دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تنوع ژنتیکی در لاین‌های M2 خرفه (*Portulaca oleracea*) حاصل از جهش‌زایی با دی متیل سولفات (DMS)

ناهید فیضی کلاسی[۱] و محمدحسین فتوکیان[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک و به نژادی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، (نویسنده مسوول: fotokian@shahed.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۸
صفحه: ۱۰۵ تا ۱۱۴

چکیده

خرفه یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی مورد استفاده در جهان است. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در لاین‌های نسل دوم (M2)، آزمایشی در قالب طرح آشیانه‌ای با دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. تیمار آزمایشی شامل لاین‌های نسل دوم بودند که با دی متیل سولفات در غلظت‌های صفر، ۰/۰۸، ۰/۱، ۰/۱۲، ۰/۱۴ درصد تیمار گردیدند. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، نسب وزن خشک به وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، طول برگ، عرض برگ، شکل برگ، تعداد کپسول در بوته ، محتوای کلروفیل، سطح برگ و هکتولیتر. در تجزیه واریانس چندگانه گرچه تفاوت بین غلظت‌های مختلف DMS در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود ولی در تجزیه واریانس ساده این تفاوت فقط برای صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن تر برگ، طول برگ و عرض برگ معنی دار گردید. در نتایج مقایسه میانگین حداکثر قطر ساقه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، تعداد کپسول در بوته، نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، وزن تر بوته و شکل برگ در غلظت ۰/۱٪ بدست آمد. از ۱۹۰ ضریب همبستگی ناقص، ۲۸ ضریب معنی دار بودند (۱۵٪) در حالی که این مقدار در همبستگی پیرسون ۵۸٪ بود. در تجزیه عاملی ۱۹ متغیر مورد مطالعه به ۶ عامل کاهش یافت که این ۶ عامل ۷۱/۸۶ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. در تجزیه علیت با تکرار داده، اثر مستقیم وزن تر ساقه بر وزن تر بوته بیشتر از اثر غیرمستقیم بود درحالی‌که این روند بر روی وزن تر برگ معکوس بود. در استفاده از میانگین تکرارها، بیشترین اثر غیرمستقیم را وزن تر برگ و نسبت وزن خشک به وزن تر برگ از طریق وزن تر ساقه بر وزن تر بوته داشتند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه عاملی، تجزیه علیت، جهش، خرفه، همبستگی ناقص

مقدمه

گیاهان دارویی منبع مهم داروهای گیاهی و شیمیایی محسوب می‌شوند. پیچیده‌تر شدن نظام‌های مراقبت از تندرستی، هزینه بسیار بالای درمان و در کنار آنها اثرات مخرب و جانبی داروهای شیمیایی و ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی زمینه‌ساز روی آوردن مردم به سایر روش‌های درمانی به ویژه گیاه درمانی شده است، زیرا گیاهان دارویی به دلیل ماهیت طبیعی‌شان با بدن سازگاری بهتری دارند و معمولا فاقد عوارض ناخواسته هستند. اگرچه تولید مواد مؤثره در گیاهان دارویی با هدایت فرآیندهای ژنتیکی همراه است ولی به طور بارزی تحت تاثیر عوامل محیطی مانند ارتفاع از سطح دریا، شیب و عرض جغرافیایی، دما، نور و رطوبت نسبی قرار می‌گیرد، به طوری که عوامل محیطی سبب تغییرات در رشد گیاهان دارویی و نیز کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها نظیر آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، اسانس‌ها و امثال آنها می‌گردد (۳).

خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* و از خانواده Portulacaea، گیاهی است علفی، گوشت‌دار و یک‌ساله تابستانه که برگ‌هایی متقابل و گل‌هایی کوچک به رنگ زرد داشته و در بیشتر نقاط کره زمین به صورت خودرو رشد و به عنوان گیاه دارویی محسوب می‌شود. خرفه به دلیل دارا بودن بسیاری از مواد مغذی و اثرات درمانی مختلف می تواند به عنوان یکی از مواد غذایی مهم برای آینده در نظر گرفته شود و به عنوان قسمتی از برنامه غذایی همه گروه‌های سنی مورد استفاده قرار گیرد (۱۴).

اصلاح نباتات بر پایه گزینش و تنوع بنا شده است. اگرچه تلاقی موجودات قادر به گسترش تنوع ژنتیکی است ولی جهش است که می‌تواند تنوع اصلی و پایه‌ای را ایجاد کند و مواد اولیه برای گزینش را فراهم آورد (۲۶). تنوع ژنتیکی در گیاهان می‌تواند به صورت طبیعی و یا مصنوعی ایجاد شود. تنوع طبیعی در اثر جهش‌های طبیعی و یا بازترکیبی ژن‌ها در اثر دورگ‌گیری طبیعی حاصل می‌شود. از آن‌جا که فراوانی جهش‌های طبیعی به شدت پایین است القای جهش مصنوعی روشی سودمند و کارا در افزایش تنوع در گیاهان می باشد (۴). موتاژن یا جهش‌زا عواملی هستند که قادر به ایجاد جهش در گیاهان بوده و عموما به دو گروه فیزیکی و شیمیایی تقسیم می‌شوند. از مهمترین عوامل فیزیکی و شیمیایی می‌توان به ترتیب به پرتو گاما و مواد آلکیل‌گذار اشاره کرد. عوامل آلکیل‌گذار مانند اتیل متان سولفونات و دی متیل سولفات (DMS) مهم‌ترین و قوی‌ترین مواد جهش‌زای شیمیایی هستند که در به‌نژادی گیاهان از طریق جهش کاربرد دارند. DMS سبب متیلاسیون بازها می‌گردد (۱۱). حسین آوا و نجاری (۱۳) برای تولید جهش یافته در چند رقم زیتون (*Olea europaea*) با استفاده از دی متیل سولفات، بیان

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]
[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

داشتند که در غلظت ۰/۱ درصد در رقم مانزانیلا بیشترین تغییرات در ریشه‌زایی و در غلظت ۰/۳ درصد در رقم روغنی، تغییرات ریخت‌شناسی به ویژه در ارتفاع نهال و تولید گیاهان پاکوتاه مشاهده شد. بهمنی و همکاران (۵) در آزمایشی با پرتودهی اشعه گاما با دزهای صفر، ۲۰،۴۰،۶۰،۱۰۰،۱۵۰ گری در گیاه دارویی علف مار (*Caparis spinosa*) نشان دادند که بالاترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در ۱۰۰ گری و بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی در ۱۵۰ گری بدست آمد. فتوکیان (۱۰) در مطالعه اشعه گاما با دزهای ۸۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ گری در ارقام کلزا (*Brassica napus*) به‌منظور ایجاد تنوع ژنتیکی، ۱۸ لاین از رقم ساری گل و ۱۲ لاین از رقم RGS003 به دست آورد که این لاین‌های جهش یافته از نظر رنگ و اندازه دانه، ارتفاع بوته و زمان رسیدن با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند.

هدف از اجرای این تحقیق بررسی تنوع ژنتیکی در لاین‌های جهش یافته نسل دوم (M2) بود که از طریق تیمار بذور خرفه زراعی با غلظت‌های مختلف جهش‌زای شیمیایی دی متیل سولفات بدست آمده بودند.

مواد و روش‌ها

بذور خرفه زراعی که از شرکت گلباران سبز (۳۲) تهیه شده بود با ماده شیمیایی دی متیل سولفات (DMS) در غلظت‌های صفر، ۰/۰۸، ۰/۱، ۰/۱۲ و ۰/۱۴ درصد تیمار گردید (۲۳). بذور M1 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد (35°33'14.3"N 51°20'24.1"E) کشت و بذور M2 بدست آمد. بذور M2 در ردیف‌های جداگانه کشت و در طول فصل رویش از نظر برخی صفات ریخت‌شناسی بررسی شدند. تعداد لاین های نسل دوم برای سطوح تیمار فوق به ترتیب عبارت بود از: ۸، ۴۰، ۴۴، ۴۶، ۴۴. برای هر واحد آزمایشی، کشت در خطی به طول یک و نیم‌متر انجام گرفت. نمونه‌برداری از بوته‌های دو ماهه در حال رقابت (دو بوته از هر واحد آزمایشی) و به صورت تصادفی انجام شد. این آزمایش در قالب طرح آماری آشیانه‌ای با دو تکرار اجرا شد.

عملیات داشت شامل آبیاری و وجین علف‌های هرز بر اساس عرف منطقه انجام گرفت. اندازه‌گیری ارتفاع بوته با متر و صفات طول برگ و عرض برگ با خط‌کش انجام گرفت. شکل برگ از تقسیم طول به عرض برگ بدست آمد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ‌سنج (Delta-T, UK)، برای اندازه‌گیری وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، نسبت وزن خشک به وزن تر بوته از ترازو و برای اندازه‌گیری قطر ساقه از کولیس دیجیتال استفاده شد. هکتولیتر با استفاده از استوانه مدرج و ترازو اندازه‌گیری شد. محتوای کلروفیل با دستگاه کلروفیل متر SPAD 502 PLUS (کمپانی Konica Minolta ژاپن) اندازه‌گیری شد.

تجزیه آماری داده شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین (آزمون دانکن)، همبستگی پیرسون، همبستگی ناقص، تجزیه عاملی و تجزیه علیت با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام گرفت. همبستگی بین صفات با در نظر گرفتن تکرار در هر واحد آزمایشی برآورد شد. در تجزیه علیت که با استفاده از رگرسیون گام به گام و در دو حالت با تکرار و میانگین تکرار انجام شد فقط صفاتی که با وزن تر بوته (متغیر وابسته) دارای ضریب رگرسیون معنی‌دار بودند در مدل وارد شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

در تجزیه واریانس چندگانه با استفاده از چهار معیار مربوطه، بین غلظت‌های مختلف DMS تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد (جدول ۱).

در تجزیه واریانس ساده بین غلظت‌های مختلف DMS برای ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن تر برگ، طول برگ، عرض برگ، تعداد کپسول در بوته و محتوای کلروفیل در سطح احتمال ۱٪ و برای سطح برگ در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس چندگانه

Table 1. The results of multivariate variance analysis

شاخص‌های آماری	مقدار شاخص	آزمونF
Pillai's Trace	۰/۸۰۸	۳/۲**
Wilks' Lambda	۰/۳۲۰	۴/۱**
Hotelling's Trace	۱/۷۴۳	۵/۲**
Roy's Largest Root	۱/۵۰۶	۱۸/۹**

**: معنی دار در سطح احتمال ۱درصد.

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه

Table 2. Simple variance analysis of studied traits

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)								
		ارتفاع بوته	تعداد ساقه فرعی	قطر ساقه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	نسبت وزن خشک به وزن تر برگ	وزن تر بوته
غلظت DMS	۴	۲۷۶۳/۳**	۱۵/۸۰۹**	۲۵/۴**	۰/۲۳**	۰/۰۳**	۰/۰۱۲ns	۰/۱۰**	۰/۰۱۳ns	۰/۰۱۶ns	۰/۱۴ns
لاین‌های درون تیمار	۸۶	۲۷۳/۱ns	۵/۴۲۸ns	۱۳/۵**	۰/۰۷ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰۷ns	۰/۰۳ns	۰/۰۰۴ns	۰/۰۴۶ns	۰/۰۹ns
خطای آزمایشی	۹۱	۲۱۷/۲	۴/۳۶۹	۶/۷	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱۰	۰/۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۴۸	۰/۰۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۹/۷	۲۵/۷	۱۵/۵	۲۸/۱	۲۰/۷	۱۶/۵	۲۷/۹	۱۹/۷	۲۷/۵	۲۹/۶

** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه

Continued Table 2. Simple variance analysis of studied traits

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)								
		وزن خشک بوته	نسبت وزن خشک به وزن تر بوته	طول برگ	عرض برگ	شکل برگ	تعداد کپسول در بوته	محتوای کلروفیل	سطح برگ	هکتولیتر
غلظت DMS	۴	۰/۰۲۲^{ns}	۰/۰۲۶^{ns}	۰/۴۱**	۰/۰۱۹**	۰/۰۶^{ns}	۷/۵۸**	۱۹۶/۵**	۳/۴۲*	۰/۵۴^{ns}
لاین‌های درون تیمار	۸۶	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۱۵^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۹۲^{ns}	۰/۶۸^{ns}	۲۲/۳^{ns}	۱/۰۸^{ns}	۰/۳۷^{ns}
خطای آزمایشی	۹۱	۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۵۶	۲۵/۵	۰/۱۲	۰/۴۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۸/۶	۲۳/۸	۷/۱	۸/۷	۲۷/۵	۲۰/۴	۱۵/۱	۱۰/۷	۱۷/۷

*،** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

مقایسه میانگین

حداکثر ارتفاع بوته در غلظت ۰/۱٪ مشاهده شد که با شاهد و غلظت ۰/۰۸٪ تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۳). معمولاً انتظار می‌رود با افزایش غلظت ماده جهش‌زا، رشد گیاه کاهش یابد (۱۴) که در این تحقیق با افزایش غلظت مقدار ارتفاع بوته نیز کاهش یافت. همچنین بیشترین تعداد ساقه فرعی در غلظت ۰/۱٪ به‌دست آمد که با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین مقدار طول برگ و عرض برگ در غلظت ۰/۱۴٪ اندازه‌گیری شد و تفاوت این صفات در این غلظت با غلظت‌های ۰/۱۲٪ و ۰/۱٪ معنی‌دار نبوده است. بیشترین تعداد کپسول در بوته در غلظت ۰/۱٪ مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشت. محتوای کلروفیل در غلظت ۰/۱۴٪ با سایر غلظت ها دارای تفاوت معنی‌دار بود.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات $(\bar{x} \pm s_{\bar{x}})$ در غلظت‌های مختلف دی متیل سولفات

Table 3. The results of traits mean comparison $(\bar{x} \pm s_{\bar{x}})$ in different concentrations of DMS

غلظت DMS(٪)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد ساقه فرعی	قطر ساقه (cm)	وزن تر ساقه (gr)	وزن خشک ساقه (gr)
شاهد	۷۴/۱±۵/۱۳^{ab}	۴۰/۵±۷/۳۲^{b}	۱۷±۰/۵۶^{a}	۰/۳۷±۰/۰۷^{b}	۰/۰۴±۰/۰۰۸^{b}
۰/۰۸	۸۱/۴±۲/۴۵^{a}	۷۰/۱۱±۵/۵۱^{a}	۱۷/۴±۰/۴۵^{a}	۰/۵۷±۰/۰۳^{ab}	۰/۰۶±۰/۰۰۵^{ab}
۰/۱	۸۳/۶±۱/۷۸^{a}	۸۴/۹۱±۵/۱۵^{a}	۱۷/۵±۰/۴۵^{a}	۰/۷۷±۰/۰۵^{a}	۰/۱۱±۰/۰۱^{ab}
۰/۱۲	۶۷/۲±۲/۹۵^{b}	۶۷/۰۹±۶/۲۶^{ab}	۱۶/۴±۰/۵۳^{b}	۰/۶۳±۰/۰۷^{ab}	۰/۰۶±۰/۰۰۶^{ab}
۰/۱۴	۶۵/۱±۲/۱۷^{b}	۶۶/۵۵±۵/۷۴^{ab}	۱۵/۶±۰/۵۱^{b}	۰/۵۲±۰/۰۷^{ab}	۰/۱۰±۰/۰۳^{ab}

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

ادامه جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات $(\bar{x} \pm s_{\bar{x}})$ در غلظت‌های مختلف دی متیل سولفات

Table 3 (continue). The results of traits mean comparison $(\bar{x} \pm s_{\bar{x}})$ in different concentrations of DMS

غلظت DMS(٪)	وزن تر برگ (gr)	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	تعداد کپسول در بوته	محتوای کلروفیل	سطح برگ (cm^2)
شاهد	۰/۲۰±۰/۰۹^{bc}	۶±۰/۲۷^{bc}	۲/۶۵±۰/۱۱^{bc}	۱۳۱/۷۵±۳۳/۰۹^{b}	۳۲/۷۸±۲/۱۵^{b}	۱۲۲۰/۶۸±۱۶۰/۳۶^{b}
۰/۰۸	۰/۱۴±۰/۰۲^{a}	۵/۵۹±۰/۱۵^{c}	۲/۵۶±۰/۰۷^{c}	۳۱۳/۸۸±۳۱/۵۰ ^{a}	۳۳/۰۵±۰/۶۱^{b}	۱۹۸۵/۰۹±۲۲۴/۹۷^{ab}
۰/۱	۰/۱۸±۰/۰۲^{c}	۶/۱۶±۰/۱۰^{abc}	۲/۸۲±۰/۰۷^{abc}	۳۳۳/۶۵±۲۲/۸۱^{a}	۳۱/۵۶±۰/۶۰^{b}	۲۸۷۳/۵۷±۳۹۶/۵۸۵^{ab}
۰/۱۲	۰/۲۶±۰/۰۳^{a}	۶/۶۷±۰/۱۴^{ab}	۳/۰۵±۰/۰۶^{ab}	۱۹۷/۹۲±۳۰/۶۵^{b}	۳۲/۹۷±۰/۸۲^{b}	۳۳۲۶/۴۶±۳۶۵/۴۸^{a}
۰/۱۴	۰/۲۳±۰/۰۲^{ab}	۶/۶۷±۰/۱۴^{a}	۳/۱۳±۰/۰۸^{a}	۱۴۰±۱۷/۸۲^{b}	۳۷/۳۴±۰/۸۸^{a}	۲۸۸۱/۹۰±۳۱۲/۰۸^{a}

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

همبستگی پیرسون بین صفات

از ۱۹۰ ضریب همبستگی پیرسون بین صفات به صورت دو به دو، تعداد ۱۱۰ ضریب معنی‌دار بود (۵۸٪). بیشترین همبستگی پیرسون مثبت بین صفات وزن تر بوته و وزن تر ساقه (۰/۹۵) مشاهده شد (جدول ۴).

قطر ساقه با صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، وزن تر ساقه، تعداد کپسول در بوته و وزن تر بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت یعنی می‌توان در گزینش نمونه مناسب از نظر وزن تر بوته از قطر ساقه به‌عنوان شاخص انتخاب، استفاده نمود. وزن خشک ساقه با وزن تر ساقه و همچنین وزن خشک بوته با وزن تر بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت ولی همبستگی بین وزن خشک برگ و وزن تر برگ معنی‌دار نشد این نشان می‌دهد که علت همبستگی معنی‌دار وزن خشک بوته با وزن تر بوته، همبستگی وزن خشک ساقه و وزن تر ساقه بود. همبستگی سطح برگ با صفات وزن تر برگ، وزن تر ساقه و وزن تر بوته مثبت و معنی‌دار بود. باتوجه به اینکه قسمت عمده مصرف خرفه، برگ آن است، این نتیجه می‌تواند در گزینش ژنوتیپ‌های برتر خرفه از نظر عملکرد برگ مورد توجه قرار گیرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه

Table 4. The coefficients of Pearson correlation among studied traits

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X2	۰/۴۳**							
X3	۰/۴۹**	۰/۵۰**						
X4	۰/۴۴**	۰/۷۲**	۰/۴۹**					
X5	۰/۱۶*	۰/۳۷**	۰/۲۲**	۰/۵۵**				
X6	−۰/۲**	−۰/۱۱	−۰/۲**	−۰/۱۰	۰/۴۰**			
X7	۰/۰۶	۰/۴۵**	۰/۲۲**	۰/۴۸**	۰/۲۰**	−۰/۱۱		
X8	−۰/۴۰	−۰/۱۱	−۰/۱۴*	−۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۱۵*	۰/۱۲	
X9	−۰/۰۵	−۰/۳**	−۰/۳**	−۰/۳**	−۰/۱**	۰/۲۸**	−۰/۴**	۰/۵۹**
X10	۰/۳۶**	۰/۷۲**	۰/۴۶**	۰/۹۵**	۰/۵۰**	−۰/۱۲	۰/۷۱**	۰/۰۰۸
X11	۰/۰۳	۰/۲۲*	۰/۰۷	۰/۳۸*	۰/۷۲**	۰/۲۹**	۰/۱۷*	۰/۳۰**
X12	−۰/۲**	−۰/۲**	−۰/۳**	−۰/۲**	۰/۰۱۱	۰/۴۱**	−۰/۲**	۰/۳۲**
X13	−۰/۱۰	۰/۲۲**	۰/۱۶*	۰/۲۸**	۰/۱۸*	−۰/۱۰۸	۰/۴۰**	۰/۱۱
X14	−۰/۱۵*	۰/۱۸*	۰/۱۰	۰/۲۱*	۰/۱۵*	−۰/۰۲	۰/۲۹**	۰/۱۱
X15	−۰/۰۱	۰/۲۲*	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۲	−۰/۰۳	۰/۰۳	−۰/۰۰
X16	۰/۴۸**	۰/۶۷**	۰/۴۹**	۰/۶۸**	۰/۳۰**	−۰/۱۱	۰/۲۲**	−۰/۰۸
X17	−۰/۲**	−۰/۲**	−۰/۱۲	−۰/۳**	−۰/۰۹	۰/۱۲	−۰/۱۳	۰/۰۴
X18	۰/۱۸*	۰/۵۳**	۰/۲۹**	۰/۶۰**	۰/۲۶**	−۰/۱۳	۰/۸۳**	۰/۰۶
X19	۰/۰۵	−۰/۰۶	−۰/۱۱	−۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۹	−۰/۰۱	۰/۰۳

X_1: ارتفاع بوته، X_2: تعداد ساقه فرعی، X_3: قطر ساقه، X_4: وزن تر ساقه،X_5: وزن خشک ساقه،X_6: نسب وزن خشک به وزن تر ساقه، X_7: وزن تر برگ، X_8: وزن خشک برگ،X_9: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ،X_{10} : وزن تر بوته،X_{11}: وزن خشک بوته،X_{12}: نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، X_{13} طول برگ، X_{14}: عرض برگ،X_{15}: شکل برگ،X_{16}: تعداد کپسول در بوته ،X_{17}: محتوای کلروفیل ، X_{18}: سطح برگ،X_{19}: هکتولیتر. *و**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪. مقادیر بدون ستاره غیرمعنی‌دار هستند.

ادامه جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه

Continued Table 4. The coefficients of Pearson correlation among studied traits

	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19
X10	−۰/۴**										
X11	۰/۰۳	۰/۳۰**									
X12	۰/۳۹**	−۰/۲**	۰/۵۴**								
X13	−۰/۲**	۰/۳۵**	۰/۱۶*	−۰/۱۲							
X14	−۰/۲**	۰/۲۶**	۰/۱۵*	−۰/۰۲	۰/۲۲**						
X15	−۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۱	−۰/۰۴	۰/۰۰۶	−۰/۱۰					
X16	−۰/۲**	۰/۶۱**	۰/۱۴	−۰/۲**	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱۳				
X17	۰/۰۵	−۰/۳**	−۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۰۰	۰/۰۶	−۰/۰۱	−۰/۳**			
X18	−۰/۴**	۰/۷۶**	۰/۲۰**	−۰/۲**	۰/۳**	۰/۲۷**	۰/۰۵	۰/۳**	−۰/۱**		
X19	۰/۰۳	−۰/۰۵	۰/۰۱	−۰/۰۵	−۰/۰۴	−۰/۰۷	−۰/۰۴	−۰/۰۸	−۰/۰۰	−۰/۰۴	

X_1: ارتفاع بوته، X_2: تعداد ساقه فرعی، X_3: قطر ساقه، X_4: وزن تر ساقه،X_5: وزن خشک ساقه،X_6: نسب وزن خشک به وزن تر ساقه، X_7: وزن تر برگ، X_8: وزن خشک برگ،X_9: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ،X_{10} : وزن تر بوته،X_{11}: وزن خشک بوته،X_{12}: نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، X_{13} طول برگ، X_{14}: عرض برگ،X_{15}: شکل برگ،X_{16}: تعداد کپسول در بوته ،X_{17}: محتوای کلروفیل ، X_{18}: سطح برگ،X_{19}: هکتولیتر. *و**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪. مقادیر بدون ستاره غیرمعنی‌دار هستند.

همبستگی ناقص بین صفات

از ۱۹۰ ضریب همبستگی ناقص، ۲۸ ضریب معنی‌دار بود (۱۵٪) در حالی که این مقدار در همبستگی پیرسون ۵۸٪ بوده است. وزن تر بوته با وزن تر ساقه دارای بیشترین ضریب همبستگی ناقص مثبت (۰/۹۸) بود (جدول ۵). در نتایج همبستگی پیرسون و همبستگی ناقص نتایج متفاوت از نظر جهت همبستگی (مثبت یا منفی بودن) و همچنین از نظر معنی‌دار بودن یا نبودن مشاهده گردید. بطور مثال ارتباط بین ارتفاع بوته با وزن تر بوته در همبستگی پیرسون مثبت و معنی‌دار بود ولی در همبستگی ناقص منفی و معنی‌دار بود. همچنین همبستگی بین ارتفاع بوته با نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه در همبستگی پیرسون منفی و معنی‌دار ولی در همبستگی ناقص مثبت و معنی‌دار بود. همچنین در همبستگی پیرسون ارتفاع بوته با تعداد ساقه فرعی دارای همبستگی معنی‌دار بود ولی در همبستگی ناقص این ارتباط معنی‌دار نبود. علت این تفاوت دخالت بقیه متغیرها بجز دو متغیر ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی است با این توضیح که در همبستگی ناقص ارتباط دو متغیر بدون دخالت بقیه متغیرها برآورد می‌شود ولی در همبستگی پیرسون در همبستگی دو متغیر فوق، بقیه متغیرها نیز دخالت دارند.

علت ژنتیکی همبستگی بین صفات به دلایل زیر است (۱۹).

الف: ژن‌ها یا واحدهای ژنی کنترل‌کننده دو صفت با همدیگر پیوستگی (لینکاژ) قوی داشته باشند.

ب: ژن‌ها دارای اثر پلیوتروپی (پدیده چند اثری بودن یک ژن) باشند، به‌نحوی که یک ژن دو یا چند صفت را کنترل کند و افزایش مقدار یک صفت موجب افزایش یا کاهش صفات دیگر گردد.

ج: اثرات اپیستازی (اثرات متقابل بین مکان‌های ژنی). وجود این نوع همبستگی‌ها نشان می‌دهد که انتخاب برای یک صفت منجر به تغییراتی در صفت دیگر می‌شود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

جدول ۵- ضرایب همبستگی ناقص بین صفات مورد مطالعه

Table 5. The coefficients of Partial correlation among studied traits

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X2	۰/۱۴۷							
X3	۰/۳۰**	۰/۱۳۱						
X4	۰/۲۱**	−۰/۰۳	−۰/۰۸					
X5	−۰/۰۵	−۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۵				
X6	−۰/۰۸	۰/۱۰۸	−۰/۰۸	−۰/۰۳	۰/۷**			
X7	۰/۱۴۹	−۰/۰۲	−۰/۰۸	−۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶		
X8	۰/۰۰۶	−۰/۰۸	−۰/۰۳	−۰/۰۲	−۰/۲**	۰/۰۷۸	۰/۰۶	
X9	۰/۱۶*	−۰/۰۳	−۰/۰۷	−۰/۰۲	۰/۰۷۵	۰/۱۰۶	−۰/۱۰	۰/۶۹۰**
X10	−۰/۲**	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۹۸**	−۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۹۴**	۰/۰۱۴
X11	۰/۰۶	۰/۰۹	−۰/۰۰۵	−۰/۰۳	۰/۸۶**	−۰/۵**	−۰/۰۲	۰/۳۴**
X12	−۰/۱۲	−۰/۰۸	−۰/۰۲	۰/۰۴	−۰/۷**	۰/۵**	۰/۰۱	−۰/۲**
X13	−۰/۰۴	−۰/۰۰۳	۰/۰۵	−۰/۰۴	۰/۰۵۷	−۰/۰۹	−۰/۰۴	۰/۰۶
X14	−۰/۱۵*	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۱۴	−۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱۳۵	۰/۱۲
X15	−۰/۱۶*	۰/۲۶**	−۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۰۱	−۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲
X16	۰/۱۱۳	۰/۳۱**	۰/۱۴۷	۰/۰۲	۰/۰۸۶	−۰/۰۲	−۰/۰۶	۰/۱۱
X17	۰/۰۲۲	۰/۰۱۱	۰/۰۷	−۰/۱۳	−۰/۰۰۹	۰/۰۸۶	−۰/۱۳	۰/۰۶
X18	۰/۰۶۹	۰/۰۵	۰/۰۰۰	−۰/۰۰۳	−۰/۰۰۶	۰/۰۱۶	۰/۱۹*	۰/۰۸
X19	۰/۱۲۶	−۰/۰۳	−۰/۰۹	−۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۶	−۰/۰۱	۰/۰۵

X_1: ارتفاع بوته، X_2: تعداد ساقه فرعی، X_3: قطر ساقه، X_4: وزن تر ساقه،X_5: وزن خشک ساقه،X_6: نسب وزن خشک به وزن تر ساقه، X_7: وزن تر برگ، X_8: وزن خشک برگ، X_9: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ،X_{10} : وزن تر بوته،X_{11}: وزن خشک بوته،X_{12}: نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، X_{13} طول برگ، X_{14}: عرض برگ،X_{15}: شکل برگ، X_{16}: تعداد کپسول در بوته، X_{17}: محتوای کلروفیل، X_{18}: سطح برگ،X_{19}: هکتولیتر. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪. مقادیر بدون ستاره غیرمعنی‌دار هستند.

ادامه جدول ۵- ضرایب همبستگی ناقص بین صفات مورد مطالعه

Continued Table 5. The coefficients of Partial correlation among studied traits

	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X10	۰/۰۳									
X11	−۰/۱۷	۰/۰۵								
X12	۰/۱۷*	−۰/۰۶	۰/۸۷**							
X13	−۰/۰۲	۰/۰۵	−۰/۰۰۱	−۰/۰۴						
X14	−۰/۱۲	−۰/۱۴	−۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۷۱**					
X15	۰/۰۲	−۰/۰۴	۰/۰۰۰	−۰/۰۰۹	۰/۱۱	−۰/۲۰				
X16	−۰/۰۶	۰/۰۳	−۰/۱۶*	۰/۱۳۰	−۰/۱۶*	۰/۰۷	۰/۰۴			
X17	−۰/۰۹	۰/۱۱۷	۰/۰۲۶	−۰/۰۳	−۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۰۵۳	−۰/۱۷*		
X18	−۰/۱۲	۰/۰۴	−۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۳۱	−۰/۰۹	۰/۰۰۳	−۰/۰۵	−۰/۳۵	
X19	−۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱۴	−۰/۰۶	۰/۰۲	−۰/۰۵	−۰/۰۱	−۰/۰۴	−۰/۰۴	−۰/۰۵

X_1: ارتفاع بوته، X_2: تعداد ساقه فرعی، X_3: قطر ساقه، X_4: وزن تر ساقه،X_5: وزن خشک ساقه،X_6: نسب وزن خشک به وزن تر ساقه، X_7: وزن تر برگ، X_8: وزن خشک برگ، X_9: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ،X_{10} : وزن تر بوته،X_{11}: وزن خشک بوته،X_{12}: نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، X_{13} طول برگ، X_{14}: عرض برگ، X_{15}: شکل برگ، X_{16}: تعداد کپسول در بوته، X_{17}: محتوای کلروفیل، X_{18}: سطح برگ،X_{19}: هکتولیتر. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪. مقادیر بدون ستاره غیرمعنی‌دار هستند.

نتایج تجزیه عاملی

مقدار شاخص کیزر-مایر-اولکین (KMO=۰/۶۷۴)، بیانگر کفایت نمونه گیری می باشد. کفایت همبستگی میان متغیرها نیز از طریق آزمون کرویت بارتلت و با استفاده آزمون مربع کای بررسی گردید. معنی‌دار بودن این آزمون نشان می‌دهد که همبستگی بین متغیرها برای تجزیه عاملی مناسب است ($x^2 = 2910^{**}$) (۱۵).

در تجزیه عاملی ۱۹ متغیر مورد مطالعه به ۶ عامل کاهش یافت و این ۶ عامل ۷۱/۸۶ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۶). سهم عامل اول ۲۳/۶۲٪ و سهم عامل ششم ۵/۹۵٪ بود. در عامل اول صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه، وزن تر ساقه، تعداد کپسول در بوته، محتوای کلروفیل از مهم‌ترین صفات بودند. در عامل دوم وزن تر برگ، طول برگ، عرض برگ و سطح برگ و در عامل سوم وزن خشک ساقه، نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه، وزن خشک بوته، نسبت وزن خشک به وزن تر بوته از مهم‌ترین صفات بودند. در عامل چهارم وزن خشک برگ و در عامل پنجم وزن تر برگ، شکل برگ و در عامل ششم هکتولیتر در اهمیت‌های بعدی قرار گرفتند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

جدول ۶- نتایج تجزیه عاملی صفات مورد مطالعه

Table 6. The results of factor analysis in studied traits

صفات	عامل‌ها					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ارتفاع بوته	۰/۷۶۴	-۰/۲۰۴	-۰/۱۵۹	۰/۰۵۴	-۰/۲۵۰	۰/۰۱۴
تعداد ساقه فرعی	۰/۷۵۴	۰/۲۴۴	۰/۰۹۵	-۰/۲۰۷	۰/۲۳۴	-۰/۰۴۲
قطر ساقه	۰/۶۷۹	۰/۱۲۰	-۰/۱۱۳	-۰/۱۶۳	-۰/۱۶۴	-۰/۳۱۱
وزن تر ساقه	۰/۸۲۳	۰/۳۲۹	۰/۲۰۷	-۰/۱۲۶	۰/۱۱۸	۰/۰۵۹
وزن خشک ساقه	۰/۴۰۶	۰/۱۵۹	۰/۷۵۶	-۰/۱۷۳	-۰/۰۵۸	۰/۱۰۶
نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه	-۰/۲۲۸	-۰/۱۳۷	۰/۷۱۲	۰/۰۷۹	۰/۰۰۹	۰/۱۰۹
وزن تر برگ	۰/۳۲۵	۰/۶۷۵	-۰/۰۶۶	۰/۰۱۸	۰/۳۸۲	۰/۳۲۴
وزن خشک برگ	-۰/۰۱۹	۰/۱۹۶	۰/۱۴۳	۰/۸۸۹	۰/۰۱۴	۰/۰۵۶
نسبت وزن خشک به وزن تر برگ	-۰/۲۰۳	-۰/۳۷۷	۰/۱۰۶	۰/۷۷۹	-۰/۱۲۰	-۰/۰۵۵
وزن تر بوته	۰/۷۶۰	۰/۴۸۶	۰/۱۴۴	-۰/۰۹۴	۰/۲۲۶	۰/۱۵۵
وزن خشک بوته	۰/۲۳۴	۰/۱۹۳	۰/۸۲۴	۰/۱۹۵	۰/۰۲۳	-۰/۰۲۷
نسبت وزن خشک به وزن تر بوته	-۰/۳۱۸	-۰/۱۰۶	۰/۵۸۷	۰/۴۲۱	۰/۰۶۴	-۰/۱۶۰
طول برگ	۰/۰۱۷	۰/۸۶۴	۰/۰۲۴	-۰/۰۳۱	-۰/۱۱۸	-۰/۱۳۸
عرض برگ	-۰/۰۴۱	۰/۸۲۰	۰/۱۰۰	-۰/۰۵۴	-۰/۲۴۶	-۰/۲
شکل برگ	۰/۰۶۶	-۰/۱۱۸	۰/۰۱۹	-۰/۰۵۳	۰/۷۴۶	-۰/۲۲۴
تعداد کپسول در بوته	۰/۸۱۸	-۰/۰۱۴	۰/۰۵۳	-۰/۰۸۷	۰/۰۸۶	-۰/۱۱۲
محتوای کلروفیل	-۰/۴۵۶	۰/۰۷۲	۰/۰۹۶	-۰/۱۱۷	-۰/۱۲۱	-۰/۲۰۷
سطح برگ	۰/۴۶۰	۰/۶۲۲	-۰/۰۳۰	-۰/۰۲۲	۰/۳۶۵	۰/۲۸۰
هکتولیتر	-۰/۰۵۱	-۰/۱۰۵	۰/۰۶۴	-۰/۰۲۱	۰/۲۲۷	۰/۷۵۳
بردار ویژه	۶/۰۸	۲/۶۱	۲/۱۰	۱/۳۴	۱/۱۴	۱/۰۹
مجموع مربعات قبل از چرخش (٪)	۳۰/۴۲	۱۳/۰۷	۱۰/۵۰	۶/۷۱	۵/۷۱	۵/۴۵
مجموع مربعات پس از چرخش (٪)	۲۳/۶۲	۱۵/۲۹	۱۱/۶۲	۹/۳۰	۶/۰۸	۵/۹۵
مجموع مربعات کل (٪)	۷۱/۸۶					

تجزیه علیت

تجزیه علیت با تکرار داده‌ها

تجزیه علیت از طریق رابطه رگرسیونی چندگانه صفات مستقل با صفت وابسته یعنی وزن تر بوته از طریق روش رگرسیونی گام‌به‌گام (stepwise) انجام شد. اثر مستقیم وزن تر ساقه بر وزن تر بوته بیشتر از اثر غیرمستقیم بود درحالی‌که این روند بر روی وزن تر برگ معکوس بوده است؛ یعنی اثر غیرمستقیم وزن تر برگ بر وزن تر بوته بیشتر از اثر مستقیم است (جدول ۷).

جدول ۷- تجزیه علیت براساس وزن تر بوته (با تکرارها)

Table 7. Path analysis on the basis of fresh plant weight (with replications)

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق		همبستگی ساده با وزن تر بوته
		وزن تر ساقه	وزن تر برگ	
وزن تر ساقه	۰/۷۹**	–	۰/۱۶۳	۰/۹۵۳**
وزن تر برگ	۰/۳۴**	۰/۳۷	–	۰/۷۱۹**

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

تجزیه علیت با میانگین تکرارها

در تجزیه علیت با استفاده از میانگین داده (میانگین تکرارها) وزن تر بوته به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد و در رگرسیون چندگانه به ترتیب صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، و وزن خشک برگ وارد مدل شدند. بیشترین اثر مستقیم را وزن تر ساقه و سپس وزن تر برگ بر وزن تر بوته داشتند (جدول ۸). بیشترین اثر غیرمستقیم را وزن تر برگ و نسبت وزن خشک به وزن تر برگ از طریق وزن تر ساقه بر وزن تر بوته داشتند با این تفاوت که اثر غیرمستقیم وزن تر برگ مثبت و اثر غیرمستقیم نسبت وزن خشک به وزن تر برگ منفی بود. بیشترین همبستگی بین متغیر مستقل با متغیر وابسته به‌ترتیب از طریق وزن تر ساقه و وزن تر برگ با علامت مثبت و در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. همبستگی بین نسبت وزن خشک به وزن تر برگ با وزن تر بوته معنی‌دار و منفی بود. علی‌رغم اینکه رابطه رگرسیونی وزن خشک برگ با وزن تر بوته معنی‌دار گردید ولی همبستگی این دو معنی‌دار نبود. این به دلیل رابطه منفی زیاد وزن خشک برگ با وزن تر بوته از طریق وزن تر ساقه است (جدول ۸).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

جدول ۸- تجزیه علیت براساس وزن تر بوته (با میانگین تکرارها)

Table 8. Path analysis on the basis of fresh plant weight (with mean of replications)

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق			همبستگی ساده با
		وزن تر ساقه	وزن تر برگ	نسبت وزن خشک به وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر بوته
وزن تر ساقه	۰/۷۸**	–	۰/۱۵۴	۰/۰۱۷	-۰/۰۳۴	۰/۹۱۷**
وزن تر برگ	۰/۳۳**	۰/۳۶	–	۰/۰۱۷	۰/۰۰۹۳	۰/۷۱۶**
نسبت وزن خشک به وزن تر برگ	-۰/۰۳۷**	-۰/۳۶	-۰/۱۵۶	–	۰/۰۰۹۲	-۰/۵۴۴**
وزن خشک برگ	۰/۰۱۷*	-۰/۱۴۴	۰/۰۱۸	-۰/۰۲	–	-۰/۱۲۹^{ns}

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

کارایی اصلاح به کمک موتاسیون در ایجاد تنوع ژنتیکی برای اهداف اصلاح نباتات کلاسیک یا مولکولی به تایید رسیده است. اصلاح به روش القای جهش به ویژه در مواردی که اصلاحگر با محدودیت تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم موجود مواجه است، اهمیت دارد (۲). بسیاری از ارقام جدید تجاری پرمحصول و یا دارای صفاتی خاص، در جهان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از طریق موتاسیون ایجاد شده‌اند که در این خصوص می‌توان به معرفی تعدادی از واریته‌های جهش یافته در پایگاه اطلاعاتی واریته جهش یافته فائو و آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای اشاره نمود (۳۱). در آغاز قرن ۲۱ تعداد واریته‌های جهش یافته در محصولاتی مانند غلات، حبوبات، دانه‌های روغنی، سبزیجات، میوه‌ها، گیاهان زینتی و لیفی به ۳۳۰۰ رسید (۳۱). از آنجایی‌که تنوع در سطح گونه‌های گیاهی به دلیل شدت فعالیت‌های اصلاحی، عدم بی‌توجهی به حفظ منابع قبلی و به دنبال آن فرسایش شدید منابع ژنتیکی به سطح پایینی نزول کرده است، لذا برای افزایش تنوع ژنتیکی می‌توان از جهش مصنوعی استفاده کرد (۳۰). ایجاد تنوع در صفات کمی و کیفی به‌وسیله اصلاح از طریق موتاسیون توسط دانشمندان مختلفی گزارش شده است (۱، ۵، ۶، ۷، ۱۲، ۱۸، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۷). اصفهانی و فتوکیان (۸) در تیمار بذور برنج دمسیاه با پرتو گاما و دی‌متیل‌سولفات (DMS) به یک جهش یافته دست یافتند که ۱۵ روز زودرس‌تر از والد خود بوده است. خادمیان و همکاران (۱۶) از اشعه گاما و اتیل متان سولفونات (EMS) برای ایجاد جهش در سه رقم برنج ایرانی استفاده کردند که در هر سه جمعیت جهش یافته، ارتفاع بوته نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. همچنین تعداد پنجه و تعداد دانه در خوشه در اکثر موارد افزایش یافتند و میزان عملکرد دانه به جز چند مورد استثناء در همه موارد افزایش بسیار زیادی نسبت به شاهد داشت. ختری و همکاران (۱۷) از طریق پرتودهی بذر خردل هندی (*Brassica jancea*) با اشعه گاما و اتیل متان سولفونات به سه جهش یافته با عملکرد بالا و زودرس دست یافتند.

شاه‌محمدی (۲۳) اثرات غلظت‌های مختلف دی متیل سولفات را در گیاه خرفه به منظور ایجاد جهش یافته مطالعه کرد. ارتفاع بوته با وزن تر و وزن خشک بوته همبستگی معنی دار داشت در حالی که این همبستگی‌ها در تحقیق ما غیرمعنی دار بود. همبستگی شکل برگ با ارتفاع بوته در تحقیق شاه‌محمدی (۲۳) مثبت و معنی دار ولی در تحقیق حاضر منفی و معنی‌دار بود. در هر دو تحقیق همبستگی سطح برگ با صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه و وزن تر و خشک ساقه معنی‌دار بود. در نتایج تجزیه علیت وقتی وزن تر بوته به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد و از تکرار داده استفاده شد وزن تر برگ و ساقه و وزن خشک بوته رابطه رگرسیونی معنی‌دار با صفت وابسته داشتند که همسو با نتایج تحقیق حاضر بود. نتایج تجزیه عاملی در تحقیق حاضر دارای شباهت‌ها و تفاوت‌های با نتایج تحقیق شاه‌محمدی (۲۳) بود. در هر دو تحقیق ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی در عامل اول و وزن تر برگ و سطح برگ در عامل دوم قرار گرفتند. تفاوت نتایج شاه محمدی (۲۳) با تحقیق حاضر می تواند به دلیل تعداد صفات مورد مطالعه و همچنین مکان مورد مطالعه باشد. فرهادی (۹) اثرات پرتو گاما را بر بذور خرفه در نسل M2 بررسی نمود. ارتفاع بوته با همه صفات به استثنای فاصله میان‌گره همبستگی معنی‌دار داشت. وزن خشک ساقه با صفات وزن خشک برگ، طول برگ و عرض برگ همبستگی معنی‌دار داشت. شکل برگ با صفات ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد ساقه فرعی، وزن خشک بوته، وزن خشک ساقه، طول و عرض برگ، تعداد برگ و تعداد کپسول در بوته همبستگی معنی‌دار داشت در حالیکه در تحقیق حاضر شکل برگ فقط با تعداد ساقه فرعی همبستگی معنی دار داشت. بر اساس تجزیه عاملی ۲۰ متغیر به ۵ عامل کاهش یافت، به طوری که این ۵ عامل جمعاً ۷۳/۵۴ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. در تحقیق ما ۶ عامل استخراج شد که ۷۱/۸۶ درصد تغییرات داده‌ها را توجیه نمود. در تجزیه علیت وقتی که وزن تر بوته به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد وزن تر برگ، وزن خشک برگ و وزن تر ساقه در هر دو تحقیق دارای رابطه رگرسیونی معنی‌دار با متغیر وابسته بودند. رحیمی (۲۰) تنوع ژنتیکی در لاین های نسل سوم خرفه را که با دی متیل سولفات تیمار شده بودند بررسی نمود. در نتایج تجزیه واریانس داده با نمونه و میانگین نمونه، بین غلظت‌های مختلف دی متیل سولفات در تعدادی از صفات تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. تفاوت بین غلظت های DMS در مطالعه رحیمی (۲۰) برای قطر ساقه، وزن تر برگ، طول و عرض برگ و سطح برگ معنی‌دار ولی در تحقیق حاضر غیرمعنی دار بود. تفاوت بین غلظت‌های DMS در هر دو تحقیق برای صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، وزن تر و خشک ساقه و تعداد کپسول در بوته معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده با نمونه و میانگین نمونه در بیشتر موارد مشابه بود. در هر دو تحقیق همبستگی بین وزن تر بوته با صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه و تعداد کپسول در بوته معنی‌دار بود. همبستگی بین ارتفاع بوته با وزن تر برگ در تحقیق حاضر غیرمعنی‌دار ولی در تحقیق

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

رحیمی (۲۰) معنی‌دار بود. نتایج متفاوت در مطالعه رحیمی (۲۰) و تحقیق حاضر احتمالا به دلیل متفاوت بودن نسل ها و سال‌های مورد مطالعه می‌باشد. نتایج رگرسیون چندگانه بین صفات مستقل با صفت وابسته در حالت با نمونه و میانگین نمونه متفاوت بوده است. بیشترین اثر مستقیم را وزن خشک اندام هوایی و بعد از آن وزن تر ساقه بر تعداد کپسول در بوته داشت. در این تحقیق نتایج تجزیه علیت که ترکیبی از تجزیه رگرسیون و همبستگی است در حالت استفاده از تکرارها و میانگین تکرارها متفاوت بوده است. یک سوال اساسی این است که استفاده از کدامیک از داده‌ها در تجزیه همبستگی و رگرسیون صحیح‌تر می‌باشد. استفاده از میانگین داده بجای داده خام می‌تواند تا حدی باعث کاهش خطای آزمایشی شود. چنانچه تیمارها به عنوان متغیر مستقل در تجزیه رگرسیون یا به عنوان یکی از دو متغیر در تجزیه همبستگی به کار روند و امکان اعمال تیمار به طور تقریبا دقیق میسر باشد، شایسته آن است که از میانگین هر تیمار در تجزیه‌های مذکور استفاده شود. چنانچه تیمارها به عنوان متغیر مستقل در تجزیه رگرسیون یا به عنوان یکی از متغیرها در تجزیه همبستگی به کار نرفته باشد و هدف بررسی رگرسیون و یا همبستگی دو یا چند متغیر دیگر که تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفته‌اند، باشد می‌توان از داده‌های تکرارها در تجزیه‌های مذکور سود جست (۲۵). باید به خاطر سپرد که روش القای موتاسیون ابزاری در اصلاح گیاهان مختلف و همچنین خرفه بوده و موفقیت این روش عمدتا از طریق تلفیق با سایر روش‌های اصلاحی مانند گزینش، دورگ‌گیری و بیوتکنولوژی امکان‌پذیر خواهد بود (۱۱). از این تحقیق تعداد ۲۰ لاین جهش یافته که از نظر ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته در بوته، قطر ساقه و اندازه برگ با شاهد دارای تفاوت بودند بدست آمد که مطالعه آنها در دست بررسی است.

منابع

1. Ahloowalia, B.S., M. Maluszynski and K. Nichterlein. 2004. Global impact of mutation-drived varieties. Euphytica,135(2): 187-204.
2. Ahmed, J. 1985. Ethyl methane sulfonate (EMS) induced rice mutants. International Rice Research Newsletter 10(5): 5-6. https://doi.org/10.1046/j.1526-0992.1998.98097.x.
3. Alipour, N., Kh. Mahdavi, J. Mahmoudi and H. Ghelichnia. 2015. The investigation into the effect of environmental conditions on the quality and quantity of essential oil of starchy laxa. Iranian Journal of Plant Research, 28(3): 561-57 (In Persian).
4. Arulbalachandran D., L. Mullainathan, S. Karthigayan, S.T. Somasundaram and S. Velu. 2010. Genetic variation in mutants of black gram (*Vigna mungo* L.) Hepper) evaluated by RAPD markers. Journal of Crop Science and Biotechnology.;13(1): 1-6. https://doi.org/10.1007/s12892-009-0132-6.
5. Bagheri, L., R. Amiri-Khah, M. Noori and K. Mozafari. 2017. Effect of gamma irradiation on growth and determine optimum dose in order to induce genetic variation in landrace rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars. Journal of Crop Breeding, 9(21): 130-138 (In Persian).
6. Baghery, M.A. and S.K. Kazemitabar. 2015. Evaluation of morphological variation in okra (*Abelmoschus esculentus* L.) induced by ethyl methane sulfonate. Journal of Crop Breeding, 7(16): 120-127 (In Persian).
7. Bahmani, M., GH. Jalali, M. Tabari and S. Keshtkar. 2013. Effects of gamma rays on grain physiological traits of legume medicinal (*Capparis parviflora var. Spinosa*). National Conference on Passive Defense in Agriculture. Qeshm Island. Iran (In Persian).
8. Esfahani, M. and M.H. Fotokian. 2002. Induction of earliness and awnless in Rice (*Oryza Sativa* L.) Domsiah cultivar**,** Iranian Journal of crop sciences 4(2): 95-106 (In Persian).
9. Farhadi, P. 2016. Determination of suitable dosage and effects of gamma radiations on some morphological traits of purslane (*Portulaca oleracea* L.). M.Sc. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Department of Horticulture Science, Tehran, Iran. 100 pp (In Persian).
10. Fotokian, M.H. 2010. Genetic variation in Sarigol and RGS003 canola varieties using gamma rays. Final Research Project Report. Vice-chancellor for research, Shahed University (In Persian).
11. Fotokian, M.H. 1992. Investigation of the effects of gamma ray and dimethyl sulfate (DMS) on several varieties of rice. (M.Sc.). Faculty of Agriculture, Tabriz University (In Persian).
12. Hamel Niyat, M., N. Babaeian-Jelodar, N. Bagheri and G. Kiani. 2016. Determining of correlation coefficient and path analysis of performance effective traits in mutant lines of Tarom-Mahali. Journal of Crop Breeding, 8(20): 198-206 (In Persian).
13. Hossein Ava, S. and H. Hajnajari. 2012. Preliminary study for possible production of mutants using mutagenic chemical compounds in some Olive (*olea europea* l.) cultivars, Iranian Journal of Seed and Plant, 24(1): 33-43 (In Persian).
14. Hosseini, S., Z.H. Alipor and Z. Mohebi. 2015. Purslane, Iran's top food**,** Traditional Medicine of Islam and Iran, 6(3): 1-6 (In Persian).
15. Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 2002. Applied multivariate statistical analysis, 5th ed, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

16. Khadimian, R., N. Babaian Jolodar and G.H. Kianoush. 2006. Evaluation of mutagenic efficacy of two types of physical (Gamma-ray) and chemical [Ethyl Methane Sulfonate] (EMS) mutagens in the induction of Rice mutant. 9th Iranian congress of crop science and plant breeding. University of Tehran, Aboureihan campus (In Persian).
17. Khatri, A., M.A. Ahmed, I. khan, M.A. Siddiqui, S. Raza and G.S. Nizamani. 2005. Evaluation of high yielding mutants of *Brassica juncea* cv. S-9 developed through gamma rays and EMS. Pakistan Journal of Botany. 37: 279-284.
18. Majidi, Z., N.A. Babaeian Jelodar, G.A. Ranjbar and N.A. Bagheri. 2012. Effect of different chemical mutagens on Tarrom Mahali rice cultivar. Journal of Crop Breeding, 4(9): 14-26 (In Persian).
19. Omer, S.O., A.W. Abdalla, M.H. Mohammed and M. Singh. 2016. Bayesian estimation of genotypic and phenotypic correlations from crop variety trials. Crop Breeding and Applied Biotechnology 16: 14-21. http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332016v16n1a3.
20. Rahimi, F. 2018. Evaluation of genetic diversity in M3 lines of Purslane (*Portulaca oleracea*), (M.Sc.). Shahed University Faculty of Agriculture. Tehran. Iran, 95 pp (In Persian).
21. Rahemi, M.R., A. Yamchi, S. Navabpour, H. Soltanloo and P. Roepstorff. 2018. Gamma ray effects on traits related to wheat bakery quality in Roshan cultivar. Journal of Crop Breeding, 10(26): 120-127.
22. Sangsiri C., W. Sorajjapinun and P. Srinives. 2005. Gamma radiation induced mutations in mungbean. Science Asia. 31:251-255. https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00194-6.
23. Shah Mohammadi, A. 2016. The effect of different concentrations of dimethyl sulfate on purslane (*Portulaca oleracea* L.). (M.Sc). Islamic Azad University, Science and Research Branch, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Horticulture Science. Tehran. Iran, 71 pp (In Persian).
24. Siddiqui, M.A., I.A. Khan and A. Khatri. 2009. Induced quantitative variability by gamma rays and ethylmethane sulphonate alone and in combination in rapeseed (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Botany, 41(3): 1189-1195.
25. Soltani, A. 2010. Revision on the application of statistical methods in agricultural research. 2nd edn. Jihad Daneshgahi. Ferdosi Mashhad University, 76 pp (In Persian).
26. Wani, A.A. and M. Anis. 2008. Gamma ray-and EMS-induced bold-seeded high-yielding mutants in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turkish Journal of Biology, 32(3): 161-166.
27. Wang C.S., K.L. Lo and A.Z. Wang. 2019. Sodium azide mutagenesis generated diverse and broad spectrum blast resistance mutants in rice. Euphytica, 215:145. https://doi.org/10.1007/s10681-019-2468-4.
28. Yılmaz, A. and E. Boydak. 2006. The Effects of Cobalt-60 Applications on yield and yield components of Cotton *(Gossypium barbadense* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences, 9(15): 2761-2769. https://doi.org/10.3923/pjbs.2006.2761.2769.
29. https://mvd.iaea.org.
30. https://www.golbaranesabz.com.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]

Genetic Diversity Investigation of M2 Mutant Lines of Purslane (*Portulaca Oleracea*) Derived Through DMS Mutagenesis

Nahid Feizi Kelasi[1] and Mohammad Hossein Fotokian[2]

1- M.Sc. Student of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
(Corresponding author: fotokian@shahed.ac.ir)
Received: November 12, 2019 Accepted: November 12, 2019

Abstract

Purslane (*Portulaca oleracea*) is one of the most widely used medicinal plants in the world. To investigate the genetic variation in the second generation (M2) of purslane lines, a nested experimental design with two replications was carried out at the research farm of Shahed University, Faculty of Agriculture during 2017-8. Experimental treatments were included M2 lines treated with dimethyl sulfate (DMS) at 0, 0.08, 0.1, 0.12 and 0.14 % concentrations. The studied traits were included plant height (PH), number of branched stem(NBS), stem diameter (SD), stem fresh weight (SFW), stem dry weight (SDW), SDW/SFW, leaf fresh weight (LFW), leaf dry weight (LDW), LDW/LFW, plant fresh weight (PFW), plant dry weight (PDW), PDW/PFW, leaf length (LL), leaf width (LW), leaf shape (LS), number of capsules (NC), chlorophyll content, leaf area, hectoliters. Although the differences among DMS concentrations were significant at the 1% level in multiple variance analysis, but at simple variance analysis it was significant only for traits such as PH, NBS, SD, SFW, SDW, LFW, LL and LW. The maximum amount of traits such as SD, SFW, SDW, NC, LDW/LFW, PFW and LS was observed at the concentration of 1%. Among the 190 incomplete correlation coefficients, 28 were significant (15%) while this value was 58% in the Pearson correlation coefficient. In factor analysis, 19 variables were reduced to 6 factors, which explained 71.86% of the data variation. In path analysis with replications data, the direct effect of SFW on PFW was higher than the indirect effect, while this trend was reversed on LFW. In path analysis with mean of replications, the maximum indirect effect on PFW was from LFW and LDW/LFW through SFW.

Keywords: Factor Analysis, Mutation, Partial Correlation, Path Analysis, Purslane (*Portulaca Oleracea*)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.12.34.105]