تحلیل ارتباط ویژگی‌های فنولوژیک، مورفولوژیک و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های چهار گونه جنس براسیکا در شرایط تنش و عدم تنش خشکی

فاطمه رشیدی[۱] و محمدمهدی مجیدی[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۷)

چکیده

در این بررسی ۳۶ ژنوتیپ کلزا از هفت گونهٔ مختلف *Brassica napus*، *B. rapa*، *B. oleracea*، *B. juncea*، *B. carinata*، *B. nigra* و *B. friticulosa* در شرایط عدم تنش، تنش متوسط و تنش شدید خشکی در سال زراعی ۹۱ - ۱۳۹۰ در دانشگاه صنعتی اصفهان ارزیابی شده و روابط بین صفات مختلف آنها مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنوع بالایی بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات مورد مطالعه وجود داشت. اثر متقابل رقم و محیط برای اکثر صفات معنی‌دار مشاهده شد که حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها به شرایط رطوبتی بود. نتایج همبستگی برای سه گونهٔ *Brassica napus*، *B. rapa* و *B. oleracea* در سه سطح شرایط رطوبتی جداگانه انجام شد. اگرچه نتایج همبستگی منحصر به گونه نیز مشاهده شد، ولی در مجموع عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه در همهٔ گونه‌ها و محیط‌های رطوبتی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. نتایج رگرسیون گام‌به‌گام نیز در بین گونه‌ها و تحت شرایط رطوبتی مختلف متفاوت بود. تأثیر اجزای عملکرد در تجزیه مسیر برای هرگونه کاملاً متفاوت از گونهٔ دیگری مشاهده شد. به‌طوری‌که در شرایط عدم تنش بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه را صفت طول غلاف برای گونهٔ *B. napus* و صفت تعداد غلاف در بوته برای گونه‌های *B. rapa* و *B. oleracea* نشان داد. این نتایج نشان می‌دهد که در هر گونه بایستی از استراتژی انتخاب متفاوتی برای بهبود غیرمستقیم عملکرد دانه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی، انتخاب غیرمستقیم، کلزا، همبستگی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: majidi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

مقدمه

کلزا گیاهی متعلق به تیره شب‌بو است. این تیره از جدا گلبرگان، گیاهی علفی با دوره رشد یک‌ساله است. میوه به شکل‌های خورجین و خورجینک دیده می‌شود. پنج گونه از این گیاه نسبت به دیگر گونه ها معروف‌تر هستند. گونه‌های *Brassica napus* با ژنوم AC و n=۱۹، *Brassica rapa* با ژنوم A و n=۱۰، *Brassica juncea* با ژنوم AB و n=۱۸، *Brassica carinata* با ژنوم BC و n=۱۷ و *Sinapsis alba* با ژنوم D و n=۱۲ این پنج گونه را تشکیل می‌دهند (۲). روابط ژنومی گونه‌های اصلی جنس براسیکا پیچیده است. از تلاقی بین سه گونه دیپلوئید خردل سیاه *B. nigra*، کلم *B. oleracea* و شلغم روغنی *B. campestris*، سه گونه آمفی‌دیپلوئید کلزای معمولی *Brassica napus*، خردل هندی *B. juncea* و خردل حبشی *B. carinata* به‌وجود آمده‌اند (۳۱). از بین این گونه‌ها، معروف‌ترین گونه که به شکل زراعی کشت می‌شود گونهٔ *Brassica napus* است ولی دیگر گونه‌ها نیز به‌صورت محدود در برخی مناطق دنیا کشت می‌شوند (۱۶).

کمبود آب یکی از تنش‌های قابل توجه کشاورزی است که بر رشد، نمو و عملکرد محصولات زراعی مهم اثر می‌گذارد (۲۳). از دیدگاه کشاورزی، بلوم (۴) رقمی را مقاوم به خشکی می‌داند که بازده بهتری از هر رقم موجود دیگر به‌ویژه در شرایط محدود آب داشته باشد. کلزا گیاهی است که نیاز آبی آن پایین است ولی تنش کمبود آب در رشد و مراحل تولیدمثل کلزا تأثیرگذار است به‌طوری‌که این اثر در طول رشد زایشی بیشتر از رشد رویشی کلزا می‌باشد (۱۷). آگاهی از پتانسیل ژنتیکی خویشاوندان وحشی گونه‌های زراعی براسیکا و جنس‌های مربوط به قبیله براسیکا به‌منظور تثبیت و انجام برنامه‌های اصلاح بلندمدت برای این گیاهان امری حیاتی است. به‌علاوه گونه‌های وحشی و خویشاوندان محصولات زراعی سازگاری وسیعی به شرایط آب‌وهوائی مختلف داشته و حامل ژن‌های بسیار مفیدی هستند (۱۴). مازون چینی و همکاران (۲۲) در آزمایشی به‌مدت سه سال در ایتالیا یک لاین از گونه *B. napus* را با دو رقم از گونه *B. carinata* مقایسه کردند و مشاهده کردند که *B. carinata* عملکرد دانه بالاتر و پایداری عملکرد دانه بیشتری نسبت به گونه *B. napus* داشت که مربوط به تحمل بیشتر آن به تنش‌های غیر زنده بود. دهیلون و همکاران (۷) پایداری عملکرد و اجزای عملکرد دانه و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را بر روی ۲۸ ژنوتیپ خردل هندی مورد مقایسه قرار دادند و نتیجه گرفتند که برای تمام صفات به استثنای مقدار روغن اثر متقابل وجود داشت. در مطالعات خان و همکاران (۱۸) بر روی ۳۰ ژنوتیپ کلزا با منشأ متفاوت، همبستگی بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته به‌ترتیب ۰/۰۳، ۰/۳۹ و ۰/۲۸ گزارش شد. رایت و همکاران (۳۰) در سال ۲۰۰۱ گزارش کردند در شرایط تنش، عملکرد *B. juncea* از *B. napus* بیشتر بود. در شرایط تنش خشکی *B. juncea* از تعداد دانه بیشتری در هر خورجین برخوردار می‌باشد.

نصری و همکاران (۲۵) در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که کاهش میزان آب در دسترس باعث کاهش شدید ماده خشک در هر دو گونه *B. napus* و *B. juncea* شد ولی کاهش وزن خشک در *B. napus* بیشتر از گونه دیگر بود. در مطالعه‌ای بر روی ارقامی از کلزا، احمدی و بهرانی (۱) مشاهده کردند تعداد غلاف در بوته بیشترین حساسیت به تنش خشکی را نشان داد و هم‌چنین این صفت بیشترین همبستگی را به عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی داشت. قدرتی (۹) مشاهده کرد همبستگی معنی‌داری بین وزن هزار دانه با میزان روغن در عدم تنش خشکی وجود دارد. هم‌چنین مشاهده کرد در شرایط عدم تنش و تنش خشکی میزان روغن بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داد. نتایج شیراوند و مجیدی (۲۹) با مطالعه روابط بین صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغن در ژنوتیپ‌های پنج گونه گلرنگ اهلی و وحشی در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری صفت تعداد دانه در طبق را در هر دو شرایط رطوبتی بیشترین توجیه کننده تغییرات عملکرد دانه معرفی کردند. با این وجود تعداد صفات وارد شده به مدل رگرسیونی در شرایط عدم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

تنش رطوبتی و هم‌چنین میزان توجیه آنها بیشتر از شرایط تنش خشکی مشاهده شد.

در مطالعات پیشین بیشتر از ارقام زراعی کلزا (کانولا) برای بررسی روابط صفات استفاده شده است. این در حالی است که سایر گونه‌ها نیز کشت‌وکار شده و از طرفی می‌توانند به‌عنوان یک منبع ژنی برای انتقال خصوصیات مطلوب به گونه زراعی مطرح باشند. هم‌چنین نظر به اینکه تنش خشکی یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی در کشور ایران می‌باشد، این مطالعه به‌منظور بررسی ارتباط عملکرد با اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک و نیز شناسایی عوامل مؤثر بر این روابط در ژرم‌پلاسم حاصل از گونه‌های اهلی و وحشی کلزا در سه شرایط عادی رطوبتی، تنش متوسط خشکی و تنش شدید خشکی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال زراعی ۹۱ – ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در منطقهٔ لورک انجام پذیرفت. این منطقه طبق تقسیم‌بندی کوپن، دارای اقلیم نیمه‌خشک خنک با تابستان‌های خشک می‌باشد. بافت خاک این منطقه، لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب، متوسط اسیدیته آن حدود ۷/۵ و رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه ۲۸ درصد وزنی می‌باشد. مواد ژنتیکی مورد بررسی در این تحقیق، ۳۶ ژنوتیپ از ۷ گونه جنس براسیکا شامل *B. napus*، *B. rapa*، *B. oleracea*، *B. juncea*، *B. carinata*، *B. nigra* و *B. friticulosa* بود که از مؤسسات اصلاح و نهال بذر کرج و IPK آلمان تهیه گردیدند (جدول ۱).

نمونه‌ها در سه آزمایش جداگانه (شاهد، تنش متوسط و تنش شدید) هریک در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در دو تکرار کشت شدند. هر کرت شامل ۳ ردیف کاشت ۲ متری با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر بود. جهت سهولت در انجام اندازه‌گیری‌ها و تردد بین کرت‌ها، فواصل بین کرت‌ها از هر طرف ۱ متر در نظر گرفته شد. در این پژوهش تمامی کرت‌ها تا قبل از مرحله شروع گل‌دهی از نظر آبیاری و اعمال مدیریت‌های زراعی به‌صورت یکسان در نظر گرفته شدند. در زمان شروع اعمال تیمارهای تنش، رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه به روش نمونه‌گیری دستی توسط دستگاه اُگر (عمق‌های صفر تا ۲۰ سانتی‌متر، ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر و ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر) روزانه اندازه‌گیری شد و مقدار آب آبیاری برای تأمین کمبود رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی مزرعه تعیین و سپس در هر سه تیمار آبیاری اعمال گردید.

برای تعیین زمان آبیاری دوم و بعد در هر تیمار به‌منظورکاهش تعداد نمونه‌گیری رطوبت خاک، از روش پیش‌بینی با استفاده از اندازه‌گیری تبخیر و تعرق تجمعی استفاده گردید، به‌طوری‌که پس از هر آبیاری مقدار تجمعی تبخیر و تعرق (ETc) با استفاده از رابطه فائو- پنمن- مانتیث با اعمال ضریب گیاهی کلزا طی دوره رشد محاسبه گردید و زمانی‌که مقدار تبخیر و تعرق تجمعی به عمق مجاز تخلیه رطوبت از عمق توسعه ریشه (I_d) در تیمار مورد نظر رسید، آبیاری انجام شد. عمق مجاز تخلیه رطوبت از عمق توسعه ریشه (I_d) از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$I_d = (FC - PWP) \times D \times B \times MAD \qquad (۱)$$

I_d: عمق آب مجاز برای تخلیه در تیمار مورد نظر (میلی‌متر)، FC: رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی (درصد)، PWP: رطوبت وزنی خاک در حد پژمردگی دائم (درصد)، D: عمق فعال توسعه ریشه (میلی‌متر)،B: چگالی ظاهری خاک در ناحیه توسعه ریشه (۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، MAD: ضریب مدیریت مزرعه برای حالت بدون تنش ۰/۵، برای تنش متوسط ۰/۷ و برای تنش شدید ۰/۹ بود. بر این مبنا به‌طور متوسط عدم تنش هر ۷ روز، تنش متوسط هر ۱۲ روز و تنش شدید هر ۱۶ روز یک‌بار آبیاری شدند. روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در شاخه اصلی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در بوته، میزان روغن دانه، قطر طوقه، میزان حساسیت به ریزش بذر و میزان حساسیت به شته اندازه‌گیری

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

جدول ۱. مشخصات ۳۶ نمونه از هفت گونه و زیرگونه جنس *Brassica* مورد بررسی در این مطالعه

شماره	ژنوتیپ	گونه	منشاء
۱	Modena	*B. napus*	Denmark
۲	Likord	*B. napus*	Hungary
۳	RGS	*B. napus*	Garmany
۴	S.L.M 046	*B. napus*	Garmany
۵	Hayola 401	*B. napus*	Canada
۶	Opera	*B. napus*	Sweden
۷	Okapi	*B. napus*	France
۸	Ella	*B. napus*	France
۹	Lilian	*B. napus*	France
۱۰	CR3421	*B. rapa l.*	Great Britain
۱۱	CR2692	*B. juncea*	Soviet Union
۱۲	CR2676	*B. juncea*	-
۱۳	CR2630	*B. juncea*	Romania
۱۴	CR2496	*B. juncea*	Italy
۱۵	CR2476	*B. juncea*	Korea
۱۶	CR3470	*B. juncea*	-
۱۷	BRA927	*B. carinata*	Ethiopia
۱۸	BRA1196	*B. carinata A. Braun*	Ethopia
۱۹	BRA1178	*B. carinata*	Ethiopia
۲۰	CR2108	*B. nigra*	Greece
۲۱	CR2724	*B. nigra*	-
۲۲	CR2717	*B. nigra*	Italy
۲۳	BRA2249	*B. rapa L.*	Sweden
۲۴	CR2929	*B. rapa L.*	Germany
۲۵	BRA77	*B. rapa L.*	China
۲۶	BRA1810	*B. fruticulosa cirillo*	Spain
۲۷	BRA117	*B. rapa L.*	China
۲۸	CR2695	*B. juncea*	Belgium
۲۹	-	*B. olreace*	-
۳۰	-	*B. olreace*	-
۳۱	-	*B. olreace*	-
۳۲	-	*B. olreace*	-
۳۳	-	*B. olreace*	-
۳۴	-	*B. olreace*	-
۳۵	-	*B. rapa*	-
۳۶	-	*B. rapa*	-

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

شدند. صفات میزان حساسیت به ریزش بذر و میزان حساسیت به شته به‌صورت چشمی با دادن ضریب ۱ (مقاوم‌ترین) تا ۵ (حساس‌ترین) انجام گرفت.

تجزیه واریانس طرح بلوک‌های تصادفی به‌صورت جداگانه برای سه شرایط رطوبتی و هم‌چنین تجزیه مرکب برای این سه محیط انجام گردید. برای بررسی روابط بین صفات در هر سه شرایط رطوبتی ضرایب همبستگی محاسبه شدند. با در نظر گرفتن عملکرد دانه به‌عنوان متغییر تابع و صفات دیگر از جمله اجزای عملکرد به‌عنوان متغییر مستقل، از رگرسیون مرحله‌ای جهت تعیین صفاتی که بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد داشتند، استفاد گردید. به‌منظور تفسیر بهتر نتایج به‌دست آمده از رگرسیون و برای درک بهتر روابط بین صفات و تعیین علت وجود همبستگی‌های خاص صفات با عملکرد دانه از تجزیه ضرایب مسیر استفاده گردید. تجزیه و تحلیل‌های آماری به‌کمک نرم‌افزارهای SAS version 9.00 و SPSS version 18.00 و تجزیه مسیر با استفاده از نرم‌افزار Path version 88 انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که شرایط رطوبتی بر روی صفات روز تا گل‌دهی، ارتفاع، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، حساسیت به شته، حساسیت به ریزش، میزان روغن دانه، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در شاخه اصلی، عملکرد دانه در بوته و وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به‌جز در صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، میزان حساسیت به شته، درصد روغن، طول غلاف و وزن هزار دانه برای بقیه صفات معنی‌دار بود. هم‌چنین تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر تمامی صفات مورد مطالعه دیده شد.

نتایج همبستگی در شرایط عدم تنش رطوبتی برای گونهٔ *B. napus*، نشان داد که همبستگی بین عملکرد دانه و صفات روز تا رسیدگی (۰/۶۹)، ارتفاع (۰/۵۶)، ارتفاع از سطح اولین غلاف (۰/۳۶)، تعداد غلاف در شاخه اصلی (۰/۳۶)، تعداد غلاف در بوته (۰/۳۷)، طول غلاف (۰/۳۵)، وزن هزار دانه (۰/۴۱) و درصد روغن (۰/۴۲) معنی‌دار و مثبت بود (جدول ۳). همبستگی مثبت روز تا رسیدگی با عملکرد در شرایط عدم تنش نشان‌دهنده این واقعیت است که هرچه گیاه زمان بیشتری جهت پُر کردن دانه‌ها در اختیار داشته باشد، محصول بیشتری تولید خواهد کرد. هم‌چنین در بسیاری از مطالعات همبستگی مثبت و بالایی بین عملکرد دانه با تعداد غلاف و وزن هزار دانه گزارش شده است (۵ و ۲۰). در همین گونه، عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری با صفت تعداد روز تا رسیدگی در شرایط تنش متوسط (۰/۸۰-) و تنش شدید خشکی (۰/۴۸-) نشان داد (جدول ۳ و ۴). ارتباط منفی صفت روز تا رسیدگی با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نشان می‌دهد که در شرایط تنش ژنوتیپ‌هایی که نتوانسته‌اند طول دوره رشد خود را کاهش دهند و از تنش خشکی فرار کنند، دچار افت عملکرد گردیده‌اند (۱۱).

برای گونهٔ *B. oleracea* در شرایط عدم تنش رطوبتی، همبستگی بین عملکرد دانه و صفات روز تا گل‌دهی (۰/۳۷)، روز تا رسیدگی (۰/۷۶)، تعداد غلاف در شاخه اصلی (۰/۴۴)، تعداد غلاف در بوته (۰/۷۴)، طول غلاف (۰/۳۴) و وزن هزار دانه (۰/۳۸) معنی‌دار و مثبت مشاهده شد (جدول ۵). نتایج همبستگی برای این گونه در شرایط تنش متوسط خشکی نشان داد که بین عملکرد دانه و صفات تعداد شاخه فرعی (۰/۸۳) و تعداد غلاف در کل بوته (۰/۷۰) همبستگی بالا و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶). هم‌چنین در شرایط تنش شدید خشکی، عملکرد بیشترین همبستگی را با صفت تعداد غلاف در بوته (۰/۶۶) نشان داد (جدول ۶).

نتایج همبستگی در شرایط عدم تنش رطوبتی برای گونهٔ *B. rapa*، نشان داد که همبستگی بین عملکرد دانه و صفات روز تا گل‌دهی (۰/۴۵)، تعداد شاخه فرعی (۰/۴۶)، ارتفاع (۰/۵۵-)، تعداد غلاف در شاخه اصلی (۰/۳۶)، تعداد غلاف در بوته (۰/۶۷)، طول غلاف (۰/۶۴-)، وزن هزار دانه (۰/۵۲) و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات فنولوژیک و مورفولوژیک ژنوتیپ‌های جنس براسیکا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع	ارتفاع اولین غلاف از زمین	حساسیت به شته	حساسیت به ریزش	درصد روغن
محیط	۲	۹۰/۵۷*	۵۸/۱۱^{ns}	۱۷۹۳/۶۵**	۱۸۲۹/۳۱**	۴/۱۶*	۸/۶۸**	۲۷/۶۰*
تکرار در محیط	۳	۷/۶۰	۲۲۱/۸۱	۱۰۳۳/۲۶	۱۲۴۸/۰۶	۱/۹۱	۰/۰۸	۷/۵۰
ژنوتیپ	۳۵	۱۱۴۷/۳۵**	۱۹۴/۷۷**	۲۱۸۳/۳۷**	۱۹۷۷/۹۵**	۳/۷۱**	۲/۶۳**	۳۶/۲۵*
ژنوتیپ × محیط	۶۹	۳۷/۷۱*	۲۹/۴۰^{ns}	۳۳۲/۲۳*	۲۷۶/۲۹^{ns}	۰/۷۵^{ns}	۰/۵۶**	۱۵/۳۲^{ns}
خطا	۹۹	۳۱/۹۹	۲۳/۵۱	۱۹۴/۲۱	۱۶۴/۴۰	۰/۸۴	۰/۲۷	۱۸/۷۴
ضریب تغییرات		۲/۹۸	۲/۰۴	۱۲/۹۴	۱۶/۴۴	۲۴/۲	۲۲/۰۵	۱۵/۴۷

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

ادامه جدول ۲.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف	عملکرد دانه در بوته	وزن هزار دانه
محیط	۲	۵۸/۹۲**	۹۶۵۳۶/۸۵*	۷۴۷۷/۱۵^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۵۲۶۱۷/۳۰**	۱/۲۲*
تکرار در محیط	۳	۲۸/۹۶	۹۹۲۴/۷۴	۴۱۵۷۴/۵۷	۰/۰۴	۱۲۲۰/۳۸	۰/۰۷
ژنوتیپ	۳۵	۱۳/۶۸**	۱۵۴۶۵۰/۵۸**	۱۲۴۵۵/۴۸**	۱۱/۰۳**	۶۱۰۷/۶۵**	۳/۷۶**
ژنوتیپ × محیط	۶۹	۱۱/۰۸*	۴۱۶۹۴/۴۳*	۷۷۷۸/۸۰**	۰/۳۳^{ns}	۳۹۸۵/۳۷**	۰/۴۳^{ns}
خطا	۹۹	۵/۱۸	۲۳۶۰۴/۳۴	۳۱۶۷/۷۶	۰/۵۲	۲۰۵۹/۸۸	۰/۴۰
ضریب تغییرات		۲۶/۷۲	۲۷/۳۴	۲۲/۱۷	۱۵/۰۹	۲۲/۶۸	۱۹/۵۸

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

حساسیت به ریزش (۰/۴۷-) معنی‌دار بود (جدول ۷). در شرایط تنش متوسط خشکی برای این گونه، عملکرد با صفات روز تا رسیدگی (۰/۶۱)، تعداد شاخه فرعی (۰/۸۴)، تعداد غلاف در شاخه اصلی (۰/۷۷) و وزن هزار دانه (۰/۶۹) همبستگی بالایی نشان داد (جدول ۷). هم‌چنین در شرایط تنش شدید خشکی برای این گونه، عملکرد بیشترین همبستگی را با صفات تعداد شاخه فرعی (۰/۶۷)، طول غلاف (۰/۶۸-)، تعداد غلاف در شاخه اصلی (۰/۶۵) و حساسیت به ریزش (۰/۷۶) همبستگی بالایی نشان داد (جدول ۸).

به‌طورکلی نتایج همبستگی نشان داد که عملکرد در هر سه گونه در هر سه سطح شرایط رطوبتی، با صفات تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. موسوی و همکاران (۲۴) تعداد غلاف در بوته را مهم‌ترین جزء در افزایش عملکرد معرفی کردند. در بسیاری از گزارشات دیگر نیز بر اهمیت وزن هزار دانه به‌عنوان یکی از اجزای اصلی عملکرد کلزا اشاره شده است (۸، ۱۵ و ۲۰).

نتایج مربوط به رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته در مقابل کلیه صفات دیگر به‌عنوان متغیر مستقل در شرایط عدم تنش، تنش متوسط و تنش شدید رطوبتی برای سه گونهٔ مهم کلزا *B. napus*، *B. oleracea* و *B. rapa* در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]

جدول ۳. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در گونه *B. napus* در شرایط بدون تنش رطوبتی (پایین قطر) و در شرایط تنش متوسط رطوبتی (بالای قطر)

	صفات	روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	تعداد شاخه فرعی	قطر طوقه	ارتفاع	ارتفاع اولین غلاف از زمین	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در کل بوته	طول غلاف	عملکرد	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	حساسیت به شته	حساسیت به ریزش	درصد روغن
۱	روز تا گل‌دهی	۱	۰/۴۲*	۰/۴۸*	−۰/۴۸*	۰/۶۹**	۰/۶۱**	۰/۰۵ns	۰/۳۹*	۰/۲۰ns	−۰/۲۹ns	۰/۳۵*	۰/۴۸*	−۰/۶۵**	−۰/۲۶ns	−۰/۴۴*
۲	روز تا رسیدگی	۰/۷۵**	۱	۰/۰۸ns	−۰/۰۶ns	۰/۵۶*	۰/۶۰**	۰/۴۰*	−۰/۳۰ns	۰/۸۳**	−۰/۸۰**	۰/۴۸*	−۰/۳۹*	۰/۲۸ns	−۰/۰۴ns	−۰/۵۲*
۳	تعداد شاخه فرعی	−۰/۱۱ns	۰/۱۲ns	۱	−۰/۴۱*	۰/۰۹ns	۰/۱۶ns	−۰/۶۳**	۰/۲۴ns	−۰/۳۲ns	۰/۱۷ns	−۰/۵۳*	۰/۲۳ns	−۰/۵۵*	۰/۱۱ns	−۰/۳۹*
۴	قطر طوقه	۰/۱۷ns	۰/۱۵ns	−۰/۰۳ns	۱	−۰/۳۳*	−۰/۴۵*	۰/۶۷**	۰/۱۱ns	۰/۴۶*	−۰/۱۷ns	۰/۲۰ns	−۰/۶۳**	۰/۶۹**	۰/۲۵ns	۰/۰۵ns
۵	ارتفاع	۰/۶۶**	۰/۵۹*	−۰/۱۵ns	۰/۳۱ns	۱	۰/۸۵**	۰/۱۰ns	۰/۰۲ns	۰/۵۳*	−۰/۲۶ns	۰/۴۴*	۰/۱۷ns	۰/۳۰ns	−۰/۱۲ns	−۰/۰۹ns
۶	ارتفاع اولین غلاف از زمین	۰/۹۱**	۰/۶۵**	−۰/۱۲ns	−۰/۰۷ns	۰/۷۲**	۱	−۰/۰۸ns	−۰/۲۷ns	−۰/۲۷ns	۰/۳۶*	−۰/۵۰*	۰/۲۰ns	۰/۲۱ns	−۰/۲۴ns	−۰/۱۰ns
۷	تعداد غلاف در شاخه اصلی	۰/۴۷*	۰/۳۸*	۰/۲۸ns	۰/۳۱ns	۰/۲۹ns	۰/۳۳*	۱	۰/۱۵ns	۰/۶۴**	−۰/۵۱*	۰/۸۴**	−۰/۳۹*	۰/۵۱*	−۰/۱۸ns	−۰/۳۹*
۸	تعداد غلاف در کل بوته	۰/۲۶ns	۰/۳۵*	۰/۲۹ns	۰/۴۹*	۰/۱۲ns	−۰/۰۲ns	۰/۸۳**	۱	−۰/۰۷ns	۰/۳۶*	۰/۲۷ns	۰/۳۵*	−۰/۴۱*	−۰/۳۶*	−۰/۰۷ns
۹	طول غلاف	۰/۲۶ns	−۰/۱۳ns	−۰/۶۶**	−۰/۲۷ns	−۰/۱۳ns	۰/۱۸ns	−۰/۱۸ns	−۰/۱۳ns	۱	۰/۵۶*	۰/۵۸*	−۰/۴۸*	۰/۳۹*	۰/۱۰ns	−۰/۸۰**
۱۰	عملکرد	۰/۱۰ns	۰/۶۹**	−۰/۲۹ns	−۰/۰۴ns	۰/۵۶**	۰/۳۶*	۰/۳۶*	۰/۳۷*	۰/۳۵*	۱	−۰/۴۴*	۰/۳۶*	−۰/۳۷*	۰/۱۹ns	۰/۳۸*
۱۱	شاخص برداشت	۰/۵۷*	۰/۴۳*	−۰/۵۶*	۰/۱۶ns	۰/۱۸ns	۰/۳۴*	−۰/۱۰ns	۰/۰۷ns	۰/۷۱**	۰/۳۳*	۱	−۰/۱۰ns	۰/۱۹ns	−۰/۵۳*	−۰/۶۹**
۱۲	وزن هزار دانه	۰/۴۷*	۰/۳۸*	۰/۲۸ns	۰/۷۷**	۰/۵۱**	۰/۳۳*	۰/۶۳**	۰/۵۵*	−۰/۴۲*	۰/۴۱*	−۰/۰۶ns	۱	−۰/۸۸**	−۰/۱۰ns	−۰/۵۶**
۱۳	حساسیت به شته	−۰/۷۳**	−۰/۸۲**	−۰/۰۸ns	−۰/۰۹ns	−۰/۳۶*	−۰/۵۹*	−۰/۰۳ns	−۰/۰۸ns	−۰/۱۳ns	−۰/۰۷ns	−۰/۶۶**	−۰/۲۱ns	۱	−۰/۰۴ns	۰/۴۵**
۱۴	حساسیت به ریزش	۰/۱۳ns	−۰/۲۴ns	۰/۱۲ns	−۰/۳۷*	۰/۲۵ns	۰/۳۸*	۰/۲۸ns	−۰/۰۹ns	۰/۰۵ns	−۰/۰۱ns	−۰/۴۵*	۰/۰۸ns	۰/۳۷*	۱	−۰/۲۹ns
۱۵	درصد روغن	۰/۹۹**	۰/۷۳**	−۰/۳۶*	−۰/۰۹ns	۰/۱۱ns	۰/۴۹*	−۰/۵۹*	−۰/۷۲**	۰/۷۹**	۰/۴۲*	۰/۵۹*	۰/۶۹**	−۰/۴۹*	۰/۵۵*	۱

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

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]

جدول ۴. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در گونه *B. napus* در شرایط تنش شدید رطوبتی (بالای قطر)

	صفات	روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	تعداد شاخه فرعی	قطر طوقه	ارتفاع	ارتفاع اولین غلاف از زمین	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در کل بوته	طول غلاف	عملکرد	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	حساسیت به شته	حساسیت به ریزش	درصد روغن
۱	روز تا گل‌دهی	۱	۰/۸۹**	۰/۱۴ns	-۰/۵۲*	۰/۷۹**	۰/۳۶*	-۰/۲۵ns	۰/۱۹ns	۰/۰۸ns	۰/۶۰**	۰/۴۹*	۰/۴۶*	۰/۳۷*	۰/۳۰ns	۰/۴۸*
۲	روز تا رسیدگی		۱	۰/۲۴ns	-۰/۴۸*	۰/۶۰**	۰/۶۰**	۰/۳۲ns	-۰/۲۹ns	۰/۱۴ns	-۰/۴۸*	۰/۵۴*	۰/۴۳*	۰/۴۷*	-۰/۰۷ns	-۰/۴۳*
۳	تعداد شاخه فرعی			۱	-۰/۸۱**	-۰/۰۶ns	-۰/۳۳*	-۰/۸۵**	۰/۲۰ns	۰/۰۴ns	۰/۴۴*	-۰/۴۵*	۰/۲۲ns	۰/۶۸**	-۰/۰۴ns	۰/۳۸*
۴	قطر طوقه				۱	-۰/۴۳*	۰/۲۶ns	۰/۷۸**	-۰/۳۲ns	۰/۰۲ns	-۰/۴۰*	۰/۱۸ns	-۰/۴۷*	-۰/۵۱*	-۰/۰۳ns	-۰/۴۵*
۵	ارتفاع					۱	۰/۴۶*	۰/۰۴ns	۰/۴۰*	۰/۰۵ns	۰/۳۵*	۰/۵۳*	۰/۳۳*	-۰/۰۱ns	۰/۲۳ns	-۰/۰۶ns
۶	ارتفاع اولین غلاف از زمین						۱	۰/۶۰**	۰/۳۶*	۰/۳۵*	-۰/۵۰*	۰/۵۸*	-۰/۱۰ns	۰/۰۱ns	۰/۲۵ns	-۰/۴۹*
۷	تعداد غلاف در شاخه اصلی							۱	۰/۱۲ns	۰/۱۰ns	۰/۷۴**	۰/۴۶*	-۰/۳۵*	-۰/۶۱**	-۰/۰۵ns	-۰/۸۲**
۸	تعداد غلاف در کل بوته								۱	-۰/۲۸ns	۰/۳۳*	۰/۵۴*	۰/۴۰*	-۰/۲۹ns	۰/۰۱ns	-۰/۷۸**
۹	طول غلاف									۱	۰/۰۲ns	-۰/۳۷*	-۰/۵۶*	۰/۴۲*	-۰/۲۰ns	۰/۷۳**
۱۰	عملکرد										۱	-۰/۱۸ns	۰/۵۷**	۰/۵۱*	۰/۱۲ns	۰/۳۹*
۱۱	شاخص برداشت											۱	۰/۳۰ns	-۰/۴۶*	۰/۱۴ns	-۰/۳۵*
۱۲	وزن هزار دانه												۱	-۰/۰۴ns	۰/۶۷**	۰/۴۵*
۱۳	حساسیت به شته													۱	۰/۰۸ns	۰/۱۷ns
۱۴	حساسیت به ریزش														۱	۰/۶۴**
۱۵	درصد روغن															۱

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

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]

جدول ۵. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در گونه *B. oleracea* در شرایط بدون تنش رطوبتی (پایین قطر) و در شرایط تنش متوسط رطوبتی (بالای قطر)

	صفات	روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	تعداد شاخه فرعی	قطر طوقه	ارتفاع	ارتفاع اولین غلاف از زمین	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در کل بوته	طول غلاف	عملکرد	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	حساسیت به شته	حساسیت به ریزش	درصد روغن
۱	روز تا گل‌دهی	۱	۰/۹۸**	−۰/۰۶ns	−۰/۸۵**	−۰/۵۴*	−۰/۷۶**	−۰/۷۳**	−۰/۴۶*	۰/۳۳*	−۰/۰۱ns	۰/۷۱**	۰/۴۵*	۰/۵۶*	−۰/۲۴ns	۰/۳۸*
۲	روز تا رسیدگی	−۰/۷۱**	۱	−۰/۰۳ns	−۰/۹۰**	−۰/۴۸*	−۰/۷۷**	−۰/۷۹**	−۰/۳۸*	۰/۲۲ns	−۰/۳۴*	۰/۷۱**	۰/۳۴*	۰/۶۰**	−۰/۱۸ns	۰/۳۹*
۳	تعداد شاخه فرعی	۰/۷۵**	−۰/۹۹**	۱	۰/۱۷ns	۰/۵۸*	−۰/۵۵*	۰/۵۶*	۰/۳۸*	۰/۱۶ns	۰/۸۳**	−۰/۴۶*	۰/۴۶*	−۰/۷۶**	−۰/۱۹ns	−۰/۴۱*
۴	قطر طوقه	۰/۲۹ns	−۰/۸۵**	۰/۸۰**	۱	۰/۶۵**	۰/۶۷**	۰/۸۶**	۰/۱۸ns	−۰/۲۰ns	−۰/۰۴ns	−۰/۶۲**	−۰/۱۰ns	−۰/۷۰**	۰/۰۶ns	۰/۰۹ns
۵	ارتفاع	−۰/۷۹**	۰/۹۷**	−۰/۹۸**	−۰/۷۲**	۱	۰/۱۳ns	۰/۶۴**	۰/۱۷ns	−۰/۵۵*	۰/۱۶ns	−۰/۳۶*	−۰/۱۹ns	−۰/۷۰**	−۰/۱۵ns	−۰/۱۴ns
۶	ارتفاع اولین غلاف از زمین	−۰/۷۸**	۰/۲۸ns	−۰/۳۳*	۰/۲۰ns	۰/۴۶*	۱	۰/۲۹ns	۰/۱۰ns	−۰/۳۱ns	−۰/۵۳*	−۰/۳۱ns	−۰/۵۳*	−۰/۰۹ns	۰/۳۸*	۰/۲۴ns
۷	تعداد غلاف در شاخه اصلی	۰/۶۴**	−۰/۹۴**	۰/۹۳**	۰/۹۱**	−۰/۸۷**	−۰/۱۳ns	۱	۰/۳۲ns	۰/۰۳ns	۰/۳۸*	−۰/۷۴**	۰/۱۶ns	−۰/۹۵**	−۰/۱۲ns	۰/۴۶*
۸	تعداد غلاف در کل بوته	−۰/۷۷**	۰/۹۶**	−۰/۹۶**	−۰/۷۶**	۰/۹۲**	۰/۲۵ns	−۰/۹۱**	۱	۰/۲۲ns	۰/۷۰**	−۰/۸۵**	۰/۰۲ns	−۰/۲۹ns	۰/۷۰**	−۰/۳۹*
۹	طول غلاف	۰/۷۶**	−۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۸۲**	−۰/۹۷**	−۰/۳۳*	۰/۹۵**	−۰/۹۶**	۱	۰/۵۰*	−۰/۲۹ns	۰/۸۴**	−۰/۰۲ns	۰/۲۴ns	۰/۴۵*
۱۰	عملکرد	۰/۳۷*	۰/۷۶**	−۰/۱۴ns	−۰/۰۹ns	۰/۰۸ns	−۰/۳۱ns	۰/۴۴*	۰/۷۴**	۰/۳۴*	۱	−۰/۶۲**	۰/۵۰*	−۰/۵۳*	۰/۱۵ns	−۰/۳۹*
۱۱	شاخص برداشت	−۰/۴۹*	۰/۹۲**	−۰/۹۰**	−۰/۸۶**	۰/۹۰**	۰/۲۰ns	−۰/۸۵**	۰/۷۷**	−۰/۸۹**	۰/۲۵ns	۱	−۰/۱۵ns	۰/۶۵**	−۰/۵۰*	۰/۴۲*
۱۲	وزن هزار دانه	۰/۱۴ns	۰/۴۵*	−۰/۳۹*	−۰/۸۴**	۰/۲۹ns	−۰/۴۹*	−۰/۶۳**	۰/۳۲ns	−۰/۴۲*	۰/۳۸*	۰/۵۸*	۱	−۰/۲۳ns	−۰/۰۳ns	۰/۴۵*
۱۳	حساسیت به شته	−۰/۱۷ns	۰/۷۴**	−۰/۶۹**	−۰/۹۸**	۰/۵۹*	−۰/۳۳*	−۰/۸۶**	۰/۶۶**	−۰/۷۱**	۰/۰۴ns	۰/۷۶**	۰/۹۱**	۱	۰/۲۷ns	۰/۳۸*
۱۴	حساسیت به ریزش	۰/۷۷**	−۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۸۱**	−۰/۹۹**	−۰/۳۳*	۰/۹۵**	−۰/۹۷**	۰/۹۹**	۰/۰۳ns	−۰/۸۸**	−۰/۴۱*	−۰/۷۱**	۱	−۰/۳۵*
۱۵	درصد روغن	۰/۳۷*	۰/۳۹*	۰/۳۶*	۰/۰۷ns	−۰/۲۳ns	−۰/۱۷ns	۰/۴۱*	−۰/۳۶*	۰/۴۴*	۰/۰۸ns	−۰/۲۴ns	−۰/۳۴*	−۰/۴۵*	۰/۳۸*	۱

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

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]

جدول۶. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در گونه *B. oleracea* در شرایط تنش شدید رطوبتی (بالای قطر)

	صفات	روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	تعداد شاخه فرعی	قطر طوقه	ارتفاع	ارتفاع اولین غلاف از زمین	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در کل بوته	طول غلاف	عملکرد	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	حساسیت به شته	حساسیت به ریزش	درصد روغن
۱	روز تا گل‌دهی	۱	۰/۹۹**	−۰/۱۰ns	−۰/۶۸**	−۰/۸۶**	−۰/۶۲*	۰/۰۲ns	−۰/۷۸**	۰/۶۲**	۰/۱۱ns	۰/۵۵*	۰/۶۲**	۰/۷۵**	۰/۲۰ns	۰/۱۵ns
۲	روز تا رسیدگی		۱	−۰/۰۲ns	−۰/۶۶**	−۰/۸۲**	−۰/۵۶*	۰/۰۱ns	−۰/۷۶**	۰/۵۳*	−۰/۳۹*	۰/۵۸*	۰/۵۹*	۰/۶۸**	۰/۱۸ns	۰/۳۵*
۳	تعداد شاخه فرعی			۱	۰/۳۷*	۰/۰۱ns	۰/۶۱**	۰/۱۳ns	۰/۳۰ns	−۰/۵۲*	۰/۳۴*	۰/۳۴*	−۰/۰۸ns	−۰/۲۴ns	−۰/۲۵ns	−۰/۳۰ns
۴	قطر طوقه				۱	۰/۳۵*	۰/۵۷*	۰/۳۷*	۰/۸۷**	−۰/۴۸*	۰/۵۸*	۰/۰۲ns	−۰/۲۹ns	−۰/۷۶**	−۰/۳۶*	۰/۰۲ns
۵	ارتفاع					۱	۰/۵۶**	−۰/۱۸ns	۰/۵۵*	−۰/۶۸**	−۰/۵۱*	−۰/۶۲**	−۰/۷۰**	−۰/۷۴**	−۰/۰۶ns	۰/۳۸*
۶	ارتفاع اولین غلاف از زمین						۱	−۰/۴۰*	۰/۳۸*	−۰/۹۵**	−۰/۰۷ns	۰/۱۸ns	−۰/۸۲**	−۰/۵۲*	۰/۲۴ns	۰/۲۵ns
۷	تعداد غلاف در شاخه اصلی							۱	۰/۵۷*	۰/۴۱*	۰/۴۲*	−۰/۲۵ns	۰/۷۰**	−۰/۳۲ns	−۰/۹۲**	−۰/۳۴*
۸	تعداد غلاف در کل بوته								۱	−۰/۳۶*	۰/۶۶**	−۰/۴۳*	−۰/۱۳ns	−۰/۸۵**	−۰/۶۸**	۰/۳۲ns
۹	طول غلاف									۱	۰/۴۶*	−۰/۰۹ns	۰/۸۶**	۰/۶۳**	−۰/۲۴ns	−۰/۳۶*
۱۰	عملکرد										۱	۰/۵۵*	۰/۳۶*	−۰/۰۴ns	۰/۱۴ns	−۰/۲۶ns
۱۱	شاخص برداشت											۱	−۰/۰۱ns	۰/۳۳*	۰/۴۸*	−۰/۳۴*
۱۲	وزن هزار دانه												۱	۰/۴۱*	−۰/۵۷*	−۰/۴۶*
۱۳	حساسیت به شته													۱	۰/۴۲*	−۰/۵۴*
۱۴	حساسیت به ریزش														۱	۰/۳۸*
۱۵	درصد روغن															۱

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

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]

جدول ۷. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در گونه *B. rapa* در شرایط بدون تنش رطوبتی (پایین قطر) و در شرایط تنش متوسط رطوبتی (بالای قطر)

	صفات	روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	تعداد شاخه فرعی	قطر طوقه	ارتفاع	ارتفاع اولین غلاف از زمین	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در کل بوته	طول غلاف	عملکرد	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	حساسیت به شته	حساسیت به ریزش	درصد روغن
۱	روز تا گل‌دهی	۱	۰/۸۲**	۰/۱۴^{ns}	−۰/۸۲**	۰/۱۳^{ns}	−۰/۰۳^{ns}	−۰/۲۶^{ns}	−۰/۲۹^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۳۳*	۰/۱۶^{ns}	−۰/۳۹*	−۰/۲۸^{ns}	۰/۴۲*	۰/۲۲^{ns}
۲	روز تا رسیدگی	۰/۸۱**	۱	−۰/۰۲^{ns}	−۰/۴۶*	۰/۰۵^{ns}	−۰/۳۲^{ns}	−۰/۳۱^{ns}	−۰/۱۸^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۶۱**	۰/۲۰^{ns}	۰/۰۶^{ns}	−۰/۴۴*	۰/۴۷*	۰/۳۴*
۳	تعداد شاخه فرعی	۰/۴۳*	۰/۲۱^{ns}	۱	۰/۰۶^{ns}	−۰/۱۰^{ns}	−۰/۲۳^{ns}	−۰/۶۳**	۰/۳۴*	−۰/۳۸*	۰/۸۴**	−۰/۴۰*	−۰/۸۹**	−۰/۲۳^{ns}	−۰/۵۵*	−۰/۴۰*
۴	قطر طوقه	−۰/۸۰**	−۰/۴۱*	−۰/۶۳**	۱	−۰/۰۲^{ns}	−۰/۲۷^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۰/۶۲**	−۰/۱۴^{ns}	−۰/۰۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۳۷*	۰/۰۹^{ns}	−۰/۵۵*	−۰/۰۹^{ns}
۵	ارتفاع	−۰/۶۵**	−۰/۶۹**	−۰/۸۳**	۰/۵۶*	۱	۰/۷۳**	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۸^{ns}	−۰/۰۸^{ns}	۰/۲۸^{ns}	−۰/۲۹^{ns}	−۰/۰۲^{ns}	۰/۸۲**	۰/۳۳*	۰/۲۴^{ns}
۶	ارتفاع اولین غلاف از زمین	−۰/۸۵**	−۰/۶۸**	−۰/۳۵**	۰/۸۰**	۰/۵۸**	۱	۰/۱۰^{ns}	−۰/۲۶^{ns}	−۰/۰۶^{ns}	−۰/۵۴*	−۰/۴۹*	−۰/۰۵^{ns}	۰/۹۲**	۰/۴۷*	۰/۰۱^{ns}
۷	تعداد غلاف در شاخه اصلی	−۰/۵۵**	−۰/۲۷^{ns}	−۰/۸۳**	۰/۶۹**	۰/۵۹**	۰/۴۷*	۱	۰/۱۶^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۷۷**	۰/۷۱^{ns}	۰/۶۵**	۰/۲۳^{ns}	−۰/۱۴^{ns}	−۰/۲۱^{ns}
۸	تعداد غلاف در کل بوته	−۰/۶۳**	−۰/۵۴*	−۰/۳۴*	۰/۷۵**	۰/۴۳*	۰/۶۲**	۰/۴۵*	۱	۰/۳۲^{ns}	۰/۵۷*	۰/۰۱^{ns}	−۰/۱۳^{ns}	−۰/۰۱^{ns}	−۰/۴۹*	−۰/۴۵*
۹	طول غلاف	۰/۴۴**	۰/۲۷^{ns}	−۰/۲۹^{ns}	−۰/۲۶^{ns}	۰/۰۷^{ns}	−۰/۶۳**	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۱	−۰/۴۶*	۰/۱۷^{ns}	۰/۲۳^{ns}	−۰/۱۵^{ns}	۰/۴۷*	−۰/۲۷^{ns}
۱۰	عملکرد	۰/۴۵**	۰/۲۴^{ns}	۰/۴۶*	۰/۱۶^{ns}	−۰/۵۵*	۰/۲۴^{ns}	۰/۳۶*	۰/۶۷**	−۰/۶۴*	۱	−۰/۲۶^{ns}	۰/۶۹**	−۰/۵۶*	−۰/۳۳*	−۰/۱۷^{ns}
۱۱	شاخص برداشت	۰/۰۱^{ns}	۰/۱۹^{ns}	−۰/۱۴^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	−۰/۱۹^{ns}	−۰/۱۸^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۰/۴۰*	۰/۲۱^{ns}	۱	۰/۴۸*	۰/۴۵*	−۰/۲۳^{ns}	−۰/۱۵^{ns}
۱۲	وزن هزار دانه	۰/۶۳**	۰/۸۳**	۰/۳۱^{ns}	−۰/۳۶**	−۰/۷۷**	−۰/۷۳**	−۰/۲۱^{ns}	−۰/۳۳*	۰/۳۹*	۰/۵۲*	۰/۳۲^{ns}	۱	۰/۰۷^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۱۷^{ns}
۱۳	حساسیت به شته	۰/۸۷**	۰/۶۲**	۰/۵۵*	−۰/۹۳**	−۰/۶۹**	−۰/۸۹**	−۰/۵۲**	−۰/۷۴**	۰/۳۵**	−۰/۳۲^{ns}	−۰/۲۲^{ns}	۰/۶۱**	۱	۰/۲۶^{ns}	۰/۴۹*
۱۴	حساسیت به ریزش	۰/۸۱**	۰/۶۷**	−۰/۰۴^{ns}	−۰/۶۴**	−۰/۱۹^{ns}	−۰/۷۴**	−۰/۲۶^{ns}	−۰/۷۳**	۰/۵۱*	−۰/۴۷**	۰/۰۳^{ns}	۰/۳۷*	۰/۶۷**	۱	۰/۷۶**
۱۵	درصد روغن	−۰/۱۵^{ns}	۰/۴۱*	۰/۱۸^{ns}	۰/۱۹^{ns}	−۰/۲۵^{ns}	۰/۲۶^{ns}	−۰/۴۲*	−۰/۳۴*	−۰/۸۱**	−۰/۲۳^{ns}	۰/۲۴^{ns}	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۲۰^{ns}	−۰/۰۴^{ns}	۱

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

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15] [DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]

جدول ۸ ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در گونه *B. rapa* در شرایط تنش شدید رطوبتی (بالای قطر)

	صفات	روز تا گل‌دهی	روز تا رسیدگی	تعداد شاخه فرعی	قطر طوقه	ارتفاع	ارتفاع اولین غلاف از زمین	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در کل بوته	طول غلاف	عملکرد	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	حساسیت به شته	حساسیت به ریزش	درصد روغن
۱	روز تا گل‌دهی	۱	۰/۶۰**	۰/۳۷*	−۰/۳۶*	۰/۳۰^{ns}	−۰/۲۶^{ns}	−۰/۳۰^{ns}	−۰/۴۹*	۰/۱۷^{ns}	۰/۵۱*	۰/۴۶*	۰/۲۷^{ns}	−۰/۱۸^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۳۱^{ns}
۲	روز تا رسیدگی		۱	۰/۰۸^{ns}	۰/۳۳*	۰/۴۵*	۰/۰۳^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۲۴^{ns}	−۰/۳۰^{ns}	−۰/۴۴*	۰/۳۷*	۰/۱۰^{ns}	−۰/۴۹*	۰/۴۰*	۰/۴۱*
۳	تعداد شاخه فرعی			۱	−۰/۳۳*	۰/۷۱**	۰/۱۹^{ns}	−۰/۶۴**	۰/۲۸^{ns}	۰/۴۸*	۰/۶۷**	۰/۸۲**	−۰/۵۳*	−۰/۰۲^{ns}	۰/۵۸*	۰/۳۰^{ns}
۴	قطر طوقه				۱	۰/۴۴*	۰/۳۶*	۰/۸۳**	۰/۸۳**	−۰/۱۶^{ns}	−۰/۲۷^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	−۰/۲۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۳۵*
۵	ارتفاع					۱	۰/۲۶^{ns}	−۰/۲۶^{ns}	۰/۰۶^{ns}	−۰/۰۵^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۸۷**	−۰/۷۵**	−۰/۱۵^{ns}	۰/۶۲**	۰/۳۹*
۶	ارتفاع اولین غلاف از زمین						۱	۰/۳۹*	۰/۰۷^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۴۲*	۰/۴۷*	−۰/۵۸*	−۰/۵۲*	۰/۶۷**	−۰/۲۲^{ns}
۷	تعداد غلاف در شاخه اصلی							۱	۰/۵۳*	−۰/۱۰^{ns}	۰/۶۵**	−۰/۳۱^{ns}	۰/۰۶^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	−۰/۱۶^{ns}	−۰/۱۰^{ns}
۸	تعداد غلاف در کل بوته								۱	−۰/۳۱^{ns}	۰/۴۵*	−۰/۳۱^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	۰/۲۱^{ns}	−۰/۰۸^{ns}	۰/۶۸**
۹	طول غلاف									۱	−۰/۶۸**	۰/۲۶^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۹۸**	−۰/۸۶**
۱۰	عملکرد										۱	۰/۶۲**	۰/۵۸*	−۰/۵۶*	۰/۷۶**	−۰/۴۸*
۱۱	شاخص برداشت											۱	−۰/۶۷**	−۰/۳۵*	۰/۷۵**	۰/۶۶**
۱۲	وزن هزار دانه												۱	۰/۰۱^{ns}	−۰/۵۱*	−۰/۳۸*
۱۳	حساسیت به شته													۱	−۰/۷۶**	۰/۵۶*
۱۴	حساسیت به ریزش														۱	−۰/۶۹**
۱۵	درصد روغن															۱

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

جداول ۹، ۱۰ و ۱۱ آمده است.

از میان صفات مختلف مورد بررسی در شرایط بدون تنش رطوبتی در گونهٔ *B. napus* ارتفاع نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۳۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. در مرحله بعدی به‌ترتیب ارتفاع از سطح اولین غلاف و روز تا رسیدگی وارد مدل شدند. این سه متغیر در مجموع ۶۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را در عدم تنش خشکی توجیه نمودند (جدول ۹). در برخی مطالعات ارتفاع و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین به‌عنوان عوامل مؤثر بر عملکرد دانه در گیاه کلزا معرفی شده است (۱۹). در ارقام دیررس کلزا به‌دلیل افزایش طول دورهٔ رشد، ماده خشک بیشتری در آنها تجمع می‌یابد (۲۸). به همین دلیل، افزایش عملکرد در کلزا در ارقام دیررس تحت شرایط عدم تنش دور از انتظار نیست. در شرایط تنش متوسط رطوبتی این گونه، دو متغیر وارد مدل شدند که در مجموع ۹۶ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند (جدول ۹). روز تا رسیدگی به‌عنوان نخستین متغیر وارد شده به مدل ۶۴ درصد از عملکرد دانه را به‌تنهایی توجیه کرد. در مرحله دوم صفت طول غلاف وارد مدل شد. با توجه به معادله مدل، در شرایط تنش متوسط ژنوتیپ‌هایی از گونهٔ *B. napus* که زودرس‌تر و طول غلاف بیشتری داشته باشند، عملکرد بیشتری نیز خواهند داشت. حاتم‌زاده و همکاران (۱۱) در تحقیقی اعلام داشتند ژنوتیپ‌هایی که دورهٔ رشد کوتاه‌تری در شرایط تنش داشته باشند می‌توانند از عملکرد بالاتری بهره‌مند شوند. اجزای عملکرد دانه‌ای براسیکا مستقیماً متأثر از تعداد دانه، اندازه دانه و وزن تک‌دانه می‌باشد. تمامی این اجزا با طول غلاف همبسته‌اند به‌طوری‌که غلاف‌های بزرگ‌تر معمولاً حاوی بذور با اندازه بزرگ‌تر و تعداد بیشتری دانه می‌باشند (۲۱).

طی شرایط تنش شدید برای گونهٔ *B. napus*، به‌ترتیب صفات تعداد غلاف در شاخه اصلی، وزن هزار دانه و ارتفاع از سطح اولین غلاف وارد مدل گردیدند (جدول ۵). نتایج حاکی از آن است که صفت تعداد غلاف در شاخه اصلی با ضریب تبیین (R^2=۰/۴۰) به‌تنهایی بخش عمده‌ای از تغییرات رگرسیونی را توجیه کرد. دیگر صفات به‌ترتیب اهمیت شامل وزن هزار دانه و ارتفاع از سطح اولین غلاف بودند. مجموعاً مدل رگرسیونی فوق با ضریب تبیین R^2=۰/۷۲ بهترین مدل در تنش شدید برای این گونه بود که بیشترین تغییرات رگرسیونی را توجیه کرد. در طی تنش خشکی اختلال در فتوسنتز به‌دلیل کم‌آبی موجب کاهش رشد گیاه می‌گردد، بنابراین می‌توان انتظار داشت که تنش باعث کاهش منبع غذایی شده و رقابت میان رشد رویشی (ارتفاع) و زایشی بر سر مواد فتوسنتزی تشدید می‌گردد و در نتیجه گیاهانی که در این شرایط ارتفاع بیشتری داشته‌اند عملکرد کمتری خواهند داشت. برخی محققان تفاوت‌ها را برای صفت ارتفاع بین ارقام و گونه‌های براسیکا گزارش کردند (۳، ۱۳ و ۲۶). رابطهٔ منفی بین عملکرد با ارتفاع و ارتفاع از سطح اولین غلاف در برخی گزارشات ذکر شده است (۶ و ۱۰).

رگرسیون مرحله‌ای برای گونهٔ *B. oleracea* در عدم تنش خشکی به‌ترتیب صفات روز تا رسیدگی و تعداد غلاف در بوته وارد مدل شدند (جدول ۱۰). نتایج نشان می‌دهد که صفت روز تا رسیدگی با ضریب تبیین (R^2=۰/۶۲) به‌تنهایی بخش عمده‌ای از تغییرات رگرسیونی را توجیه کرد. در شرایط عدم تنش، طولانی بودن دورهٔ رشد موجب تجمع مواد غذایی بالا و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود (۲۸). ضریب تبیین مجموع کل صفات وارد شده در مدل ۸۵ درصد بود. صباغ‌نیا و همکاران (۲۷) تعداد غلاف در بوته را در عملکرد دانه مؤثر دانسته‌اند. در این گونه طی تنش متوسط به‌ترتیب صفات تعداد شاخهٔ فرعی و تعداد غلاف در بوته وارد مدل گردیدند که با هم ۹۹ درصد کل تغییرات رگرسیون را توجیه نمودند (جدول ۱۰). هم‌چنین طی تنش شدید خشکی اولین صفتی که وارد مدل گردید صفت ارتفاع با ضریب تبیین ۴۵ درصد بود. صفت دیگر تعداد غلاف در بوته بود که مجموعاً ۶۰ درصد کل تغییرات رگرسیون را شامل شدند (جدول ۱۰). از بین این صفات، صفت ارتفاع با عملکرد رابطه معکوس دارد. نتایج نشان می‌دهد که در سه شرایط عدم تنش، تنش متوسط و تنش شدید خشکی در گونهٔ

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

جدول ۹. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای صفت عملکرد دانه در برابر سایر صفات در هر سه سطح تنش خشکی در گونهٔ *B. napus*

شرایط رطوبتی	متغییر مستقل	پارامترهای مدل	R^2 جز	R^2 تجمعی	F
عدم تنش	ارتفاع	۱/۷۵	۰/۳۱	۰/۳۱	۳/۲۶**
	ارتفاع از اولین سطح غلاف	۲/۹۴	۰/۲۴	۰/۵۵	۵/۴۳**
	روز تا رسیدگی	۶/۸۱	۰/۱۲	۰/۶۷	۵/۰۴*
	عرض از مبداء	-۱۶۵۷/۸			
تنش متوسط	روز تا رسیدگی	-۶/۳۸	۰/۶۴	۰/۶۴	۱۲/۷۱**
	طول غلاف	۲۹/۵۶	۰/۳۲	۰/۹۶	۳/۳۳**
	عرض از مبداء	۱۶۴۲/۹۹			
تنش شدید	تعداد غلاف در شاخهٔ اصلی	۰/۱۲	۰/۴۰	۰/۴۰	۵/۵۳**
	وزن هزار دانه	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۵۹	۷/۷۶**
	ارتفاع از سطح اولین غلاف	-۰/۳۶	۰/۱۳	۰/۷۲	۱۵/۲۹**
	عرض از مبداء	۱۴۱/۶۲			

**. نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۱۰. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای صفت عملکرد دانه در برابر سایر صفات در هر سه سطح تنش خشکی در گونهٔ *B. oleracea*

شرایط رطوبتی	متغییر مستقل	پارامترهای مدل	R^2 جز	R^2 تجمعی	F
عدم تنش	روز تا رسیدگی	۴/۸۰	۰/۶۲	۰/۶۲	۶/۷۴**
	تعداد غلاف در بوته	۰/۵۸	۰/۲۳	۰/۸۵	۴/۹۸**
	عرض از مبداء	-۱۴۱/۲۷			
تنش متوسط	تعداد شاخه فرعی	۵۳/۴۳	۰/۵۹	۰/۵۹	۸/۹۸**
	تعداد غلاف در بوته	۰/۲۶۹	۰/۴۰	۰/۹۹	۳/۸۹**
	عرض از مبداء	-۱۲۷/۹۷			
تنش شدید	ارتفاع	-۳/۴۹	۰/۴۵	۰/۴۵	۴/۵۹**
	تعداد غلاف در بوته	۰/۴۳۹	۰/۲۵	۰/۶۰	۲/۳۴**
	عرض از مبداء	-۲۳۸/۳۱			

** نشان‌دهنده معنی‌داربودن

B. oleracea صفات تعداد غلاف در بوته دارای اهمیت بوده و این صفت نیز تأثیر مثبت بر روی عملکرد دارد و ژنوتیپ‌هایی از این گونه که از نظر این صفات برتر باشند، عملکرد بیشتری نیز خواهند داشت.

در گونهٔ *B. rapa* از میان صفات مختلف مورد بررسی در شرایط بدون تنش رطوبتی صفت تعداد غلاف در بوته نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۴۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود (جدول ۱۱). در مراحل بعد ارتفاع و طول غلاف وارد مدل شدند که این سه متغیر در مجموع ۹۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند (جدول ۱۱). از بین صفات وارد شده به مدل در این گونه، ارتفاع اثر معکوس بر عملکرد دانه نشان داد. در شرایط تنش متوسط رطوبتی دو متغیر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

جدول ۱۱. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای صفت عملکرد دانه در برابر سایر صفات در هر سه سطح تنش خشکی در گونهٔ *B. rapa*

محیط رطوبتی	متغییر مستقل	پارامترهای مدل	R^2 جز	R^2 تجمعی	F
عدم تنش	تعداد غلاف در بوته	۰/۱۳	۰/۴۵	۰/۴۵	۴/۲۵**
	ارتفاع	−۱/۶۷	۰/۲۶	۰/۷۱	۳/۵۶*
	طول غلاف	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۹۷	۳۱/۴۹**
	عرض از مبداء	۲۸۷/۱۹			
تنش متوسط	تعداد شاخه فرعی	۱۸/۹	۰/۷۲	۰/۷۲	۱۲/۹۳**
	روز تا رسیدگی	۲/۷۱	۰/۱۷	۰/۸۹	۶/۷۹*
	عرض از مبداء	−۶۴۶/۳۰			
تنش شدید	تعداد شاخه فرعی	۳/۲۷	۰/۵۸	۰/۵۸	۳۷/۵۸**
	طول غلاف	−۲۸/۵۲	۰/۳۶	۰/۹۴	۷/۲۷**
	عرض از مبداء	۵۵/۲۴			

** نشان‌دهنده معنی داربودن در سطح احتمال ۱ درصد

تعداد شاخه فرعی و روز تا رسیدگی وارد مدل شدند که در مجموع ۸۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند (جدول ۱۱). حاتم‌زاده مشخص نمود که در رگرسیون گام‌به‌گام صفات روز تا رسیدگی و تعداد شاخه فرعی بر روی عملکرد کلزا در شرایط دیم اثر بالایی دارند (۱۱). هم‌چنین نتایج حاصل در شرایط تنش شدید خشکی برای این گونه نشان داد که از میان صفات اندازه‌گیری شده، صفت تعداد شاخه فرعی نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۵۸ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود (جدول ۱۱). در مرحله بعد طول غلاف وارد مدل شد که این صفت ۳۶ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد که در مجموع ۹۴ درصد تغییرات را توجیه نمودند؛ بنابراین می‌توان تعداد شاخه فرعی را به‌عنوان مهم‌ترین عوامل اصلی تبیین کننده تغییرات عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی برای ژنوتیپ‌های گونهٔ براسیکا راپا معرفی نمود.

نتایج حاصل از تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه در بوته برای صفات اجزای عملکرد دانه نشان داد که در شرایط عدم تنش رطوبتی برای گونهٔ *B. napus* طول غلاف بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۷۹) را بر عملکرد دانه در بوته داشته است (جدول ۱۲). بعد از طول غلاف، صفت تعداد شاخه فرعی بیشترین اثر مستقیم منفی (۰/۶۴−) را بر عملکرد دانه در بوته داشت به‌طوری‌که این صفت از طریق وزن هزار دانه اثری غیر مستقیم و منفی و از طریق تعداد غلاف و طول غلاف اثری مثبت بر عملکرد دانه داشت. تعداد غلاف و وزن هزار دانه از نظر اثر مستقیم در رتبه‌های بعدی قرار دارند. تجزیه مسیر برای گونهٔ *B. napus* درشرایط تنش متوسط خشکی (جدول ۱۲) حاکی از این بود که صفات طول غلاف، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه به‌ترتیب بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد داشتند. در تنش شدید صفت وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر روی عملکرد داشت (جدول ۱۲). صفت وزن هزار دانه با داشتن بیشترین اثر مستقیم (۰/۶۰) بر روی عملکرد از طریق اثر غیر مستقیم مثبت طول غلاف و هم‌چنین اثر غیرمستقیم منفی از طریق تعداد غلاف باعث افزایش عملکرد می‌شود.

نتایج حاصل از تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه در گونهٔ *B. oleracea* نشان داد که در شرایط عدم تنش رطوبتی تعدا غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۶۰) را بر عملکرد دانه در بوته داشته است. این صفت از طریق طول غلاف اثری غیر مستقیم و مثبت و از طریق صفات وزن هزار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

جدول ۱۲. تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه ارقام کلزا در هر سه سطح تنش خشکی در گونهٔ *B. napus*

		اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم				r
	صفت		تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف	تعداد شاخه فرعی	
عدم تنش	تعداد غلاف	۰/۶۱	–	−۰/۲۳	−۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۳۷
	وزن هزار دانه	۰/۴۸	−۰/۲۶	–	۰/۲۰	−۰/۰۳	۰/۴۱
	طول غلاف	۰/۷۹	−۰/۱۲	۰/۲۰	–	−۰/۵۲	۰/۳۵
	تعداد شاخه فرعی	−۰/۶۴	۰/۱۰	−۰/۱۹	۰/۴۴	–	−۰/۲۹
	باقی‌مانده = ۰/۳۷						
			اثر غیرمستقیم				
	صفت	اثر مستقیم	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف		r
تنش متوسط	تعداد غلاف	۰/۳۲	–	−۰/۱۱	۰/۱۵		۰/۳۶
	وزن هزار دانه	۰/۲۴	−۰/۰۵	–	۰/۱۷		۰/۳۶
	طول غلاف	۰/۴۱	−۰/۱۴	۰/۲۹	–		۰/۵۶
	باقی‌مانده = ۰/۲۶						
			اثر غیرمستقیم				
	صفت	اثر مستقیم	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف		r
تنش شدید	تعداد غلاف	۰/۲۵	–	−۰/۱۱	۰/۱۷		۰/۳۳
	وزن هزار دانه	۰/۶۰	−۰/۱۴	–	۰/۲۱		۰/۵۷
	طول غلاف	۰/۲۳	−۰/۰۶	−۰/۱۳	–		۰/۰۲
	باقی‌مانده = ۰/۳۲						

دانه و تعداد شاخه فرعی اثری غیر مستقیم و منفی بر عملکرد دانه اعمال می‌کند (جدول ۱۳). در شرایط تنش متوسط رطوبتی برای این گونه، وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۸۴) را بر عملکرد دانه در بوته داشته است (جدول ۱۳). تعداد غلاف و طول غلاف از نظر مقدار اثر مستقیم در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نتایج تجزیه مسیر برای این گونه در تنش شدید نشان داد صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۸۷) را بر عملکرد دانه داشته است. صفات طول غلاف و وزن هزار دانه از نظر اثر مستقیم در رتبه‌های بعدی می‌باشند (جدول ۱۳). صباغ‌نیا و همکاران (۲۷) در یک تحقیق بر روی اجزای عملکرد دانه در کلزا گزارش کردند که وزن هزار دانه دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت بوده و آثار مثبت از طریق تعداد شاخه فرعی و شاخص برداشت بر عملکرد دانه بود. هم‌چنین برخی محققین اثر منفی و مستقیم صفت ارتفاع بر روی عملکرد دانه را گزارش نمودند (۱۲).

نتایج تجزیه علیت برای عملکرد ژنوتیپ‌های گونهٔ *B. rapa* در شرایط عدم تنش رطوبتی (جدول ۱۴) نشان داد که اثر مستقیم تعداد غلاف در بوته بسیار بالا (۰/۹۳) و بیشترین اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن هزار دانه (۰/۱۵−) و تعداد شاخه فرعی (۰/۱۵−) بود. صفت وزن هزار دانه نیز اثر مستقیم مثبت و بالایی را بر عملکرد دانه داشت. از بین این صفات، طول غلاف و تعداد شاخه فرعی اثر مستقیم و منفی بر روی عملکرد دانه داشتند. نتایج تجزیه علیت در تنش متوسط خشکی برای این گونه نشان داد که بیشترین اثر مستقیم مثبت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

جدول ۱۳. تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه ارقام کلزا در هر سه سطح تنش خشکی در گونهٔ *B. oleracea*

			اثر غیرمستقیم			
	صفت	اثر مستقیم	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف	تعداد شاخه فرعی	r
تنش ملایم	تعداد غلاف	۰/۶۰	–	−۰/۰۵	۰/۲۴	−۰/۰۵	۰/۷۴
	وزن هزاردانه	۰/۵۷	−۰/۱۹	–	۰/۰۸	−۰/۰۹	۰/۳۸
	طول غلاف	۰/۳۲	−۰/۱۰	۰/۱۳	–	۰/۰۱	۰/۳۴
	شاخه فرعی	۰/۵۴	۰/۲۵	−۰/۷۰	۰/۰۵	–	−۰/۱۴
	باقی‌مانده = ۰/۲۷						

			اثر غیرمستقیم			
	صفت	اثرمستقیم	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف	r
تنش متوسط	تعداد غلاف	۰/۷۹	–	−۰/۰۲	−۰/۰۷	۰/۷۰
	وزن هزار دانه	۰/۸۴	−۰/۰۵	–	−۰/۳۰	۰/۵۰
	طول غلاف	۰/۳۹	−۰/۲۱	۰/۳۳	–	۰/۵۰
	باقی‌مانده = ۰/۳۲					

			اثر غیرمستقیم			
	صفت	اثر مستقیم	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف	r
تنش شدید	تعداد غلاف	۰/۸۷	–	−۰/۱۲	−۰/۱۰	۰/۶۶
	وزن هزار دانه	۰/۳۶	−۰/۰۵	–	۰/۰۵	۰/۳۶
	طول غلاف	۰/۵۵	−۰/۳۳	۰/۲۳	–	۰/۴۶
	باقی‌مانده = ۰/۳۰					

به‌ترتیب متعلق به صفات وزن هزار دانه (۰/۶۷) و تعداد غلاف در بوته (۰/۶۰) بود (جدول ۱۴). از بین این صفات، صفت طول غلاف اثر مستقیم منفی (۰/۴۹−) بر روی عملکرد نشان داد. نتایج تجزیه مسیر در شرایط تنش شدید خشکی برای این گونه حاکی از این بود که صفت وزن هزار دانه با اثر مستقیم ۶۲ درصد بیشترین تأثیر مثبت را بر عملکرد دانه داشت (جدول ۱۴). سپس صفات طول غلاف (۰/۶۱−) و تعداد غلاف در بوته (۰/۳۶) بیشترین اثر مستقیم را به‌ترتیب بر عملکرد دانه نشان دادند.

به‌طورکلی تأثیر صفات اجزای عملکرد برای هرگونه متفاوت از گونهٔ دیگری مشاهده شد. به‌طوری‌که در عدم تنش بیشترین اثر مستقیم را صفت طول غلاف برای گونهٔ *B . napus* و صفت تعداد غلاف در بوته برای گونه‌های *B. rapa* و *B. oleracea* نشان داد. این اختلاف بین گونه‌ها در سطوح تنش متوسط و تنش شدید خشکی نیز مشاهده شد. علاوه بر این در سه سطح رطوبتی برای هر گونه تفاوت زیادی بین صفات و اثرات آنها مشاهده شد. به‌طور مثال در گونهٔ زراعی *B. napus* در عدم تنش و تنش متوسط خشکی صفت طول غلاف ولی در تنش شدید صفت وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند، بنابراین با توجه به این نتایج می‌توان نتیجه‌گیری نمود که میزان تأثیر صفات مؤثر بر عملکرد دانه برای هر گونه و در هر شرایط محیطی متفاوت از گونهٔ دیگری می‌باشد.

در مجموع نتایج این پژوهش با بهره‌گیری از نمونه‌های

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

جدول ۱۴. تجزیه ضرایب مسیر برای عملکرد دانه ارقام کلزا در هر سه سطح تنش خشکی در گونهٔ *B. rapa*

		اثر غیر مستقیم				
	صفت	اثر مستقیم	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف	تعداد شاخه فرعی	r
تنش عادی	تعداد غلاف	۰/۹۳	–	-۰/۱۵	۰/۰۳	-۰/۱۵	۰/۶۷
	وزن هزاردانه	۰/۶۰	-۰/۳۰	–	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۵۲
	طول غلاف	-۰/۲۸	-۰/۱۹	-۰/۲۵	–	۰/۰۸	-۰/۶۴
	شاخه فرعی	-۰/۱۴	-۰/۰۴	۰/۰۴	-۰/۰۴	–	۰/۴۶
	باقی‌مانده = ۰/۳۴						

		اثر غیرمستقیم				
	صفت	اثر مستقیم	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف	r
تنش متوسط	تعداد غلاف	۰/۶۰	–	-۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۵۷
	وزن هزار دانه	۰/۶۷	۰/۱۲	–	-۰/۱۲	۰/۶۹
	طول غلاف	-۰/۴۹	۰/۰۲	۰/۰۱	–	-۰/۴۶
	باقی‌مانده = ۰/۲۶					

		اثر غیرمستقیم				
	صفت	اثر مستقیم	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	طول غلاف	r
تنش شدید	تعداد غلاف	۰/۳۶	–	-۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۴۵
	وزن هزار دانه	۰/۶۲	-۰/۰۲	–	-۰/۰۲	۰/۵۸
	طول غلاف	-۰/۶۱	-۰/۰۲	-۰/۰۵	–	-۰/۶۸
	باقی‌مانده = ۰/۳۶					

کلزای زراعی و گونه‌های خویشاوند آن توانست روابط بین ویژگی‌های مهم اقتصادی با سایر ویژگی‌های گیاه را مشخص نماید. همبستگی معنی‌دار عملکرد دانه به‌عنوان مهم‌ترین صفت زراعی با برخی صفات مورفولوژیک نشان می‌دهد که می‌توان نسبت به انتخاب غیر مستقیم این صفت اقدام نمود. نتایج همبستگی در هر سه شرایط عدم تنش، تنش متوسط و تنش شدید خشکی برای سه گونهٔ *B. napus*، *B. oleracea* و *B. rapa* حاکی از آن است که بین ضرایب همبستگی در شرایط مختلف رطوبتی، تفاوت‌هایی را با یکدیگر نشان دادند ولی به‌طورکلی صفات تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه برای همهٔ گونه‌ها در همه سطوح رطوبتی همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند و می‌توانند به‌عنوان اجزای عملکرد در کلزا معرفی گردند. این نتایج نشان می‌دهد که هرچند ممکن است بتوان بر مبنای صفات مشترک یک شاخص مشترک را معرفی کرد، ولی پیشنهاد می‌شود برای اصلاح جهت بهبود عملکرد در هریک از شرایط عادی و تنش رطوبتی بایستیبه‌طور مستقل نسبت به تعیین یک شاخص گزینش مناسب اقدام کرد. هم‌چنین با توجه به تجزیه رگرسیون و تجزیه مسیر می‌توان اظهار داشت در هر گونه و در هر شرایط رطوبتی صفات مختلفی بر روی عملکرد تأثیر داشتند، بنابراین این امر بایستی در اصلاح گونه‌های مختلف در شرایط‌های متفاوت رطوبتی مورد توجه قرار گیرد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

منابع مورد استفاده

1. Ahmadi, M. and M. J. Bahrani. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 5 (6): 755-761.
2. Allender, C. and G. King. 2010. Origins of the amphiploid species *Brassica napus* L. investigated by chloroplast and nuclear molecular markers. *BMC Plant Biology* 10: 54.
3. Arvin, P. and M. Azizi. 2009. A comparison of yield, harvest index and morphological characters of spring cultivars of the oilseed rape species. *Electronic Journal of Crop Production* 2: 1-14.
4. Blum, A. 2012. Plant Breeding for Water Limited Environments. Springer. New York.
5. Dehghani, H., H. Omidi and N. Sabaghnia. 2008. Graphic analysis of relation of rapeseed using the biplot method. *Agronomy Journal* 100: 1443-1449.
6. Degenhart, D. F. and Z. P. Kondra. 1984. Relationships between seed yield and growth characters, yield components and seed quality of summer-type oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Euphytica* 33: 885-889.
7. Dhillon, S. S., K. Singh and K. S. Brar. 1998. Stability Analysis of Elite Strains in Indian Mustard. Regional Research Station, Punjab Agricultural University Bathinda, India-151001.
8. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research* 67: 35-49.
9. Ghodrati, G. R. 2012. Response of grain yield and yield components of promising genotypes of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) under non-stress and moisture-stressed conditions. *Crop Breeding Journal* 2: 49-56.
10. Gilani, M., B. Hussain and K. Aziz. 1993. Estimation of correlation and genetc variability in various turnip rape types (*Brassica campestris L. var. sarson*). *Journal of Agricultural Research* 31: 267-271.
11. Hatamzadeh, H. 2011. Determine traits affecting grain yield of canola under rainfed conditions in cool temperate. *Iranian Journal of Field Crops Research* 9 : 248-257. (In Farsi).
12. Hosseinzadeh, K., A. Hejazi, H. Irannejad, GH. A. Akbari and E. Zand. 2008. Correlation between traits and path coefficient analysis for seed yield of eight rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 8:195-207. (In Farsi).
13. Iqbal, M., N. Akhtar, S. Zafar and I. Ali. 2008. Genotypic responses for yield and seed oil quality of tow Brassica species under semi-arid envirmental conditions. *South African Journal of Botany* 74: 567-571.
14. Jiang, J., B. Friebe and B. S. Gill. 1994. Recent advances in alien gene transfer in wheat. *Euphytica* 73:199-212.
15. Kandil, A. A. 1983. Effects of sowing date on yield components and some agronomic characters of oilseed rape (*B. napus* L.). *In:* Proceeding of the 6th International Rapeseed Conference. Paris, France.
16. Khajehpour, M. R. 2007. Plant Production Industry. Jihad University Press, Isfahan University of Technology, Iran. (In Farsi).
17. Khalili, M., A. Pour Aboughadareh, M. R. Naghavi and S. J. Talebzadeh. 2012. Response of spring canola (*Brassica napus* L.) genotypes to water deficit stress. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4(21): 1579-1586.
18. Khan, A., M. I. Khan and S. Riaz. 2000. Correlation and path coefficient analysis contributing parameters in Brassica napus. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 16: 127-130.
19. Kis, D., S. Maric, T. Juric, M. Antunovic and V. Guberac. 2006. Performance of different eruca acid type oil seed rape cultivars in a Croatian agro environment. *Cereal Research Communications* 34: 437-440.
20. Leilah, A. A. and S. A. Al Khateeb. 2005. Yield analysis of canola (*Brassica napus* L.) using some statistical procedures. *Saudi Journal of Biological Sciences* 12: 103-112.
21. Leon, J. and H. C. Becker. 1995. Rapeseed (*Brassica napus* L.) genetics. pp. 54-81, *In:* W. Diepenbrock and H. C. Becker (Eds.), Physiological Potentials for Yield Improvement of Annual Oil and Protein Crops. Advance in Plant Breeding. 17, Blackwell Wissenschafts- verlag, Berlin.
22. Mazzoncini, M., G. P. Vannozi, P. Megale, P. Secchiari, A. Pistotia and L. Lazzeri. 1993. Ethiopian mustard (*B. carinata A. Braum*) crop in central Italy. Note 1: Characterization and agronomic evaluation. *Agriculture-Mediterranean* 123: 330-338.
23. Micheletto, S., L. Rodriguez-Uribe, R. Hernandez, R. D. Richins, V. Curry and M. A. Connell. 2007. Comparative transcript profiling in roots of (*Phaseolus acutifolius*) and (*Phaseolus vulgaris*) under water deficit stress. *Plant Science* 173: 510-520.
24. Mousavi, J., M. Sam Daliri and M. R. Mobasser. 2011. Effect of planting row spacing on agronomic traits of winter *canola* cultivars. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5: 1290-1294.
25. Nasri, M., M. Khalatbari, H. Zahedi, F. Paknejad and H. R. Tohidi Mighadam. 2008. Evaluation of micro and macro elements in drought stress condition in cultivars of rapeseed. *Biological Sciences* 3: 579-583.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]

26. Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal of Agronomy* 19: 453-463.
27. Sabaghnia, N., H. Dehghani, B. Alizadeh and M. Moghaddam. 2010. Interrelationships between seed yield and 20 related traits of 49 canola (*Brassica napus* L.) genotypes in non-stressed and water-stressed environments. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8: 356-370.
28. Schott, J. J., A. Bar Hen, H. Monod and F. Blout. 1994. Competition between winter rape cultivars under experimental conditions. *Cahiers Agricultures* 3:377-383.
29. Shiravand R. and M. M. Majidi. 2012. Relationships of of morphological traits, seed yield and oil content in five species of safflower under normal and deficit irrigation. *Journal of Crop Production and Processing*. 3(8): 149-162. (In Farsi).
30. Wright, P. R., J. M. Morgan, R. S. Jossop and A. Cass. 2001. Coramparative adaptation of canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*B. juncea* L.) to soil water deficit. *Field Crops Research* 42: 1-13.
31. Zamani-Nour, S., R. Clemens and C. Mollers. 2013. Cytoplasmic diversity of *Brassica napus* L., *Brassica oleracea* L. and *Brassica rapa* L. as determined by chloroplast microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60:953–965.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-01]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1395.6.19.2.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.15]