علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۳ (ص ۶۱۱-۶۰۳)

ارزیابی دو زیرگونهٔ بزرک (*Linum usitatissimum* L.) در مناطق مختلف جغرافیایی از نظر میزان و تنوع ژنتیکی برای عملکرد دانه و اجزای آن

فاطمه بیدخوانی نژاد [۱]، علی‌اکبر محمدی میریک [۲*] و حسین دشتی [۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۶/۲)

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی دو زیرگونهٔ بزرک برای عملکرد دانه و اجزای آن،۵۰ ژنوتیپ بزرک ارزیابی شدند. نتایج نشان داد بین میانگین دو زیرگونه و نواحی مختلف از لحاظ برخی اجزای عملکرد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. میانگین صفات تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول در زیرگونهٔ Usitatissimum و وزن هزاردانه در Mediteranum بیشتر بود. تنوع ژنتیکی در مناطق مختلف و بسته به صفت، متفاوت بود. بین ژنوتیپ‌ها، تعداد کپسول در بوته از ۱۳/۹ تا ۸۱/۷، تعداد دانه در کپسول از ۵/۴ تا ۹/۲۲، و وزن هزاردانه از ۲/۵ تا ۶/۴ گرم متغیر بود و عملکرد دانه در بوته از ۰/۳ تا ۹/۰۶ گرم و عملکرد دانه از ۱۸۸/۷ تا ۱۴۵۳ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های نروژ۱۰۰۵ و لیبی۱۶۸۶ به‌دست آمد که بیانگر پتانسیل ژنتیکی بالقوه برای بهبود صفات مهم بزرک است. تجزیهٔ خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را به شش گروه تفکیک کرد که گروه اول با بیشترین تعداد کپسول در بوته به همراه گروه‌های دوم و سوم از نظر عملکرد دانه، گروه‌های برتر شناسایی شدند. تعداد کپسول در بوته دارای بیشترین همبستگی ژنتیکی ناشی از تأثیرات مستقیم و همچنین تأثیرات غیرمستقیم منفی از طریق وزن هزاردانه بر عملکرد دانه در بوته بود.

واژه‌های کلیدی: تجزیهٔ خوشه‌ای، ژرم‌پلاسم، ضرایب مسیر، همبستگی ژنتیکی.

مقدمه

گیاهان دانه‌روغنی به لحاظ تولید دانه، روغن و کنجاله در تغذیهٔ انسان، دام و طیور و مصارف صنعتی کاربرد دارند. مهم‌ترین آنها سویا، آفتابگردان، بادام‌زمینی، پنبه، کلزا، بزرک و کرچک هستند (Saadat Lajvardi, 1980). در حال حاضر بخش عمدهٔ دانه‌های روغنی مورد نیاز کشور از منابع وارداتی تأمین می‌شود؛ ازاین‌رو توسعهٔ کشت دانه‌های روغنی اهمیت زیادی دارد. بزرک یا Linseed (Flax) یکی از گیاهانی است که برای تولید روغن خوراکی کاربرد دارد. روغن بزرک علاوه بر مصارف صنعتی و خوراکی، به‌علت داشتن مقدار زیاد امگا ۳، به‌عنوان یکی از منابع روغن مفید و دارای خواص دارویی برای سلامت انسان مورد توجه قرار گرفته است (Shahidi, 2005). علاوه‌بر وجود مقدار زیاد امگا ۳ در روغن، دانهٔ بزرک دارای ترکیبات فیتواستروژن و همچنین مقدار زیاد لیگنان است که از نظر دارویی اهمیت دارد و به‌طور مستقیم از آن استفاده می‌شود. از طرفی روغن برخی لاین‌های اصلاحی بزرک، کیفیتی مشابه روغن آفتابگردان دارد و می‌توان از آنها برای روغن‌کشی استفاده کرد (Rowland, 1991; Green, 1986). سازگاری بزرک به دامنهٔ وسیعی از شرایط محیطی موجب گسترش سطح زیر کشت آن در شرایط اگرواکولوژیکی متنوعی مثل مناطق حاره‌ای و زیرحاره‌ای (هند، آرژانتین، افغانستان و ...) و نواحی معتدل (آلمان، فرانسه، یونان، آمریکا، کانادا،

* تلفن: ۰۳۴۳۱۳۱۲۰۱۷
E-mail: aa.mohammadi@vru.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

استرالیا و ...) شده است (Vorman, 2006). در ایران نیز بزرک به‌عنوان زراعت فرعی و در مساحت‌های کوچک کشت می‌شود (Saeidi, 2001).

ژرم‌پلاسم گیاهی منبع اصلی مورد نیاز برای اجرای برنامه‌های به‌نژادی گیاهان است و موفقیت این برنامه‌ها به حد تنوع آن بستگی دارد. از کاربردهای بررسی تنوع ژنتیکی در گیاهان می‌توان به تعیین روابط ژنتیکی ژنوتیپ‌ها، مطالعهٔ ژنتیک جمعیت، مطالعه و حفاظت ژنتیکی ذخایر ژرم‌پلاسمی اشاره کرد (Ghareyazi, 1996). گونهٔ گیاهی *Linum usitatissimum* L. از نظر صفات مورفولوژیک، تنوع ژنتیکی زیادی دارد و بر همین اساس به چند زیرگونه تقسیم می‌شود که زیرگونه‌های Mediteranum(Md) و Usitatissimum (Us) آن بیشتر از نظر تولید دانه اهمیت دارند. این دو زیرگونه دارای تیپ رشدی با انشعاب زیاد و ساقهٔ کوتاه‌اند که به آنها بزرک یا کتان روغنی گفته می‌شود. زیرگونهٔ Md به‌دلیل دارا بودن دانه‌های درشت‌تر بیشتر برای تولید دانه به‌کار می‌رود و زیرگونهٔ Us از نظر تولید فیبر نیز حایز اهمیت است (Sharifnia & Asadi, 2000; Alister & Neil, 2003). برخی منابع ژنتیکی موجود برای بزرک از نظر صفات مختلف بررسی شده است، از جمله Diederichsen (2001) در ارزیابی ژنوتیپ‌های بزرک موجود در بانک ذخایر توارث گیاهی کانادا، تنوع ژنتیکی برای صفات زیر را چنین گزارش کرد: روز تا رسیدگی از ۶۷ تا ۱۱۲ روز، تعداد دانه در کپسول از ۵/۱ تا ۱۰، ارتفاع گیاه از ۲۰ تا ۱۳۰ سانتی‌متر، وزن هزاردانه از ۲/۸۳ تا ۱۱/۵ گرم، مقدار روغن از ۲۶/۹ تا ۴۵/۶ درصد و مقدار اسیدآلفا-لینولنیک از ۳/۹۶ تا ۶۶/۷ درصد.

Saeidi *et al.* (2003) نیز در بررسی تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های بومی بزرک دریافتند صفات تعداد گیاهچه در متر مربع، تعداد کپسول و عملکرد دانه در بوته دارای ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی بالایی بودند. نتایج Saeidi & Khodambashi (2006) در ارزیابی ژنوتیپ‌های بزرک با کیفیت روغن خوراکی نشان داد که از لحاظ کلیهٔ صفات مورد مطالعه تنوع ژنتیکی زیادی وجود داشت. در دیگر مطالعات نیز تنوع ژنتیکی زیادی برای صفات مختلف در ژرم‌پلاسم بزرک مشاهده شده است (Saeidi, 2001; Mohammadi *et al.*, 2010)، اما در اکثر این مطالعات تعداد محدود ژنوتیپ و متعلق به مناطق خاص ارزیابی شده است. با توجه به تأثیرات متقابل ژنوتیپ و محیط در بروز صفات، در شرایط محیطی متفاوت ممکن است یک ژنوتیپ خاص واکنش متفاوتی نشان دهد. ازاین‌رو در طراحی یک برنامهٔ اصلاحی برای شرایط خاص به‌نظر می‌رسد که مواد ژنتیکی باید در همان شرایط ارزیابی و انتخاب شوند (Sosulski & Gore, 1964) با عنایت به کاربردهای دارویی و صنعتی فراوان بزرک، تولید واریته‌های مطلوب از نظر عملکرد این محصول از اهمیت بسزایی برخوردار است و طراحی برنامهٔ به‌نژادی در اولین قدم نیازمند شناسایی پتانسیل‌های ژنتیکی این گیاه است؛ از این‌رو در این مطالعه بخشی از ژرم‌پلاسم در دو زیرگونهٔ بزرک موجود در مناطق مختلف دنیا جمع‌آوری و در شرایط آب‌وهوایی گرم و خشک و به‌منظور تعیین تنوع ژنتیکی و همچنین مقایسهٔ آنها ارزیابی شدند.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، ۵۰ ژنوتیپ بزرک شامل ۲۲ ژنوتیپ از زیرگونهٔ Usitatissimum (Md) و ۲۸ ژنوتیپ انتخاب‌شدهٔ تصادفی از زیرگونهٔ Mediteranum (Md)، تهیه‌شده از بانک ژن مؤسسهٔ ژنتیک گیاهی و تحقیقات محصولات زراعی آلمان (جدول۱)، در آزمایشی مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۰ و با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه ولیعصر رفسنجان ارزیابی شدند. هر پلات آزمایشی شامل چهار ردیف به طول ۱۲۰ سانتی‌متر و با فاصلهٔ ۲۵ سانتی‌متر بود. کاشت بذور به‌صورت دستی و با فاصلهٔ ۲ سانتی‌متر و در عمق ۱ تا ۲ سانتی‌متر انجام گرفت. در مرحلهٔ رسیدگی از هر پلات آزمایشی و از ردیف‌های میانی با در نظر گرفتن حاشیه، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات عملکرد دانه در بوته، تعداد کپسول در بوته و عملکرد بیولوژیک آنها اندازه‌گیری شد و میانگین آنها درنظر گرفته شد. تعداد دانه در کپسول با انتخاب ۵۰ کپسول از نمونه‌های ده‌بوته‌ای و سپس شمارش بذور آنها و وزن هکتولیتر با توزین حجم ۱۰ سی‌سی بذر به‌دست آمد. صفت عملکرد دانه در واحد سطح با برداشت دو ردیف میانی در هر پلات و با رعایت حاشیه و سپس بوجاری و

Archive of SID

www.SID.ir

توزین دانه‌ها محاسبه شد. تجزیهٔ آماری داده‌های آزمایش به‌صورت آزمایش آشیانه‌ای و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. برای صفاتی که اثر عوامل آزمایشی معنی‌دار شد، مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (LSR) انجام گرفت. تجزیهٔ خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها با استفاده از ماتریس تفاوت با مقیاس فاصلهٔ اقلیدسی و الگوریتم Average linkage صورت گرفت. ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی بین صفات محاسبه شد و تفکیک ضرایب ژنتیکی به اجزا با استفاده از تجزیهٔ ضرایب مسیر انجام گرفت.

جدول ۱. ژنوتیپ‌های بررسی‌شده از دو زیرگونه و نواحی مختلف جغرافیایی به‌همراه کد ژنوتیپ در بانک ژن مؤسسهٔ ژنتیک گیاهی و تحقیقات محصولات زراعی آلمان[$]

زیرگونه	Us*	Us	Md**	Md	Md	Md	Us	Us
ناحیه	اروپا	اروپا	آسیا	اروپا	آمریکا	آفریقا	آسیا	آفریقا
	نروژ۱۰۰۵	سوئد۴۳۲	پاکستان۱۵۷۳	آلمان۴۷۷	آمریکا۸۵۶	مراکش۷۷۸	ایران۱۱	مصر۲۷۷
	لهستان۱۰۲۶	ایتالیا۵۳۸	ترکیه۱۲۳۹	پرتغال۲۱۷	آرژانتین۱۲۱۲	مراکش۷۷۹	ایران۱۴	
	مجارستان۱۰۴۲	یونان۷۷۶	هند۱۲۵۷	مجارستان۱۵۸۴	برزیل۱۲۲۸	کامرون۵۷۸	ایران۱۵	
	رومانی۱۰۹۸	هلند۷۸۱	قبرس۶۶۹	ایتالیا۱۷۹۳	آرژانتین۱۵۶۶	لیبی۱۶۸۶	ترکیه۱۲۳۶	
	یونان۱۱۰۳	هلند۸۴۲	قبرس۷۰۶	یونان۱۱۵۴	کلمبیا۱۷۷۲		ایران۳۷	
	مجارستان۱۵۸۵	دانمارک۲۱۰۷	چین۸۵۷	فرانسه۱۱۶۷			قبرس۱۰۲۱	
	فنلاند۱۴۳۵	بریتانیا۲۱۴۸	افغانستان۱۱۳۶				ترکیه۱۲۴۵	
	سوئد۱۴۸۱	بریتانیا۲۱۵۳						
	لهستان۱۱۴۹	ایتالیا۱۷۷۷						
	فرانسه۱۱۶۵							

زیرگونه	Us	Us	Md	Md	Md	Us
ناحیه	اقیانوسیه	آفریقا	آفریقا	آمریکا	اروپا	آسیا
	استرالیا۲۱۶۸	مصر۲۷۷	مراکش۷۷۸	آمریکا۸۵۶	آلمان۴۷۷	پاکستان۱۵۷۳
			مراکش۷۷۹	آرژانتین۱۲۱۲	پرتغال۲۱۷	ترکیه۱۲۳۹
			کامرون۵۷۸	برزیل۱۲۲۸	مجارستان۱۵۸۴	هند۱۲۵۷
			لیبی۱۶۸۶	آرژانتین۱۵۶۶	ایتالیا۱۷۹۳	قبرس۶۶۹
				کلمبیا۱۷۷۲	یونان۱۱۵۴	قبرس۷۰۶
					فرانسه۱۱۶۷	چین۸۵۷
						افغانستان۱۱۳۶

$: Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, *:Us: Usitatissimum, **:Md:Mediteranum

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد میانگین تعداد کپسول در بوتهٔ دو زیرگونه اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول۲) و به‌طور میانگین ژنوتیپ‌های زیرگونهٔ Us از نظر این صفت نسبت به ژنوتیپ‌های زیرگونهٔ Md برتری نشان دادند (جدول ۳). همچنین بین میانگین نواحی مختلف درون هر زیرگونه از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول۲)، به‌طوری که ژنوتیپ‌های نواحی آفریقا و اروپا در زیرگونهٔ Md به‌ترتیب با میانگین ۳۶/۷۵ و ۱۹/۸۹ کپسول در بوته بیشترین و کمترین میزان این صفت را دارا بودند (جدول ۴). تنوع معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های درون هر ناحیه نیز برای تعداد کپسول در بوته به‌دست آمد (جدول۲)، اما با توجه به میزان ضرایب تنوع ژنتیکی، تنوع نواحی مختلف یکسان نبود (جدول ۵). در زیرگونهٔ Us بیشترین تنوع برای این صفت در ناحیهٔ اروپا و در دامنهٔ ۱۴/۰۲ تا ۴۷/۸۵ به‌ترتیب برای ژنوتیپ‌های ایتالیا۵۳۸ و فنلاند۱۴۳۵ و در زیرگونهٔ Md در ژنوتیپ‌های ناحیهٔ آفریقا از ۲۲/۶۵ در مراکش۷۷۹ تا ۸۱/۷ کپسول در بوته در لیبی۱۶۸۶ مشاهده شد (جدول ۵). در مطالعات دیگر نیز تنوع ژنتیکی از نظر تعداد کپسول در بوته گزارش شده است (Mohammadi *et al.*, 2010; Saeidi *et al.*, 2003). تنوع بسیار زیاد به‌دست‌آمده برای تعداد کپسول در بوته (ضریب تغییرات ۲۷/۷۷ درصد) در بین ژنوتیپ‌ها بیانگر پتانسیل‌های مطلوب ژنتیکی برای این صفت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه است.

زیرگونهٔ Us با میانگین ۷/۷۱ دانه در کپسول نسبت به Md برتری داشت (جدول ۳). همچنین بین میانگین تعداد دانه در کپسول نواحی مختلف در هر زیرگونه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و ناحیهٔ آسیا در زیرگونهٔ Us با میانگین ۸/۰۸ بیشترین تعداد دانه در کپسول را داشت (جدول ۴). برای این صفت تنوع معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های داخل هر زیر گونه و در هر ناحیه نیز وجود داشت و ناحیهٔ آفریقا در زیرگونهٔ Md و ناحیهٔ اروپا برای زیرگونهٔ Us بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی را به‌ترتیب با ۷/۹۴ و ۱۰/۲۷ درصد دارا بودند (جدول ۵). در مقایسهٔ ژنوتیپ‌ها، هلند۷۸۱ بیشترین (۹/۲۲) و افغانستان۱۱۳۶ کمترین (۵/۴۷) تعداد دانه در کپسول را داشتند. Diederichsen (2001) نیز در ارزیابی ژنوتیپ‌های

Archive of SID

www.SID.ir

بزرک، تعداد دانه در کپسول را از ۵/۱ تا ۱۰ دانه در هر کپسول گزارش کرد. ژنوتیپ لیبی۱۶۸۶ که برتری شایان توجهی از نظر تعداد کپسول در بوته داشت، از نظر این صفت نیز از جمله ژنوتیپ‌های برتر بود (جدول ۵) که به‌منظور معرفی برای کاشت یا انتقال پتانسیل‌های آن به واریته‌های بومی مناسب است.

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس صفات عملکرد دانه و اجزای آن در دو زیرگونهٔ بزرک در مناطق مختلف جغرافیایی

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات						
		تعدادکپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزاردانه	وزن هکتولیتر	عملکرد دانه در بوته	عملکرد دانه در واحد سطح	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱۱۱۱/۸۷**	۰/۸۰$^{n.s}$	۰/۹۶**	۰/۰۰۳*	۰/۳۱*	۸۲۸۱۹/۴*	۰/۸۲$^{n.s}$
ژنوتیپ	۴۹	۳۳۹/۹۵**	۲/۱۰**	۳/۰۷**	۰/۰۰۴**	۰/۴۱**	۲۰۱۳۱۷/۰**	۶۹/۶۸**
زیرگونه	۱	۱۹۰۷/۰۴*	۲۶/۵۲**	۸۸/۷۵**	۰/۰۱^{ns}	۰/۱۰$^{n.s}$	۳۵۰۰۹۵/۸$^{n.s}$	۰/۳۴ $^{n.s}$
ناحیه (زیرگونه)	۷	۴۶۴/۹۱**	۲/۳۲^{ns}	۱/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۴۴^{ns}	۵۳۹۷۶۸/۹**	۸۲/۸۲^{ns}
ژنوتیپ (ناحیه)	۴۱	۲۸۴/۷۹**	۱/۴۹**	۱/۳۲**	۰/۰۰۴**	۰/۴۲**	۱۴۹۴۲۴/۴**	۶۹/۴۵**
خطا	۹۸	۱۲۶/۸۴	۰/۴۲	۰/۲۵	۰/۰۰۱	۰/۱۱	۳۱۶۶۲/۲	۱۵/۴۱
ضریب تغییرات	–	۲۹/۰۱	۹/۰۸	۱۰/۷۲	۴/۸۶	۲۴/۱۸	۲۶/۵	۱۴/۴۴

ns، *و**: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳. نتایج مقایسهٔ میانگین بین دو زیرگونه از نظر صفات عملکرد دانه و اجزای آن

زیرگونه	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزاردانه (gr)	وزن هکتولیتر	عملکرد دانه در بوته (gr)	عملکرد دانه در واحد سطح (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)
Mediterannum	۲۶/۳^{b}	۶/۷۷^{b}	۵/۵۵^{a}	۰/۶۸^{a}	۰/۹۹^{a}	۶۳۰/۱۴^{a}	۲۷/۴۶^{a}
Usitatissimum	۳۵/۵^{a}	۷/۷۱^{a}	۳/۹۸^{b}	۰/۶۶^{a}	۱/۱۴^{a}	۷۱۱/۵۲^{a}	۲۸/۴۶^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

میانگین وزن هزاردانه نیز در دو زیرگونه متفاوت بود (جدول ۲) و زیرگونهٔ Md با میانگین وزن هزاردانهٔ ۵/۵۵ گرم بر زیرگونهٔ Us برتری داشت (جدول۳). ژنوتیپ‌های زیرگونهٔ Md دارای کپسول‌های درشت‌تر و سنگین‌ترند و وزن دانهٔ زیاد موجب برتری آنها در تولید دانه می‌شود و اغلب به‌منظور استفاده از دانه کشت می‌شوند. میانگین وزن هزاردانهٔ ژنوتیپ‌های نواحی مختلف در هر زیرگونه نیز تفاوت معنی‌داری داشتند و در زیرگونهٔ Us از ۳/۵۷ تا ۴/۲۳ گرم و زیرگونهٔ Md از ۵/۱۳ تا ۵/۸۲ متغیر بودند (جدول ۴). بیشترین تنوع وزن هزاردانه در زیرگونهٔ Us در ناحیهٔ اروپا با ضریب تغییرات ۱۹/۷۷ درصد به‌دست آمد (جدول ۵). در بین کل ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وزن هزاردانه از ضریب تنوع ژنتیکی بالایی (۱۹/۹۱ درصد) برخوردار بود و میزان آن به‌ترتیب در ژنوتیپ ایتالیا۵۳۸ و ایتالیا۱۷۹۳ از ۲/۵ تا ۶/۴ گرم متغیر بود. Diederichsen (2001) برای وزن هزاردانهٔ ژنوتیپ‌های بزرک تا میزان بیش از ۱۱ گرم را نیز گزارش کرد و میزان کمتر این صفت مشاهده‌شده در این مطالعه به‌نظر می‌رسد ناشی از اثر شرایط نامساعد از نظر خاک و شرایط آب‌وهوایی گرم و خشک حاکم بر محل آزمایش باشد که کاهش کلی بسیاری از صفات را موجب شده است.

از نظر صفت وزن هکتولیتر تفاوت معنی‌داری بین دو زیرگونه و همچنین نواحی وجود نداشت (جدول ۲)، ولی بین ژنوتیپ‌های هر ناحیه تنوع معنی‌داری مشاهده شد و در زیرگونهٔ Us، ناحیهٔ اروپا با داشتن ضریب تنوع ژنتیکی ۶/۶۸ درصد و دامنهٔ تغییرات از ۰/۵۹ (یونان ۱۱۰۳) تا ۰/۸۳ (نروژ ۱۰۰۵) گرم در سی‌سی، نسبت به دیگر نواحی تنوع بیشتری داشت (جدول ۵). در زیرگونهٔ Md برای این صفت بیشترین تنوع در ناحیهٔ آسیا به‌دست آمد (جدول ۵). تنوع چشمگیری بین کلیهٔ ژنوتیپ‌ها از نظر وزن هکتولیتر وجود داشت و میزان این صفت از ۰/۵۹ تا ۰/۸۳ گرم در سی‌سی متغیر بود که بیشترین آن در نروژ۱۰۰۵ و کمترین آن در ژنوتیپ‌های قبرس۶۶۹ و

Archive of SID

www.SID.ir

یونان۱۱۰۳ بود. صفت وزن هکتولیتر درصد پرشدن بذر را نشان می‌دهد و تفاوت بین ژنوتیپ‌ها قابلیت متفاوت آنها در تولید مواد ذخیره‌ای و پرکردن دانه‌ها است و احتمالاً ژنوتیپ‌هایی از این نظر برتری دارند که دورهٔ پرشدن دانه در آنها با شرایط نامساعد محیطی همزمان نشده است یا توانایی مقابله با این شرایط را داشته‌اند.

جدول ۴. نتایج مقایسهٔ میانگین بین نواحی مختلف درون هر زیرگونه از نظر صفات عملکرد دانه و اجزای آن

زیر گونه	ناحیه	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزاردانه (گرم)	وزن هکتولیتر (گرم در سی‌سی)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	عملکرد دانه در واحد سطح (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)
Md	آفریقا	۳۶/۷۵^{a}	۶/۹۶^{bcd}	۵/۶۶^{a}	۰/۶۵^{a}	۱/۲۲^{a}	۸۳۸/۴۳^{ab}	۲۹/۸۳^{a}
Md	آمریکا	۲۸/۱۹^{ab}	۷/۲۲^{abcd}	۵/۱۳^{ab}	۰/۶۸$_{a}$	۱/۱۶^{a}	۶۴۸/۴۰^{bc}	۲۷/۹۶^{a}
Md	آسیا	۲۰/۴۳^{b}	۶/۶۱^{cd}	۵/۶۰^{a}	۰/۶۶^{a}	^{a}۰/۸۱	۴۹۱/۱۶^{c}	۲۶/۹۶^{a}
Md	اروپا	۱۹/۸۹^{b}	۶/۲۹^{d}	۵/۸۲^{a}	۰/۶۶ ^{a}	۰/۷۸^{a}	۵۴۲/۵۹^{bc}	۲۵/۱۱^{a}
Us	آفریقا	۳۸/۵۴^{a}	۷/۵۴^{abc}	۴/۱۶^{bc}	۰/۶۲^{a}	۱/۱۸^{a}	۵۴۱/۷۸^{bc}	۲۸/۴۶^{a}
Us	آسیا	۳۳/۸۷^{ab}	۸/۰۸^{a}	۴/۲۳^{bc}	۰/۶۸^{a}	۱/۱۵^{a}	۱۰۴۳/۵۰^{a}	۳۰/۳۲^{a}
Us	اروپا	۳۰/۹۳^{ab}	۷/۴^{abcd}	۳/۹۵^{cd}	۰/۶۹^{a}	۰/۹۴^{a}	۵۹۹/۵۲^{bc}	۲۵/۵۳^{a}
Us	اقیانوسیه	۳۸/۶۳^{a}	۷/۸۵^{ab}	۳/۵۷^{d}	۰/۶۶^{a}	۱/۲۹^{a}	۶۶۱/۳۰^{bc}	۲۹/۵۶^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.
Us: Usitatissimum، Md: Mediterannum.

دو زیرگونهٔ Us و Md از نظر میانگین عملکرد دانه در بوته و همچنین عملکرد دانه در واحد سطح تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول۲)، ولی در هر ناحیه تنوع معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفات وجود داشت و بیشترین تنوع برای عملکرد دانه در بوته در ژنوتیپ‌های ناحیهٔ آفریقا با بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی (۵۳/۵۹ درصد) در زیرگونهٔ Md حاصل شد و برای زیرگونهٔ Us در هر دو ناحیهٔ آسیا و اروپا ضریب تنوع ژنتیکی زیاد و به‌ترتیب برابر ۳۵/۷۲ و ۳۳/۹۷ درصد مشاهده شد (جدول۵). ژنوتیپ‌های لیبی۱۶۸۶با میانگین عملکرد ۹/۰۶ بیشترین و ایتالیا۵۳۸ با ۰/۳ گرم در بوته کمترین عملکرد دانه در بوته را داشتند. برای عملکرد دانه در واحد سطح نیز ضریب تنوع ژنتیکی زیاد و برابر ۳۵/۷۰ درصد به‌دست آمد. نتایج مقایسهٔ میانگین عملکرد دانه نشان داد تنوع در زیرگونهٔ Us با دامنهٔ ۳۳۰/۹ کیلوگرم در هکتار در قبرس۱۰۲۱ تا ۱۴۱۰/۷ کیلوگرم در هکتار در ایران۱۴ بیشتر از زیرگونهٔ Md بود و در بین ژنوتیپ‌های زیرگونهٔ Us بیشترین تنوع و مقدار عملکرد در ژنوتیپ‌های ناحیهٔ آسیا وجود داشت، اگرچه در ناحیهٔ اروپا نیز ضریب تنوع ژنتیکی زیادی برای این صفت به‌دست آمد (جدول ۵) در زیرگونهٔ Md، ژنوتیپ‌های نواحی آفریقا و آمریکا دارای بیشترین تنوع برای این صفت بودند. در مقایسهٔ همهٔ ژنوتیپ‌ها، لیبی۱۶۸۶ و نروژ۱۰۰۵ به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۱۴۵۳ و ۱۸۸/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۵). ژنوتیپ لیبی۱۶۸۶ با بیشترین عملکرد دانه در بوته به‌همراه ژنوتیپ ایران۱۴ با میانگین عملکرد ۱۴۱۰/۷ کیلوگرم در هکتار از پتانسیل زیادی برای به‌کارگیری در برنامه‌های اصلاحی برخوردارند. به‌طور کلی نتایج حاکی از وجود تنوع زیاد از نظر عملکرد دانه در واحد سطح به‌عنوان مهم‌ترین صفت اقتصادی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است و ازاین‌رو امکان تولید ژنوتیپ‌های با قابلیت تولید دانهٔ زیاد را فراهم می‌کند. Saeidi (2001) و Khandan & Saeidi (2004) در ارزیابی لاین‌های حاصل از انتخاب در توده‌های بومی بزرک نیز از لحاظ عملکرد دانه و اجزای آن، تنوع ژنتیکی زیادی برای این صفات مشاهده کردند.

بین ژنوتیپ‌های هر ناحیه تنوع زیادی از نظر شاخص برداشت وجود داشت، ولی بین میانگین این صفت در دو زیرگونه و همچنین نواحی مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲). بیشترین تنوع شاخص برداشت به ژنوتیپ‌های ناحیهٔ آسیا از زیرگونهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

Us با ضریب تنوع ژنتیکی ۲۰/۱۹ درصد تعلق داشت و میزان آن از ۲۲/۱۸ درصد در قبرس۱۰۲۱ تا۴۱/۲۰ درصد در ژنوتیپ ایران۳۷ که کمترین ارتفاع بوته (۲۰/۶ سانتی‌متر) را داشت، متغیر بود (جدول ۵). به‌طور کلی در اکثر نواحی مورد بررسی برای کلیهٔ صفات مورد مطالعه تنوع ژنتیکی بسیار زیادی مشاهده شد، گرچه بسته به صفت میزان تنوع در نواحی مختلف یا زیرگونه یکسان نبود. منشأ بزرک به‌طور دقیق مشخص نیست، برخی از منابع منشأ بزرک را مناطق غرب کشور ما عنوان کرده‌اند. برخی منابع گونهٔ *L. bienne* را که از ناحیهٔ ایران منشأ گرفته است و برخی گونهٔ *L. angostifolium* را که از نواحی مدیترانه منشأ گرفته است، جد بزرک معرفی کرده‌اند (Uysal *et al.*, 2010; Vromans, 2006) و در این مطالعه نیز بیشترین تنوع ژنتیکی برای اکثر صفات مختلف در نواحی آسیا و اروپا مشاهده شد.

جدول ۵. ضریب تغییرات ژنتیکی (CVg) و میانگین ژنوتیپ‌های بزرک در مناطق مختلف جغرافیایی در دو زیرگونهٔ بزرک

زیرگونه		Mediterannum								Usitstissimum				ضریب تنوع ژنتیکی کل
ناحیه		آفریقا		آسیا			اروپا			اروپا		آسیا		
صفات		ژنوتیپ	میانگین	ژنوتیپ	میانگین	ژنوتیپ	میانگین	ژنوتیپ	میانگین	ژنوتیپ	میانگین	ژنوتیپ	میانگین	
تعداد	کمترین	مراکش۷۷۸	۲۲/۶۵	ترکیه۲۳۹	۱۴/۴۳	آلمان۴۷۷	۱۳/۹۱	آرژانتین۱۲۱۲	۲۲/۰۶	ایتالیا۵۳۸	۱۴/۰۲			
کپسول	بیشترین	لیبی۱۶۸۶	۸۱/۷۳	هند۱۲۵۷	۲۶/۴۲	پرتغال۲۱۷	۲۷/۸۹	برزیل۱۲۲۸	۴۱/۵۴	فنلاند۱۴۳۵	۴۷/۸۵			
در بوته	CVg(٪)		۱۶/۸۷		–		–		۱۵/۰۱		۲۰/۶		۱۲/۲۸	۲۷/۷۷
تعداد	کمترین	مراکش۷۷۸	۵/۹۶	افغانستان۱۱۳۶	۵/۴۷	آرژانتین۱۱۵۴	۵/۹۴	آرژانتین۱۲۱۲	۶/۸۶	ترکیه۱۲۴۵	۷/۵۲	لهستان۱۱۴۹	۶/۰۱	
دانه در	بیشترین	لیبی۱۶۸۶	۸/۶۱	قبرس۷۰۶	۷/۱۴	آلمان۴۷۷	۶/۶۳	آمریکا۸۵۶	۷/۶۹	ایران۱۱	۸ /۷۰	هلند۷۸۱	۹/۲۲	
کپسول	CVg(٪)		۷/۹۴		۶/۳۵		–		–		۲/۴۸		۱۰/۲۷	۱۰/۴۱
وزن	کمترین	لیبی۱۶۸۶	۴/۹۳	افغانستان۱۱۳۶	۴/۸۲	مجارستان۱۵۸۴	۵/۳۱	آرژانتین۱۲۱۲	۴/۵۹	قبرس۱۰۲۱	۳/۲۱	ایتالیا۵۳۸	۲/۵۷	
هزاردانه	بیشترین	مراکش۷۷۸	۶/۱۵	قبرس۶۶۹	۶/۱۰	ایتالیا۱۷۹۳	۶/۴۱	کلمبیا ۱۷۷۲	۵/۵۸	ایران۳۷	۴/۸۵	یونان۷۷۶	۵/۲۷	
	CVg(٪)		۱/۳۴		۶/۸۴		۵/۰۹		۷/۷۹		۱۱/۸۵		۱۹/۷۷	۱۹/۹۱
وزن	کمترین	کامرون ۵۷۸	۰/۶۲	قبرس۶۶۹	۰/۵۹	پرتغال۲۱۷	۰/۶۴	آرژانتین۱۲۱۲	۰/۶۴	ایران۱۱	۰/۶۵	یونان۱۱۰۳	۰/۵۹	
هکتولیتر	بیشترین	مراکش۷۷۸،لیبی۱۶۸۶	۰/۶۶	ترکیه۱۲۳۹	۰/۷۴	مجارستان۱۵۸۴	۰/۶۹	آرژانتین۱۵۶۶	۰/۷۳	قبرس۱۰۲۱	۰/۷۲	نروژ ۱۰۰۵	۰/۸۳	
	CVg(٪)		۱/۳۴		۵/۸۸		۱/۴۹		۳/۱۲		۲/۵۲		۶/۶۸	۴/۷۱
عملکرد	کمترین	مراکش۷۷۸	۰/۶۶	افغانستان۱۱۳۶	۰/۴۸	آلمان۴۷۷	۰/۵۴	آرژانتین۱۲۱۲	۰/۶۷	ایران ۱۴	۰/۵۹	ایتالیا ۵۳۸	۰/۳۰	
دانه	بیشترین	لیبی ۱۶۸۶	۲/۵۳	قبرس۶۶۹	۱/۰۴	ایتالیا۱۷۹۳	۱/۱۰	برزیل ۱۲۲۸	۱/۵۸	ترکیه۱۲۴۵	۲/۰۶	فنلاند۱۴۳۵	۲/۰۴	
در بوته	CVg(٪)		۵۳/۵۹		۱۶/۹۷		۱۸/۱۷		۲۴/۴۵		۳۵/۷۲		۳۳/۹۷	۳۲/۲۶
عملکرد	کمترین	مراکش۷۷۸	۵۴۱/۲	افغانستان۱۱۳۶	۲۸۸ /۲۵	فرانسه ۱۱۶۷	۴۲۶/۷	آرژانتین۱۲۱۲	۳۸۸	قبرس۱۰۲۱	۳۳۰/۹	نروژ۱۰۰۵	۱۸۸/۷	
دانه در	بیشترین	لیبی ۱۶۸۶	۱۴۵۳	چین ۸۵۷	۶۹۳/۵۵	چین ۱۵۸۴	۷۸۶/۸	آمریکا ۸۵۶	۱۲۴۰/۹	ایران ۱۴	۱۴۱۰/۷	فنلاند ۱۴۳۵	۹۷۶/۵	
واحد	CVg(٪)		۵/۷۸		۲۰/۰۵		۱۱/۴۴		۳۹/۸		۲۹/۷		۲۷/۱۳	۳۵/۷۰
سطح														
شاخص	کمترین	مراکش۷۷۸	۲۶/۹۳	افغانستان۱۱۳۶	۱۵/۶۴	یونان ۱۱۵۴	۲۰/۰۷	آرژانتین۱۲۱۲	۲۶/۰۷	قبرس۱۰۲۱	۲۲/۱۸	نروژ ۱۰۰۵	۱۷/۰۵	
رداشت	بیشترین	لیبی ۱۶۸۶	۳۶/۹۹	پاکستان۱۵۷۳	۳۲/۴۴	ایتالیا ۱۷۹۳	۳۱/۰۱	آرژانتین۱۵۶۶	۳۱/۰۱	ایران ۳۷	۴۱/۲۰	سوئد ۴۳۲	۳۳/۵۳	
	CVg(٪)		۱۴/۲۷		۱۸/۶		۱۲/۴۵		–		۲۰/۱۹		۱۵/۷۳	۱۵/۲۴

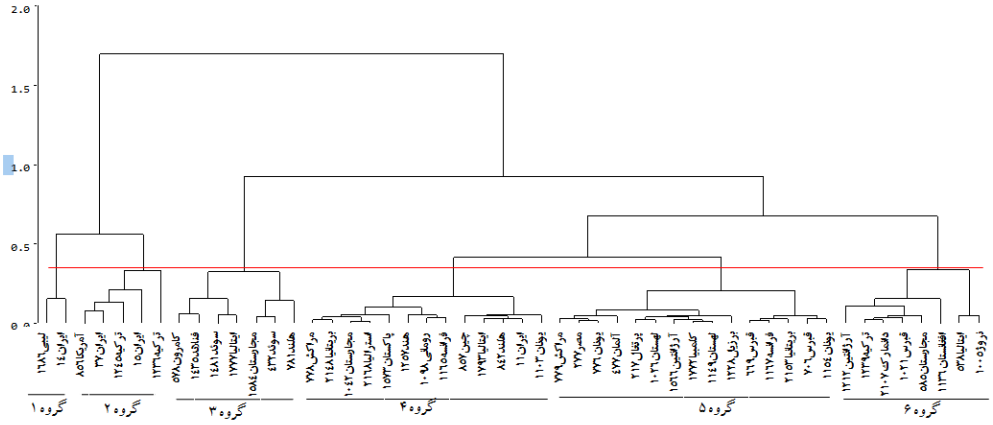
به‌منظور تعیین قرابت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، گروه‌بندی آنها براساس تمام صفات مورد مطالعه با استفاده از الگوریتم Average Linkage و ماتریس تفاوت براساس فاصلهٔ اقلیدسی انجام گرفت (شکل ۱). برش دندروگرام در نقطه‌ای که بیشترین فاصله را در بین گروه‌ها ایجاد کند و براساس آزمون T2 کاذب هتلینگ صورت گرفت و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در ضریب تفاوت حدود ۰/۳۴ به شش گروه تفکیک شدند. گروه اول، دو ژنوتیپ و گروه‌های بعدی به‌ترتیب پنج، هفت، سیزده، پانزده و هشت ژنوتیپ را شامل شدند (شکل ۱).

براساس نتایج مقایسهٔ میانگین گروه‌ها، گروه اول بیشترین تعداد کپسول در بوته را با تفاوت معنی‌دار با دیگر گروه‌ها دارا بود و به‌همراه گروه‌های ۲ و ۳ از نظر میانگین عملکرد دانه در بوته و تعداد دانه در کپسول، گروه‌های برتر شناسایی شدند. ژنوتیپ‌های گروه ۳ نسبت به افراد گروه‌های ۱ و ۲ از نظر تعداد کپسول در بوته از میانگین کمتری برخوردار بودند و در گروه‌های ۵ و ۶ ژنوتیپ‌هایی قرار داشتند که تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوتهٔ کمتری داشتند. میانگین وزن هکتولیتر و وزن هزاردانه بین

Archive of SID

www.SID.ir

گروه‌ها متفاوت نبود، ولی از نظر عملکرد دانه در واحد سطح کلیهٔ گروه‌ها از یکدیگر متمایز و بیشترین مقدار آن متعلق به گروه یک بود. در گروه یک، ژنوتیپ‌های لیبی۱۶۸۶ و ایران۱۴ قرار داشتند و برتری چشمگیری از نظر اکثر اجزای عملکرد دانه نشان دادند و در برنامه‌های به‌نژادی با هدف افزایش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گروه‌های ۱، ۲ و ۳ حائز اهمیت‌اند. با توجه به شکل ۱، نتایج گروه‌بندی حاکی از نبود تمایز خاص بین ژنوتیپ‌های مناطق مختلف بود. Fu (2005) در بررسی ژنوتیپ‌های بزرک موجود در مراکز بزرک شامل شبه‌قارهٔ هند، آفریقا، خاور نزدیک و مدیترانه (اروپا) با استفاده از نشانگر RAPD مشاهده کرد که ژنوتیپ‌های شبه‌قارهٔ هند از ژنوتیپ‌های مناطق دیگر متمایز بودند، اما در این تحقیق و براساس مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های هر منطقه در گروه‌های مختلف قرار داشتند که بیانگر تنوع ژنتیکی در هر منطقهٔ جغرافیایی و عدم تمرکز منابع ژنتیکی با ویژگی خاص در هر ناحیه است. ازاین‌رو به‌منظور طراحی برنامهٔ به‌نژادی برای گیاه و در یک منطقه، احتمالاً امکان دسترسی به منابع ژنتیکی با قابلیت‌های مورد نظر و سازگار با همان شرایط وجود دارد.



شکل ۱. نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای ژنوتیپ‌های بزرک مورد مطالعه با استفاده از روش میانگین همبستگی (Average Linkage)

در بررسی روابط بین عملکرد دانه در بوته و اجزای آن، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول بیشترین ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار به‌ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۳۸ را با عملکرد دانه در بوته داشتند (جدول ۶) که با نتایج دیگر مطالعات مبنی بر همبستگی قوی بین عملکرد دانه در بوته و تعداد کپسول در بوته در بزرک مطابقت دارد (Matho & Matho, 1998; Copur *et al.*, 2006). مقادیر ضرایب همبستگی ژنتیکی بین عملکرد دانه در بوته و صفات تعداد کپسول در بوته، وزن هزاردانه و تعداد دانه در کپسول به‌ترتیب برابر ۰/۸۶، ۰/۱۹، ۰/۴۷ بود (جدول ۶) که با مقادیر ضرایب همبستگی فنوتیپی بین این صفات تفاوت چندانی نداشت که نشان می‌دهد عوامل محیطی تأثیر زیادی بر روابط آنها نداشته است. عملکرد دانه در واحد سطح همبستگی قوی با عملکرد دانه در بوته داشت (r=۰/۶۸) که با ضرایب همبستگی ژنتیکی بین آنها تفاوت زیادی داشت (جدول ۶) و سهم زیاد عوامل محیطی در روابط آنها را نشان می‌دهد. بین وزن هزاردانه با عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح همبستگی دیده نشد. شناسایی روابط علت و معلولی بین صفاتی که در بهبود عملکرد تأثیر اساسی دارند از اهمیت خاصی برخوردار است، درنتیجه از تجزیهٔ ضرایب مسیر (علیت) برای تفکیک ضرایب همبستگی ژنتیکی به تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد دانه در بوته استفاده شد و نتایج جدول ۷ نشان داد که تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه در بوته داشتند، ولی تعداد کپسول در بوته از طریق وزن هزاردانه اثر غیرمستقیم منفی زیادی بر این صفت داشت. Saeidi *et al.* (2003) نیز گزارش کردند تعداد کپسول در بوته بیشترین اثر مستقیم و همچنین تأثیرات غیرمستقیم را از طریق دیگر صفات بر عملکرد دانه در بوته داشت. گرچه وزن هزاردانه تأثیر

Archive
www.SID.ir

مستقیم زیادی بر عملکرد دانه در بوته داشت، تأثیرات غیرمستقیم منفی آن از طریق تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول موجب کاهش ضریب همبستگی این صفت با عملکرد دانه شد (جدول ۷). با توجه به همبستگی قوی ژنتیکی بین عملکرد دانه در بوته می‌توان در انتخاب به‌منظور بهبود این صفت از طریق انتخاب غیرمستقیم بهره برد، اما با توجه به تأثیرات غیرمستقیم منفی آن از طریق وزن هزاردانه در انتخاب ژنوتیپ‌ها باید دقت داشت تا در جمعیت انتخابی میانگین وزن هزاردانه کاهش نیابد.

جدول ۶. ضرایب همبستگی فنوتیپی (زیر قطر) و ژنتیکی (بالای قطر) بین صفات عملکرد دانه و اجزای آن

صفات	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	وزن هزاردانه	وزن هکتولیتر	عملکرد دانه در بوته	عملکرد دانه در واحد سطح	شاخص برداشت
تعداد دانه در کپسول	۱	۰/۶۳	-۰/۶۴	۰/۲۱	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۵۰
تعداد کپسول در بوته	۰/۴۰**	۱	-۰/۲۵	-۰/۳۸	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۶۲
وزن هزاردانه	-۰/۵۲**	-۰/۱۶	۱	-۰/۵۸	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۲۴
وزن هکتولیتر	۰/۲۸*	-۰/۲۵	-۰/۵۰**	۱	-۰/۵۲	-۰/۳۲	-۰/۳۸
عملکرد دانه در بوته	۰/۳۸**	۰/۸۱**	۰/۱۰	-۰/۲۶*	۱	۰/۹۱	۰/۷۸
عملکرد دانهٔ واحد سطح	۰/۵۰**	۰/۵۷**	۰/۰۵	-۰/۱۶	۰/۶۸**	۱	۰/۸۱
شاخص برداشت	۰/۴۸**	۰/۴۱**	۰/۲۲	-۰/۱۱	۰/۶۲**	۰/۵۷**	۱

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۷. نتایج تجزیهٔ ضرایب مسیر عملکرد دانه در بوته روی اجزای آن در بزرک

صفات	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق X1	X2	X3	X4	X5	ضریب همبستگی ژنتیکی با عملکرد دانه در بوته
تعداد کپسول در بوته (x1)	۱/۰۲	-	۰/۳۸	-۰/۲۶	-۰/۰۸	-۰/۱۹	۰/۸۶
تعداد دانه در کپسول (x2)	۰/۶۰	۰/۶۴	-	-۰/۶۶	۰/۰۴	-۰/۱۶	۰/۴۷
وزن هزاردانه (x3)	۱/۰۳	-۰/۲۵	-۰/۳۸	-	۰-/۱۳	-۰/۰۷	۰/۱۹
وزن هکتولیتر (x4)	۰/۲۲	-۰/۳۸	-۰/۱۲	-۰/۶۰	-	۰/۱۲	-۰/۵۲
شاخص برداشت (x5)	-۰/۳۱	۰/۶۳	۰/۳۰	۰/۲۵	-۰/۰۸	-	۰/۷۸
باقی‌مانده	۰/۰۷۵						

REFERENCES

1. Alister, D. M. & Neil, D. W. (2003). FLAX, The genus *linum*, London, UK.
2. Copur, O., Gur, M. A., Karakus, M. & Demirel, U. (2006) Determination of correlation and path analysis among yield components and seed yield in oil flax varieties (*Linum usitatissimum* L.). *Journal Biologycal Sciences*, 6, 738-743.
3. Diederichsen, A. (2001). Comparison of genetic diversity of flax (*Linum usitatissimum* L.) between Canadian cultivars and a world collection. *Plant Breeding*, 120, 360-362.
4. Fu, Y. B. (2005). Geographic Patterns of RAPD Variation in Cultivated Flax. *Crop Science*, 45, 1084-1091.
5. Ghareyazi, B. (1996). The use of DNA markers in plant breeding. In: Proceedings of key Articles at *4th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding*. 25-28 Aug. Isfahan University of Technology. Isfahan.
6. Green, A.G. (1986). Genetic control of polyunsaturated fatty acid biosynthesis in flax (*Linum usitatissimum*) seed oil. *Theoretical and Applicd Genetics*, 72, 654-661.
7. Khandan, A. & Saeidi G. (2004). Evaluation of agronomic characteristics, genetic diversity and relationships among the traits of the lines derived from landraces of flax in Isfahan, *Iranian Journal of Agriculture*, 35, 155-166. (In Farsi)
8. Matho, R. N. & Matho, J. L. (1998). Variability, correlation and path coefficient analysis in linseed. *Jornal of Research, Birsa Agricultural University*, 10, 25-29.
9. Mohammadi, A. A., Saeidi, G. & Arzani A. (2010). Genetic analysis of some agronomic traits in flax (*Linum usitatissimum* L.), *Australian Journal of Crop Science*, 4(5), 343-352.

Archive of SID

www.SID.ir

10. Rowland, G.G. (1991). An EMS-induced low linolenic acid mutant in McGregor flax (*Linum usitatissimum* L.). *Canadian Journal plant Sciences*, 71, 393-396.
11. Saadat Lajvardi, N. (1980). *Oil Seeds*. Tehran University Press. Tehran.
12. Saeidi, G. & Khodambashi, M. (2006). Evaluation of agronomic traits of edible oil genotypes of flax at two seeding dates in Shahrekord, *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 4, 321-309. (In Farsi)
13. Saeidi, G. (2001). Genetic variation for seed yield and other agronomic characteristics of flax genotypes with edible and industrial oil in Isfahan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 4, 107-119. (In Farsi)
14. Saeidi, G., Abbasi, Z. & Mirlohi, A. F. (2003). Genetic variation, heritability and relationships relation among agronomic traits in brown and yellow-seeded genotypes of flax. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 1, 99-114. (In Farsi)
15. Shahidi, F. (2005). *Bailey's industrial oil and fats products*. (6th ed). New Jersey: Wiley and Sons. U.S.A.
16. Sharifnia, F. & Asadi M. (2000). *Iranian flora*. Linaceae family. Research Institute of Forest and Rangelands Publications. Tehran. (In Farsi)
17. Sosulski, F. W. & Gore, R. F. (1964). The effect of photoperiod and temperature on the characteristic of flaxseed oil. *Journal of Plant Sciences*, 44, 381-382.
18. Uysal, H., Fu, Y. B., Kurt, O., Peterson, G., Diederichsen, A. & Kusters, P. (2010). Genetic diversity of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) and its wild progenitor pale flax (*Linum bienne* Mill.) as revealed by ISSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, 1109-1119.
19. Vromans, G. (2006). *Molecular genetic studies in flax* (*Linum usitatissimum* L.). Ph.D. thesis, Wageningen University, Netherland.

Archive of SID

www.SID.ir