵$^{a-d}$
c-93-7	۱۲/۳$^{c-f}$	۱۴۶$^{o-r}$	۲۲۰$^{a-d}$	۱۹۳$^{b-o}$	۲۷/۶۷$^{a-h}$	۳۸/۳$^{k-o}$	۰/۳۷^{g}	۲/۳۳$^{a-g}$
c-93-8	۱۱/۰$^{e-f}$	۱۸۲$^{b-r}$	۲۲۰$^{a-d}$	۱۸۸$^{l-o}$	۳۲/۰۰$^{a-h}$	۳۴/۳$^{m-o}$	۰/۴۶$^{d-g}$	۱/۹۵$^{a-g}$
c-93-9	۱۱/۳$^{d-f}$	۱۹۷$^{h-r}$	۲۳۰^{a}	۲۰۳$^{a-f}$	۲۶/۳۳$^{b-i}$	۴۶/۶$^{f-o}$	۰/۵۵$^{a-g}$	۱/۶۴$^{b-g}$
c-93-10	۱۴/۰$^{a-f}$	۲۴۷$^{d-r}$	۲۲۶$^{a-d}$	۱۹۴$^{a-e}$	۳۱/۶۷$^{a-h}$	۴۲/۶$^{h-o}$	۰/۴۸$^{b-g}$	۱/۹۵$^{a-g}$
c-93-11	۹/۶۶^{f}	۱۷۸$^{l-r}$	۲۱۹$^{a-d}$	۲۰۶$^{a-b}$	۱۳/۰۰^{fk}	۳۱/۶$^{h-o}$	۰/۴۲$^{e-}$	۲/۳۱$^{a-g}$
c-94-3	۱۱/۳$^{d-f}$	۱۹۱$^{i-r}$	۲۳۰^{a}	۱۹۶$^{a-e}$	۳۴/۰۰$^{a-e}$	۴۴/۶$^{h-o}$	۰/۵۱$^{b-g}$	۲/۳۳$^{a-g}$
c-94-4	۱۵/۰$^{a-f}$	۲۲۵$^{f-r}$	۲۲۷$^{a-c}$	۲۰۴$^{a-c}$	۲۳/۳۳$^{a-j}$	۴۴/۶$^{h-o}$	۰/۴۳$^{a-g}$	۲/۳۸$^{a-f}$
c-94-6	۱۳/۰$^{b-f}$	۱۵۶$^{n-r}$	۲۳۰^{a}	۲۰۴$^{a-e}$	۲۶/۰۰$^{b-i}$	۴۵/۳$^{g-o}$	۰/۴۳$^{a-g}$	۲/۷۳$^{a-b}$
c-94-7	۱۴/۰$^{a-f}$	۱۷۲$^{l-r}$	۲۲۳$^{a-d}$	۱۹۰$^{j-o}$	۳۳/۰۰$^{a-h}$	۵۲/۶$^{c-o}$	۰/۵۰$^{b-g}$	۱/۹۱$^{a-g}$
c-94-8	۱۴/۳$^{a-f}$	۱۵۷$^{n-r}$	۲۳۰^{a}	۲۰۳$^{a-g}$	۲۶/۶۷$^{b-h}$	۵۲/۰$^{c-o}$	۰/۴۳$^{a-g}$	۲/۵۰$^{a-c}$
c-94-9	۱۴/۶$^{a-f}$	۱۸۳$^{i-r}$	۲۳۰^{a}	۲۰۷^{a}	۲۳/۰۰^{fk}	۵۳/۳$^{b-o}$	۰/۵۲$^{b-g}$	۲/۰۳$^{a-g}$
MV 17	۱۴/۳$^{a-f}$	۲۰۰$^{g-r}$	۲۲۷$^{a-c}$	۱۹۴$^{a-e}$	۳۳/۳۳$^{a-g}$	۵۹/۰$^{b-m}$	۰/۵۱$^{b-g}$	۱/۸۴$^{a-g}$
حیدری	۱۳/۰$^{b-f}$	۱۵۲$^{n-r}$	۲۳۰^{a}	۲۰۵$^{a-c}$	۲۴/۶۷$^{c-i}$	۴۳/۶$^{h-o}$	۰/۳۸^{g}	۲/۶۳^{abc}
میهن	۱۳/۰$^{b-f}$	۲۳۴$^{c-r}$	۲۲۳$^{a-d}$	۲۰۰$^{a-j}$	۲۳/۰۰^{fk}	۵۸/۰$^{b-m}$	۰/۵۵$^{a-g}$	۱/۹۴$^{a-g}$
اروم	۱۳/۰$^{c-f}$	۱۳۲$^{p-r}$	۲۱۵^{d}	۱۸۸$^{m-o}$	۲۷/۳۳$^{a-h}$	۴۲/۶$^{h-o}$	۰/۴۵$^{d-g}$	۲/۲۴$^{a-g}$

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

کردند که سرعت پر شدن دانه تا ۲۵ روز بعد از پر شدن دانه تحت تأثیر کاهش رطوبت قرار نگرفت. تغییرات کاهش عملکرد دانه و کاهش دوره مؤثر پر شدن دانه با یکدیگر موازی بوده و سرعت رشد دانه دارای روندی مخالف روند صفات فوق‌الذکر بوده و با توجه به وابستگی صفات فوق‌الذکر با سرعت و مدت پر شدن دانه‌ها و پیروی تغییرات صفات وزن دانه و عملکرد دانه از تغییرات مدت پر شدن دانه، اهمیت این صفت بر عملکرد دانه کاملاً مشهود می‌باشد و نتایج نشان می‌دهد که سرعت و مدت پر شدن دانه بستگی شدیدی به عوامل محیطی از جمله تنش خشکی دارد. ژنوتیپ حیدری با ۰/۱۳ گرم در روز و ژنوتیپ c-93-4 با ۰/۰۵ گرم در روز به‌ترتیب بیشترین و کمترین سرعت رشد رویشی را به خود اختصاص دادند (جدول ٤).

تحت شرایط عدم تنش ژنوتیپ MV17 بیشترین تعداد دانه در سنبله (۹۰/۳) و تحت شرایط تنش خشکی در مرحله شروع گلدهی، ژنوتیپ c-93-4 کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۹/۳) را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). دامنه تغییرات این صفت بین ۹۰/۳-۲۹/۳ متغیر بود که نشانگر تنوع ژنتیکی بالا برای این صفت در بین ژنوتیپ‌ها است. تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف اختلاف زیادی دارد و این صفت معمولاً در ارقام پرمحصول بیشتر از ارقام با عملکرد پایین است (۲۳).

تحت شرایط عدم تنش ژنوتیپ‌های c-94-3 و حیدری بیشترین عملکرد دانه (به‌ترتیب ٤۳۷ و ٤۲۷ گرم در مترمربع) را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). مطابق با یافته‌های جدول ۵، تحت شرایط تنش خشکی در مرحله شروع گلدهی، ژنوتیپ‌های cd-4 و cd-6 کمترین عملکرد دانه (به‌ترتیب ۱۰٤ و ۱۰۸ گرم در مترمربع) را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ‌های c-94-9 و cd-3 نیز تحت شرایط عدم تنش عملکرد دانه بیشتری داشتند (به‌ترتیب ٤۰٦ و ٤۰۳ گرم در مترمربع)، که با ژنوتیپ‌های c-94-3 و حیدری اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج بررسی اثر متقابل ژنوتیپ×محیط برای عملکرد دانه نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف واکنش متفاوتی نسبت به تیمار آبیاری نشان دادند. این امر نشان‌دهنده واکنش متفاوت ارقام مختلف در تحمل خشکی بود که بخش زیادی از آن به توانایی گیاه در استفاده مجدد از مواد پرورده ذخیره شده در ساقه است. به عبارت دیگر ارقام با ارتفاع بیشتر به‌دلیل دارا بودن ذخایر بیشتر در ساقه و توانایی استفاده از آن برای پر شدن دانه در شرایط کمبود رطوبت و کاهش فتوسنتز جاری کمتر تحت تأثیر شرایط نامساعد خشکی پس از گلدهی قرار گرفته‌اند.

تحت شرایط عدم تنش ژنوتیپ‌های میهن و حیدری بیشترین شاخص برداشت سنبله (۰/۷٦) را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). مطابق با یافته‌های جدول ۵، تحت شرایط تنش خشکی، ژنوتیپ‌های c-93-7 ، c-93-4 و حیدری کمترین شاخص برداشت سنبله (۰/۳۷، ۰/۳۸ و ۰/۳۹) را داشتند. با توجه به اینکه ژنوتیپ میهن از ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی با عملکرد بالا می‌باشد، بنابراین طبیعی است که نسبت وزن دانه به وزن سنبله بالا داشته باشد (۷٦/۱ درصد).

بر اساس نتایج جدول ۵، تحت شرایط عدم تنش ژنوتیپ c-93-5 بیشترین عملکرد کاه سنبله (۲/۹٤ گرم) را به خود اختصاص داد، درحالی که ژنوتیپ حیدری تحت این شرایط، کمترین عملکرد کاه سنبله (۱/۱٤ گرم) را داشت.

تحت شرایط عدم تنش، ژنوتیپ c-94-3 بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله (۱۸/٦) را به خود اختصاص داد (جدول ۵). تحت شرایط تنش، ژنوتیپ c-93-11 کمترین تعداد سنبلچه در سنبله (۹/٦٦) را داشت. به‌نظر می‌رسد که با کاهش مقدار رطوبت قابل دسترس گیاه، مقدار سبزینه و شاخص سطح برگ گیاه نیز کاهش می‌یابد و در پی آن مقدار کل کربوهیدرات تولید شده در گیاه نیز کاهش خواهد یافت و در مرحله تشکیل تعداد سنبلچه‌ها باعث کاهش تعداد سنبلچه در سنبله خواهد شد. تحت شرایط عدم تنش ژنوتیپ‌های c-94-6، cd-4، MV17، c-94-9 و حیدری بیشترین تعداد روز تا رسیدگی (۲۳۰ روز) را داشتند (جدول ۵). از سوی دیگر، تحت شرایط تنش، ژنوتیپ‌های cd-8، c-93-9، c-94-3، حیدری، c-94-9، c-94-8 و c-94-6 نیز بیشترین تعداد روز تا رسیدگی (۲۳۰ روز) را دارا بودند (جدول ۵). کمترین تعداد روز تا رسیدگی تحت شرایط تغییرات این صفت در ارقام مختلف بین ۲۳۰-۲۱۵/۳ روز متغیر بود.

تحت شرایط عدم تنش و تنش، ژنوتیپ c-94-9 بیشترین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

جدول ٦. مقادیر همبستگی بین جفت متغیرهای کانونیک در ۳۰ ژنوتیپ گندم تحت شرایط عدم تنش و تنش

همبستگی کانونیک	مقادیر F	سطح احتمال معنی داری F	نسبت تجمعی	توان دوم همبستگی کانونیک
شرایط عدم تنش				
۰/۹۹	۷/۹۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸	۰/۹۸
۰/۷٤	۱/۲٦	۰/۲۷	۰/۹۹	۰/٥٤
۰/٤٥	۰/٥۲	۰/۸۳	۰/۹۹	۰/۲۱
۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۹٦	۱/۰۰	۰/۰۱
شرایط تنش				
۰/۸۷	۲/۲٦	۰/۰۱	۰/۸۲	۰/۷۷
۰/٥۲	۰/۹۸	۰/٤۸	۰/۹۱	۰/۲۷
۰/٤۳	۰/۹۹	۰/٤٤	۰/۹۷	۰/۱۸
۰/۳۳	۱/۱٥	۰/۳۳	۱/۰۰	۰/۱۱

جدول ۷. ضریب کانونیک استاندارد شده برای توابع کانونیک مربوط به متغیرهای سنبله‌ای ۳۰ ژنوتیپ گندم تحت شرایط عدم تنش و تنش

صفات	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
شرایط عدم تنش					
تعداد دانه در سنبله	۰/۰۷	−۱/۳۰	۰/٥۱	−۰/۳۹	−۰/۳۰
عملکرد کاه سنبله	۰/۰٥	−۰/۳۱	۰/۰٥	−۰/۱۸	−۰/۹۸
شاخص برداشت سنبله	۰/۹۸	۰/۲۲	−۰/۲۹	−۰/۱٦	−۰/۲۰
تعداد سنبلچه در سنبله	−۰/٥٥	۱/۰۸	−۷/٤٥	−۳/۷٤	−٤/۲۹
طول سنبله	۰/٥۲	−۰/۷۱	٦/۹۳	٤/۹۹	٤/۸۸
شرایط تنش					
طول سنبله	−۰/۰٤	−۱/۰۲	−۰/۷۸	۰/۰۲	۰/۸۱
تعداد سنبلچه در سنبله	−۰/۱۰	−۰/٦۱	۰/٤٤	۱/۰٤	−۰/۹۳
تعداد دانه در سنبله	۱/٥۳	۲/۰۷	−۱/۲۸	−۱/٥۱	−۱/۸۳
عملکرد کاه سنبله	−۰/٥۱	۰/۸۰	۰/۱٦	۲/۱۹	۰/۹٦
شاخص برداشت سنبله	−۰/۸۹	−۰/۳٦	۱/۷۹	۲/۷۰	۳/۰٤

تعداد روز تا ٥۰٪ گلدهی (۲۰۷ روز) را داشت (جدول ٥). در شرایط عدم تنش ژنوتیپ اروم و تحت شرایط تنش، ژنوتیپ cd-5 کمترین تعداد روز تا ٥۰٪ گلدهی (۱۸۷ روز) را به خود اختصاص دادند (جدول ٥). دامنه تغییرات این صفت بین ۲۰۷–۱۸۷ روز متغیر بود.

در شرایط عدم تنش ژنوتیپ cd-4 بیشترین طول دوره پر شدن دانه (۳۸/۳ روز) را به خود اختصاص داد (جدول ٥). تحت شرایط تنش، ژنوتیپ cd-10 کمترین طول دوره پر شدن دانه (۱۲/۳ روز) را داشت. دامنه تغییرات این صفت بین ۳۸/۳–۱۲/۳ روز متغیر بود.

صبا و همکاران (۲۱) با ارزیابی ۳٦ لاین پیشرفته گندم در طول سه سال متوالی تحت شرایط دیم گزارش کردند که برای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

جدول ۸. ضریب کانونیک استاندارد شده برای توابع کانونیک مربوط به صفات فنولوژیکی و رشدی در ۳۰ ژنوتیپ گندم پاییزه تحت شرایط عدم تنش وتنش

صفات	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
			شرایط عدم تنش		
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۰۸	۰/۷۸	−۰/۹۱	−۱/۱۳	۰
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	−۰/۲۱	−۰/۱۶	۰/۱۷	۱/۶۵	۰
طول دوره پر شدن دانه	۰	۰	۰	۰	۰
سرعت رشد رویشی	۰/۱۷	−۳/۷۹	−۲/۰۷	۲/۷۶	۰
سرعت پر شدن دانه	۰/۸۱	۳/۶۵	۲/۲۳	−۲/۴۱	۰
			شرایط تنش		
سرعت پر شدن دانه	−۰/۶۲	−۴/۰۲	۰/۷۶	۳/۱۰	۰
تعداد روز تا رسیدگی	−۰/۱۷	−۲/۵۵	۱/۴۲	۱/۱۹	۰
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	۰/۲۴	۳/۶۲	−۰/۲۳	−۱/۵۹	۰
طول دوره پر شدن دانه	۰	۰	۰	۰	۰
سرعت رشد رویشی	۱/۴۰	۳/۵۷	−۱/۱۷	−۲/۱۱	۰

اصلاح عملکرد دانه در بوته گندم تحت شرایط دیم، گزینش برای دوره رویشی کوتاه‌تر و دوره پر شدن دانه طولانی‌تر پیشنهاد می‌شود.

تجزیه همبستگی کانونیک صفات فنولوژیکی و رشدی، با صفات سنبله‌ای تحت شرایط عدم تنش در مزرعه

با مراجعه به جدول ۶ ملاحظه می‌شود آماره لامبدای ویلکاکس در سطح احتمال ۱٪ برای تابع اول معنی‌دار شد؛ یعنی همبستگی معنی‌داری بین متغیرهای فنولوژیکی و رشدی از یک طرف و صفات سنبله‌ای از سوی دیگر در تابع اول وجود دارد.

ترکیب خطی برای تابع اول از متغیرهای فنولوژیکی و رشدی (V_i) و صفات سنبله‌ای (W_i) مورد مطالعه همراه با ضرایب مربوطه (b_{ik}, a_{ij}) به‌صورت زیر به‌دست آمد (جداول ۷ و ۸):

$$V_1 = 0.078Y_1 - 0.21Y_2 + 0.177Y_4 + 0.807Y_5$$
$$W_1 = 0.074X_1 + 0.057X_2 + 0.98X_3 - 0.555X_4 + 0.519X_5$$

همبستگی ساختاری بین متغیرهای اندازه‌گیری شده یک گروه با توابع کانونیک مربوط به همان گروه در جداول ۹ و ۱۰ درج شده است. در بین متغیرهای فنولوژیکی و رشدی، سرعت رشد رویشی (۰/۹۸) و سرعت پر شدن دانه (۰/۹۸) همبستگی مثبت و بالایی با تابع کانونیک (V_1) نشان داد ولی طول دوره پر شدن دانه (۰/۲۹) دارای همبستگی پایین بود. در بین متغیرهای صفات سنبله‌ای همبستگی مثبت و بالای شاخص برداشت سنبله (۰/۹۹) با تابع کانونیک (W_1) مشاهده شد، اما بقیه صفات دارای همبستگی پایین بودند. همبستگی بین متغیرهای اندازه‌گیری شده یک گروه با توابع کانونیک گروه دیگر در جداول ۱۱ و ۱۲ درج شده است. در بین متغیرهای فنولوژیکی و رشدی، سرعت رشد رویشی (۰/۹۷) و سرعت پر شدن دانه (۰/۹۷) همبستگی مثبت و بالایی با تابع کانونیک مربوط به صفات سنبله‌ای (W_1) داشت ولی طول دوره پر شدن دانه (۰/۲۸) دارای همبستگی پایین بود. در بین متغیرهای صفات سنبله‌ای، همبستگی مثبت و بالای شاخص برداشت سنبله (۰/۹۹) با تابع کانونیک مربوط به صفات فنولوژیکی (V_1) وجود داشت، اما بقیه صفات سنبله‌ای دارای همبستگی پایین بودند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده تحت شرایط عدم تنش در مزرعه می‌توان گفت تابع V_1 بیشتر متأثر از شاخص برداشت سنبله است، اما تابع W_1 بیشتر تحت تأثیر سرعت رشد رویشی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

جدول ۹. همبستگی ساختاری بین متغیرهای سنبله‌ای و توابع کانونیک مربوطه تحت شرایط عدم تنش و تنش

صفات	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
شرایط عدم تنش					
تعداد دانه در سنبله	۰/۱۹٦	−۰/۸۷	−۰/۰۸	۰/۳۳	۰/۱۰
عملکرد کاه سنبله	−۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۱۵	−۰/۸۸
شاخص برداشت سنبله	۰/۹۹	۰/۰۳	−۰/۰۷	−۰/۰۲	۰/۰٤
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۰۵	−۰/٤۰	−۰/٤۹	۰/۷٦	−۰/۰٦
طول سنبله	۰/۰٦	−۰/٤۸	−۰/۷۰	۰/۳۷	۰/۱۹
شرایط تنش					
طول سنبله	۰/٦۵	−۰/٤۲	−۰/۵۲	۰/۲٤	۰/۲۳
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۷۲	−۰/٤۰	۰/۱۵	۰/٤٤	−۰/۳۲
تعداد دانه در سنبله	۰/۹۷	۰/۰۰۸	۰/۰٤	۰/۱۷	۰/۱۰
عملکرد کاه سنبله	−۰/۷٦	۰/۳۳	−۰/٤۹	۰/۲٤	−۰/۱۰
شاخص برداشت سنبله	۰/۸۷	−۰/۱۱	۰/۳۷	۰/۱۰	۰/۲٦

جدول ۱۰. همبستگی ساختاری بین صفات فنولوژیکی و رشدی، و توابع کانونیک مربوطه تحت شرایط عدم تنش و تنش

صفات	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
شرایط عدم تنش					
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۱۵	۰/۵۵	−۰/۸۰	۰/۱۵	۰
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	−۰/۱۰	۰/٦۵	−۰/۲۹	۰/٦۸	۰
طول دوره پر شدن دانه	۰/۲۸	−۰/۳۹	−۰/۳۳	−۰/۸۰	۰
سرعت رشد رویشی	۰/۹۸	−۰/۰۵	−۰/۱۲	۰/۱۳	۰
سرعت پر شدن دانه	۰/۹۸	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۱۳	۰
شرایط تنش					
سرعت پر شدن دانه	۰/۳۵	۰/۳۵	−۰/۰٤	۰/۸٦	۰
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۵۷	−۰/۰۵	۰/۸۰	−۰/۱٤	۰
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	−۰/۱۵	۰/۵۸	۰/۵۳	۰/۵۹	۰
طول دوره پر شدن دانه	۰/۵۲	−۰/۵٦	۰/۰٦	−۰/٦۳	۰
سرعت رشد رویشی	۰/۹٦	۰/۰۵	−۰/۰۱	۰/۲٦	۰

و سرعت پر شدن دانه بود. در چنین شرایطی برای افزایش شاخص برداشت سنبله و تعداد دانه در سنبله، صفات سرعت رشد رویشی و سرعت پر شدن دانه می‌توانند به‌عنوان معیارهای مناسب در نظر گرفته شوند.

تجزیه همبستگی کانونیک صفات سنبله‌ای با صفات فنولوژیکی و رشدی تحت شرایط تنش در مزرعه

با توجه به جدول ٦ آماره لامبدای ویلکاکس در سطح احتمال ۵٪ برای تابع اول معنی‌دار شد؛ یعنی همبستگی معنی‌داری بین

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

جدول ۱۱. همبستگی متغیرهای فنولوژیکی و رشدی با توابع کانونیک حاصل از صفات سنبله‌ای تحت شرایط عدم تنش وتنش

صفات	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
		شرایط عدم تنش			
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۱۵	۰/٤۱	-۰/۳٦	۰/۰۲	۰
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	-۰/۱۰	۰/٤۸	-۰/۱۳	۰/۰۸	۰
طول دوره پر شدن دانه	۰/۲۸	-۰/۲۸	-۰/۱۵	-۰/۰۹	۰
سرعت رشد رویشی	۰/۹۷	-۰/۰٤	-۰/۰۵	۰/۰۱	۰
سرعت پر شدن دانه	۰/۹۷	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۱	۰
		شرایط تنش			
سرعت پر شدن دانه	۰/۳۱	۰/۱۸	-۰/۰۲	۰/۲۹	۰
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۵۰	-۰/۰۲	۰/۳٤	-۰/۰۵	۰
تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	-۰/۱۳	۰/۳۰	۰/۲۲	۰/۲۰	۰
طول دوره پر شدن دانه	۰/٤۵	-۰/۲۹	۰/۰۲	-۰/۲۱	۰
سرعت رشد رویشی	۰/۸٤	۰/۰۲	-۰/۰۰۷	۰/۰۹	۰

جدول ۱۲. همبستگی صفات سنبله‌ای با تابع کانونیک حاصل از متغیرهای فنولوژیکی و رشدی تحت شرایط عدم تنش و تنش

صفات	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5
		شرایط عدم تنش			
تعداد دانه در سنبله	۰/۱۹	-۰/٦٤	-۰/۰٤	۰/۰٤	۰
عملکرد کاه سنبله	-۰/۰۹	۰/۰٦	۰/۰۰٦	۰/۰۲	۰
شاخص برداشت سنبله	۰/۹۹	۰/۲۰	-۰/۰۳	-۰/۰۰۳	۰
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۰٤	-۰/۲۹	-۰/۲۲	۰/۰۹	۰
طول سنبله	۰/۰٦	-۰/۳۵	-۰/۳۲	۰/۰٤	۰
		شرایط تنش			
طول سنبله	۰/۵۷	-۰/۲۲	-۰/۲۲	۰/۰۸	۰
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/٦۳	-۰/۲۱	۰/۰٦	۰/۱۵	۰
تعداد دانه در سنبله	۰/۸۵	۰/۰۰٤	۰/۰۲	۰/۰٦	۰
عملکرد کاه سنبله	-۰/٦٦	۰/۱۷	-۰/۲۱	۰/۰۸	۰
شاخص برداشت سنبله	۰/۷۷	-۰/۰٦	۰/۱٦	۰/۰۳	۰

متغیرهای فنولوژیکی و رشدی از یک طرف و صفات سنبله‌ای از سوی دیگر در تابع اول وجود دارد. ترکیب خطی برای تابع اول از متغیرهای فنولوژیکی و رشدی (V_i) و صفات سنبله‌ای (W_i) مورد مطالعه همراه با ضرایب مربوطه (b_{ik}, a_{ij}) به‌صورت زیر به‌دست آمد (جداول ۷ و ۸):

$$W_1=-0.045X_1-0.102X_2+1.533X_3-0.509X_4-0.893X_5$$
$$V_1=-0.621Y_1-0.169Y_2+0.242Y_3+1.405Y_5$$

همبستگی ساختاری بین متغیرهای اندازه‌گیری شده یک گروه با توابع کانونیک مربوط به همان گروه در جداول ۹ و ۱۰ درج شده است. در بین متغیرهای فنولوژیکی و رشدی، سرعت رشد رویشی (۰/۹٦)، تعداد روز تا رسیدگی (۰/۵۸) و طول

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

دوره پر شـــدن دانه (۰/۵۲) همبســـتگی مثبت و بالایی با تابع کانونیک مربوطه (V_1) نشـــان داد ولی ســـرعت پر شـــدن دانه (۰/۳۵) دارای همبستگی پایین بود.

در بین متغیرهای صفات سنبله‌ای همبستگی مثبت و بالایی بین تعداد دانه در ســـنبله (۰/۹۷)، شـــاخص برداشـــت ســـنبله (۰/۸۷)، تعداد سنبلچه در سنبله (۰/۷۲) و طول سنبله (۰/٦٥) با تابع کانونیک مربوطه (W_1) مشاهده شد. اما عملکرد کاه سنبله (۰/۷٦۰-) دارای همبستگی بالا و منفی بود.

همبستگی بین متغیرهای اندازه‌گیری شده یک گروه با توابع کانونیک گروه دیگر در جداول ۱۱ و ۱۲ درج شـــده اســـت. در بین متغیرهای فنولوژیکی و رشـــدی، ســـرعت رشـــد رویشـــی (۰/۸٤) همبســـتگی مثبت و بالایی با تابع کانونیک مربوط به صفات سنبله‌ای (W_i) داشت، ولی تعداد روز تا رسیدگی، طول دوره پر شـــدن دانه و ســـرعت پر شـــدن دانه دارای همبســـتگی متوســـط بودند. در بین متغیرهای صـــفات ســـنبله‌ای همبســـتگی مثبت و بالایی بین تعداد دانه در سنبله (۰/۸۵)، شاخص برداشت ســـنبله (۰/۷۷)، تعداد ســـنبلچه در ســـنبله (۰/٦۳) و طول ســـنبله (۰/۵۷) با تابع کانونیک مربوط به صـــفات فنولوژیکی و رشـــدی (V_1) وجود داشـــت، اما عملکرد کاه ســـنبله (۰/٦۷-) دارای همبستگی منفی و بالا بود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده تحت شرایط تنش خشکی در مزرعه می‌توان گفت تابع V_1 بیشتر متأثر از صفات تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت سنبله، عملکرد کاه سنبله، تعداد سنبلچه در ســـنبله و طول ســـنبله اســـت، اما تابع W_1 بیشـــتر تحت تأثیر ســـرعت رشـــد رویشـــی، طول دوره پر شـــدن دانه و تعداد روز تا رســـیدگی بود. در چنین شـــرایطی برای افزایش تعداد دلنه در سنبله، شاخص برداشت سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و طول سنبله و کاهش عملکرد کاه سنبله، افزایش صفات سرعت رشد رویشـــی، طول دوره پر شـــدن دانه، تعداد روز تا رســـیدگی در درجه اول و صفت سرعت پر شدن دانه در درجه دوم می‌توانند به‌عنوان معیار گزینشی مناسب در نظر گرفته شود.

تحت شـــرایط آبیاری مطلوب در مزرعه، بین ســـرعت رشـــد رویشی و سرعت پر شدن دانه و متغیر کانونیکی مربوطه (V_1) و همچنین بین شـــاخص برداشـــت ســـنبله با تابع کانونیک مربوطه (W_1) همبســـتگی مثبت و بالایی مشـــاهده شـــد. بنابراین در چنین شـــرایطی برای افزایش شـــاخص برداشـــت ســـنبله، صـــفات ســـرعت رشـــد رویشـــی و ســـرعت پر شـــدن دانه می‌توانند به‌عنوان معیار گزینشـــی مناســـب در نظر گرفته شـــود. بر اســـاس نتایج به‌دســـت آمده تحت شـــرایط تنش در مزرعه، بین ســـرعت رشـــد رویشـــی، تعداد روز تـا رســـیدگی و طول دوره پر شـــدن دانـه و متغیر کانونیکی مربوطه (V_1) و همچنین بین تعداد دانه در ســـنبله، شاخص برداشت سنبله، تعدادسنبلچه در سنبله و طول سنبله و متغیر کانونیکی مربوطه (W_1) همبســـتگی مثبت و نســـبتاً بالایی مشاهده شد. چنین به‌نظر می‌رسد تحت شرایط تنش خشکی در مزرعه برای افزایش تعداد دانه در ســـنبله، شـــاخص برداشـــت سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و طول سنبله، صفات سرعت رشـــد رویشـــی، تعداد روز تا رسیدگی و طول دوره پر شـــدن دانه می‌توانند به‌عنوان معیار مناسب در نظر گرفته شـــود. علوی سینی و صبا (۲) با تجزیه همبستگی کانونی صفات زراعی، سه متغیر کانونی معنی‌دار به‌دســـت آوردند که متغیرهای کانونی معنی‌دار ۳۰٪ از واریانس کل متغیرها را توجیه نمودند. همچنین آنها همبســـتگی اولین، دومین و ســـومین جفت متغیر کـانونی را به‌ترتیب ۰/۹۱، ۰/۸٤ و ۰/۷٤ گزارش کردنـد کـه اولین متغیر کانونی با توجیه ۱۳/۲٪ از تنوع متغیرهای زراعی با صـــفات درصـد اختصـاص ماده خشـک به برگ، ارتفاع بوته و شـاخص برداشـت رابطه منفی و با بقیه صـفات زراعی رابطه مثبت داشـت. صـبا و همکاران (۲۱) در تجزیه همبسـتگی کانونیکی صـفات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و فنولوژیکی بـا صـــفات اجزای عملکرد، گزارش کردند که اولین متغیر کانونیکی برای صـــفات مسـتقل (U_1) بیشـتر تحت تأثیر زیسـت توده گیاه (۰/٦۷) قرار گرفت و صـفات دمای کانوپی، ارتفاع بوته، طول سـنبله، تعداد روز تا ســـنبله‌دهی دارای ضـــریب همبســـتگی پایین بودند. در پژوهش علوی سـینی و صـبا (۲) متغیر کانونی دوم با توجیه ۱۱ درصـد از تنوع متغیرهای زراعی با صـفات درصـد ماده خشـک برگ و ســـنبلـه، ارتفـاع، طول ریشـــک، طول پـدانکـل، وزن مخصـــوص پدانکل و زیســـت توده همبســـتگی مثبت و متغیر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

کانونی سوم با توجیه ۵/۵ درصد از تنوع با همه صفات به‌جز درصد ماده خشک برگ، ارتفاع، وزن هزاردانه، زیست توده و عملکرد همبستگی منفی داشت. نتایج لورنستی و همکاران (۱۶) نیز اهمیت تجزیه همبستگی کانونی برای درک ارتباط میان اجزای اولی و ثانویه عملکرد دانه را در یولاف جهت ارزیابی ساختارهای ژنتیکی نشان داده است. غفاری و همکاران (۱۱) با استفاده از تجزیه همبستگی کانونی ارتباط معنی‌داری بین دو دسته صفات فیزیولوژیک و زراعی به‌ترتیب در گیاه گندم و کلزا گزارش کردند. صبا و همکاران (۲۱) نیز از این تکنیک برای بررسی ارتباط بین صفات زراعی و فنولوژیک گیاه گندم بهره بردند. اتیشا و همکاران (۷) با استفاده از تجزیه همبستگی کانونیک در جو اعلام کردند که صفاتی که دارای مقادیر و ارزش های بالاتری در مولفه اول هستند، می‌توانند به‌خوبی در متمایز کردن ارقام از یکدیگر ایفای نقش کنند و از این‌رو توجه به مقدار عددی صفات در مولفه‌ها را مهم دانستند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج آزمایش مزرعه‌ای نشان داد که عملکرد بالای ژنوتیپ‌های c-94-3، حیدری، c-94-9، cd-3، میهن و اروم در شرایط عدم تنش به شاخص برداشت سنبله، طول سنبله، سرعت پر شدن دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و سرعت رشد رویشی بیشتر مرتبط است. همچنین عملکرد بالای ژنوتیپ‌های cd-1، c-93-10 و میهن تحت تنش خشکی به افزایش تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد روز تا رسیدگی مرتبط بود. تحت شرایط عدم تنش در مزرعه برای افزایش شاخص برداشت سنبله و تعداد دانه در سنبله، صفات سرعت رشد رویشی و سرعت پرشدن دانه می‌توانند به‌عنوان معیارگزینشی مناسب در نظر گرفته شود. براساس نتایج حاصل از تجزیه همبستگی کانونیک تحت شرایط تنش در مزرعه، جهت افزایش تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و طول سنبله و کاهش عملکرد کاه سنبله، افزایش صفات سرعت رشد رویشی، طول دوره پرشدن دلنه، تعداد روز تا رسیدگی در درجه اول وافزایش صفت سرعت پر شدن دلنه در درجه دوم از عامل مهم و تأثیرگذار محسوب می‌شود.

تشکر و قدردانی

از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی که مواد آزمایشی برای انجام این پژوهش را فراهم کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Ahmadi, A. and D. A. Baker. 2001. The effect of water stress on grain filling prosesses in wheat. *Journal of Agricultural Science* 136: 257-269.
2. Alavi-Siney, S. M. and J. Saba. 2014. Studying the association between physiological and agronomical characteristics of different wheat genotypes in dryland condition using canonical correlation analysis. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 7: 13-23. (In Farsi).
3. Alavi-Siney, S. M. and J. Saba. 2021. Investigation of the relationship between SSR markers and agronomic traits in saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Horticulture and Postharvest Research* 4: 79-88.
4. Alqudah, A. M., N. H. Samarah and R. E. Mullen. 2011. Drought stress effect on crop pollination, seed set, yield and quality. pp 193-213, In: E. Lichtfouse (ed.), Alternative Farming Systems, Biotechnology, Drought Stress and Ecological Fertilization. Springer Press, Dordrecht.
5. Bayat, M., R. Amirnia, H. Özkan, A. Gedik, D. Ate, M. Rahimi and B. Tanyulac. 2018. Identification of markers associated with traits for use in marker-assisted selection in saffron. *Genetika* 50(3): 971-982.
6. Daryanto, S., L. Wang and P. A. Jacinthe. 2016. Global synthesis of drought effects on maize and wheat production. *PLoS ONE* 11(5): 0156362.
7. Eticha, F., G. Belay and E. Bekele. 2006. Species diversity in wheat landrace populations from two regions of Ethiopia. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53: 387-393.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

8. Fahad, S., A. A. Bajwa, U. Nazir, S. A. Anjum, A. Farooq, A. Zohaib, S. Sadia, W. Nasim, S. Adkins and S. Saud. 2017. Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. *Frontiers in Plant Science* 8: 1-16 .
9. FAO. 2020. World food situation. Available online at: http://www.fao.org/ worldfoodsituation/csdb/en/.
10. Gasemi, M. 2017. Wheat Cultivars of Tolerance to End Season Drought Stress in Ardabil Plain. Agricultural Research Center, Ardabil. (In Farsi).
11. Ghaffari, G., M. Toorchi, S. Aharizad and M. Shakiba. 2011. Evaluation of traits related to water deficit stress in winter rapeseed cultivars. *Universal Journal of Environmental Research and Technology* 1(3): 338-350.
12. Hu, T., L. J. Renzullo, A. I. van Dijk, J. He, S. Tian, Z. Xu, J. Zhou, T. Liu and Q. Liu. 2020. Monitoring agricultural drought in Australia using MTSAT-2 land surface temperature retrievals. *Remote Sensing of Environment* 236: 1-13.
13. Izanloo, A., A. G. Condon, P. Langridge, M. Tester and T. Schnurbusch. 2008. Different mechanisms of adaptation to cyclic water stress in two south Australian bread wheat cultivars. *Journal of Experimental Botany* 59: 3327-3346.
14. Kovacik, J., B. Klejdus, P. Babula and M. Jarosova. 2014. Variation of antioxidants and secondary metabolites in nitrogen-deficient barely plants. *Journal of Plant Physiology* 171: 260-268.
15. Lamaoui, M., M. Jemo, R. Datla and F. Bekkaoui. 2018. Heat and drought stresses in crops and approaches for their mitigation. *Frontiers in Chemistry* 6(26): 1-14 .
16. Lorenceti, C., F. I. F. D. carvalho, A. C. D. Oliveira, I. P. Valerio, I. Hartwig, G. Benin and D. A. M. Schmidt. 2006. Aplicability of phenotypic and canonic correlations and path coefficients in the selection of oat genotypes. *scientia agricola* 63: 11-19.
17. Mohammadi-Ahmadmahmoudi, E., R. Deihimfard and O. Noori. 2020. Yield gap analysis simulated for sugar beet-growing areas in water-limited environments. *European Journal of Agronomy* 113: 125988.
18. Mosadeghi, M. R., M. Morshedizad, A. A. Mahboubi, A. R. Dexter and R. Schulin. 2009. Laboratory evaluation of a model for soil crumbling for prediction of the optimum soil water content for tillage. *Soil and Tillage Research* 105: 242-250.
19. Pordel-Maragheh, F. 2013. Assess the genetic diversity in some wheat genotypes through agronomic traits. *European Journal of Zoological Research* 2: 71-75.
20. Pradhan, G. P., P. V. Prasad, A. K. Fritz, M. B. Kirkham and B. S. Gill. 2012. Effects of drought and high temperature stress on synthetic hexaploid wheat. *Functional Plant Biology* 39(3): 190-198.
21. Saba, J., S. Tavana, Z. Qorbanian, E. Shadan, F. Shekari and F. Jabbari. 2018. Canonical correlation analysis to determine the best traits for indirect improvement of wheat grain yield under terminal drought stress. *Journal of Agricultural Science and Technology* 20(5): 1037-1048.
22. Sharma, S. 1996. Applied Multivariate Techniques. John Wiley and Sons, Inc., New York.
23. Shearman, V. J., R. Sylvester-Bradley, R. K. Scott and M. J. Foulkes. 2005. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Science* 45: 175-185.
24. SPII (Anonymous). 2015. Report of wheat breeding program result during 2014-2015. Cereal Research Division, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. (In Farsi).
25. SPII (Anonymous). 2016. Report of wheat breeding program result during 2015-2016. Cereal Research Division, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 14, No. 4, Winter 2025, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Relationships Between Spike Traits and Phenological and Growth Traits of Various Bread Wheat Genotypes under Moisture Stress Conditions During the Flowering Stage in Field Evaluation

B. TahmasebPour[1], S. Jahanbakhsh[2*] , A. Tarinejad[3], H. Moahammadi[4] and A. Ebadi[2]

1 and 2. Ph.D Student of Plant Breeding and Professor, Respectively, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Associate Professor, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
4. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

*Corresponding author's e-mail address: jahanbakhsh@uma.ac.ir

(Received: December 11-2023; Accepted: July 17-2024)

Extended Abstract

Introduction

Wheat, as one of the most important crops, occupies about 20% of the world's cultivated area. In the FAO report, more than 90% of Iran is classified as arid and semi-arid. The impact of drought stress on crops is devastating, resulting in yield losses of 17% every year. It is therefore of high importance to conduct researches to improve crop resilience to drought stress and minimize water losses in agriculture.

Materials and Methods

This study explored the relationships among different traits in bread wheat genotypes. A split-plot experiment was conducted, according to the randomized complete block design with three replications, to investigate 30 genotypes as subfactors. The experiment was carried out at the research farm of Shahid Madani University, Tabriz, northwest of Iran during the 2016-2017 growing season, under normal irrigation and drought stress conditions during the early flowering stage as a main factor (B). The relationship between yield and yield components and the relative importance of traits affecting yield were investigated using an analysis of variance, mean comparison, and canonical correlation analysis after measuring the traits of the studied genotypes.

Results and Discussion

The analysis of variance results revealed significant differences among genotypes for the examined traits. Moreover, the impact of drought stress was significant for all traits except spike straw yield. The interaction effect of stress and genotype was significant for all traits except 1000-grain weight, spike length, grain filling rate, and vegetative growth rate, indicating that the relative performance of the genotypes changed between the two environments. Canonical correlation analysis indicated a significant correlation between pairs of canonical variables resulting from phenological and growth traits with spike-related traits under normal and moisture stress levels.

Conclusions

Based on the results of canonical correlation analysis, it can be concluded that, under normal field conditions, enhancing desirable characteristics in the spike (such as spike harvest index and grains/ spike) requires

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]

considering the traits of vegetative growth rate and grain filling rate. On the other hand, under stress conditions at the flowering stage in the field, selecting criteria should prioritize an increase in the grains/spike, spike harvest index, spikelets/spike, and spike length, as well as a decrease in spike straw yield, vegetative growth rate, length of grain filling period, days to maturity, and vegetative growth rate.

Keywords: *Canonical correlation analysis, Water deficit, Yield*

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.47176/jcpp.14.4.29007]