



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۶
صفحه‌های ۸۶۷-۸۷۹

مطالعه روابط بین صفات ریخت‌شناسی و تأثیر آنها بر عملکرد توده‌های ترتیزک

وحید رحیمی^۱، مهدی محب‌الدینی^{۲*}، علیرضا قنبری^۳، شیوا عزیزی‌نیا^۴، مهدی بهنامیان^۴

۱. دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، ایران.
۴. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۹/۰۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۰۳

چکیده

به منظور بررسی روابط بین صفات مؤثر بر عملکرد ترتیزک، آزمایشی در قالب طرح لاتیس مربع با سه تکرار در مزرعه جهاد کشاورزی ایوان‌کی در سال ۱۳۹۵ انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای همه صفات معنادار بود. همبستگی معناداری بین عملکرد و اغلب صفات وجود داشت. بیشترین همبستگی فنوتیپی مثبت بین صفت طول برگ و عرض برگ به دست آمد (۰/۹۲). نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد صفات طول برگ و تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی و اصلی بیشترین تأثیر را بر عملکرد در ژنوتیپ‌ها داشتند، به طوری که این سه صفت حدود ۹۳ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کردند و صفت طول برگ نخستین صفتی بود که وارد مدل شد و ۹۱ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. تجزیه علیت فنوتیپی نشان داد که صفت طول برگ بیشترین تأثیر مستقیم و مثبت را روی عملکرد داشت (۶/۸۱). طول برگ علاوه بر تأثیر مستقیم بر عملکرد، بر سایر صفات مورد بررسی نیز تأثیر مثبت و غیرمستقیم داشت. در تجزیه عاملی در مجموع سه عامل مستقل، حدود ۷۰ درصد از تغییرات را توجیه کردند. عامل نخست متشکل از تعداد خورجینک در گیاه و تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی و اصلی بود که عوامل مرتبط با بذور نام‌گذاری شد. هدف از این تحقیق تعیین همبستگی‌های فنوتیپی بین صفت عملکرد و اجزاء و صفات مرتبط با آن، برآورد آثار مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد ترتیزک و سهم آن‌ها در توجیه تنوع موجود بود.

کلیدواژه‌ها: اثر مستقیم، تجزیه علیت، رگرسیون گام به گام، طرح لاتیس، همبستگی

۱. مقدمه

ترتیزک متعلق به خانواده شب بوسانان^۱ یکی از سبزی های با رشد سریع است. این گیاه یکی از مهم ترین گیاهانی است که در مناطق معتدله و سرد کشت می شود. اعتقاد بر این است که این گیاه بومی غرب آسیا و ایران است و از آنجا به اروپا و دیگر مناطق گسترش یافته [۲۹] و از منابع غنی آنتی اکسیدان است [۲۷].

این سبزی حاوی گلوکوزینولات^۲ است که خاصیت درمانی قابل توجهی دارد [۱۷]. بذور ترتیزک تسکین دهنده، مقوی، ملین، ضدباکتری و ضد قارچ هستند [۶]. همچنین بذور ترتیزک برای درمان گلودرد، سرطان پستان، سردرد، رماتیسم و ترمیم شکستگی استخوان بکار رفته است [۳]. با توجه به مصرف زیاد انواع سبزی ها و ضرورت استفاده از بذور دورگ خرید این بذرها از خارج رقمی حدود ۱۵۰ میلیون یورو در سال را شامل می شود، در حالی که تولید همه این بذرها و بومی سازی آن در ایران مقدور است [۱]. لذا با توجه به اهمیت این محصول و لزوم افزایش عملکرد در واحد سطح، تولید رقم های اصلاح شده و فراهم آوردن مواد اصلاحی برای پروژه های دورگ گیری و اصلاح ضروری به نظر می رسد [۶].

در اصلاح گیاهان، درک و شناخت روابط میان صفات در گزینش غیرمستقیم برای صفاتی که به آسانی قابل اندازه گیری نیستند یا صفاتی که وراثت پذیری کمی دارند بسیار مهم است. هنگامی که شمار متغیرهای مستقل مؤثر برمتغیر وابسته زیاد می شود، میزان وابستگی صفات به یکدیگر محدود شده، در چنین شرایطی همبستگی ها به تنهایی نمی توانند روابط بین متغیرها را توجیه کنند [۵]. در نتیجه باید به دنبال توضیحات قابل پذیرش بر پایه مدل علت و معلولی بود تا ضمن بررسی روابط اساسی میان

صفات، اهمیت صفات مؤثر بر صفتی خاص برآورد شد [۲] و [۴]. از سوی دیگر ضریب همبستگی رابطه خطی بین دو متغیر را نشان می دهد و دلالتی بر روابط علت و معلولی صفات ندارد، به همین دلیل روابط اساسی میان صفات طی تجزیه ای به نام تجزیه علیت بیان می شود [۱۹]. این روش اجازه می دهد که اثر مستقیم هر جزء عملکرد بر مقدار نهایی تولید از آثار غیرمستقیم که از طریق ارتباط های دو جانبه میان آنها ایجاد می شود، تفکیک شود [۱۲ و ۱۴]. با کمک تجزیه رگرسیون گام به گام می توان صفات غیرمؤثر یا کم تأثیر بر روی عملکرد را حذف کرد و تنها صفاتی که میزان قابل ملاحظه ای از تغییرات عملکرد را توجیه می کنند و در مدل می مانند را در نظر گرفت [۲۸].

از آن جا که عملکرد صفتی پیچیده و کمی است، اصلاحگران نبات ترجیح می دهند که انتخاب برای عملکرد به صورت غیرمستقیم صورت گیرد، چرا که انتخاب مستقیم تحت شرایط استرس خشکی به دلیل وجود وراثت پذیری پایین، کنترل پلی ژنیک، اپیستازی و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و همچنین اثر متقابل مکان های کنترل کننده صفت کمی در محیط بی نتیجه است [۱۱ و ۲۴].

تا به حال مطالعات اندکی راجع به بررسی عملکرد ترتیزک با استفاده از ضرایب همبستگی و تجزیه علیت صورت پذیرفته است، که در آن عملکرد همبستگی معناداری با تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در گیاه و طول برگ داشته است [۷]. البته این روش در بررسی روابط بین صفات در سایر گونه های گیاهی استفاده قابل توجهی شده است. برای نمونه در تحقیقی مشخص شد که عملکرد ماده خشک و تعداد برگ از مهمترین اجزای عملکرد سورگوم بوده و این صفات بیشترین آثار مستقیم را در عملکرد علوفه سبز داشتند [۱۸]. در بررسی دیدرچیزن و همکاران [۹] عملکرد همبستگی مثبت و معناداری با صفات برگی در توده های گشنیز داشت. مطالعات مختلف برای بررسی

1. Brassicaceae
2. Glucosinolates

اندازه گیری صفات کمی موردنظر، تعداد پنج بوته از هر رقم به‌طور تصادفی انتخاب شد. برای محاسبات و تجزیه‌های آماری از میانگین پنج نمونه انتخاب شده استفاده شد. صفات اندازه گیری شده شامل درصد سبز شدن در مزرعه، تعداد روز تا جوانه زنی، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع نخستین ساقه فرعی، ارتفاع ساقه اصلی، تعداد ساقه‌های جانبی، تعداد خورجینک در گیاه، تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی، تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی، ارتفاع برگ، عرض برگ، طول گل و عملکرد بود. آزمون نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی، در نرم افزار SPSS (نسخه ۱۶) انجام گرفت، سپس مقادیر صفات اندازه‌گیری شده در قالب طرح لاتیس ساده مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. برای تعیین ضرایب همبستگی ساده بین صفات و رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه‌عاملی از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۶) استفاده شد. برای انجام تجزیه علیت نیز از نرم‌افزار Path Analysis (نسخه ۹) استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

توزیع اشتباهات تمامی صفات مورد مطالعه نرمال بود. تجزیه واریانس آزمایش بر اساس طرح لاتیس ۸×۸ نشان داد که بجز صفت تعداد خورجینک در گیاه که در سطح پنج درصد معنادار شد، بقیه صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنا دار شدند (جدول ۲). نتایج فوق با نتایج محمد و همکاران [۲۰] که در آن تمامی صفات مورد بررسی ۸۵ ژنوتیپ ترتیزک بومی اتیوپی در سطح یک درصد معنادار شدند تطابق داشت. در نتایج محققان ذکر شده، تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه بالاترین درصد تنوع و تعداد روز تا جوانه زنی کمترین درصد تنوع را داشتند. همچنین بر اساس تحقیقات موریس و همکاران [۲۱] نیز تعداد روز تا جوانه‌زنی کمترین درصد تنوع را دارا بود.

عملکرد کلزا نشان داده است که تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته نقش چشمگیری در عملکرد کلزا داشته‌اند [۲۶]. همچنین، صفاتی از قبیل شاخص برداشت، ارتفاع بوته، قطر ساقه و تعداد خورجینک ساقه اصلی در افزایش و یا کاهش عملکرد کلزا مؤثر بوده است [۱۰]. هدف از انجام پژوهش اخیر بررسی ارتباط بین صفات ریخت‌شناسی با عملکرد با استفاده از همبستگی و رگرسیون گام‌به‌گام، همچنین تعیین اثرگذاری‌های مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد ترتیزک با استفاده از تجزیه علیت است.

۲. مواد و روش‌ها

۶۴ توده ترتیزک بومی و غیربومی (جدول ۱)، در ۲۰ فروردین ۹۵ در مزرعه مرکز جهاد کشاورزی ایوان‌کی (واقع در ۷۰ کیلومتری جنوب شرقی تهران، دارای میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ارتفاع از سطح دریای ۱۲۰۰ متر، میانگین بارندگی سالانه ۱۱۲ میلی‌متر) در قالب طرح لاتیس مربع با سه تکرار ارزیابی شدند. از تعداد ۶۴ توده، ۴۹ توده غیربومی در نمونه‌های ۲۰۰ بذری از مؤسسه ژنتیک گیاهی و تحقیقات گیاهان زراعی^۱ آلمان تهیه شد و تعداد ۱۵ توده ایرانی نیز از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شد. هر تکرار شامل هشت بلوک ناقص بود و هر بلوک ناقص به هشت کرت زراعی تقسیم شدند. اندازه کرت ۱۵۰ سانتی‌متر در ۱۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین ردیف‌ها در کرت ۳۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بلافاصله بعد از کشت بذور، آبیاری صورت گرفت و هر پنج روز یک بار آبیاری تکرار شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام شد. طی رشد و قبل از گلدهی کود اوره به صورت قابل حل در آب آبیاری به میزان سه در هزار در اختیار گیاهان قرار گرفت. برای

1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research

جدول ۱. مشخصات ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده به همراه منبع و کد ژنوتیپ

کد	توده گیاه‌شناسی	منبع	کد	توده گیاه‌شناسی	منبع	کد	توده گیاه‌شناسی
۱	-----	روسیه	۲۳	-----	ناشناخته	۴۵	latifolium
۲	latifolium	ناشناخته	۲۴	latifolium	گرجستان	۴۶	latifolium
۳	latifolium	روسیه	۲۵	crispum	ناشناخته	۴۷	latifolium
۴	latifolium	افغانستان	۲۶	latifolium	هندو کوش	۴۸	latifolium
۵	latifolium	ناشناخته	۲۷	latifolium	گرجستان	۴۹	-----
۶	latifolium	گرجستان	۲۸	latifolium	گرجستان	۵۰	latifolium
۷	latifolium	گرجستان	۲۹	latifolium	ناشناخته	۵۱	latifolium
۸	latifolium	ایتالیا	۳۰	-----	ارمنستان	۵۲	latifolium
۹	latifolium	گرجستان	۳۱	crispum	آلمان	۵۳	latifolium
۱۰	latifolium	گرجستان	۳۲	latifolium	آلمان	۵۴	latifolium
۱۱	latifolium	ناشناخته	۳۳	crispum	ناشناخته	۵۵	latifolium
۱۲	latifolium	ارمنستان	۳۴	latifolium	لیبی	۵۶	latifolium
۱۳	crispum	ناشناخته	۳۵	-----	بلاروس	۵۷	latifolium
۱۴	latifolium	گرجستان	۳۶	latifolium	آلمان	۵۸	latifolium
۱۵	crispum	ناشناخته	۳۷	-----	ناشناخته	۵۹	latifolium
۱۶	latifolium	ناشناخته	۳۸	latifolium	آذربایجان	۶۰	latifolium
۱۷	latifolium	آلمان	۳۹	-----	روسیه	۶۱	latifolium
۱۸	latifolium	گرجستان	۴۰	latifolium	آلمان	۶۲	latifolium
۱۹	latifolium	گرجستان	۴۱	latifolium	آلمان	۶۳	latifolium
۲۰	latifolium	کره	۴۲	latifolium	عراق	۶۴	latifolium
۲۱	latifolium	گرجستان	۴۳	latifolium	افغانستان		
۲۲	latifolium	عراق	۴۴	latifolium	گرجستان		

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورفولوژی در ژنوتیپ‌های ترتیزک

عملکرد	طول گل	عرض برگ	ارتفاع برگ	تعداد دانه در			تعداد ساقه جانبی			تعداد ساقه اصلی			ارتفاع			منبع تغییرات
				خوردچینک	خوردچینک	ساقه اصلی	خوردچینک	ساقه جانبی	ساقه اصلی	اولین ساقه	روز تا گلدهی	روز تا جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	درجه آزادی		
۴۳۴/۵۷ ^{ns}	۱/۶۷ ^{ns}	۱/۱ ^{ns}	۳/۱۷ ^{ns}	۲۴۰۶/۵۸ ^{ns}	۵۹۴۱/۵۸ ^{ns}	۲۲۰/۵۴ ^{ns}	۲۱/۴۹ ^{ns}	۵۱/۴۹ ^{ns}	۳۷/۵۲ ^{ns}	۱۲/۶۲ ^{ns}	۲۶/۰۴ ^{ns}	۴۱۶/۸۴ ^{ns}	۶۳	ژنوتیپ		
۷۷/۴۸ ^{ns}	۱/۸۴ ^{ns}	۰/۳۸ ^{ns}	۱/۲۱ ^{ns}	۳۱۰/۶۵ ^{ns}	۶۶۲/۷۸ ^{ns}	۶/۸۶ ^{ns}	۱/۳۷ ^{ns}	۲۷/۸ ^{ns}	۱۱/۷۸ ^{ns}	۱۶/۳۷ ^{ns}	۵۸/۸ ^{ns}	۷۰۹ ^{ns}	۲	تکرار		
۹/۱۸ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۲۴۱/۶۸ ^{ns}	۸۱۲/۴۳ ^{ns}	۳۲/۳ ^{ns}	۰/۵۵ ^{ns}	۴/۷ ^{ns}	۲/۸۳ ^{ns}	۲/۳۹ ^{ns}	۲۰/۵۶ ^{ns}	۸۷/۵ ^{ns}	۲۱	تکرار/بلوک		
۹/۷۷	۰/۲۴	۰/۰۴	۱۵۰	۲۰۹/۹۷	۷۰۹/۷۵	۳۵/۳	۰/۵۴	۵/۳۹	۲/۴۱	۵/۷۷	۲۷/۷۸	۱۰۹/۲	۱۰۵	خطا		

* و ** به ترتیب نشانگر عدم معناداری و معناداری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

شاخص‌های طول و عرض برگ، ارتفاع ساقه اصلی و فرعی و همچنین تعداد دانه مشاهده شد. یکی از دلایل وجود همبستگی بین دو صفت می‌تواند ناشی از قرار گرفتن ژن‌ها یا بلوک‌های ژنی کنترل‌کننده آن دو صفت روی یک کروموزوم باشد، به‌طورکلی همبستگی به‌وسیله پیوستگی بین ژن‌ها، آثار متقابل غیرآلی و پلیوتروپی به‌دست می‌آید [۱۲]. لذا داشتن همبستگی بین زوج صفات در کارهای اصلاحی به ویژه در امر گزینش برپایه شماری از صفات ضروری است.

بر اساس نتایج بداسا و همکاران [۷] عملکرد همبستگی مثبت و معناداری با تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد روز تا بالغ شدن، تعداد شاخه‌های اولیه و تعداد روز تا گلدهی داشت. طبق نتایج دیدرچین [۹] عملکرد همبستگی معناداری با صفات برگی داشت. بنابراین برای بررسی عملکرد، صفات مرتبط با برگ و بذر باید به عنوان عمده‌ترین معیار انتخاب در نظر گرفته شوند.

مقادیر حداقل، حداکثر و انحراف معیار صفات در جدول ۳ آورده شده است. میانگین روز تا جوانه‌زنی توده‌ها ۶/۹۶ روز بود، که نتایج فوق با نتایج مشاهدات مورس و همکاران [۲۱] تطابق داشت. همچنین، متوسط ارتفاع ساقه اصلی در این پژوهش ۱۶/۵۹ سانتی متر بود که این مقدار در نتایج تحقیقات پیشین [۲۰] ۵۹/۲۶ بود. از عمده دلایل تفاوت در میانگین ساقه می‌توان به شروع گرمای زود هنگام هوا در منطقه ایوان کی و متوقف شدن رشد رویشی و شروع رشد زایشی اشاره داشت. میزان عملکرد هر توده از ۱۱/۶۳ تا ۶۸/۳۷ گرم متفاوت بود. متنوع بودن میزان عملکرد توده‌ها بیانگر کنترل پیچیده صفت مذکور توسط عوامل ژنتیکی و تأثیر عوامل محیطی است و بنابراین بهبود آن از طریق گزینش غیرمستقیم برای یک یا چند صفت مؤثر در عملکرد سودمند خواهد بود.

در جدول ۴ همبستگی ساده بین صفات درج شده است. همبستگی مثبت و معناداری بین عملکرد و

جدول ۳. میانگین، حداقل، حداکثر و انحراف معیار صفات مورد بررسی توده‌های تریزک

صفت	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
درصد سبز شدن	۵۹	۳۳/۳۳	۹۰	۱۱/۳۴
روز تا جوانه زنی	۶/۹۶	۴/۹۷	۱۰/۱۷	۱/۱۲
روز تا گلدهی	۳۷/۱	۳۰/۵	۴۸/۶	۴/۸
ارتفاع نخستین ساقه فرعی	۱۲/۵۷	۶/۳۰	۲۰/۰۷	۳/۴۷
ارتفاع ساقه اصلی	۱۶/۵۹	۳/۲۰	۲۶/۰۳	۴/۱
تعداد ساقه جانبی	۴/۱۳	۲/۲۳	۶/۵	۰/۸۴
تعداد خورجینک در گیاه	۲۸/۷۶	۱۲/۰۷	۴۹/۳۷	۸/۴۹
تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی	۹۷/۶۵	۸/۴	۱۸۶/۹۰	۴۴/۰۴
تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی	۵۶/۹۳	۷/۳	۱۲۱/۳	۲۸/۱۲
ارتفاع برگ	۲/۰۵	۰/۷۷	۴/۹۳	۱/۰۴
عرض برگ	۰/۸۹	۰/۳۳	۲/۴۷	۰/۶
طول گل	۲/۰۴	۰/۶۷	۴/۱۰	۷/۲۶
عملکرد	۲۸/۳۲	۱۱/۶۳	۶۸/۳۷	۱۱/۹۹

مطالعه روابط بین صفات ریخت‌شناسی و تأثیر آنها بر عملکرد توده‌های ترتیزک

جدول ۴. همبستگی بین صفات مطالعه شده در ژنوتیپ‌های ترتیزک

	EP	DE	DF	HFB	MAL	NLB	NSP	SLB	SMA	LH	LW	LF	Y
EP	۱												
DE	-۰/۲ ^{ns}	۱											
DF	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۱										
HFB	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۱									
MAL	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۸۱ ^{**}	۱								
NLB	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۴ ^{**}	۰/۲۵ [*]	۰/۱۷ ^{ns}	۱							
NSP	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۶۳ ^{**}	۰/۵۲ ^{**}	۰/۶۵ ^{**}	۱						
SLB	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۷۰ ^{**}	۰/۵۹ ^{**}	۰/۳۸ ^{**}	۰/۸۰ ^{**}	۱					
SMA	۰/۲ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۳۱ ^{**}	۰/۶۳ ^{**}	۰/۶۳ ^{**}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۶۹ ^{**}	۰/۸۱ ^{**}	۱				
LH	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۳۹ ^{**}	۰/۵۳ ^{**}	۰/۵۴ ^{**}	-۰/۲۵ [*]	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۵۳ ^{**}	۰/۲۵ [*]	۱			
LW	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۵۷ ^{**}	۰/۵۲ ^{**}	۰/۴۹ ^{**}	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۲۰ ^{ns}	۰/۲۶ [*]	۰/۵۳ ^{**}	۰/۹۲ ^{**}	۱		
LF	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۵۶ ^{**}	۰/۵۴ ^{**}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۵۰ ^{**}	۰/۴۷ ^{**}	۰/۶۰ ^{**}	۰/۶۳ ^{**}	۰/۵۹ ^{**}	۱	
Y	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۲۵ [*]	۰/۳۴ ^{**}	۰/۳۷ ^{**}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۲۰ ^{ns}	۰/۶۹ ^{**}	۰/۵۴ ^{**}	۰/۵۱ ^{**}	۰/۴۲ ^{**}	۰/۴۳ ^{**}	۱

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم معناداری و معناداری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

اختصارات: EP درصد سبز شدن، DE تعداد روز تا جوانه‌زنی، DF تعداد روز تا گلدهی، HFB ارتفاع نخستین ساقه فرعی، MAL ارتفاع ساقه اصلی، NLB تعداد ساقه جانبی، NSP تعداد غلاف در گیاه، SLB تعداد دانه در خورجینک ساقه فرعی، SMA تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی، LH ارتفاع برگ، LW عرض برگ، LF طول گل، Y عملکرد

درجه اول صرف رشد دانه و خورجینک‌های ساقه فرعی می‌شود، در نتیجه همبستگی بیشتری بین صفات برگی و تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی و متعاقباً همبستگی کمتر مابین طول برگ و تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی مشاهده می‌شود [۷].

بررسی ناتال و همکاران روی گیاه کلزا، همبستگی ضعیف بین صفات برگی با بعضی اجزاء عملکرد دانه مانند اندازه دانه را نشان داد. دلیل این امر این است که رشد

بررسی همبستگی بین سایر صفات نشان داد که به جز صفات درصد سبز شدن در مزرعه و تعداد روز تا جوانه‌زنی، اکثر صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معناداری باهم داشتند. بیشترین میزان همبستگی مابین صفات طول و عرض برگ (۹۲ درصد) و کمترین میزان همبستگی مابین صفات طول برگ و تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی (۲۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به این که مواد فتوسنتزی ساخته شده از برگ در

جانبی X_2 و تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی X_3 در نظر گرفته شود، معادله کلی به صورت گام به گام به صورت زیر خواهد بود:

بنابراین، با توجه به رابطه بالا، برای افزایش عملکرد ترتیزک می توان گزینش مستقیمی را برای صفات طول برگ و تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی و اصلی انجام داد (جدول ۵).

$$Y = 20.3 + 4.8 x_1 + 0.82 x_2 + 0.15 x_3 \quad (1)$$

برای برآورد دقیق تر از اهمیت نسبی و تأثیر مستقیم و غیرمستقیم هر یک از صفات بر عملکرد، تجزیه علیت با استفاده از ترکیبات مختلفی از همبستگی های فنوتیپی انجام شد. نتایج به دست آمده بر پایه همبستگی فنوتیپی نشان داد که صفات تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی، تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی و طول برگ اثر مستقیم و مثبت بر روی عملکرد دارند و صفات عرض برگ و طول گل اثر منفی و مستقیم بر عملکرد دارند (جدول ۶).

بر اساس نتایج بداسا و همکاران تعداد دانه در گیاه، تعداد روز تا بالغ شدن و طول برگ اثر مستقیم بر عملکرد ترتیزک داشتند. همچنین ارتفاع گیاه و تعداد روز تا گلدهی نیز اثر مستقیم و منفی بر عملکرد داشتند. بررسی پارامترها و بالاسوبرامانیان [۲۳] روی گیاه ذرت نشان داد که صفات پهنای برگ و محیط ساقه مهمترین صفات برای اصلاح عملکرد ذرت علوفه ای هستند. همچنین در تحقیق دیگری ارتفاع بوته و عرض برگ بیشترین اثر مستقیم و مثبت را روی عملکرد یونجه داشت [۸].

دانه ها به عرضه مواد فتوسنتزی و آب وابسته است و کلزا بیشتر مواد فتوسنتزی خود را صرف تشکیل بعضی از اجزاء عملکرد مانند تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف می کند، در نتیجه صفاتی مانند اندازه دانه کمتر تغییر می کند [۲۲].

برای شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد در توده های ترتیزک، از تجزیه رگرسیون استفاده شد. به این ترتیب عملکرد متغیر وابسته و دیگر صفات متغیرهای مستقل و تأثیرگذار بر عملکرد در نظر گرفته شد و صفات به صورت گام به گام وارد رگرسیون شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که صفات طول برگ و تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی و جانبی وارد مدل رگرسیونی شدند، اما سایر صفات از مدل حذف شدند که نشان دهنده عدم تأثیر معنادار آن بر عملکرد است.

نخستین صفت وارد شده به مدل طول برگ بود که توجیه کننده بیش از ۹۱ درصد تغییرات عملکرد بود. دومین صفت وارد شده در مدل نیز تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی بود که به همراه اولین صفت توجیه کننده ۹۲/۲ درصد عملکرد بود و سومین صفت وارد شده در مدل نیز تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی بود که به همراه دو صفت نخست ۹۳/۴ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کرد (رابطه ۱). نتایج فوق با نتایج همبستگی ساده تطابق داشت که در آن صفات وارد شده در مدل رگرسیونی از همبستگی بالاتری با عملکرد برخوردار بودند. اگر عملکرد Y و طول برگ X_1 ، تعداد دانه در خورجینک ساقه

جدول ۵. تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد به عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات به عنوان متغیرهای مستقل

صفت	ضرایب استاندارد	انحراف معیار	ضریب تبیین مدل	ضریب تبیین جزء	F
عرض از مبدأ	۲۰/۳	۳/۵۵			۵/۷۲
طول برگ	۴/۸	۱/۳۵	۰/۹۱	۰/۹۱	۳/۵۵**
تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی	۰/۸۲	۰/۰۳۳	۰/۹۲۲	۰/۰۱۲	۲/۴۶**
تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی	۰/۱۵	۰/۰۵۱	۰/۹۳۴	۰/۰۱۲	۳/۹۲**

جدول ۶. میزان آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد بر پایه همبستگی فنوتیپی در ژنوتیپ‌های ترتیزک

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم			
		تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی	تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی	طول برگ	عرض برگ
تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی	۰/۶۷	---	۰/۵۴	۱/۷	-۱/۴۱
تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی	۰/۹۸	۰/۷۹	---	۰/۵۲	۰/۵۹
طول برگ	۶/۸۱	۱/۷	۳/۶	---	۴/۲۹
عرض برگ	-۵/۶۵	-۱/۴۶	-۵/۲	-۵/۲	-۱/۸۶
طول گل	-۳	-۱/۴۱	-۱/۰۲	-۱/۰۲	---

در این جدول مقدار ویژه مربوط به هر عامل، میزان واریانس هر عامل که اهمیت آن را در تفسیر کلی داده‌ها نشان می‌دهد و واریانس مشترک که نشا دهنده بخشی از واریانس آن صفت است که با عامل‌های مشترک ارتباط دارد، و واریانس‌های اختصاصی هر صفت ارائه شده است [۱۶].

با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی متغیرهای سه عامل پنهانی ۷۰ درصد کل واریانس را توجیه می‌کنند، که سهم آن‌ها به ترتیب ۳۴/۸۹، ۲۴/۷۱ و ۱۰/۴۸ درصد بود. در عامل نخست صفات تعداد خورجینک در گیاه، تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی و تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی دارای بار مثبت و بالایی نسبت به سایر صفات بودند. این عوامل را می‌توان در ارتباط با بذردانست. در عامل دوم صفات طول برگ و عرض برگ دارای بار مثبت و بالاتری نسبت به بقیه صفات بودند که این عوامل را می‌توان در ارتباط با برگ دانست و در عامل سوم صفات روز تا جوانه زنی و درصد جوانه زنی دارای بار مثبت بیشتری نسبت به بقیه صفات بودند که این عوامل را می‌توان در ارتباط با جوانه‌زنی دانست. نتایج تجزیه عامل‌ها روی گیاه جعفری [۱] نشان داد که بیشترین تفاوت توده‌ها در بخش رویشی بود. در این بررسی مجموعاً شش عامل ۶۸ درصد واریانس بین صفات را توجیه کرد و توانست عوامل فرق‌گذار بین توده‌های جعفری را مشخص سازد.

در این پژوهش بزرگ‌ترین اثر مستقیم و مثبت را طول برگ (۶/۸۱) و بزرگ‌ترین اثر مستقیم و منفی را عرض برگ (-۵/۶۵) داشت. طول برگ علاوه بر اثر مستقیم بر عملکرد، روی سایر صفات موردبررسی نیز دارای تأثیر مثبت، البته غیرمستقیم بود. عرض برگ نیز دارای تأثیر منفی و غیرمستقیم بر سایر صفات بود. تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد داشت (۰/۶۷). این شاخص بر تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی (۰/۵۴) و طول برگ (۱/۷) اثر مثبت غیرمستقیم و بر عرض برگ (-۱/۴۶) و طول گل (-۱/۴۱) اثر منفی غیرمستقیم داشت. بر اساس نتایج ارائه شده توسط گوناسکاران و همکاران [۱۵] صفات تعداد دانه در خوشه و همچنین وزن صد دانه شاخص‌های مهمی برای انتخاب غیرمستقیم ارقام با عملکرد مطلوب هستند. شارما و ساستری [۲۵] پس از تجزیه عملکرد شنلبله بیان داشتند که حداکثر سهم مستقیم مربوط به تعداد ساقه‌های فرعی و تعداد غلاف در بوته است. فیکرسلاسی و همکاران [۱۳] بیان داشتند که همبستگی مثبت و بالایی که بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه در هر بوته مشاهده می‌شود را می‌توان به اثر غیرمستقیم مثبت و بالای تعداد دانه در هر گیاه و وزن هزار دانه بر ارتفاع بوته مربوط دانست. جدول ۷ نتایج تجزیه به عامل‌ها را به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران وریماکس در توده‌های ترتیزک نشان می‌دهد.

جدول ۷. نتایج تجزیه عاملی صفات مختلف در توده‌های ترتیزک

اجزاء			صفت
۳	۲	۱	
۰/۷۴	۰/۱	۰/۲۲	روز تا سبز شدن
۰/۷۶	۰/۰۸	۰/۰۸	روز تا جوانه‌زنی
-۰/۱۹	۰/۷۷	-۰/۰۶	روز تا گل‌دهی
-۰/۰۲	۰/۲۹	۰/۸۱	ارتفاع نخستین ساقه فرعی
-۰/۰۲	۰/۳۸	۰/۷۲	ارتفاع ساقه اصلی
-۰/۰۶	-۰/۶	۰/۶	تعداد ساقه فرعی
-۰/۰۷	-۰/۱	۰/۹۲	تعداد خورجینک در گیاه
۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۸۹	تعداد دانه در خورجینک ساقه جانبی
-۰/۰۵	۰/۴۱	۰/۷۷	تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی
۰/۱۱	۰/۸۷	۰/۳۵	ارتفاع برگ
۰/۱۴	۰/۸۱	۰/۳۲	عرض برگ
۰/۱۴	۰/۴۹	۰/۵۹	طول گل
۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۴	عملکرد
۱۰/۴۸	۲۴/۷۱	۳۴/۸۹	واریانس نسبی
۷۰/۰۹	۵۹/۶۱	۳۴/۸۹	واریانس تجمعی

۴. نتیجه‌گیری کلی

در برنامه‌های اصلاحی بررسی همبستگی بین صفات از اهمیت خاصی برخوردار است. یعنی به حتم باید صفتی با صفت دیگر همبستگی داشته باشد تا بتوان گزینش انجام داد. نتایج به دست آمده از تجزیه همبستگی فنوتیپی نشان داد که بیشتر صفات با یکدیگر همبستگی معنا داری دارند. صفت عملکرد همبستگی معنا داری با اغلب صفات داشت که بیانگر تأثیر تعیین کننده هر یک از این صفات در عملکرد است. برای دستیابی به عملکرد بالا در ترتیزک لازم است که گزینش مثبت برای صفاتی مانند تعداد بذل در ساقه اصلی و جانبی و طول برگ به طور هم زمان انجام گیرد تا به نتایج مطلوب دست یافت و در تولید ژنوتیپ‌های پر عملکرد ترتیزک گام مؤثری برداشت. با توجه به نتایج

تجزیه علیت، می توان چنین نتیجه گرفت که صفات طول برگ، تعداد دانه در خورجینک ساقه اصلی و جانبی مهم ترین صفات تأثیرگذار در عملکرد ترتیزک بوده و در برنامه‌های گزینشی برای عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. بر اساس فرض‌های تجزیه به عامل‌ها، عوامل پنهانی مستقل از یکدیگرند. به عبارت دیگر تغییر در یک عامل موجب تغییر در عوامل دیگر نخواهد شد. در نتیجه می توان صفات مختلفی را که تحت تأثیر عوامل مختلف قرار دارند به‌طور هم‌زمان بهبود بخشید. در این صورت می توان برای رسیدن به تیپ مناسب به تقویت یا تضعیف یکی یا هر سه عامل پنهانی پرداخت و امید داشت که صفات تحت تأثیر هر یک از عوامل پنهانی، با تغییر عوامل دیگر دچار تغییر نخواهد شد. بر اساس نتایج

- Lepidium sativum (Chandrasur) a medicinal herb used in folklore remedies in India using RAPD. *Journal of Genetic Engineering Biotechnol.* 10:39-45.
7. Bedassa T., Andargie M. and Eshete M. (2013) Genetic variability and association among yield, yield related trait and oil content in Ethiopian garden cress genotypes. *Journal of Plant Breeding and Crop Science.* 5(7):141-149.
 8. Choubey R.N. and Gupta S.K. (1986) Correlation and path analysis in forage oat. *Indian Journal of Agricultural Sciences.* 56: 674-677.
 9. Diederichsen A. (1996) Coriander (*Corianderum sativum* L) Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop plant Research, Gatersleben, and IPGRI, and Rome. 83 p.
 10. Diepenbrock W. (2000) Yield analysis of winter oilseed rape. *Field crops research.* 67:35-49.
 11. Dofing S.M. and Knight C.W. (1992) Alternative model for path analysis of small-grain yield. *Crop Science.* 32: 487-489.
 12. Emam Y. and Borjan A.R. (2000) Yield and yield components of 2 winter wheat cultivars in response to rate and time of foliar application. *Journal of Agriculture Science.* 2:263-270.
 13. Fikreselassie M., Zeleke H. and Alemayehu N. (2012) Correlation and Path Analysis in Ethiopian Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L) Landraces. *Crown Research in Education.* 2: 132 - 42.
 14. Finne M.A., Rognli O.A. and Schjelderup I. (2000) Genetic variation in a Norwegian germplasm collection of white clover (*Trifolium repens* L.). Correlation and path coefficient analysis of agronomic characters. *Euphytica.* 112: 57-68.
 15. Ageel A.M., Tariq M. and Ahsan S.K. (1989) Studies on some herbal drugs used in fracture healing. *International Journal of Crude Drugs Research.* 27: 235-239.
 16. Anikumar V.R., Thakur M.C. and Hedau N.K. (2003) Correlation and path coefficient analysis in tomato. *Annals of Agricultural Research New Series.* 24, 175-177.
 17. Ariyo O.J. and Odulaja A. (1991) Numerical analysis of variation among accessions of okra (*Abelmoschus esculentus* L). *Annals of Botany.* 67:527-531.
 18. Bansal D., Bhasin P., Yadav O.P. and Punia A. (2012) Assessment of genetic diversity in
- پژوهش اخیر می‌توان با تقویت عامل اول و دوم به تیپ موردنظر نزدیک شد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که به منظور افزایش عملکرد در ترتیزک به پتانسیلی بالقوه نیاز است. این پتانسیل بالقوه در واقع منبع ذخیره‌ای است که در زمان نیاز باید گیاه آن را در مراحل تشکیل برگ و تولید بذر استفاده کند. بنابراین در برنامه‌های اصلاحی باید صفاتی را گزینش کرد که برای افزایش تعداد دانه در بوته به‌عنوان افزایش مخزن بالقوه از یک طرف و صفات مؤثر در افزایش رشد رویشی و شاخ و برگ و افزایش شاخص سطح برگ و اندام‌های فتوسنتز کننده گیاهی به‌عنوان منابع ذخیره‌ای هستند.

منابع

۱. عالم زاده ن.، صفائیان ن.، موسوی م. و بیرانوند ز. (۱۳۹۳) ارزیابی تنوع ژنتیکی برخی توده‌های بومی جعفری با استفاده از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی. به‌نژادی گیاهان زراعی باغی. ۲ (۲): ۱۳۹-۱۵۲.

۲. فرشادفر الف. (۱۳۷۷) روش‌های اصلاح گیاهان. انتشارات رازی، کرمانشاه. ۶۱۶ صفحه.

17. Gunasekaran M.N., Nadarajan S. and Netaji S.V. (2010) Character association and path analysis in interracial
18. Hybrids in rice (*Oryza Sativa* L). Electronic Journal of Plant Breeding. 1: 956-960.
19. Johnson R. A., Wichern DW (2007) Applied multivariate statistical analysis, 6th Ed. Pearson Education. Upper Saddle River. 794 p.
20. Li Y., Zhang T., Korkaya H., Liu S., Lee H.F., Newman B., Yu Y., Clouthier S.G., Schwartz S.J., Wicha M.S. and Sun D. (2010) Sulforaphane, a dietary component of oil/broccoli sprouts, inhibits breast cancer stem cells. *Clinical Cancer Research*. 16: 2580–2590.
21. Manickam S. and Das, L.D.V. (1994) Character association and path analysis in forage sorghum. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*. 28: 116-119.
22. McGiffen M.E., Pantone D.J. and Masiunas J.B. (1994) Path analysis of tomato yield components in
23. relation to competition with black and eastern black nightshade. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 119: 6-11.
24. Mohammed S. and Tesfaye K. (2015) Morphological and Molecular characterization of *Lepidium sativum* population collected from Ethiopia. *African Journal of Plant Science*. 9(4): 215- 222.
25. Morris K., Linkies A., Muller K., Oracz K., Wang X., Lynn J.R., Metzger G.L. and Savage N.E.F. (2011) Regulation of seed germination in the close Arabidopsis relative *Lepidium sativum*: A Global Tissue Specific Transcript Analysis. *Plant Physiology*. 155(4):1851-1870.
26. Nuttall W., Ukrainetz H., Stewart J.B.W. and Spurr D.T. (2006) the effect of nitrogen, sulfur and boron on yield and quality of rapeseed (*Brassica napus* L. and *Brassica campestris* L.). *Journal Soil Science*, 67: 545-559.
27. Paramathma M. and Balasubramanian M. (1986) Correlation and path coefficient analysis in forage maize (*Zea mays* L.). *Madras Agricultural Journal*. 73: 6-10.
28. Piepho H.P. (2000) a mixture-model approaches to mapping quantitative trait loci in barley on the basis of multiple environment data. *Genetics*. 156: 2043-2050.
29. Sharma K.C. and Sastry E.V.D. (2008) Path analysis for seed yield and its component characters in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*. 17: 69 - 74.
30. Singh M. and Singh G. (1995) Correlation and path analysis in toria under mid hills Sikkim. *Crop improvement*. 22:95-97
31. Souri E., Amin G.H., Farsam H. and Andaji S. (2004) The antioxidant activity of some commonly used vegetables in Iranian diet. *Fitoterapia*. 75:585–588.
32. Vicente M.C., Guzman J., Engels V. and Ramanatha R. (2005) Genetic characterization and its use in decision making for the conservation of crop germplasm. *The Role of Biotechnology*. 122-128.
33. Zhan HJ., Fontane E., Tibaldi G. and Nicolas S. (2009) Qualitative and physiological response of minimally processed garden cress (*Lepidium sativum* L.) to harvest handling and storage conditions. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 7: 43-50.



Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 19 ■ No. 4 ■ Winter 2017

Investigation the relationship between morphological traits and their effect on yield of garden cress accessions

Vahid Rahimi¹, Mehdi Mohebodini^{2}, Alireza Ghanbari², Shiva Azizinia³, Mehdi Behnamian⁴*

1. Ph.D. Student, Department of Horticulture and Landscape Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. Associate Professor, Department of Horticulture and Landscape Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Abureyhan, university of Tehran, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Horticulture and landscape sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Received: February 21, 2017

Accepted: November 26, 2017

Abstract

In order to assessment the relationship between traits affecting yield of garden cress, an experiment was conducted in lattice square design with three replications in Eyvanekey Jihad Farm in 2016. The ANOVA showed that the difference among accessions was significant for all traits. There was a significant phenotypic correlation between yield and most of the traits. The highest value of phenotypic correlation was obtained between leaf height and leaf width (0.92). The regression analysis showed that the highest effect on the yield was due to leaf height and numbers of seeds per silique of lateral branches and main axis, as these three traits were about 93% of total yield changes and leaf height was the first trait that entered to the model and explained 91% of the variation. The path analysis of phenotypic correlation showed that the leaf height had the greatest direct effects on the yield (6.81). Leaf length, in addition to the direct effect on yield, through the rest of the traits has a positive indirect impact. In factor analysis, three independent factors explained about 70% of the yield variation. The first factor consists of number of silique per plant, number of seeds per silique of lateral branches and main axis has named seed factors. The purpose of this study was detection of phenotype correlation between yield and yield components, estimation of direct and indirect effects of yield components on yield and its part in diversity justification.

Keywords: correlation, direct effect, lattice design, path analysis, stepwise regression.