



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

ناهید فیضی کلاسی<sup>۱</sup> و محمدحسین فتوکیان<sup>۲</sup>

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 مسؤول: 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، ۰/۱۲، ۰/۱۴ درصد تیمار گردیدند. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه، وزن تر 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، 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 تر برگ، طول برگ و عرض برگ معنی‌دار 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 معنی‌دار 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 درحالی که 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

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 الفای جهش مصنوعی روشی سودمند و کارا در افزایش تنوع در گیاهان می‌باشد (۴). موتاژن یا جهش‌زا عاملی هستند که قادر به ایجاد جهش در گیاهان بوده و عموماً 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 به نژادی 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

مقدمه گیاهان دارویی منبع مهم داروهای گیاهی و شیمیایی محسوب می‌شوند. پیچیده‌تر شدن نظامهای مراقبت از تندرنستی، هزینه بسیار بالای درمان و در کنار آنها اثرات مخرب و جانبی داروهای شیمیایی و ایجاد آلدگی‌های 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 معمولاً 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 آلالکولئیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، انسان‌ها و امثال آنها می‌گردد (۳).

خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* و از خانواده Portulacaceae، 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 می‌تواند به

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 برگ‌سنجد 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 اندازه‌گیری شد. 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.

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 مشاهده شد. محتوای کلروفیل 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 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).

Table 1. The results of multivariate variance analysis

شاخص‌های آماری	مقدار شاخص	آزمون F
Pillai's Trace	.۰۸۰۸	۳/۲**
Wilks' Lambda	.۰۳۰	۴/۱**
Hotelling's Trace	۱/۷۴۳	۵/۲**
Roy's Largest Root	۱/۵۰۶	۱۸/۹**

\*\*: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس چندگانه

Table 2. Simple variance analysis of studied traits

میانگین مربعات (MS)											منابع تغییر	آزادی	درجه
وزن تر بوته	نسبت وزن خشک به وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن برگ	نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	وزن تر ساقه	قطر ساقه	تعداد ساقه فرعی	ارتفاع بوته	آزمودن	آزمون F	
۰/۱۴**ns	۰/۰۵**ns	۰/۰۱۳**ns	۰/۰۱۰**ns	۰/۰۱۲**ns	۰/۰۱۲**ns	۰/۰۳**ns	۰/۰۲۷**ns	۲۵/۴**ns	۱۵/۸۰۹**ns	۲۷۶۳/۳**ns	۴	DMS	
۰/۰۹**ns	۰/۰۴۶**ns	۰/۰۰۴**ns	۰/۰۰۳**ns	۰/۰۰۷**ns	۰/۰۱**ns	۰/۰۰۷**ns	۱۳/۵**ns	۵/۴۲۸**ns	۲۷۷/۱**ns	۸۶	غلظت لاین‌های دون تیمار		
۰/۰۷	۰/۰۴۸	۰/۰۰۶	۰/۰۲	۰/۰۱۰	۰/۰۱	۰/۰۶	۶/۷	۴/۳۶۹	۲۱۷/۲	۹۱	خطای آزمایشی		
۲۹/۶	۲۷/۵	۱۹/۷	۲۷/۹	۱۶/۵	۲۰/۷	۲۸/۱	۱۵/۵	۲۵/۷	۱۹/۷		ضریب تغییرات (%)		

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

داشتند که در غلظت ۱/۰ درصد در رقم مازنایلا بیشترین تغییرات در ریشه‌زایی و در غلظت 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 پرتدوه‌ی اشعه گاما با ذرهای صفر، ۴۰، ۲۰، ۱۵۰، ۱۰۰ 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 ذرهای ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ گری در ارقام کلزا (*Brassica napus*) به منظور 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، ۰/۱۲ و ۰/۱۴ درصد تیمار گردید (۲۳). بذور M1 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد کشت و بذور M2 در دیده‌های جداکانه کشت و بذور M2 در دیده‌های جداکانه کشت و در طول فصل رویش از نظر برخی صفات ریخت‌شناسی بررسی شدند. تعداد لاین‌های نسل دوم برای سطوح تیمار فوق به ترتیب عبارت بود از: ۸، ۴۰، ۴۴، ۴۶، ۴۸. برای هر واحد آزمایشی، کشت در خطی به طول یک و نیم متر انجام گرفت. نمونه‌برداری از بوتهای 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.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس چندگانه

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه

## ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات مورد مطالعه

Continued Table 2. Simple variance analysis of studied traits

میانگین مربوط (MS)										منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک بوته
هکتولیتر	سطح برگ	محتوای کلروفیل	تعداد کپسول در بوته	شكل برگ	عرض برگ	طول برگ	نسبت وزن خشک به وزن تر بوته					
.۰/۵۴ <sup>ns</sup>	۳/۴۳ <sup>ns</sup>	۱۶/۵ <sup>**</sup>	۷/۵۸ <sup>**</sup>	.۰/۰۵ <sup>ns</sup>	.۰/۰۱ <sup>**</sup>	.۰/۴۱ <sup>**</sup>	.۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۴	غله	DMS	۴	
.۰/۳۷ <sup>ns</sup>	/۰/۸ <sup>ns</sup>	۲۲/۳ <sup>ns</sup>	.۰/۶۸ <sup>ns</sup>	.۰/۹۳ <sup>ns</sup>	.۰/۰۳ <sup>ns</sup>	.۰/۰۴ <sup>ns</sup>	.۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۸۶	لاینهای دون تیمار		۸۶	
.۰/۴۲	.۰/۱۲	۲۵/۵	.۰/۵۶	.۰/۰۷	.۰/۰۲	.۰/۰۳	.۰/۰۲	۹۱	خطای آزمایشی		۹۱	
۱۷/۷	۱۰/۷	۱۵/۱	۲۰/۴	۳۷/۵	۸/۷	۷/۱	۲۳/۸	۱۸/۶	ضریب تغییرات (%)			

\*، \*\* و ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی دار

معنی داری نداشت. بیشترین مقدار طول برگ و عرض برگ در غله ۱۴٪ اندازه گیری شد و تفاوت این صفات در این غله با غله های دیگر ۰٪ و ۰٪ معنی دار نبوده است. بیشترین تعداد کپسول در بوته در غله ۰٪ مشاهده شد که تفاوت معنی داری با تیمار شاهد داشت. محتوای کلروفیل در غله ۱۴٪ با سایر غله ها دارای تفاوت معنی دار بود.

**مقایسه میانگین**  
حداکثر ارتفاع بوته در غله ۰٪ مشاهده شد که با شاهد و غله ۰٪ تفاوت معنی دار نداشت (جدول ۳). عموماً انتظار می رود با افزایش غله ماده جهش زاده شد گیاه کاهش یابد (۱۴) که در این تحقیق با افزایش غله مقدار ارتفاع بوته نیز کاهش یافت. همچنین بیشترین تعداد ساقه فرعی در غله ۰٪ بدست آمد که با شاهد تفاوت

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات ( $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ ) در غله های مختلف دی متیل سولفاتTable 3. The results of traits mean comparison ( $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ ) in different concentrations of DMS

غله (DMS) (%)	ارتفاع ساقه (cm)	تعداد ساقه فرعی	قطر ساقه (cm)	وزن تر ساقه (gr)	وزن تر بوته (gr)	وزن خشک ساقه (gr)
شاهد	۷۴/۱±۰/۱ <sup>ab</sup>	۴۰/۵±۷/۳ <sup>b</sup>	۱۷±۰/۵ <sup>a</sup>	.۰/۷۲±۰/۰ <sup>b</sup>	.۰/۷۲±۰/۰ <sup>b</sup>	.۰/۴±۰/۰ <sup>b</sup>
.۰/۰۸	۸۱/۴±۲/۴ <sup>a</sup>	۷۰/۱±۵/۵ <sup>a</sup>	۱۷/۴±۰/۴ <sup>a</sup>	.۰/۵۷±۰/۰ <sup>ab</sup>	.۰/۵۷±۰/۰ <sup>ab</sup>	.۰/۱۱±۰/۰ <sup>ab</sup>
.۰/۱	۸۳/۶±۱/۷ <sup>a</sup>	۸۴/۹±۱/۵ <sup>a</sup>	۱۷/۵±۰/۴ <sup>a</sup>	.۰/۷۷±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۷۷±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۱۱±۰/۰ <sup>a</sup>
.۰/۱۲	۶۷/۲±۲/۹ <sup>b</sup>	۶۷/۰/۹±۶/۲ <sup>ab</sup>	۱۶/۴±۰/۵ <sup>b</sup>	.۰/۸۳±۰/۰ <sup>ab</sup>	.۰/۸۳±۰/۰ <sup>ab</sup>	.۰/۰۶±۰/۰ <sup>ab</sup>
.۰/۱۴	۶۵/۱±۲/۱ <sup>b</sup>	۶۶/۰/۵±۵/۷ <sup>ab</sup>	۱۵/۶±۰/۵ <sup>b</sup>	.۰/۵۲±۰/۰ <sup>ab</sup>	.۰/۵۲±۰/۰ <sup>ab</sup>	.۰/۱۰±۰/۰ <sup>ab</sup>

در هر ستون میانگین های با حرف مشترک یک یا یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.

ادامه جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات ( $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ ) در غله های مختلف دی متیل سولفاتTable 3 (continue). The results of traits mean comparison ( $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ ) in different concentrations of DMS

غله (DMS) (%)	وزن تر برگ (gr)	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	تعداد کپسول در بوته	محتوای کلروفیل (cm <sup>2</sup> )	سطح برگ
شاهد	.۰/۲۰±۰/۰ <sup>a</sup>	۶±۰/۱ <sup>bc</sup>	.۰/۶۵±۰/۱ <sup>bc</sup>	۱۳/۱/۷۵±۳/۳ <sup>b</sup>	۳۲/۷۸±۲/۱ <sup>bc</sup>	۱۲۲/۰/۶۸±۱/۰/۳ <sup>bc</sup>
.۰/۰۸	.۰/۱۴±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۵۹±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۵۶±۰/۰ <sup>c</sup>	۳۱/۳/۸۸±۳/۱ <sup>a</sup>	۳۳/۰/۵۰±۰/۰ <sup>a</sup>	۱۹/۸۵/۰/۹±۲/۴/۹ <sup>ab</sup>
.۰/۱	.۰/۱۸±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۱۶±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۱۶±۰/۰ <sup>a</sup>	۳۳/۳/۵۳±۲/۲ <sup>a</sup>	۳۱/۵۴±۰/۰ <sup>a</sup>	۲۸/۷۳/۰/۵۷±۴/۹/۵/۸ <sup>ab</sup>
.۰/۱۲	.۰/۲۶±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۶۷±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۶۷±۰/۰ <sup>a</sup>	۱۹/۷/۹۲±۳/۰/۶ <sup>b</sup>	۳۲/۹/۷۰±۰/۰/۸ <sup>b</sup>	۳۳/۲۶/۴۶±۳/۶/۵/۴ <sup>a</sup>
.۰/۱۴	.۰/۲۳±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۶۷±۰/۰ <sup>a</sup>	.۰/۶۷±۰/۰ <sup>a</sup>	۱۴/۰±۱/۷/۸ <sup>b</sup>	۳۷/۳/۴۲±۰/۰/۸ <sup>a</sup>	۲۸/۸۱/۰/۹±۳/۱/۲/۰/۸ <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین های با حرف مشترک یک یا یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.

خشک بوته با وزن تر بوته همبستگی مثبت و معنی دار داشت ولی همبستگی بین وزن خشک برگ و وزن تر برگ معنی دار نشد این نشان می دهد که علت همبستگی معنی دار 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 معنی دار بود. با توجه به اینکه قسمت عمده مصرف خرفه، برگ آن است، این نتیجه می تواند در گرینش ژنتیک های برتر خرفه از نظر عملکرد برگ موردن توجه قرار گیرد.

**همبستگی پیرسون بین صفات**  
از ۱۹۰ ضریب همبستگی پیرسون بین صفات به صورت دو به دو، تعداد ۱۱۰ ضریب معنی دار بود (۰/۵۸%). 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 معنی دار داشت یعنی می توان در گرینش نمونه مناسب از نظر وزن تر بوته از قطر ساقه به عنوان شاخص انتخاب، استفاده نمود. وزن خشک ساقه با وزن تر ساقه و همچنین وزن

جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه  
Table 4. The coefficients of Pearson correlation among studied traits

X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	
								. <sup>**</sup>
								X2
								X3
								X4
								X5
								X6
								X7
								X8
								X9
								X10
								X11
								X12
								X13
								X14
								X15
								X16
								X17
								X18
								X19

X<sub>1</sub>: ارتفاع بوته، X<sub>2</sub>: تعداد ساقه فرعی، X<sub>3</sub>: قطر ساقه، X<sub>4</sub>: وزن خشک ساقه، X<sub>5</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، X<sub>6</sub>: وزن تر برگ، X<sub>7</sub>: وزن خشک برگ، X<sub>8</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، X<sub>9</sub>: وزن خشک بوته، X<sub>10</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، X<sub>11</sub>: طول برگ، X<sub>12</sub>: عرض برگ، X<sub>13</sub>: شکل برگ، X<sub>14</sub>: محتوای کلروفیل، X<sub>15</sub>: هکتولیتر، X<sub>16</sub>: سطح برگ، X<sub>17</sub>: تعداد کپسول در بوته، X<sub>18</sub>: مقدار بدون ستاره و % مقدار معنی دار در سطوح احتمال ۵% و ۱% غیرمعنی دار هستند.

ادامه جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه

X18	X17	X16	X15	X14	X13	X12	X11	X10	X9	
										. <sup>**</sup>
										X10
										X11
										X12
										X13
										X14
										X15
										X16
										X17
										X18
										X19

X<sub>1</sub>: ارتفاع بوته، X<sub>2</sub>: تعداد ساقه فرعی، X<sub>3</sub>: قطر ساقه، X<sub>4</sub>: وزن خشک ساقه، X<sub>5</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه، X<sub>6</sub>: وزن تر برگ، X<sub>7</sub>: وزن خشک برگ، X<sub>8</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، X<sub>9</sub>: وزن خشک بوته، X<sub>10</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، X<sub>11</sub>: طول برگ، X<sub>12</sub>: عرض برگ، X<sub>13</sub>: شکل برگ، X<sub>14</sub>: محتوای کلروفیل، X<sub>15</sub>: هکتولیتر، X<sub>16</sub>: سطح برگ، X<sub>17</sub>: تعداد کپسول در بوته، X<sub>18</sub>: مقدار بدون ستاره و % مقدار معنی دار در سطوح احتمال ۵% و ۱% غیرمعنی دار هستند.

و تعداد ساقه فرعی است با این توضیح که در همبستگی ناقص ارتباط دو متغیر بدون دخالت بقیه متغیرها برآورده 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 کنترل کننده دو صفت با همدیگر پیوستگی (لينکاز) قوی داشته باشند.

ب: ژن‌ها دارای اثر پلیوتربوپی (پدیده چند اثری بودن یک ژن) باشند، به نحوی 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.

#### همبستگی ناقص بین صفات

از ۱۹۰ ضریب همبستگی ناقص، ۲۸ ضریب معنی دار بود (۱۵٪) در حالی که این مقدار در همبستگی پیرسون ۵۸٪ بوده است. وزن تر بوته با وزن 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 معنی دار بودن یا نبودن مشاهده گردید. بطور مثال ارتباط بین ارتفاع بوته با وزن تر بوته در همبستگی پیرسون مثبت و معنی دار بود ولی در همبستگی ناقص منفی و معنی دار بود. همچنین همبستگی بین ارتفاع بوته با نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه در همبستگی ناقص مثبت و معنی دار بود. همچنین در همبستگی پیرسون ارتفاع بوته با تعداد ساقه فرعی دارای همبستگی معنی دار بود ولی در همبستگی ناقص این ارتباط معنی دار نبود. علت این تفاوت دخالت بقیه متغیرها بجز دو متغیر ارتفاع بوته

#### جدول ۵- ضرایب همبستگی ناقص بین صفات مورد مطالعه

Table 5. The coefficients of Partial correlation among studied traits

X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	
							•/147	X2
						•/131	•/13**	X3
					-•/•8	-•/•3	•/21**	X4
				•/•5	•/•5	-•/•3	-•/•5	X5
			•/V**	-•/•3	-•/•8	•/•8	-•/•8	X6
		•/•6	•/•8	-•/•2	-•/•8	-•/•2	•/149	X7
	•/•6	•/•78	-•/•2**	-•/•2	-•/•3	-•/•8	•/•6	X8
•/89.**	-•/•6	•/•6	•/•75	-•/•2	-•/•7	-•/•3	•/•8*	X9
•/•14	•/94**	•/•2	-•/•4	•/98**	•/•9	•/•6	-•/•2	X10
•/13**	-•/•2	-•/•5**	•/185**	-•/•3	-•/•5	•/•9	•/•6	X11
-•/•2**	•/•1	•/•5**	-•/•V**	•/•4	-•/•2	-•/•8	-•/•2	X12
•/•6	-•/•4	-•/•9	•/•57	-•/•4	•/•5	-•/•3	-•/•4	X13
•/12	•/135	•/•4	-•/•2	•/14	•/•2	•/•8	-•/•15	X14
•/•2	•/•2	-•/•3	•/•01	•/•3	-•/•2	•/16**	-•/•16	X15
•/11	-•/•6	-•/•2	•/•86	•/•2	•/147	•/21**	•/113	X16
•/•6	-•/•3	•/•86	-•/•09	-•/•3	•/•7	•/•11	•/•22	X17
•/•8	•/19~	•/•16	-•/•06	-•/•03	•/•00	•/•5	•/•69	X18
•/•5	-•/•1	•/•6	•/•2	-•/•4	-•/•9	-•/•3	•/126	X19

X<sub>7</sub>: ارتفاع بوته، X<sub>8</sub>: تعداد ساقه فرعی، X<sub>9</sub>: قطر ساقه، X<sub>10</sub>: وزن تر ساقه، X<sub>11</sub>: وزن خشک ساقه، X<sub>12</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه، X<sub>13</sub>: وزن تر برگ، X<sub>14</sub>: وزن تر بوجه، X<sub>15</sub>: عرض برگ، X<sub>16</sub>: شکل برگ، X<sub>17</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، X<sub>18</sub>: وزن خشک بوته، X<sub>19</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، X<sub>20</sub>: سطح برگ، X<sub>21</sub>: هكتولیتر، \* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ مقادیر بدون ستاره غیر معنی دار هستند.

ادامه جدول ۵- ضرایب همیستگی ناقص، بین صفات مورد مطالعه

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

X18	X17	X16	X15	X14	X13	X12	X11	X10	X9		
										+/+*	X10
										-/+Y	X11
										+/Y~	X12
										-/+Y	X13
										-/+Y	X14
										-/+Y	X15
										-/+Y	X16
										-/+Y	X17
										-/+Y	X18
										-/+Y	X19

X<sub>19</sub>: ارتفاع بوته، X<sub>20</sub>: تعداد ساقه فرعی، X<sub>21</sub>: قطر ساقه، X<sub>22</sub>: وزن تر ساقه، X<sub>23</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه، X<sub>24</sub>: وزن تر برگ، X<sub>25</sub>: وزن خشک برگ، X<sub>26</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر برگ، X<sub>27</sub>: وزن تر بوته، X<sub>28</sub>: نسبت وزن خشک به وزن تر بوته، X<sub>29</sub>: طول برگ، X<sub>30</sub>: عرض برگ، X<sub>31</sub>: شکل برگ، X<sub>32</sub>: محتوای کلروفیل، \*: هکتوکلیست، \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح اختلال ۵٪ و ۱٪ مقادیر بدون ستاره برگ، X<sub>33</sub>: تعداد کپسول در بوته، X<sub>34</sub>: سطح برگ، X<sub>35</sub>: محظای کلروفیل در بوته.

نتایج تجزیه عاملی

مقدار شاخص کیز-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 مرربع کای برسی گردید. معنی دار بودن این آزمون نشان می دهد که همبستگی بین متغیرها برای تجزیه عاملی مناسب است ( $\chi^2 = 2910$  \*\*\*).

در تجزیه عاملی ۱۹ متغیر مورد مطالعه به ۶ عامل کاهاش یافت و این ۶ عامل ۷۱/۸۲ درصد از تغییرات داده ها را توهیه نمودند (حدوای، سهمه عاماً، او، ۳۳/۶۲ و سهمه

عامل ششم  $5/95$ % 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.

جدول ۶- نتایج تجزیه عاملی صفات مورد مطالعه

Table 6. The results of factor analysis in studied traits

عامل‌ها						صفات
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
-0.14	-0.250	-0.054	-0.159	-0.204	0.764	ارتفاع بوته
-0.42	0.234	-0.207	0.095	0.244	0.754	تعداد ساقه فرعی
-0.311	-0.164	-0.163	-0.113	0.120	0.679	قطر ساقه
0.59	0.118	-0.126	0.27	0.229	0.823	وزن تر ساقه
0.16	-0.108	-0.173	0.785	0.159	0.706	وزن خشک ساقه
0.19	0.09	0.079	0.712	-0.137	-0.228	نسبت وزن خشک به وزن تر ساقه
0.324	0.282	0.018	-0.066	0.675	0.235	وزن تر برگ
0.56	0.014	0.189	0.143	0.196	-0.019	وزن خشک برگ
-0.055	-0.120	0.779	0.106	-0.377	-0.203	نسبت وزن خشک به وزن تر برگ
0.155	0.226	-0.094	0.144	0.486	0.760	وزن تر بوته
-0.027	0.023	0.195	0.184	0.193	0.234	وزن خشک بوته
-0.160	0.064	0.421	0.587	-0.106	-0.318	نسبت وزن خشک به وزن تر بوته
-0.138	-0.118	-0.031	0.034	0.864	0.017	طول برگ
-0.2	-0.246	-0.054	0.100	0.120	-0.41	عرض برگ
-0.224	0.746	-0.053	0.019	-0.118	0.066	شكل برگ
-0.112	0.186	-0.087	0.053	-0.014	0.818	تعداد کپسول در بوته
-0.207	-0.111	-0.117	0.06	0.72	-0.456	محتوای کلروفیل
0.280	0.265	-0.022	-0.030	0.622	0.460	سطح برگ
0.753	0.227	-0.021	0.064	-0.105	-0.051	هکتولیتر
1/09	1/14	1/34	2/10	2/61	6/08	بردار وینه
5/45	5/71	6/71	10/50	13/07	30/42	مجموع مربعات قابل از چرخش (%)
5/95	6/08	9/30	11/62	15/29	23/62	مجموع مربعات پس از چرخش (%)
مجموع مربعات کل (%)						(%)
71/86						

تر ساقه بر وزن تر بوته بیشتر از اثر غیرمستقیم بود در حالی که 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).

**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

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

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

همبستگی ساده با وزن تر بوته	اثر غیرمستقیم از طریق		اثر مستقیم	صفت
	وزن تر ساقه	وزن تر برگ		
0.953**	0.163	-	0.79	وزن تر ساقه
0.719**	-	0.37	0.33**	وزن تر برگ

\*\*: معنی دار در سطح احتمال ۰.۱٪.

همبستگی بین متغیر مستقل با متغیر وابسته به ترتیب از طریق وزن تر ساقه و وزن تر برگ با علامت مشیت و در سطح ۰.۱٪ معنی دار بود. همبستگی بین نسبت وزن خشک به وزن تر برگ با وزن تر برگ معنی دار و منفی بود. علی‌رغم اینکه رابطه رگرسیونی وزن خشک برگ با وزن تر بوته معنی دار گردید ولی همبستگی این دو معنی دار نبود. این به دلیل رابطه منفی زیاد وزن خشک برگ با وزن تر بوته از طریق وزن تر ساقه است (جدول ۸).

**تجزیه علیت با میانگین تکرارها**  
در تجزیه علیت با استفاده از میانگین داده (میانگین تکرارها) وزن تر بوته به عنوان 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، 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 مشیت و اثر غیرمستقیم نسبت وزن خشک به وزن تر برگ منفی بود. بیشترین

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)

همبستگی ساده با وزن تر بوته	اثر غیرمستقیم از طریق وزن خشک برگ	نسبت وزن خشک به وزن تر برگ	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن تر ساقه	اثر مستقیم	صفت
-۰/۹۱۷**	-۰/۰۳۴	-۰/۰۱۷	-۰/۱۵۴	-	-۰/۷۸*	-۰/۷۸*	وزن تر ساقه
-۰/۷۱۶**	-۰/۰۰۹۳	-۰/۰۱۷	-	-۰/۳۶	-۰/۰۳۳**	-۰/۰۳۳**	وزن تر برگ
-۰/۵۴۴**	-۰/۰۰۹۲	-	-۰/۱۵۶	-۰/۰۳۶	-۰/۰۳۷**	-۰/۰۳۷**	نسبت وزن خشک به وزن تر برگ
-۰/۱۲۹ns	-	-۰/۰۲	-۰/۰۱۸	-۰/۰۱۴۴	-۰/۰۱۷*	-۰/۰۱۷*	وزن خشک برگ

\*, \*\* و ns: به به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و غیرمعنی دار.

تر و خشک ساقه معنی دار 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 معنی دار با صفت وابسته داشتند که همسو با نتایج تحقیق حاضر بود. نتایج تجزیه عاملی در تحقیق حاضر دارای شباهت ها و تفاوت های با نتایج تحقیق شاه محمدی (۲۳) بود. در هر دو تحقیق ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی در عامل اول 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 میان گره همبستگی معنی دار داشت. وزن خشک ساقه با صفات وزن خشک برگ، طول برگ و عرض برگ همبستگی معنی دار 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 معنی دار 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 جمماً ۷۳/۵۴ درصد از کل تغییرات داده ها را توجیه نمودند. در تحقیق ما ۶ عامل استخراج شد که ۸/۶۱ درصد تغییرات داده ها 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 معنی دار 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 غلظت های مختلف دی متیل سولفات در تعدادی از صفات تفاوت معنی دار مشاهده شد. تفاوت بین غلظت های DMS در مطالعه رحیمی (۲۰) برای قطر ساقه، وزن تر برگ، طول و عرض برگ و سطح برگ معنی دار ولی در تحقیق حاضر غیرمعنی دار بود. تفاوت بین غلظت های DMS در هر دو تحقیق برای صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، وزن تر و خشک ساقه و تعداد کپسول در بوته معنی دار 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 معنی دار بود. همبستگی بین ارتفاع بوته با وزن تر برگ در تحقیق حاضر غیرمعنی دار ولی در تحقیق

کارابی اصلاح به کمک موتابسیون در ایجاد تنوع ژنتیکی برای اهداف اصلاح نباتات کالاسیک یا مولکولی به تایید رسیده است. اصلاح به روش القای جهش به ویژه در مواردی که اصلاحگر با محدودیت تنوع ژنتیکی در زمپلاسم موجود مواجه است، اهمیت دارد (۲). بسیاری از ارقام جدید تجاری پرمحلول و یا دارای صفاتی خاص، در جهان به طور مستقیم یا غیرمستقیم از طریق موتابسیون ایجاد شده اند که در این خصوص می توان به معرفی تعدادی از واریته های جهش یافته در پایگاه اطلاعاتی واریته جهش یافته فائو و آژانس بین المللی انرژی هسته ای اشاره نمود (۳). در آغاز قرن ۲۱ تعداد واریته های جهش یافته در محصولاتی مانند غلات، جویات، دانه های روغنی، سبزیجات، میوه ها، گیاهان زینتی و لیفی به ۳۳۰۰ رسید (۳۱). از آنجایی که تنوع در سطح گونه های گیاهی به دلیل شدت فعالیت های اصلاحی، عدم بی توجهی به حفظ منابع قبلی و به دنبال آن فرسایش شدید منابع ژنتیکی به سطح پایینی نزول کرده است، لذا برای افزایش تنوع ژنتیکی می توان از جهش مصنوعی استفاده کرد (۳۰). ایجاد تنوع در صفات کمی و کیفی به وسیله اصلاح از طریق موتابسیون توسط دانشمندان مختلفی گزارش شده است (۱)، (۵)، (۶)، (۷)، (۱۸)، (۱۲)، (۲۱)، (۲۲)، (۲۴)، (۲۷). اصفهانی و فتوکیان (۸) در تیمار بذور برج مدمیا با پرتو گاما و دی متیل سولفات (DMS) به یک جهش یافته دست یافتند که ۱۵ روز زودرس تر از والد خود بوده است. خادمیان و همکاران (۱۶) از اشعة گاما و اتیل متان سولفونات (EMS) برای ایجاد جهش در سه رقم برج ایرانی استفاده کردند که در هر سه جمعیت جهش یافته، ارتفاع بوته نسبت به شاهد کاهش معنی داری نشان داد. همچنین تعداد پنجه و تعداد دانه در خوشة 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.

شاه محمدی (۲۳) اثرات غلظت های مختلف دی متیل سولفات را در گیاه خرفه به منظور ایجاد جهش یافته مطالعه کرد. ارتفاع بوته با وزن تر و وزن خشک بوته نسبتی معنی دار داشت در حالی که این همبستگی ها در تحقیق ما غیرمعنی دار بود. همبستگی شکل برگ با ارتفاع بوته در تحقیق شاه محمدی (۲۳) مثبت و معنی دار ولی در تحقیق حاضر منفی و معنی دار بود. در هر دو تحقیق همبستگی سطح برگ با صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه و وزن

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 موقوفیت این روش عمدتاً از طریق تلفیق با سایر روش‌های اصلاحی مانند گزینش، دورگیگری و بیوتکنولوژی امکان پذیر خواهد بود (۱۱). از این تحقیق تعداد ۲۰ لاین چهش 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.

رجیمی (۲۰) معنی دار بود. نتایج متفاوت در مطالعه رحیمی (۲۰) و تحقیق حاضر احتمالاً به دلیل متفاوت بودن نسل‌ها و سال‌های مورد مطالعه می‌باشد. نتایج رگرسیون چندگانه بین صفات مستقل با صفت واپسیه 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 تقریباً دقیق میسر باشد، شایسته آن

## منابع

1. Ahloowalia, B.S., M. Maluszynski and K. Nichterlein. 2004. Global impact of mutation-driven 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.

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. 9<sup>th</sup> 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](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. 2<sup>nd</sup> 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. Yilmaz, 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>.

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

**Nahid Feizi Kelasi<sup>1</sup> and Mohammad Hossein Fotokian<sup>2</sup>**

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*)