

تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم لوییا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) بر اساس صفات زراعی و مورفولوژیک

Genetic Diversity of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) Germplasm Based on Agronomic and Morphological Traits

خسرو مفاخری^۱، محمدرضا بی‌همتا^۲، علیرضا عباسی^۳ و عبدالرحمن رسول‌نیا^۳

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار و کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۹

چکیده

مفاخری، خ، بی‌همتا، م. ر.، عباسی، ع. و رسول‌نیا، ع. ۱۳۹۴. تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم لوییا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) بر اساس صفات زراعی و مورفولوژیک. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱: ۱۶۲ - ۱۳۵.

جهت بررسی تنوع ژنتیکی با صفات مورفولوژیک و تعیین روابط بین این صفات، تعداد ۳۲ ژنوتیپ لویایای چشم‌بلبلی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو آزمایش جداگانه، در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در مرحله رشد رویشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، در سال ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس برای اکثر صفات معنی‌دار بود که نشان می‌دهد تنوع بالایی برای صفات وجود داشت. تجزیه همبستگی ساده در شرایط تنش نشان داد صفات شاخص برداشت، وزن صددانه و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد و صفت روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غلاف در سطح ۵ درصد با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. در شرایط نرمال وزن صددانه با تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با عملکرد نشان داد. میانگین، انحراف معیار، واریانس، دامنه تغییرات، ضریب تغییرات برای هر کدام از صفات بررسی شده در دو شرایط نرمال و تنش، محاسبه شد و نتایج تنوع بالای برای هر صفت نشان داد. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها بر مبنای چرخه وریماکس نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال و تنش به ترتیب چهار و سه عامل در مجموع ۸۳/۳۳ و ۷۵/۲۲ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. برای تعیین روابط بین ژنوتیپ‌ها و تعیین دوری و نزدیکی ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آن‌ها بر مبنای صفات مورد بررسی، تجزیه خوشه‌ای با روش UPMGA انجام شد و در نهایت ژنوتیپ‌ها در چهار کلاستر مجزا گروه‌بندی شدند. با توجه به این نتایج ژنوتیپ‌های ۳۰، ۳۱۳، ۱۹۶، ۱۸۶، ۳۹۳، ۳۰۷، ۲۳ و ۳۷ که عملکرد و اجزای عملکرد بالاتری در شرایط نرمال و تنش خشکی داشتند به عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: لوییا چشم بلبلی، ژنوتیپ، تنش خشکی، صفات مورفولوژیک، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه کلاستر.

مقدمه

به کوتاه بودن دوره رشد لوبیا چشم‌بلبلی، جهت حصول عملکرد مطلوب باید آب کافی در دسترس آن باشد (Ilampour, 1992). به منظور بهره‌برداری از خاک‌های با حاصلخیزی کم در مناطق دارای خاک‌های فقیر مورد کشت و کار قرار می‌گیرد که در حالت کل این گیاه به عنوان یک گیاه چند منظوره برای اهدافی همچون تولید غلاف سبز، به عنوان سبزیجات، تولید دانه‌های خشک و هم چنین به عنوان علوفه سبز کشت می‌شود (Stoilova and Pereira, 2013). در بسیاری از کشورهای جهان (پرتغال، اسپانیا، ایتالیا و بلغارستان) لوبیا چشم‌بلبلی به منظور تولید دانه و تولید غلاف سبز کشت می‌شود (Negri, 2009).

در اکثر نقاط جهان خشکی یا عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است. به ویژه در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک را دارند. حدود دوسوم مساحت ایران را اقلیم خشک و نیمه‌خشک در بر گرفته است. در چنین شرایطی استفاده موثر و اقتصادی از منابع آب امری ضروری است. در این شرایط اطلاع از واکنش گیاهان به کمبود آب و بررسی میزان حساسیت مراحل مختلف رشد به کم آبی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Shahram and Daneshi, 2005). در کارهای به‌نژادی و اصلاح برای مقاومت به خشکی، به‌نژادگر به دنبال تعیین ارقام و منابع ژنتیکی

لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*)

یکی از گیاهان خانواده حبوبات است که در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری آفریقا، آسیا، آمریکای جنوبی و قسمت‌هایی از جنوب اروپا و ایالت متحده آمریکا قابلیت رشد و نمو دارد (Singh et al., 1997). حبوبات از منابع غذایی مهم و غنی از پروتئین در تغذیه انسان و دام هستند به صورتی که دانه‌های لوبیا چشم‌بلبلی محتوی ۲۰ تا ۲۵ درصد (بعضاً تا ۳۵ درصد) پروتئین، ۱/۸ درصد چربی و ۶۰/۳ درصد کربوهیدرات بوده و هم چنین به عنوان یک منبع غنی از آهن و کلسیم به حساب می‌آید (Majnoon Hosaini, 2008). سطح زیر کشت حبوبات بر اساس اطلاعات سازمان فائو (Anonymous, 2013) بالغ بر ۷۸/۵ میلیون هکتار و کل تولید حبوبات حدود ۶۹ میلیون تن تخمین زده شده است. متوسط جهانی تولید حبوبات در واحد سطح ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار است. میزان کل تولید لوبیای چشم‌بلبلی برای دانه‌های خشک حدود ۵/۵ میلیون تن و سطح زیر کشت آن در جهان در حدود ۱۰/۵ میلیون هکتار است (Anonymous, 2013). سطح زیر کشت لوبیا چشم‌بلبلی در ایران حدود ۱۱ هزار هکتار و میزان تولید آن در حدود ۲۱ هزار تن است (Shahram and Daneshi, 2005). لوبیا چشم‌بلبلی از بقولات یکساله با رشد سریع است که دوره رشد آن ۹۰ تا ۱۲۰ روز است (Doorenbos and Kassam, 1979). با توجه

مقاومت به تنش‌ها است تنوع زیادی در صفات مورفولوژیکی لوبیا چشم بلبلی وجود دارد که می‌توان از این تنوع در جهت تهیه ارقام هیبرید برای مناطق گرمسیری استفاده کرد (Kameswari, 2004). صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیکی ممکن است در پاسخ به ایجاد تنش خشکی دیده شوند، اما فقط تعداد کمی از مکانیسم‌ها برای شناسایی مقاومت به خشکی در مزرعه شناسایی شده‌اند (Ludlow and Machow, 1990). در پروژه‌های به‌نژادی پایه ژنتیکی ضعیف در مورد ژرم پلاسم‌های کارآمد و ممتاز، پتانسیل آسیب‌پذیری را در مقابل تنش‌های زنده و غیر زنده افزایش می‌دهد. دانش موجود و استفاده از تنوع موجود در گونه‌های اهلی و وحشی خویشاوند آن‌ها در توسعه پایه‌های ژنتیکی ارقام و تثبیت و توسعه و بهبود آن‌ها ضروری است (Singh, 2001).

معیارهای مورفولوژیکی به عنوان ابزارهای انتخاب و بهبود و یا اصلاح برای مقاومت به خشکی به کار گرفته می‌شوند (Blum, 1988). بررسی تنوع ژنتیکی در گیاهان با استفاده از صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی همواره متداول بوده است (Chtourou-Ghorbel et al., 2002). بهره‌برداری و استفاده صحیح از ذخایر ژنتیکی جهت استفاده در مطالعات مربوط به تجزیه‌های ژنتیکی به یک دانش گسترده از روابط ژنتیکی مواد گیاهی و تعیین سطح تنوع ژنتیکی موجود

مقاوم به خشکسالی و مقایسه میزان مقاومت به خشکی بین آن‌ها و سپس معرفی به لوبیاکاران است (S. Zilagyi, 2003). لوبیا چشم‌بلبلی گیاهی مقاوم به خشکی بوده و در خاک‌های با حاصلخیزی کم نیز به خوبی رشد می‌کند (Coetzee, 1995; Mortimor et al., 1997). مقاومت لوبیا چشم‌بلبلی به خاک‌های با حاصلخیزی پایین به علت قدرت تثبیت نیتروژن بالای آن‌ها است (Eloward et al., 1987). به صورتی که کشت لوبیا چشم بلبلی باعث افزایش ۸۰-۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌شود (Coyne, 1968). عمده‌ترین تولید لوبیا چشم‌بلبلی در مناطق خشک جهان است، جایی که خشکی یکی از عوامل کاهش تولید است (Watanabe et al., 1997). تحقیقات روی گونه‌های بومی و ارقام لوبیا نشان داده که تمام ارقام در شرایط تنش خشکی کاهش عملکرد داشته‌اند و به دنبال آن وزن صددانه آن‌ها کاهش یافته است (German, 2004).

تنوع ژنتیکی موجود در مخازن ژنی اساس تمام برنامه‌های به‌نژادی گیاهان است. این منابع مواد لازم برای انجام کارهای به‌نژادی را فراهم می‌کند چرا که تنوع ژنتیکی برای کاهش حساسیت و آسیب‌پذیری گیاهان در مقابل تنش‌های زنده و غیر زنده لازم است (Barrett and Kidwell, 1998). تنوع موجود در مخازن ژنی به وسیله تنوع در فنوتیپ یا صفات کیفی مثل رنگ گل، عادت رشدی، و یا صفات زراعی کمی از قبیل پتانسیل عملکرد و

قبل از مراحل گلدهی، غلاف بندی و دانه بندی و حتی قبل از برداشت سبب کاهش محصول دانه لوییا تا حدود ۳۰ درصد شده و آبیاری از مرحله گلدهی تا تولید دانه در افزایش محصول لوییا بسیار مهم گزارش شده است (Samadi and Sepaskhah, 1984; Robins and Domingo, 1965; Dubetz and Mahalle, 1969; Froussios, 1970).

لویاهای موجود در ایران دارای تنوع بسیار بالایی از نظر صفات کمی و کیفی هستند. با توجه به اهمیت مطالعه تنوع ژنتیکی در اصلاح و گسترش کشت و تولید لوییا، شناسایی و بررسی توان ژنتیکی موجود در این گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است و در واقع با ارزیابی و بررسی صفات مختلف مؤثر در عملکرد لویایی چشم بلبلی می توان برای مدیریت و بهبود و اصلاح لوییا چشم بلبلی دقیق تر برنامه ریزی کرد (Jahansouz et al., 2006). با توجه به تغییرات جهانی اقلیم و گرم تر شدن دمای کره ی زمین و کاهش منابع آب در دسترس و با توجه به این که حدود دو سوم از زمین های کشاورزی کشورمان دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است و با توجه به مسئله مدیریت مزرعه و بررسی تنوع ژنتیکی و امکان کمبود آب، تحقیق حاضر به منظور شناسایی و بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ های لوییا چشم بلبلی در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در شرایط مزرعه ای با استفاده از صفات مورفولوژیک و

نیاز دارد (Liu et al., 2003). اطلاع از میزان تنوع ژنتیکی ژرم پلاسسم و ارتباط ژنتیکی بین ژنوتیپ ها برای محافظت و استفاده از منابع ژنتیکی دارای اهمیت زیادی است (Matus and Hayes, 2002). مطالعه تنوع ژنتیکی فرآیندی است که تفاوت و شباهت گونه ها، جمعیت ها و یا افراد را با استفاده از روش ها و مدل های آماری خاص بر اساس صفات مورفولوژیک، اطلاعات شجره ای و یا خصوصیات مولکولی افراد بیان می کند (Mohammadi and Prasanna, 2003). افزایش عملکرد لوییا چشم بلبلی یا به عبارتی تولید دانه آن تابع تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و اندازه بذر است که این عوامل باعث حداکثر پتانسیل تولید دانه آن می شود، قابلیت صفات مورفولوژیک در این زمینه به وسیله افراد مختلف از جنبه های مختلف گزارش شده است (Carnide et al., 2007; Sardana et al., 2001; Mishra et al., 2002; Patil and Bariskar, 1987).

مطالعه ای ۴۸ لاین لوییا چشم بلبلی با ۲۴ صفت نشان داد لاین های که تظاهر فنوتیپی مناسب در برنامه های به نژادی داشتند شناسایی شدند و لاین های 98210005، A4E007، 95-017 و 87-052 تظاهر خوبی نشان دادند، صفات طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، ضخامت غلاف و وزن صد دانه پایدارترین صفات در طول مدت زمان انجام مطالعه بودند (Stoilova and Pereira, 2013). تنش خشکی

شاهد (پرستو با کد ۹۹۸، مشهد با کد ۹۹۹) استفاده شد. در فروردین ماه سال ۱۳۹۲ سم پاشی سطح زمین آزمایش با ترفلان ۲ در هزار به منظور مبارزه با علف‌های هرز انجام شد و به مدت حدود ۲۰ روز پس از سم پاشی در تاریخ ۱۳۹۲/۰۲/۱۸ کاشت انجام شد. عملیات تهیه زمین مانند شخم، دیسک، تسطیح زمین و ایجاد فارو در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۲ انجام شد. عملیات کاشت و داشت شامل آبیاری هر هفت روز یک بار انجام و سه مرحله وجین دستی برای کل بلوک‌ها در دو آزمایش انجام شد. حدود ۵۰ روز پس از کاشت و زمانی که بوته‌ها رشد رویشی کافی پیدا کرده بودند (مرحله شش برگ‌چه‌ای یا مرحله سه برگ‌چه دوم) و زمانی که خطر حذف بوته‌ها در اثر اعمال تنش خشکی برطرف شده بود، تنش آبی آغاز شد و تا پایان دوره رشدی برای آزمایش تنش ادامه داشت. آبیاری نرمال طبق عرف زراعی منطقه هر هفت روز یک بار و آبیاری تیمار تنش (در مرحله رشد رویشی) هر ۱۴ روز یک بار انجام شد. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل وزن صد دانه (100GW)، عملکرد بیولوژیک (BY)، عملکرد اقتصادی (EY)، شاخص برداشت (HI)، طول غلاف (PL)، ضخامت غلاف (PD)، عرض غلاف (PW)، تعداد دانه در غلاف (NGPP)، تعداد روز تا ۵۰ درصد تولید غلاف (DP-50%) بودند. جهت بررسی رابطه گروهی بین متغیرها، ضرایب

شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و گروه‌بندی و تمایز، تعیین و بررسی ارتباط بین تنش آبی با مقدار محصول لویا و اجزاء عملکرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۳۲ ژنوتیپ (۳۰ ژنوتیپ به همراه ۲ رقم شاهد) لویا چشم‌بلبلی از کلکسیون جووبات بانک ژن دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل سه بلوک در دو شرایط آبیاری نرمال (بدون تنش) و آبیاری محدود (تنش) (شرایط نرمال براساس عرف زراعی منطقه که هر هفت روز یک بار آبیاری انجام می‌شد و شرایط تنش به صورت دو برابر شدن زمان آبیاری، هر ۱۴ روز یک بار آبیاری انجام شد در دو آزمایش جداگانه در مزرعه پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در دولت‌آباد کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۱۱۲/۵ متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۲ انجام شد. هر آزمایش شامل سه تکرار و در هر تکرار ۳۲ واحد آزمایشی بود، طول هر واحد آزمایشی دو متر و در هر واحد سه خط کاشت با فاصله ردیف‌های ۷۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی هر ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود. در هر کرت یا واحد آزمایشی یک ژنوتیپ کشت شد و در هر بلوک از دو رقم

نتایج و بحث

کد و مبداء ژنوتیپ‌های لویبا چشم بلبلی مورد بررسی در جدول ۱ و علامت‌های اختصاری صفات ارزیابی شده در این تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده‌اند.

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات

نتایج تجزیه واریانس ساده برای صفات مورد بررسی (جدول‌های ۳ و ۴) برای ۳۲ ژنوتیپ لویبای چشم بلبلی در شرایط نرمال (بدون تنش) از نظر کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد را نشان داد. در شرایط تنش خشکی بین ۳۲ ژنوتیپ لویبای چشم بلبلی مورد بررسی از لحاظ هشت صفت اول اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد ولی از نظر صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد تولید غلاف و تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غلاف اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دیده شد. این مطلب نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی در توده ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. مقدار ضریب تغییرات در شرایط تنش خشکی برای صفات عملکرد بیولوژیک (BY) ۳۱/۱۷٪، عملکرد اقتصادی (EY) ۲۷/۸۱٪ و شاخص برداشت (HI) ۲۴/۸۷٪ بود. مقدار ضریب تغییرات در شرایط عدم تنش خشکی برای صفات عملکرد بیولوژیک (BY) ۲۰/۰۵٪، عملکرد اقتصادی (EY) ۲۷/۴۱٪ و شاخص برداشت (HI) ۲۰/۵۲٪ بود. مقدار ضریب تغییرات در دو حالت تنش و عدم تنش برای این

عامل‌ها پس از چرخش وریماکس (Vrimax) بر مبنای تجزیه به عامل‌ها برآورد شد، در هر عامل اصلی و مستقل، ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۵ به عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شد، علامت ضرایب عامل در داخل هر عامل مبین ارتباط موجود در میان این صفات بود. به منظور تعیین صفاتی که بیشترین تغییرات عملکرد دانه در تمام ژنوتیپ‌ها را توجیه می‌کنند از رگرسیون مرحله‌ای (گام به گام) با در نظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل استفاده شد. جهت مشخص کردن میزان خویشاوندی یا فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از تجزیه خوشه‌ای به روش UPMGA در هر دو شرایط تنش و عدم تنش استفاده شد. به منظور بررسی تفاوت بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات مورد مطالعه تجزیه واریانس ساده صفات انجام شد. محاسبات آماری تجزیه واریانس ساده صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS.9.2 و تجزیه رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای MINITAB، STATGRAPHICS و SPSS.13 انجام شد. در این بررسی به منظور سهولت محاسبات و کوتاه شدن جداول از نوشتن صفات در جداول خودداری کرده و تمام صفات با کدهای معرفی شدند.

جدول ۱- کد و مبدأ ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی
Table 1. Origin and code of cowpea genotypes

شماره	شماره ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	مبدأ	Origin	شماره	شماره ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	مبدأ	Origin
No.	Genotype No.	Genotype cod			No.	Genotype No.	Genotype cod		
1	175	00276-069-62	هندوستان	India	17	8	00008-034-62	کلمبیا	Colombia
2	107	00157-002-62	افغانستان	Afghanistan	18	196	00297-157-62	آمریکا	America
3	210	00310-157-62	آمریکا	America	19	203	00304-157-62	آمریکا	America
4	43	00048-069-62	هندوستان	India	20	162	00255-110-62	نیجریه	Nigeria
5	141	00218-071-62	هندوستان	India	21	193	00294-157-62	آمریکا	America
6	49	00004-019-62	برزیل	Brazil	22	294	00424-157-62	آمریکا	America
7	307	00444-157-62	آمریکا	America	23	174	00273-069-62	هندوستان	India
8	186	00287-157-62	آمریکا	America	24	192	00293-157-62	آمریکا	America
9	220	00324-157-62	آمریکا	America	25	232	00341-157-62	آمریکا	America
10	222	00331-157-62	آمریکا	America	26	30	00030-069-62	هندوستان	India
11	291	00421-157-62	آمریکا	America	27	17	00017-117-62	پاراگوئه	Parague
12	7	00007-034-62	کلمبیا	Colombia	28	76	00110-015-62	بلژیک	Belgium
13	37	00041-153-62	ترکیه	Turkey	29	9	00311-157-62	آمریکا	America
14	215	00318-157-62	آمریکا	America	30	229	00336-157-62	آمریکا	America
15	246	00355-157-62	آمریکا	America	31	Parasto	00347-157-62	آمریکا	America
16	313	00451-157-62	آمریکا	America	32	Mashhad	10003-071-62	ایران	Iran

جدول ۲- صفات اندازه‌گیری شده برای ارزیابی تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی
 Table 2. Measured agronomic traits for evaluation of genetic variation in cowpea genotypes

Trait	صفت	اختصار Abbreviation
100 seed weigh(g)	وزن ۱۰۰ دانه	100GW
Biological yield(g)	عملکرد بیولوژیک	BY
Economical yield(g)	عملکرد دانه (اقتصادی)	GY
Harvest index	شاخص برداشت	HI
Pod length(cm)	طول غلاف	PL
Pod diameter(mm)	ضخامت غلاف	PD
Pod width(mm)	عرض غلاف	PW
Number of seed per pod	تعداد دانه در غلاف	NGPP
Date of 50% podding	روز تا ۵۰٪ تولید غلاف	DP-50%
Date of 50% maturity	روز تا ۵۰٪ رسیدگی غلاف	DM-50%

جدول ۳- تجزیه واریانس ساده صفات ژنوتیپ‌های لویا چشم بلبلی در شرایط نرمال آبیاری (اعداد داخل جدول میانگین مربعات صفات هستند)
Table 3. Simple analysis of variance for characteristics of cowpea genotypes under normal irrigation (based on mean-squares)

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	وزن صدانه 100GW	عملکرد بیولوژیک BY	عملکرد اقتصادی EY	شاخص برداشت HI	طول غلاف PL	ضخامت غلاف PD	عرض غلاف PW	تعداد دانه در غلاف NGPP	۵۰٪ تولید غلاف DP-50%	۵۰٪ رسیدگی غلاف DM-50%
Block	بلوک	2	0.43	6278.36	448.46	0.00180	0.0778	0.0290	0.133	1.219	54.260	36.447
Genotype	ژنوتیپ	31	18.17**	14505.18**	2820.28**	0.01827**	5.0520**	0.7113**	0.717**	4.880**	66.478**	56.407**
Error	اشتباه	62	1.29	4949.88	778.73	0.00363	0.6478	0.1056	0.134	0.847	19.060	17.684
C.V. %	ضریب تغییرات	---	8.11	20.05	27.41	20.52000	5.1300	5.2900	4.690	7.020	3.470	3.510

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

ns, *and**: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

For abbreviations of traits see Table 2.

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

جدول ۴- تجزیه واریانس ساده صفات ژنوتیپ‌های لویا چشم بلبلی در شرایط تنش خشکی (اعداد داخل جدول میانگین مربعات صفات هستند)
Table 4. Simple analysis of variance for characteristics of cowpea genotypes under drought stress (based on mean-squares)

S.O.V.	منابع تغییرات	df.	وزن صدانه 100GW	عملکرد بیولوژیک BY	عملکرد اقتصادی EY	شاخص برداشت HI	طول غلاف PL	ضخامت غلاف PD	عرض غلاف PW	تعداد دانه در غلاف NGPP	۵۰٪ تولید غلاف DP-50%	۵۰٪ رسیدگی غلاف DM-50%
Block	بلوک	2	0.816	5190.04	315.18	0.00005	2.6460	0.00456	0.0152	0.060	23.698	16.385
Genotype	ژنوتیپ	31	14.250**	46034.15**	3026.94**	0.01004**	1.1240**	1.31800**	1.0090**	3.558**	50.721*	8.472*
Error	اشتباه	62	1.514	10867.64	540.04	0.00420	0.0004	0.13680	0.2002	1.576	26.085	4.493
C.V. %	ضریب تغییرات	---	10.030	31.17	27.81	24.86700	7.1820	6.8980	6.1120	10.438	4.504	1.972

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

ns, *and**: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

For abbreviations of traits see Table 2.

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

شد. اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط باعث به وجود آمدن تنوع در محیط تنش می‌شود. از آن جا که هرصفت برآیند سه جزء ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل بین ژنوتیپ با محیط است و در صورت ثابت ماندن تنوع ژنتیکی، افزایش تنوع فنوتیپی در صفات کمی به منزله‌ی افزایش تنوع محیطی است، این امر باعث کاهش وراثت‌پذیری صفات در این شرایط محیطی می‌شود و در نتیجه انتخاب برای آن صفات در این حالت کارآمد نخواهد بود (Keshavarznia et al., 2013).

استوئیلوا و پریسرا (Stoilova and Pereira, 2013) در بررسی ارقام لویا چشم‌بلیبی اعلام کردند از نظر صفات مورفولوژیکی کمی اندازه‌گیری شده برای صفات وزن دانه در هر گیاه، طول بذر، وزن گیاه و تعداد دانه در گیاه تنوع قابل ملاحظه‌ای دیده شد، اما برای صفات تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا گلدهی، وزن دانه و وزن غلاف تنوع به مراتب کمتری مشاهده شد. کشاورزها و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی ارقام لویا برای مقادیر تنوع فنوتیپی اعلام کردند برای صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد تولید غلاف و تعداد گل در محیط تنش تنوع بیشتری نسبت به شرایط عدم تنش وجود دارد. در شرایط نرمال بیشترین تنوع در صفات اندازه‌گیری شده مربوط به ارتفاع گیاه در زمان گلدهی، عملکرد اقتصادی و تعداد غلاف بود. لوپز هورتاس و همکاران

صفات بالا بود، اما در مباحث آماری از شاخص ضریب تغییرات برای بررسی میزان دقت استفاده می‌کنند و قانون کلی براین است که در آزمایش‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای ضریب تغییرات نباید به ترتیب از ۳۰ و ۲۰ بیشتر باشد و در صورتی که F منابع مورد بررسی در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار باشد بزرگ بودن ضریب تغییرات ایرادی در نتیجه آزمایش وارد نمی‌کند در این صورت افزایش ضریب تغییرات بر اثر عوامل دیگری است. از آن جا که توارث این صفات به صورت کمی بوده و اثر عوامل محیطی بر روی آن‌ها بیشتر است، لذا به احتمال زیاد یکی از دلایل بزرگتر شدن ضریب تغییرات همین موضوع است (Bagheri et al., 2001).

برای صفات مورفولوژیکی موردنظر در دو شرایط تنش خشکی و عدم تنش، حداقل، حداکثر، میزان تغییرات و میانگین صفات به صورت مجزا اندازه‌گیری شد (جدول‌های ۵ و ۶). این اطلاعات نشان داد که تنوع قابل توجهی بین صفات مورفولوژیکی وجود دارد به طوری که در شرایط نرمال صفات وزن صدانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) و شاخص برداشت تنوع قابل ملاحظه‌ای را نشان دادند، بنابراین در برنامه‌های به‌نژادی می‌توان برای به‌نژادی لویا چشم‌بلیبی به این صفات تکیه کرد. برای صفات ضخامت غلاف، عرض غلاف، تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غلاف و تعداد روز تا ۵۰ درصد تولید غلاف تنوع به مراتب کمتری دیده

جدول ۵- میانگین، حداقل، حداکثر، خطای استاندارد و میزان تغییرات صفات ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در شرایط نرمال آبیاری

Table 5. Mean, minimum, maximum, standard deviation and change of characteristics of cowpea genotypes under normal irrigation

Trait	صفات	حداقل Min.	حداکثر Max.	خطای استاندارد Standard error	میزان تغییرات Rate of change	میانگین Mean
100GW	وزن صدانه	10.12	23.43	0.27	13.31	13.99
BY	عملکرد بیولوژیک	220.00	660.00	9.18	440.00	350.85
EY	عملکرد اقتصادی	49.00	225.00	3.87	176.00	101.82
HI	شاخص برداشت	0.16	0.60	0.01	0.45	0.29
PL	طول غلاف	13.22	20.74	0.15	7.52	15.71
PD	ضخامت غلاف	5.25	8.00	0.06	2.75	6.15
PW	عرض غلاف	6.43	9.74	0.06	3.31	7.81
NGPP	تعداد دانه در غلاف	10.00	18.67	0.15	8.67	13.11
DP-50%	تعداد روز تا ۵۰٪ تولید غلاف	112.00	135.00	0.61	23.00	125.76
DM-50%	تعداد روز تا ۵۰٪ رسیدگی غلاف	110.00	131.00	0.57	21.00	119.85

For abbreviations of traits see Table 2.

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

جدول ۶- میانگین، حداقل، حداکثر، خطای استاندارد و میزان تغییرات صفات ژنوتیپ‌های لوبیا چشم بلبلی در شرایط تنش خشکی

Table 6. Mean, minimum, maximum, standard deviation and change of characteristics of cowpea genotypes under stress condition

Trait	صفات	حداقل Min.	حداکثر Max.	خطای استاندارد Standard error	میزان تغییرات Rate of change	میانگین Mean
100GW	وزن صدانه	9.19	18.09	0.39	8.90	12.26
BY	عملکرد بیولوژیک	189.44	755.10	21.90	565.66	334.43
EY	عملکرد اقتصادی	31.50	195.24	5.62	163.74	83.57
HI	شاخص برداشت	0.16	0.37	0.01	0.21	0.261
PL	طول غلاف	13.39	18.48	0.19	5.09	15.32
PD	ضخامت غلاف	4.31	7.79	0.12	3.48	5.36
PW	عرض غلاف	6.24	9.22	0.10	2.98	7.32
NGPP	تعداد دانه در غلاف	9.45	16.66	0.19	7.21	12.03
DP-50%	تعداد روز تا ۵۰٪ تولید غلاف	101.67	119.33	0.73	17.67	113.39
DM-50%	تعداد روز تا ۵۰٪ رسیدگی غلاف	104.33	112.00	0.30	7.67	107.48

For abbreviations of traits see Table 2.

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

می‌شود یعنی از وزن صددانه آن‌ها کاسته می‌شود. شون هاون و وی‌سست (Schoonhoven and Voysest, 1991) بیان داشتند که در ارقام لویا صفت وزن صد دانه با تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته همبستگی منفی نشان می‌دهد. در ارقام لویا همبستگی مثبت و بالای بین عملکرد با صفات تعداد غلاف در بوته (۰/۷۳۴)، تعداد دانه در غلاف (۰/۴۸۵) و وزن صددانه (۰/۲۸۱) گزارش شده است (Keshavarznia et al., 2013).

در شرایط تنش خشکی صفت عملکرد دانه (EY) با شاخص برداشت (HI) در سطح ۵ درصد و با صفت عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. که افزایش کانوپی گیاه برافزایش عملکرد اقتصادی گیاه اثر مثبت و مستقیم دارد. در یک شرایط صفت وزن صددانه (100GW) با شاخص برداشت (HI) و طول غلاف (PL) در سطح ۵ درصد و با صفات ضخامت غلاف (PD)، عرض غلاف (PW) و تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غلاف (DM-50%) در سطح ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. از این صفات چه در شرایط تنش خشکی و چه در شرایط نرمال آبیاری می‌توان به عنوان صفات مناسب برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا استفاده کرد.

بررسی همبستگی و روابط بین عملکرد دانه و سایر صفات کمی در عدس زراعی در شرایط نرمال آبیاری نشان داده بین وزن صددانه گیاه و

(Lope-Huertas et al., 2000) بیان کردند در سویا صفت عملکرد و در مرتبه بعدی ارتفاع گیاه بیشترین میزان تنوع را در میان صفات مورد بررسی داشتند.

نتایج ضریب همبستگی ساده بین صفات مورد آزمایش (جدول‌های ۷ و ۸) نشان داد در شرایط تنش خشکی صفات شاخص برداشت، وزن صددانه و عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد و صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غلاف در سطح ۵ درصد با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند عملکرد اقتصادی با صفات تعداد روز تا ۵۰٪ تولید غلاف و رسیدگی غلاف همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. حبیبی و بی‌همتا (Habibi and Bihamta, 2007) بیان کردند عملکرد اقتصادی دانه در لویا چیتی، بیشترین همبستگی (۷۶ درصد) با تعداد غلاف در بوته را داشت. در شرایط نرمال، وزن صد دانه با تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۵ درصد نشان داد، به عبارتی با افزایش وزن صددانه از تعداد دانه در غلاف کاسته می‌شود. با وجود این، وزن صددانه همبستگی مثبت و معنی‌دار (در سطح ۱ درصد) با عملکرد نشان داد که با مطالعه حبیبی و بی‌همتا (Habibi and Bihamta, 2007) روی لویا مطابقت دارد. در شرایط نرمال صفت تعداد دانه در غلاف با وزن صد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان داد چرا که با افزایش تعداد دانه در غلاف، وزن آن‌ها کم

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در ۳۲ ژنوتیپ لویا چشم بلبلی در شرایط آبیاری نرمال

Table 7. Correlation coefficients between different traits of 32 cowpea genotypes under normal irrigation condition

صفات Traits	وزن صد دانه 100GW	عملکرد بیولوژیکی BY	عملکرد اقتصادی EY	شاخص برداشت HI	طول غلاف PL	ضخامت غلاف PD	عرض غلاف PW	تعداد دانه در غلاف NGPP	روز تا ۵۰٪ تولید غلاف DP-50%
وزن صد دانه 100GW	0.333**								
عملکرد بیولوژیکی BY	0.266**	0.517**							
عملکرد اقتصادی EY	0.077 ^{ns}	-0.150 ^{ns}	0.741**						
شاخص برداشت HI	0.120 ^{ns}	0.149 ^{ns}	0.049 ^{ns}	-0.044 ^{ns}					
طول غلاف PL	0.423**	0.083 ^{ns}	0.167 ^{ns}	0.112 ^{ns}	0.444**				
ضخامت غلاف PD	0.514**	0.107 ^{ns}	0.140 ^{ns}	0.082 ^{ns}	0.427**	0.642**			
عرض غلاف PW	-0.225*	-0.065 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.029 ^{ns}	0.597**	0.184 ^{ns}	-0.050 ^{ns}		
تعداد دانه در غلاف NGPP	0.128 ^{ns}	0.289**	0.154 ^{ns}	-0.052 ^{ns}	0.031 ^{ns}	0.095 ^{ns}	0.229*	0.014 ^{ns}	
روز تا ۵۰٪ تولید غلاف DP-50%	0.176 ^{ns}	0.239*	0.226*	0.090 ^{ns}	0.167 ^{ns}	0.174 ^{ns}	0.293*	-0.127 ^{ns}	0.453**

ns, * و **: به ترتیب غیرمنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

For abbreviations of traits see Table 2.

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در ۳۲ ژنوتیپ لوییا چشم بلبلی در شرایط تنش خشکی

Table 8. Correlation coefficients between different traits of 32 cowpea genotypes under drought stress condition

صفات	وزن صد دانه	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد اقتصادی	شاخص برداشت	طول غلاف	ضخامت غلاف	عرض غلاف	تعداد دانه در غلاف	روز تا ۵۰٪ تولید غلاف
Traits	100GW	BY	EY	HI	PL	PD	PW	NGPP	DP-50%
وزن صد دانه									
100GW	0.181 ^{ns}								
عملکرد بیولوژیکی									
BY	-0.124 ^{ns}	0.770 ^{**}							
عملکرد اقتصادی									
EY	0.350 [*]	-0.215 ^{ns}	0.393 [*]						
شاخص برداشت									
HI	0.406 [*]	-0.044 ^{ns}	0.079 ^{ns}	-0.040 ^{ns}					
طول غلاف									
PL	0.498 ^{**}	-0.033 ^{ns}	0.147 ^{ns}	-0.083 ^{ns}	0.812 ^{**}				
ضخامت غلاف									
PD	0.511 ^{**}	0.150 ^{ns}	0.071 ^{ns}	-0.236 ^{ns}	0.715 ^{**}	0.791 ^{**}			
عرض غلاف									
PW	-0.127 ^{ns}	0.095 ^{ns}	0.143 ^{ns}	0.096 ^{ns}	0.336 ^{ns}	0.183 ^{ns}	-0.026 ^{ns}		
تعداد دانه در غلاف									
NGPP	0.320 ^{ns}	0.398 [*]	0.001 ^{ns}	-0.655 ^{**}	-0.132 ^{ns}	-0.040 ^{ns}	0.098 ^{ns}	-0.257 ^{ns}	
روز تا ۵۰٪ تولید غلاف									
DP-50%	0.527 ^{**}	0.216 ^{ns}	-0.144 ^{ns}	-0.494 ^{**}	-0.001 ^{ns}	0.084 ^{ns}	0.189 ^{ns}	-0.243 ^{ns}	0.722 ^{**}

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

For abbreviations of traits see Table 2.

شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک بیشترین تأثیر را روی عملکرد اقتصادی داشته و به ترتیب وارد مدل شده‌اند که در این شرایط صفت شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک به ترتیب به تنهایی ۶۴ درصد و ۳۴ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند، در شرایط تنش خشکی صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد اقتصادی داشتند و به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند به صورتی که صفت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب و به تنهایی ۵۸ درصد و ۳۴ درصد از تغییرات عملکرد اقتصادی را توجیه کردند.

بررسی روی ژنوتیپ‌های لویا نشان داد در شرایط عدم تنش، در مرحله اول تعداد غلاف در بوته ۵۳/۹٪ تغییرات را توجیه کرد و سپس در مراحل بعدی صفات وزن صدانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد کل غلاف در بوته بیشترین میزان تغییرات را توجیه کردند. در این شرایط صفات مذکور بیشترین سهم را در پیش‌بینی عملکرد خواهند داشت. در شرایط تنش خشکی، اولین صفت تعداد غلاف و در مراحل بعدی وزن صدانه و تعداد دانه در غلاف بیشترین میزان تغییرات کل را توجیه می‌کنند (Keshavarznia et al., 2013).

بررسی رگرسیون گام به گام در ژنوتیپ‌های لویا نشان داد که تعداد ساقه فرعی مهم‌ترین جزء عملکرد بوته و تعداد غلاف در ساقه اصلی، وزن صدانه و تعداد دانه در غلاف در رتبه‌های

عملکرد اقتصادی گیاه همبستگی بالا وجود دارد (Nyestani et al., 2004؛ Abbasi et al., 2005). در بررسی ژنوتیپ‌های لویا صفت تعداد غلاف در ساقه اصلی و فرعی بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارند (Azizi et al., 2002). بررسی ارقام لویا نشان داد که بین صفت عملکرد اقتصادی دانه با صفت وزن غلاف، تعداد دانه در غلاف و عملکرد بیولوژیک همبستگی وجود دارد (Habibi et al., 2006). صفات تعداد دانه در غلاف (NGPP) و عملکرد اقتصادی (EY) با وزن صدانه (100GW) همبستگی منفی و غیر معنی‌دار نشان دادند. به عبارتی در شرایط تنش ژنوتیپ‌ها بیشترین توان خود را صرف تولید تعداد دانه و به طبع آن بالابردن عملکرد اقتصادی کرده‌اند در اواخر فصل کاشت که زمان پر شدن دانه هاست مواد ذخیره‌ای لازم برای پر کردن دانه و افزایش وزن صدانه را نداشته‌اند.

تجزیه رگرسیون گام به گام

برای بررسی همخطی بین متغیرها، شاخص Tolerance (Tol) و VIF بررسی شدند. VIF عامل تورم واریانس را نشان می‌دهد. VIF برای تمامی متغیرها کوچک‌تر از ۱۰ یا به عبارت دیگر Tolerance بزرگ‌تر از ۰/۱ مشاهده شد، بنابراین بین متغیرهای مورد بررسی هم خطی وجود نداشت. با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای (جدول‌های ۹ و ۱۰)، مشاهده شد در شرایط آبیاری نرمال صفات

جدول ۹- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط آبیاری نرمال
Table 9. Stepwise regression analysis under normal irrigation

Step	مرحله	صفت Trait	a	b ₁	b ₂	R ² adj
Step1	مرحله اول	HI	8.89 ^{ns}	316.41 ^{**}	-----	0.637
Step2	مرحله دوم	BY	-91.82 ^{**}	351.84 ^{**}	0.257 ^{**}	0.980

ns و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

ns and **: Not significant, significant at 1% level of probability.

جدول ۱۰- نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای در شرایط تنش خشکی
Table 10. Stepwise regression analysis under limited irrigation condition

Step	مرحله	صفت Trait	a	b ₁	b ₂	R ² adj
Step1	مرحله اول	BY	17.52 ^{ns}	0.198 ^{**}	-----	0.58
Step2	مرحله دوم	HI	-77.29 ^{**}	0.23 ^{**}	321.93 ^{**}	0.916

ns و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

ns and **: Not significant, significant at 1% level of probability.

رگرسیون در شرایط آبیاری نرمال بود.

تجزیه به عامل‌ها

به منظور پی بردن به اهمیت صفاتی که در گروه‌ها نقش دارند تجزیه به عامل‌ها قبل از تجزیه خوشه‌ای انجام شد. نتایج تجزیه به عامل‌ها به صورت مجزا در شرایط تنش خشکی و عدم تنش ارائه شده است (جدول‌های ۱۱ و ۱۲). در شرایط عدم تنش خشکی، برای ژنوتیپ‌های لویا چشم‌بلبلی چهار عامل در مجموع ۸۳/۳۳ درصد از کل تغییرات (تنوع) موجود را توجیه کردند که از این مجموع سهم عامل اول ۳۴/۶۷ درصد، عامل دوم ۱۹/۱۵ درصد، عامل سوم ۱۶/۳۰ درصد و عامل چهارم ۱۳/۲۲ درصد بود (جدول ۱۱). در عامل اول وزن صددانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی، ضخامت غلاف، عرض غلاف و تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غلاف دارای بارعاملی مثبت بودند که صفات مربوط به عملکرد اقتصادی هستند. در عامل دوم صفات طول غلاف، ضخامت غلاف و تعداد دانه در غلاف دارای بارعاملی مثبت بودند. در عامل سوم، صفات عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت دارای بارعاملی مثبت بودند. در عامل چهارم صفات تعداد دانه در غلاف و تعداد روز تا ۵۰ درصد تولید غلاف دارای بارعاملی مثبت بودند. در بین عامل‌ها چون عامل اول برای وزن صددانه بیشترین مقدار را داراست می‌توان آن را به عنوان عامل وزن صددانه معرفی کرد. و از آن

بعدی قرار گرفتند (Azizi et al., 2002).

در بررسی‌های انجام شده روی ارقام لویا سفید گزارش شد که در شرایط تنش خشکی صفات وزن غلاف، وزن صددانه و تعداد دانه در غلاف مهم‌ترین صفات مرتبط با عملکرد بودند و در شرایط عدم تنش صفات وزن غلاف، وزن صددانه و شاخص برداشت مهم‌ترین صفات مرتبط با عملکرد معرفی شدند (Ebrahimi et al., 2011). در این مطالعه تجزیه رگرسیون گام به گام برای برای صفات زمانی که عملکرد اقتصادی به عنوان متغیر تابع و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل بودند انجام شد (جدول‌های ۹ و ۱۰)، در شرایط آبیاری نرمال، در مرحله اول صفت شاخص برداشت (HI) وارد مدل رگرسیونی شد برای مدل رگرسیون آن مقدار a معنی دار نشد ولی ضریب رگرسیون در سطح ۱ درصد معنی دار شد. برای مرحله دوم صفت عملکرد بیولوژیک وارد مدل شد در این مدل ضرایب a، b1 و b2 معنی دار شد. در شرایط تنش خشکی ابتدا، در مرحله اول صفت عملکرد بیولوژیک وارد مدل شد که ضریب a غیرمعنی دار بود ولی ضریب رگرسیون در این مرحله معنی دار شد. در مرحله دوم صفت شاخص برداشت وارد مدل شد که در این مرحله a و ضرایب رگرسیون معنی دار بود. ترتیب صفات وارد شده به مدل‌های رگرسیونی در شرایط تنش خشکی کاملاً برعکس ترتیب صفات وارد شده به مراحل یا مدل‌های

جدول ۱۱- تجزیه به مولفه‌های اصلی در شرایط آبیاری نرمال (با چرخش وریماکس)
Table 11. Principal components analysis in normal irrigation condition (varimax rotation)

Trait	صفات	عامل ۱ Factor 1	عامل ۲ Factor 2	عامل ۳ Factor 3	عامل ۴ Factor 4
100GW	وزن صد دانه	<u>0.703</u>	-0.163	-0.067	<u>-0.570</u>
BY	عملکرد بیولوژیک	<u>0.591</u>	-0.348	-0.268	0.144
EY	عملکرد اقتصادی	<u>0.629</u>	-0.197	<u>0.679</u>	0.204
HI	شاخص برداشت	0.312	0.008	<u>0.925</u>	0.105
PL	طول غلاف	<u>0.505</u>	<u>0.696</u>	-0.263	0.194
PD	ضخامت غلاف	<u>0.704</u>	<u>0.505</u>	0.041	-0.285
PW	عرض غلاف	<u>0.788</u>	0.173	-0.131	-0.402
NGPP	تعداد دانه در غلاف	0.142	<u>0.776</u>	-0.010	<u>0.546</u>
DP-50%	۵۰ درصد غلافدهی	<u>0.541</u>	-0.404	-0.345	0.450
DM-50%	۵۰ درصد رسیدگی غلاف	<u>0.668</u>	-0.440	-0.172	0.378
Variance	واریانس	34.673	19.147	16.303	13.213
Cumulative variance	واریانس تجمعی	34.673	53.820	70.123	83.33

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

For abbreviations of traits see Table 2.

جدول ۱۲- تجزیه به مولفه‌های اصلی در شرایط تنش خشکی (با چرخش وریماکس)
Table 12. Principal components analysis in drought stress condition (varimax rotation)

Trait	صفات	عامل ۱ Factor 1	عامل ۲ Factor 2	عامل ۳ Factor 3
100GW	وزن صد دانه	<u>0.594</u>	<u>0.527</u>	0.028
BY	عملکرد بیولوژیکی	0.047	0.277	<u>0.929</u>
EY	عملکرد اقتصادی	-0.101	-0.233	<u>0.938</u>
HI	شاخص برداشت	-0.135	<u>-0.780</u>	0.108
PL	طول غلاف	<u>0.919</u>	-0.145	-0.028
PD	ضخامت غلاف	<u>0.935</u>	-0.015	-0.075
PW	عرض غلاف	<u>0.868</u>	0.177	0.039
NGPP	تعداد دانه در غلاف	0.272	-0.439	0.239
DP-50%	۵۰ درصد غلافدهی	-0.051	<u>0.881</u>	0.220
DM-50%	۵۰ درصد رسیدگی غلاف	0.111	<u>0.846</u>	0.047
Variance	واریانس	32.501	24.715	18.406
Cumulative variance	واریانس تجمعی	32.501	57.216	75.622

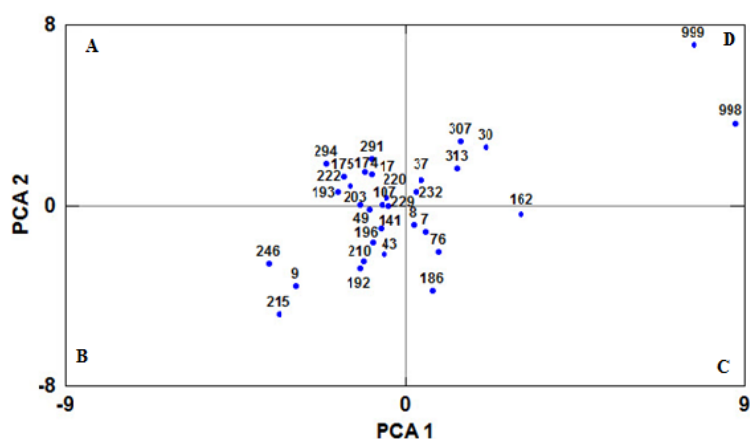
برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

For abbreviations of traits see Table 2.

عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف، وزن صدانه، و عرض غلاف است. ژنوتیپ‌های ناحیه D (ژنوتیپ‌های ۹۹۹، ۹۹۸، ۳۰۷، ۳۰، ۳۱۳، ۲۳۲ و ۳۷) دارای مقادیر بالا برای هر دو عامل بودند که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های که در این گروه قرار می‌گیرند دارای عملکرد بالا و اجزاء عملکرد و وزن صدانه بالا هستند (شکل ۱).

نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش خشکی نشان داد که سه عامل در مجموع ۷۵/۲۲ درصد از کل تغییرات موجود بین صفات مورد بررسی را توجیه کردند. عامل اول ۳۲/۵۰ درصد، عامل دوم ۲۴/۷۲ درصد و عامل سوم ۱۸/۴۱ درصد از این تغییرات را توجیه کردند. در عامل اول صفات وزن صدانه، طول غلاف و عرض غلاف دارای بار عاملی مثبت بودند. در عامل دوم صفات وزن صدانه، تعداد روز تا ۵۰ درصد تولید غلاف و تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غلاف دارای بار عاملی مثبت بودند. این عامل را می‌توان به عنوان عامل فنولوژیکی نامگذاری کرد. در عامل سوم صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی دارای بار عاملی مثبت بودند و به عنوان عامل عملکرد می‌توان آن را نامگذاری کرد. در عامل اول وزن صدانه و تعداد دانه در غلاف دارای بار عاملی مثبت بودند این عامل را می‌توان به عنوان عامل اجزاء عملکرد نامگذاری کرد. در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های گروه A (ژنوتیپ‌های ۱۰۷، ۲۹۴، ۲۲۲، ۱۴۱، ۱۷۵، ۲۲۹،

جا که در عامل سوم بیشترین مقدار شاخص برداشت و عملکرد اقتصادی وجود داشت می‌توان عامل سوم را به عنوان عامل اجزای عملکرد نامید. برای ۳۲ ژنوتیپ مورد بررسی برای صفات مورد مطالعه با استفاده از نتایج تجزیه به عامل‌ها و براساس دو مولفه اول نمودار بای پلات ژنوتیپ‌ها رسم شد. براساس آن در شرایط نرمال ژنوتیپ‌های ۲۹۴، ۲۹۱، ۱۷، ۱۷۴، ۱۷۵، ۲۲۲، ۲۲۰، ۱۰۷، ۲۰۳، ۱۹۳ و ۲۲۹ که در ناحیه A قرار گرفتند دارای مقادیر بالا برای عامل دوم و مقادیر پایین برای عامل اول بودند که با توجه به ضرایب عامل‌ها می‌توان بیان کرد که در این ژنوتیپ‌ها مقادیر برای صفات DM-50%، DP-50%، PW، HI، EY، BY، 100GW، کاهش و مقادیر PL (طول غلاف) و NGPP (تعداد دانه در غلاف) افزایش پیدا کرده است که به دلیل کاهش وزن صدانه، صفات عرض غلاف، تعداد دانه در غلاف و طول غلاف افزایش یافتند، ولی چون صفات 100GW (وزن صدانه) و BY (عملکرد بیولوژیک) کاهش پیدا کرده در نتیجه EY (عملکرد اقتصادی) کم شد. ژنوتیپ‌های گروه B (ژنوتیپ‌های ۱۴۱، ۴۹، ۱۹۶، ۴۳، ۲۱۰، ۹۲، ۹، ۲۴۶ و ۲۱۵) دارای مقادیر پایین برای هر دو مولفه بودند که نشان دهنده مقادیر کم برای صفت وزن صدانه است. ژنوتیپ‌های ناحیه C (ژنوتیپ‌های ۸، ۷، ۷۶، ۱۶۲ و ۱۸۶) دارای مقادیر بالا برای عامل اول و مقادیر کم برای عامل دوم بودند که نشان دهنده بالا بودن

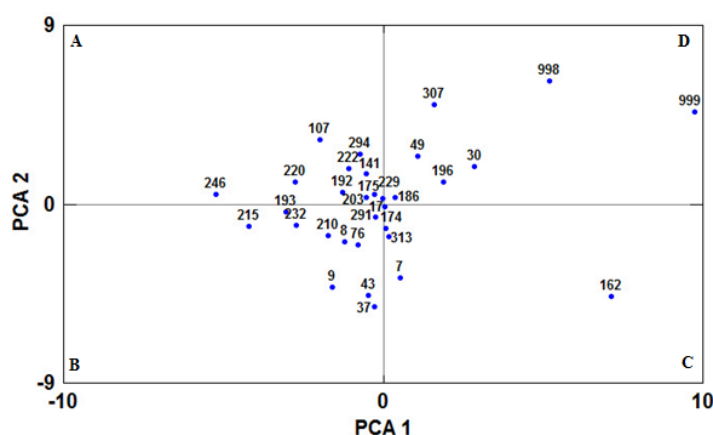


شکل ۱- نمودار بای پلات براساس عامل‌های اول و دوم برای ۳۲ ژنوتیپ لوبیا چشم بلبلی در شرایط نرمال آبیاری

Fig. 1. Biplot based on the first and second components of the 32 cowpea genotypes in normal irrigation

ضرایب عامل‌ها نشان می‌دهد که صفات NGPP (تعداد دانه در غلاف)، PW (عرض غلاف)، PD (ضخامت غلاف)، PL (طول غلاف)، HI (شاخص برداشت) و EY (عملکرد اقتصادی) دارای مقادیر بالا و صفات 100GW (وزن صد دانه)، BY (عملکرد بیولوژیک) دارای مقادیر کم است. این مورد نشان می‌دهد کاهش وزن صد دانه و کاهش عملکرد بیولوژیک نتوانسته عملکرد را در این ژنوتیپ‌ها کاهش دهد. ژنوتیپ‌های که در ناحیه D (ژنوتیپ‌های ۹۹۸، ۹۹۹، ۳۰۷، ۳۰، ۴۹، ۱۹۶، ۱۸۶ و ۲۲۹) قرار گرفتند دارای مقادیر بالای برای هر دو عامل بودند که دارای مقادیر بالا عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص برداشت بودند ولی عملکرد بیولوژیک کمی داشتند که کاهش شاخ و برگ با افزایش عملکرد اقتصادی همراه بوده است (شکل ۲).

۲۰۳، ۱۹۲، ۲۲۰ و ۲۴۶) دارای مقادیر بالا برای عامل دوم و مقادیر کم برای عامل اول بودند، در این ژنوتیپ‌ها صفت 100GW، EY، HI، PL، PD و PW دارای مقادیر کم هستند، برای NGPP (تعداد دانه در غلاف) مقادیر آن کم بود. با توجه به افزایش عملکرد بیولوژیک (BY)، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف کاهش پیدا کرده و در نتیجه عملکرد اقتصادی (EY) کاهش پیدا کرد و افزایش عملکرد بیولوژیک نتوانسته آنرا جبران کند. ژنوتیپ‌های گروه B (ژنوتیپ‌های ۲۹۱، ۲۱۰، ۸، ۷۶، ۲۳۲، ۱۹۳، ۲۱۵، ۴۳، ۹ و ۳۷) دارای مقادیر پایین برای هر دو عامل بودند که نشان دهنده کم بودن عملکرد در این ژنوتیپ‌ها است. ژنوتیپ‌های گروه C (ژنوتیپ‌های ۱۷۴، ۳۱۳، ۷، ۱۶۲ و ۱۷) دارای مقادیر بالا برای عامل اول و مقادیر کم برای عامل دوم بودند با توجه به



شکل ۲- نمودار بای پلات براساس عامل‌های اول و دوم برای ۳۲ ژنوتیپ لویا چشم بلبلی در شرایط تنش خشکی

Fig. 2. biplot based on the first and second components of the 32 cowpea genotypes under drought stress condition

کرد و برای کاهش تعداد متغیرها به تعدادی عامل محدود، شناسایی اجزاء عملکرد موثر در عملکرد استفاده می‌شود و به عبارت بهتر تجزیه به عامل‌ها مکمل تجزیه رگرسیون گام به گام بوده و اطلاعات بیشتری در اختیار ما قرار می‌دهد. اما در تجزیه به عامل‌ها که دو عامل اول و دوم غالباً بیشترین تغییرات را توجیه می‌کنند و براساس آن‌ها بای پلات رسم می‌شود در هر آزمایشی در عامل اول و دوم صفات متفاوتی ممکن است قرار بگیرند که در بای پلات پراکنش ژنوتیپ‌ها براساس این صفات خواهد بود و به‌نژادگر می‌تواند براساس این پراکنش و صفات مورد نظر ژنوتیپ‌ها را برای برنامه‌های به‌نژادی معرفی کند.

به منظور تعیین قرابت ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی آن‌ها بر مبنای صفات مورد بررسی، تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و با استفاده از

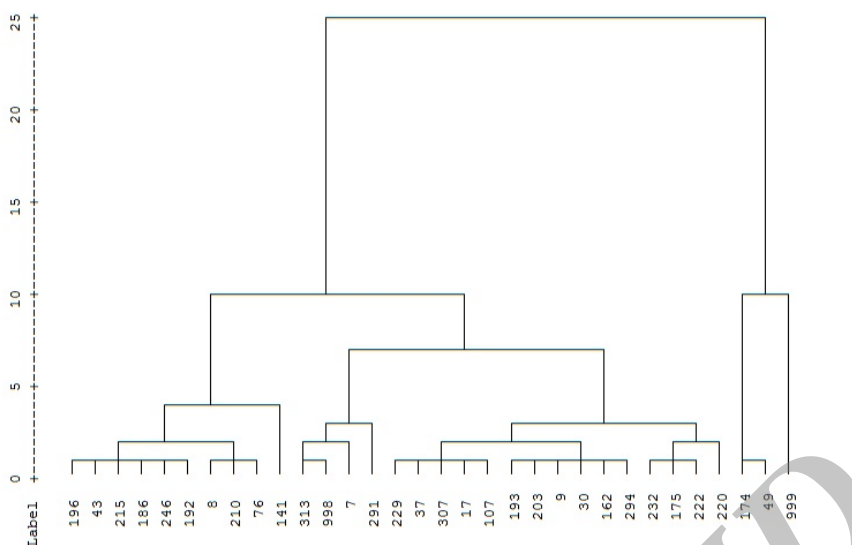
کشاورزنیان و همکاران (Keshavarznia *et al.*, 2013) در بررسی ژنوتیپ‌های لویا در شرایط عدم تنش خشکی در بررسی تجزیه به عامل‌ها توانستند چهار عامل پنهانی را که در مجموع ۷۸/۵۰ درصد از کل تغییرات را در شرایط نرمال توجیه کردند و در شرایط تنش خشکی چهار عامل پنهانی را که در مجموع ۷۷/۳۲ درصد از کل تغییرات موجود بین صفات را توجیه کردند، معرفی کنند (Ebrahimi *et al.*, 2011). در بررسی ارقام لویا سفید با تجزیه به عامل‌ها توانستند ۳ عامل را شناسایی کنند که در مجموع ۸۲ درصد از کل تغییرات عملکرد را توجیه کردند.

در حالت کلی نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها به صفات، ژنوتیپ‌های مورد بررسی و شرایط محیطی وابسته است. بنابراین از تجزیه به عامل‌ها می‌توان در شرایط کلی و خاص استفاده

۱۲/۹۳ گرم، عملکرد بیولوژیک ۴۴۵/۳۱۳ گرم و عملکرد اقتصادی ۱۰۰/۳ گرم بودند. در کلاستر چهارم تنها ژنوتیپ ۹۹۹ قرار گرفت که دارای وزن صددانه ۲۰/۹۸ گرم، عملکرد بیولوژیک ۶۲۶/۳۳ گرم و عملکرد اقتصادی ۱۵۱/۳۳ گرم بود (شکل ۳).

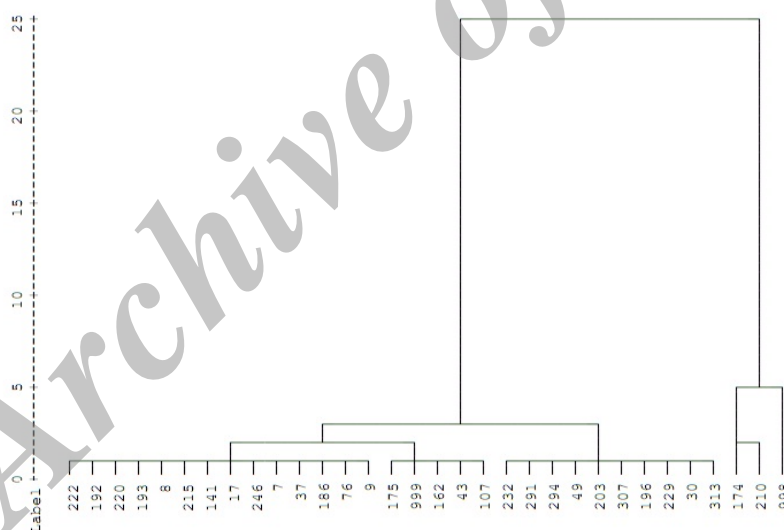
ترسیم دندروگرام در شرایط تنش خشکی نشان‌دهنده این است که در حالت تنش نیز ۳۲ ژنوتیپ لوییا چشم بلبلی در چهار کلاستر قرار گرفتند. به صورتی که در کلاستر اول ژنوتیپ‌های ۲۲۲، ۱۹۲، ۲۲۰، ۱۹۳، ۸، ۲۱۵، ۱۴۱، ۱۷، ۲۴۶، ۷، ۳۷، ۱۸۶، ۷۶، ۹، ۱۷۵، ۹۹۹، ۱۶۲، ۳۴ و ۱۰۷ قرار داشتند. این ژنوتیپ‌ها دارای میانگین وزن صددانه ۱۲/۰۳۷ گرم، عملکرد بیولوژیک ۲۶۳/۲۱۶ گرم و عملکرد اقتصادی ۷۰/۵۲۳ گرم بودند. ژنوتیپ‌های موجود در این کلاستر خود به دو دسته تقسیم شدند به صورتی که ژنوتیپ‌های ۲۲۲، ۱۹۲، ۲۲۰، ۱۹۳، ۸، ۲۱۵، ۱۴۱، ۱۷، ۲۴۶، ۷، ۳۷، ۱۸۶، ۷۶ و ۹ در دسته اول و ژنوتیپ‌های ۱۷۵، ۹۹۹، ۱۶۲، ۳۴ و ۱۰۷ در دسته دوم قرار داشتند. در کلاستر دوم، ژنوتیپ‌های ۲۳۲، ۲۹۱، ۲۹۴، ۴۹، ۲۰۳، ۳۰۷، ۱۹۶، ۲۲۹، ۳۰ و ۳۱۳ قرار گرفتند که این ژنوتیپ‌ها دارای میانگین وزن صددانه ۱۲/۵۰۲ گرم، عملکرد بیولوژیک ۳۷۲/۷۵۶ گرم و عملکرد اقتصادی ۸۷/۶۸۲ گرم بودند. در کلاستر سوم ژنوتیپ‌های ۱۷۴ و ۲۱۰ قرار گرفتند و دارای میانگین وزن صددانه ۱۰/۲۶۵ گرم، عملکرد بیولوژیک

مربع فاصله اقلیدوسی برای شرایط نرمال و تنش خشکی انجام شد. برای صفات مورفولوژیک، در دو شرایط نرمال و تنش خشکی دندروگرام صفات مورد مطالعه برای ۳۲ ژنوتیپ لوییا چشم بلبلی به صورت مجزا براساس اطلاعات مورفولوژیک ترسیم شد (شکل‌های ۳ و ۴). در شرایط نرمال ژنوتیپ‌ها در چهار کلاستر قرار گرفتند که هر کدام از این چهار کلاستر در داخل خودشان به کلاسترهای دیگری تقسیم شدند به طوری که در کلاستر اول ژنوتیپ‌های ۱۹۶، ۴۳، ۲۱۵، ۱۸۶، ۲۴۶، ۱۹۲، ۸، ۲۱۰، ۷۶ و ۱۴۱ قرار گرفتند. برای ژنوتیپ‌هایی که در این کلاستر قرار داشتند میانگین وزن صددانه ۱۳/۲۵۱ گرم، عملکرد بیولوژیک ۲۸۲/۲۲۹ گرم و عملکرد اقتصادی ۸۳/۲۱۴ گرم بود. در این کلاستر ژنوتیپ‌های ۱۹۶، ۴۳، ۲۱۵، ۱۸۶، ۲۴۶ و ۱۹۲ کنارهم، ژنوتیپ‌های ۸، ۲۱۰ و ۷۶ کنارهم و ژنوتیپ ۱۴۱ به صورت مجزا از آن‌ها قرار گرفتند. در کلاستر دوم، ژنوتیپ‌های ۳۱۳، ۹۹۸، ۷، ۲۹۱، ۲۲۹، ۳۷، ۳۰۷، ۱۷، ۱۰۷، ۱۹۳، ۲۰۳، ۹، ۳۰، ۱۶۲، ۲۹۴، ۲۳۲، ۱۷۵، ۲۲۲ و ۲۲۰ قرار گرفتند ژنوتیپ‌هایی که در این کلاستر قرار داشتند دارای میانگین وزن صددانه ۱۴/۱۱۷ گرم، عملکرد بیولوژیک ۳۶۱/۰۹۹ گرم و عملکرد اقتصادی ۱۰۹/۱۵۳ گرم بودند. ژنوتیپ‌های این کلاستر نیز در چهار دسته مجزا (چهار زیر کلاستر) قرار گرفتند. در کلاستر سوم، دو ژنوتیپ‌های ۱۷۴ و ۴۹ قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها نیز دارای میانگین وزن صددانه



شکل ۳- دندروگرام ۳۲ ژنوتیپ لویا چشم بلبلی براساس تجزیه صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده در شرایط نرمال

Fig. 3. Cluster analysis of 32 cowpea genotypes based on morphological traits measured in the normal irrigation condition



شکل ۴- دندروگرام ۳۲ ژنوتیپ لویا چشم بلبلی براساس تجزیه صفات مورفولوژیک اندازه گیری شده در شرایط تنش خشکی

Fig. 4. Cluster analysis of 32 cowpea genotypes based on morphological traits measured in drought stress condition

قرار گرفت که دارای وزن صدانه ۱۸/۰۶ گرم،

۶۰۹/۰۱۸ گرم و عملکرد اقتصادی ۱۶۷/۲۲۶

عملکرد بیولوژیک ۷۵۵/۱۳۳ گرم و عملکرد

گرم بودند. در کلاستر چهارم تنها ژنوتیپ ۹۹۸

برداشت و عملکرد بیولوژیک به ترتیب به تنهایی ۶۴ درصد و ۳۴ درصد و در شرایط تنش خشکی صفات عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب به تنهایی ۵۸ درصد و ۳۴ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد در شرایط نرمال برای ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی چهار عامل در مجموع ۸۳/۳۳ درصد از کل تغییرات (تنوع) موجود را توجیه کردند و در شرایط تنش خشکی سه عامل در مجموع ۷۵/۲۲ درصد از کل تغییرات موجود بین صفات مورد بررسی را توجیه کردند. براین اساس نمودارهای بای‌پلات ژنوتیپ‌ها را در چهار ناحیه A، B، C و D قرار گرفتند. که با توجه به این نتایج و با توجه به ترسیم دندروگرام‌ها می‌توان اظهار داشت که ژنوتیپ‌های ۹۹۹، ۹۹۸، ۳۱۳، ۳۷، ۳۰، ۲۳ و ۳۰۷ دارای پتانسیل عملکرد و اجزای عملکرد بالاتری بوده که می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند.

اقتصادی ۱۲۳/۰۱۳ گرم بود (شکل ۴). با توجه به نتایج دندروگرام‌ها در شرایط نرمال و تنش خشکی، هر کدام گروه‌بندی خاصی را برای تمام صفات مورد مطالعه برای ژنوتیپ‌ها نشان دادند که می‌توان با در نظر گرفتن صفات عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک و وزن صددانه و با در نظر گرفتن نتایج پراکنش ژنوتیپ‌ها در بای‌پلات‌ها عمل انتخاب را با توجه به هدف مورد نظر انجام داد.

در مجموع نتایج جدول تجزیه واریانس و جدول آمار توصیفی تنوع ژنتیکی بالایی را بین ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورد بررسی نشان دادند، نتایج همبستگی ساده نشان داد که بین صفات در شرایط تنش خشکی صفات شاخص برداشت، وزن صددانه و عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد و صفات تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی غلاف در سطح ۵ درصد با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. با توجه به نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای در شرایط نرمال صفات شاخص

References

- Abbasi, A., Majnoon Hoseini, N., and Yazdi Samadi, B. 2005. Examine the relationship between grain yield and other quantitative traits in lentil crops. Abstracts of the National Conference on Pulses, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. Page 72 (in Persian).
- Anonymous 2013. FAO Statistics. <http://www.fao.org>.

- Azizi, F., Rezaei, A., and Meybodi, S. 2002.** Evaluation of and analysis of genetic and phenotypic diversity factor for morphological bean genotypes. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 14: 25-36 (in Persian).
- Bagheri, A. R., Mahmoudi, A. L. and Ghezli, F. 2001.** Common Beans, Research for Improvement. Mashhad University Jihad Publications, Mashhad, Iran. 556pp. (in Persian).
- Barrett, B. A., and Kidwell, K. K. 1998.** AFLP based genetic diversity assessment among wheat cultivars from Pacific Northwest. *Crop Science* 38: 1261-1271.
- Blum, A. 1988.** Plant Breeding for Stress Enviroments. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Carnide, V., Pocas, I., Martins, S., and Pinto-Carnide, O. 2007.** Morphological and genetic variability in Portuguese populations of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Proceedings of the 6th European Conference on Grain Legumes, Lisbon, Portugal. Page 128.
- Chtourou-Ghorbel, N., Lauga, B., Brahim, N. B., Combes, D., and Marrakchi, M. 2002.** Genetic variation analysis in the genus *Lathyrus* using RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 49: 363-370.
- Coetzee, J. J. 1995.** Cowpea: A Traditional Crop in Africa. Africa Crop Info 95 Leaflet, Vegetable and Ornamental Plant Institute and the Grain Crops Institute, Agricultural Research Council, Pretoria, South Africa.
- Coyne, D. P. 1968.** Correlation, heritability and selection of yield components in field bean *Phaseolus vulgaris* L. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 93: 388-396.
- Dorrenbos, J., and Kassam, A.H. 1979.** Yeild response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, FAO, Rome, Italy.
- Dubetz, S., and Mahalle, P.S. 1969.** Effect of soil water on bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at three stages of growth. *Journal of American Society for Horticultural Science* 94: 479-481.
- Ebrahimi, M., and Bihamta, M. R. 2010.** Evaluate the performance of the reaction yield of white bean genotypes under water stress conditions. *Journal of Agricultural Research* 7 (2): 210-221 (in Persian).

- Ebrahimi, M., Bihamta, M. R., Hosseinzadeh, A., Khialparast, F., and Golbashi, M. 2011.** Evaluation of yield and yield components of white bean genotypes under water stress conditions. *Journal of Agricultural Research* 8(2): 347-358 (in Persian).
- Eloward, H. O. A., and Hall, A. E. 1987.** Influence of early and late nitrogen fertilization on yield and nitrogen fixation of cowpea under well-watered and dry field conditions. *Field Crops Research* 15: 229-244.
- Froussios, G. 1970.** Genetic diversity and agricultural potential in *Phaseolus vulgaris* L. *Experimental Agriculture* 6: 129-141.
- German, C. 2004.** Utilization and determination of water use efficiency (WUE) in the selection of drought tolerant common bean (*Phaseolus vulgaris*. L.) cultivars. Plant Science Seminar, University of Idaho, Idaho, USA.
- Habibi, G. R., and Bihamta, M. R. 2007.** Study of seed yield and some associate characteristics in pinto bean under reduced irrigation. *Pajouhesh va Sazandegi* 74: 34-46.
- Habibi, G. R., Ghanadha, M. R., and Souhani, A. 2006.** Examine the relationships of grain yield with some agronomic traits of red beans with various statistical techniques in irrigation conditions. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 38: 120-131 (in Persian).
- Ilampour, S. 1992.** Evaporation of perspiration farm irrigation scheduling and estimating the temperature cowpea green cover crop. MSc Thesis, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. 166 pp. (in Persian).
- Jahansouz, M. R., Naghavi, M. R., and Talie, A. R. 2006.** Determining of relationship between different traits in cowpea. *Jounal of Agricultural Sciences* 12: 25-38.
- Kameswara, R. N. 2004.** Biotechnology for Plant Resources Conservation and Use. Principles of Seed Handling in Genebanks Training Course, Kampla, Uganda.
- Keshavarznia, R., Mohammadi Nargesi, B., and Abbasi, A. R. 2013.** Study of genetic diversity in bean according to morphological traits under normal irrigation and drought stress condation. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 44 (2): 305-315 (in Persian).

- Liu, K., Goodman, M., Muse, S., Smith, J. S., Buckler, E., and Doebley, J. 2003.** Genetic structure and diversity among maize inbred lines as inferred from DNA microsatellites. *Genetics* 165: 2117- 2128.
- Lopez-Huertas, E., Charlton, W. L., Johnson, B., Graham, I. A., and Baker, A. 2000.** Stress induces peroxisome biogenesis genes. *EMBO Journal* 19: 6770-6777.
- Ludlow, M. M., and Muchow, R. C. 1990.** A critical evaluation of traits for improving yield in water limited environments. *Advances in Agronomy* 43: 107-153.
- Majnoon Hoseini, N. 2008.** Cultivation and Production of Leguminous Plants. Tehran University Publication Jahad, Tehran, Iran (in Persian).
- Matus, I. A., and Hayes, P. M. 2002.** Genetic diversity in three groups of barley germplasm assessed by simple sequence repeats. *Genome* 45: 1095-1106.
- Mishra, S. K., Singh, B. B., Chand, D., and Meene, K. N. 2002.** Diversity for economic traits in cowpea. pp. 54-58. In Henry, A., Kumar, D., and Singh, N. B. (eds.). *Recent Advances in Arid Legumes Research for Food. Nutrition Security and Promotion of Trade*, CCH Haryana Agricultural University, Hissar, Indian Arid Legumes Society, CAZRI, Scientific Publishers, Jodhpur, India.
- Mohammadi, S. A., and Prasanna, B. M. 2003.** Analysis of genetic diversity in crop plant- salient statistical tools and consideration. *Crop Science* 43: 1235- 1248.
- Mortimore, J. M. A., Singh, B. B., Harris, F., and Blade, F. S. 1997.** Cowpea in traditional cropping systems. pp. 99-112. In: Singh, B. B., Mohan, Raj, D. R., Dashiell, K. E., and Jackai L. E. N. (eds.) *Advances in Cowpea Research*. Copublishing of IITA-JIRCAS, IITA, Ibadan, Nigeria.
- Negri, V. 2009.** Fagiolina? (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata* (L.) Walp.) from Trasimeno lake (Umbria Region, Italy). pp. 172-182. In: Veteläinen, M., Negri, V., and Maxted, N. (eds.). *European Landraces On-farm Conservation Management and Use*. Bioversity International, Rome, Italy.
- Neyestani, A., Mahmoudi, F., and Sabaghpour, S. 2004.** Causality analysis of yield components in lentil in dry farming conditions. Abstracts for the First National Conference on Pulses, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. Page 225 (in Persian).
- Patil, R. B., and Baviskar, A. P. 1987.** Variability studies in cowpea. *Journal of Maharashtra Agricultural University* 12: 63-66.

- Robin, J. S., and Domingo, C. E. 1956.** Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. *Agronomy Journal* 48: 67-70.
- Samadi, A., and Sepaskhah, A. R. 1984.** Effect of alternate furrow irrigation on yield and water use efficiency of dry beans. *Iranian Journal of Agricultural Research* 3: 95-116 (in Persian).
- Sardana, S., Mahajan, R. K., Kumar, D., Singh, M., and Sharma, G. D. 2001.** Catalogue on Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Germplasm. National Bureau of Plant Genetic Resources, New Delhi, India. 80 pp.
- Schoonhoven, A., and Voysest, O. 1991.** Common Beans Research for Crop Improvement. C.A.B International in Association with CIAT, India.
- Shahram, A., and Daneshi, N. 2005.** Appropriate level of irrigation water needed in agriculture, White beans. *Proceedings of the Nineth Congress of Soil Science, Tehran, Iran* (in Persian).
- Singh, S. P. 2001.** Broadening the genetic base of common bean cultivars. *Crop Science* 41: 1659-1675.
- Singh, B. B., Mohar, D. R., and Dashiell, K. E. 1997.** Advancess in Cowpea Researches. IITA-JIRCAS, Ibadan, Nigeria.
- Stoilova, T., and Pereira, G. 2013.** Assessment of the genetic diversity in a germplasm collection of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) using morphological traits. *African Journal of Agricultural Research* 8 (2): 208-215.
- S.zilagyi, L. 2003.** Influence of drought on seed yield components in common bean. *Blugarian Journal of Phsiology, Special Issue* 320-330.
- Watanabe, I., Hakoyama, S., Terao, T., and Singh, B. B. 1997.** Evaluation method for tolerance of cowpea. pp. 141-149. In: Singh, B. B., Mohan Raj, D. R., Dashiell, K. E., and Jackai, L. E. N. (eds). *Advances in Cowpea Research..* Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS). Sayce Publishing, Devon, UK.
- Wilkes, G. 1983.** Current status of crop plant germplasm. *CRC Critical Review of Plant Science* 1: 133-181.