یافته های نوین کشاورزی
سال ششم- شماره٤- تابستان ۱۳۹۱

مقایسه شاخص های تحمل خشکی و خصوصیات فنولوژیک و زراعتی ژنوتیپ های لوبیا سیاه

میلاد صفاپور*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران.
شهاب خاقانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران.
مریم تیموری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران.

چکیده

به منظور ارزیابی اثر تنش آبیاری بر صفات فنولوژی و زراعی لوبیا تعداد ۱۰ ژنوتیپ لوبیای سیاه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط آبیاری معمول و تنش آبی در بهار و تابستان ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد در شرایط تنش بیشترین تاثیر بر عملکرد دانه در لوبیا سیاه مربوط به صفت عملکرد تک بوته بود. نتایج رگرسیون گام به گام نیز نشان داد که صفات تعداد روز تا ظهور برگ های اولیه، تعداد روز تا ظهور سومین سه برگچه ای، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، قطر ساقه، ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، وزن تر بوته در شرایط نرمال و صفات تعداد روز تا ظهور برگ های اولیه، تعداد روز تا سومین سه برگچه، تعداد روز تا مرحله گلدهی، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، طول ریشه اصلی، ارتفاع، طول میانگره، وزن تر بوته و وزن خشک بوته در شرایط تنش بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه داشتند. تجزیه عامل ها نشان داد در شرایط معمول تعداد ٦ عامل مشخص گردیدند که بیش از ۸۰ ٪ تغییرات عملکرد را توجیه می کنند و در شرایط تنش تعداد ۷ عامل موثر وجود دارد که بیش از ۸٤ ٪ تغییرات مربوط به عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می دهند. در این رابطه مناسبترین شاخص های مقاومت به خشکی GMP، STI، MP بودند که بر اساس آنها ژنوتیپ های Ks41225، Ks41147 و Ks41231 به عنوان ژنوتیپ های متحمل برگزیده شدند.

واژه های کلیدی: آبیاری معمول، تنش آبیاری، شاخص های مقاومت به خشکی، لوبیا سیاه

---

* نویسنده مسئول: E-mail: miladsafapour@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۲/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۸/۳۰

مقدمه

حبوبات به ویژه لوبیا از منابع مهم تأمین کننده پروتئین در اکثر کشورها بخصوص کشورهای در حال توسعه می باشد، زیرا از نظر اقتصادی از پروتئین حیوانی ارزانتر است. در ایران حدود نیمی از سطح زیر کشت حبوبات را لوبیا به خود اختصاص داده و به همین دلیل به نژادی آن اهمیت روز افزونی یافته است (۷). یکی از مهمترین راه ها برای افزایش کیفی و کمی محصولات زراعی اصلاح نباتات است. هنر به نژادی انتخاب بهترین نوع می باشد که انجام گزینش مطلوب نیز مشروط به وجود تنوع مطلوب از نظر صفات مورد بررسی در جامعه مورد مطالعه است که گاهی از تنوع نیز خود ارزیابی ژرم پلاسم را می طلبد (٢٤). مطالعات همبستگی و استفاده از تجزیه به عامل ها و تجزیه علیت به عنوان روش های آماری چند متغیره این امکان را فراهم می سازد تا مهمترین صفات موثر بر عملکرد دانه شناسایی و نیز عوامل پنهانی که موجب ایجاد همبستگی میان صفات گردیده اند، شناسایی شوند (۲۰). آکوا و همکاران (۱۹۹۲) نیز در روش انتخاب دور ای فنوتیپی در لوبیا از تجزیه به عامل ها استفاده کردند. در این تجزیه پنج عامل اول ۷۰ ٪ تنوع را توجیه کردند (۱۱). برامل (۱۹۸٤) و والتون (۱۹۷۱) بیان داشتند تجزیه رگرسیون مرحله ای و تجزیه عامل ها به عنوان روش های مکمل یکدیگر استفاده می گردد (۱۲و ۳۵).

از اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته جز اصلی و موثر افزایش عملکرد می باشد، زیرا همبستگی بیشتری با عملکرد نشان داده است (۹). دورات و آدامز (۱۹۷۲) در یک مطالعه رابطه علیت بین عملکرد و اجزا عملکرد را تعیین نمودند. طبق نتایج به دست آمده در این مطالعه در بین اجزا عملکرد بیشترین اثر مستقیم و مثبت را تعداد غلاف در گیاه داراست (١٤). دیمووا و اسوتلوا (۱۹۹۲) اعلام نمودند تعداد غلاف در گیاه روی وزن دانه بطور مستقیم و غیرمستقیم اثر زیادی دارد (۱۳). مطالعه دیگری در جهت تعیین ضرایب علیت لوبیا توسط وسترمن و کرودرز (۱۹۷۷) صورت گرفت و آنها نیز نشان دادند که تعداد غلاف در گیاه بیشترین تأثیر مثبت و مستقیم را روی عملکرد دارد (٣٦). دو جزء دیگر عملکرد یعنی وزن دانه و تعداد دانه در غلاف نیز تأثیر مستقیم و مثبت روی عملکرد دارند (۳۷). تهیه ارقام مقاوم به خشکی در ایران جایگاه خاصی دارد و یکی از مهمترین برنامه های اصلاحی را تشکیل می دهدف زیرا تقریباً دو سوم از زمین های زیر کشت ایران در حوزه مناطق نیمه شک و دیم خیز دارند (۵). تران و سینک (۲۰۰۲) و سزیلاگی (۲۰۰۳) بیان داشتند تنش خشکی در لوبیا یک محدودیت برای تولید در سراسر جهان است (۳۳ و ٣٤). اکوستا و همکاران (۲۰۰٤) عملکرد و اجزا عملکرد لوبیا را بررسی و مشاهده کردند که تنش خشکی باعث کاهش طول دوره رشد زایشی لوبیا می شود. ارقامی که بیشترین عملکرد را تحت شرایط تنش داشتند، دارای بیشترین تعداد غلاف و دانه در بوته بودند. آنها علت تفاوت عملکرد دانه ارقام تحت شرایط تنش را بیشتر ناشی از مقاومت در توزیع مواد خشک در شرایط تنش ذکر کردند (۱۰). فیشر و مورر (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش (SSI) را ارائه کردند (١٦). هر چه مقدار

SSI محاسبه شده یک ژنوتیپ کمتر باشد، آن ژنوتیپ مقاومت به تنش بیشتری دارد، انتخاب بر اساس شاخص SSI باعث گزینش ارقام متحمل به خشکی و با عملکرد کم می شود (۱۵). رزلی و هامبلین (۱۹۸۱) شاخص تحمل به تنش (TOL) و نیز شاخص متوسط محصول دهی (MP) را ارائه دادند، هرچه شاخص تحمل کوچکتر باشد، نشان دهنده این است که عملکرد ژنوتیپ ها در دو محیط تنش و بدون تنش نزدیک بوده و یا گیاه مقاوم به تنش است، انتخاب بر اساس این شاخص نیز همانند SSI باعث انتخاب ژنوتیپ هایی می شود که در شرایط تنش عملکرد بالایی دارند و پتانسیل عملکردشان کم است. در اکثر حالات همبستگی بین MP و TOL منفی می باشد. همچنین انتخاب بر اساس MP باعث افزایش عملکرد در هر دو محیط می شود. البته در صورتی که همبستگی عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش شدیداً منفی باشد انتخاب بر اساس MP باعث کاهش عملکرد در تنش می شود (۲۸). در صورتی که هدف افزایش عملکرد در شرایط تنش باشد انتخاب بر اساس TOL می تواند سودمند باشد، البته باید توجه نمود که این انتخاب باعث کاهش همزمان میانگین بهره وری و عملکرد در شرایط بدون تنش می گردد. فرناندز (۱۹۹۲) شاخص تحمل به تنش (STI) را ارائه نمود. ژنوتیپ هایی که مقادیر STI آنها بالاتر است، هم تحمل به خشکی و هم پتانسیل عملکرد بالاتر دارند (۱۵). مظفری (۱۳۷٤) در طی تحقیقی که در دو محیط با تنش و بدون تنش آبی انجام داد نتایج مشابهی با نتایج فرناندز به دست آورد و بیان داشت شاخص خشکی STI شاخص معتبر برای تشخیص ژنوتیپ های حساس و متحمل به خشکی است (۸). یکی دیگر از شاخص هایی که فرناندز (۱۹۹۲) معرفی نمود میانگین هندسی محصول دهی (GMP) می باشد. این شاخص در مقایسه با شاخص MP که میانگین حسابی می باشد قدرت بیشتری دارد، لذا در صورت اختلاف زیاد بین YP و YS میانگین هندسی حساسیت کمتری نسبت به مقادیر آستانه ای دارد (۱۵).

اهداف اساسی این تحقیق ارزیابی تاثیر تنش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد و تعیین بهترین شاخص های مقاومت به خشکی جهت تعیین ژنوتیپ های مقاوم به تنش خشکی در لوبیا سیاه با استفاده از روش های آماری و شناسایی صفاتی است که می توانند در بهبود عملکرد در برنامه هـا اصـلاحی مـورد توجـه قرار گیرند.

مواد و روش ها

در این آزمایش تعداد ۱۰ ژنوتیپ لوبیا سیاه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در دو شرایط معمول با دور آبیاری ٤ روز و تنش آبیاری با دور آبیاری ۱۰ روز در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزشی تحقیقاتی شهرک دانشگاهی امیر کبیر دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک مورد بررسی قرار گرفتند. طول جغرافیایی محل کشت ٤۹ درجه و ٤۸ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳٤ درجه و

۳ دقیقه و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۱۱ متر می باشد. !!!! !!!!!!!!!!!! !!!!! !!!! !!!! ! !!!â !!! ! !!!!! !!
! !!!!!! !!! !!! !!! !!!!!! !!! !!!!!. !!! ! !!!! !!â !!!!!-!!!!!â! !!!!!!! ! .! ! !!!!! !!!!!!!!!!!!!!!!
!!! !!! !!! !!!!!!! !!! !!!! !!!!!! !!!!!! ! !!! !! !!! ! !!!!!!š !!!!!! !!! !!!!!!!!-!!! !!! !!!! !!!!!! !!!!! !!!!!. کشت بذور در تاریخ ۱۵ خرداد سال ۱۳۸۸ انجام شد. بذر انواع ژنوتیپ ها مورد بررسی از مرکز تحقیقات ملی لوبیا تهیه شدند (جدول۱). زمین مورد آزمایش در سال زراعی قبلی به صورت آیش نگهداری شده بود. فاصله بوته روی ردیف ۷ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ها ٦۰ سانتی‌متر بود. در مرحله سه برگچه ای اول زمانی که خطر حذف بوته ها توسط عوامل محیطی رفع شده بود اعمال تیمار تنش آبیاری به صورت قطع آبیاری در ۳ تکرار آغاز شد و تا پایان دوره رشد ادامه داشت. تعداد ۲۰ صفت شامل صفات مربوط به مراحل رویشی، زایشی و همچنین عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفتند. برداشت به صورت دستی و در تاریخ ۳۱ شهریور ماه انجام گرفت و از هر کرت آزمایشی ٦ بوته جهت بررسی برداشت شد.

جدول ۱: ژنوتیپ های مورد بررسی

ترتیب کشت	نام ژنوتیپ
۱	Ks10037
۲	Ks10005
۳	Ks10040
٤	Ks10016
۵	Ks10028
٦	Ks10001
۷	Ks10024
۸	Ks10034
۹	Ks10010
۱۰	Ks10035

صفات مورد بررسی شامل تعداد روز تا تشکیل برگ های اولیه (V_2)، تعداد روز تا تشکیل اولین سه برگچه (V_3)، تعداد روز تا سومین سه برگچه (V_4)، تعداد روز تا غنچه دهی (R_5)، تعداد روز تا گلدهی (R_6)، تعداد روز تا تشکیل غلاف (R_7)، تعداد روز تا پرشدن غلاف (R_8)، تعداد روز تا پر شدن غلاف (R_9)، طول بزرگترین غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، عملکرد، طول ریشه اصلی، قطر ساقه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد گره در شاخه اصلی، طول میانگره وزن تر بوته و وزن خشک بوته بودند. کلیه صفات به غیر از صفات مربوط به مراحل رویشی و زایشی گیاه در مرحله رسیدگی کامل اندازه گیری شدند. پس از جمع آوری اطلاعات مربوطه، به منظور بررسی وجود تنوع در صفات بین ژنوتیپ های مورد مطالعه، بر روی تک تک صفات تجزیه واریانس ساده، در هر یک از

محیط های تنش آبیاری و بدون تنش انجام گرفت. به منظور گروه بندی ژنوتیپ ها از لحاظ صفات مختلف مقایسه میانگین به روش چند دامنه ای دانکن انجام گردید. در بررسی میزان مقاومت به خشکی ارقام، شاخص های حساسیت و تحمل نسبت به تنش آبیاری و همچنین درصد تغییرات صفات در اثر تنش محاسبه گردید. برای هر یک از محیط ها به منظور تعیین صفاتی که بیشترین تاثیر مربوط به عملکرد را توجیه می کنند از رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن صفت عملکرد به عنوان عامل متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر های غیر مستقل انجام شد. در بررسی میزان مقاومت به خشکی ارقام، شاخص های حساسیت و تحمل، و همچنین درصد تغییرات صفات در اثر خشکی طبق فرمول های زیر محاسبه گردید.

ت صفت

شاخص حساسیت به تنش $SSI = \frac{1-(Y_S / Y_P)}{1-(\bar{Y}_S / \bar{Y}_P)}$ (۱٦)

شاخص تحمل به تنش $TOL = Y_P - Y_S$

شاخص متوسط محصول دهی $MP = \frac{(Y\,P)+Y_S}{2}$ (۲۷)

شاخص تحمل به تنش $STI = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(\bar{Y}_P)^2}$ (۱۵)

میانگین محصول دهی $GMP = \sqrt{(Y_S)(Y_P)}$ (۱۵)

همان‌طور که مشاهده می شود شاخص های مختلف بر اساس $\bar{Y}_S, \bar{Y}_P, Y_S, Y_P$ تعریف می شوند که به ترتیب عبارتند از عملکرد یک ژنوتیپ خاص در شرایط ایده آل، عملکرد ژنوتیپ خاص در شرایط تنش، متوسط عملکرد تمام ژنوتیپ ها در شرایط ایده آل و متوسط عملکرد تمام ژنوتیپ ها در شرایط تنش. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار های، SAS (جهت انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین)، SPSS (جهت انجام تجزیه رگرسیون گام به گام، ضرایب همبستگی و تجزیه به عامل ها)، Path (جهت انجام تجزیه علیت) انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در شرایط معمول و تنش آبیاری

نتایج تجزیه واریانس ساده نشان داد در شرایط معمول صفات طول بلندترین غلاف، عملکرد تک بوته در سطح احتمال ۱٪ و صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ ها وجود دارد که مبین تنوع زیاد بین این صفات، در ژنوتیپ های مورد بررسی است (جدول ۲). در شرایط تنش آبیاری در صفت طول بلندترین غلاف در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ ها مشاهده شد و در بقیه صفات اختلاف معنی داری دیده نشد (جدول ۲). از مقایسه این دو شرایط می توان نتیجه گرفت کاهش طول غلاف ها که درشرایط نرمال دارای اختلاف معنی داری نبود در شرایط تنش اختلاف معنی داری نشان داده است که این یکی از اثرات تنش آبیاری بر روی گیاه بوده است.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات در لوبیا سیاه در شرایط معمول و تنش آبیاری

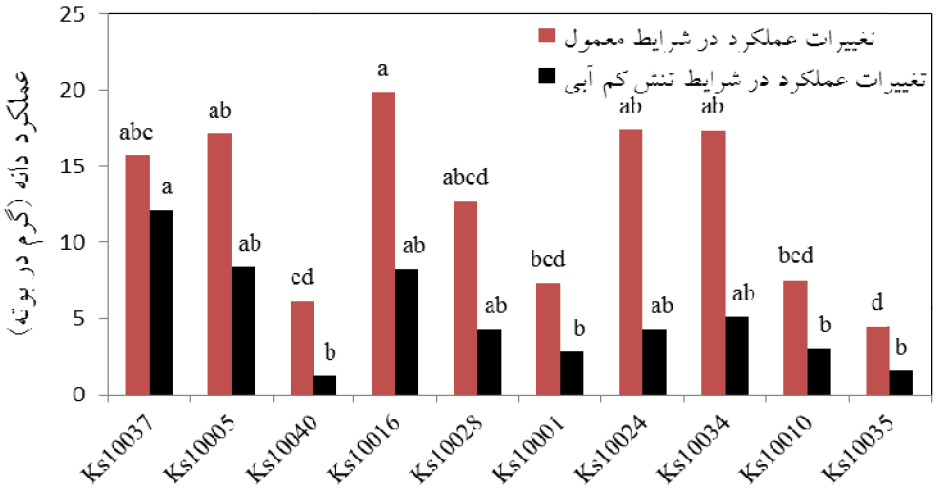
منابع تغییر	درجه آزادی	شرایط معمول			شرایط تنش آبیاری
		طول بلندترین غلاف	عملکرد تک بوته	تعداد غلاف در بوته	طول بلندترین غلاف
تکرار	۲	۰/۱٤ ns	۷۲/۵۰ ns	۱۸۲/۳۰ ns	۰/٤۹ ns
تیمار	۹	۷/۰۷ **	۹٦/۵۳ **	۱۳۱/۷۳ *	۱۰/۰۸ **
خطا	۱۸	۱/۳۹	۲۹/٦۹	۵۱/۷۷	۳/۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۰۱	۷/۳۲	۱۷/۷۰	۱۷/۳۸

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

نتایج مقایسه میانگین در شرایط معمول و تنش آبیاری

با توجه به وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ ها به منظور گروه بندی آنها مقایسه میانگین به روش چند دامنه ای دانکن انجام گردید. در شرایط آبیاری بدون تنش ژنوتیپ شماره Ks10016 دارای بالاترین عملکرد به میزان ۱۹/۸۷گرم در بوته و ژنوتیپ Ks10035 دارای کمترین عملکرد با ٦/۳ گرم در بوته می باشد. با توجه به موارد مذکور در دو شرایط آبیاری بالاترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره KS41147 بوده و همچنین تغییرات عملکرد این ژنوتیپ در شرایط مختلف آبیاری چشمگیر نبوده است. در شرایط تنش آبیاری بالاترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره Ks10037 به میزان ۱۲/۱٤ گرم در بوته و کمترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره Ks10040 با ۱/۲۷ گرم در بوته بود (شکل۱). خاقانی (۲۰۰۹) طی بررسی های خود اعلام کرد از بین ۱۵ ژنوتیپ لوبیا قرمز تنها دو ژنوتیپ نسبت به شرایط تنش آبیاری مقاوم بودند که این ژنوتیپ ها در شرایط، معمول و تنش آبیاری از عملکرد بالاتری نسبت به سایر

ژنوتیپ ها برخوردار بودند (۲۲). نظری و پاک نیت (۲۰۱۰) پس از بررسی مقاومت به تنش کم آبی ١٦ ژنوتیپ جو چهار ژنوتیپ را معرفی کردند که این ژنوتیپ ها در شرایط تنش کم آبی و شرایط معمول بالاترین عملکرد را به خود اختصاص داده بودند (۲۳). شیری و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی ۳٦ هیبرید ذرت طی دو شرایط معمول و تنش کم آبی ٤ هیبرید را معرفی نمودند که در هر دو شرایط بالاترین عملکرد را به خود اختصاص داده اند (۳۱).



شکل ۱- روند تغییرات عملکرد تک بوته در شرایط معمول و تنش آبیاری

بررسی تنش آبیاری بر صفات اندازه گیری شده نشان داد بیشترین تاثیر بر صفت **عملکرد تک بوته** به وجود آمده است. این کاهش عملکرد دانه در این شرایط با نتایج بررسی‌های ابراهیمی، بیضایی، رامیرز، هایز و ساین و ژرمان مطابقت دارد (۱، ۳، ۱۷، ۱۸ و ۲٦).

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط معمول و تنش آبیاری

در تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط بدون تنش صفات V_2، V_4، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، قطر ساقه، ارتفاع بوته، تعداد گره در شاخه اصلی، وزن تر بوته به ترتیب وارد مدل شدند که این صفات بیش از ۹۷٪ کل تغییرات را توجیه می کنند (جدول۳). در شرایط تنش آبیاری صفات V_2، V_3، R_6، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، طول ریشه اصلی، ارتفاع بوته، وزن تر بوته، وزن خشک بوته و طول میانگره به ترتیب وارد مدل شدند که این صفات ۹۸ ٪ کل تغییرات را توجیه می کنند (جدول٤). به نژادگران علاقمند به شناسایی ویژگی هایی غیر از عملکرد هستند که بتوانند از آنها به عنوان معیاری در انتخاب والدین و یا تک بوته در نسل های در حال تفکیک استفاده کنند، بر اساس پژوهش های گذشته انتخاب بر اساس اجزای عملکرد پیشرفت ژنتیکی بیشتری را نسبت به انتخاب بر اساس خود عملکرد در افزایش عملکرد داشته است (٦).

جدول ۳: رگرسیون گام به گام در ۱۰ ژنوتیپ لوبیای سیاه تحت شرایط معمول

متغیر	ضرایب	خطای استاندارد	t	prob
عرض از مبدا	-۲٦/۸۱	٤/۰٦	-٦/٦۰	۰/۰۰
تعداد روز تا تشکیل برگ های اولیه (V_2)	۰/۳٤	۰/۱۹	۱/۷۷	۰/۰۹
تعداد روز تا تشکیل اولین سه برگچه (V_3)	۰/٦٤	۰/۲۰	۳/۱٦	۰/۰۰۵
تعداد غلاف در بوته	۰/۲٦	۰/۱۱	۲/۳۷	۰/۰۳
تعداد دانه در بوته	۰/۰۹	۰/۰۲	۳/۸۲	۰/۰۰۱
وزن صد دانه	۰/۲۳	۰/۰۳	٦/۹۷	۰/۰۰
قطرساقه اصلی	۰/۱٤	۰/۰٦	۲/۳۵	۰/۰۳
ارتفاع بوته	-۰/۱۱	۰/۰۲	-٤/۵۸	۰/۰۰
تعداد گره در شاخه اصلی	۰/۷۲	۰/۱۰	۳/٦۲	۰/۰۰۲
وزن تر بوته	۰/۰۲	۰/۰۱	۲/٦۲	۰/۰۲

رومالتو (۲۰۰٦)، ساین (۱۹۸۲)، جفرسون (۲۰۰۳)، شونهوون (۱۹۹۱)، سانتالا (۱۹۹۳) و مرجانی (۱۳۷۵)، امینی (۱۳۸۱) و بیضایی (۱۳۹۱) در مدل رگرسیونی که بیان داشتند دو صفت تعداد غلاف و وزن صد دانه وارد شده بود که نشانه تاثیر زیاد این دو صفت بر عملکرد دانه است (۲، ۳، ۷، ۱۷، ۱۹، ۲۹، ۳۰ و ۳۲).

در شرایط نرمال همبستگی بین عملکرد و سایر صفات نشان داد که صفات V_4، طول بلندترین غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، در سطح ٪۱ و صفات V_2، V_3، R_5 در سطح احتمال ٪۵ همبستگی با عملکرد نشان دادند. در شرایط تنش نیز همبستگی بین عملکرد و سایر صفات نشان داد که تعداد طول بلندترین غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته در سطح ٪۱ و صفت وزن صد دانه در سطح ٪۵ همبستگی با عملکرد نشان دادند. این نتایج تا حد زیادی با نتایج سایر محققین مطابقت دارد. امینی (۱۳۷۷) بیشترین همبستگی های عملکرد دانه را با وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته و تعداد کل غلاف گزارش کرده است (۲). به نقل از خاقانی و همکارن (۲۰۰۸) کینکرباشویلی همبستگی عملکرد لوبیا با تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف را معنی دار گزارش کرده است (۲۱). حبیبی (۱۳۸۲) نیز گزارش نمود که عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف همبستگی بسیار معنی دار داشته است (٤). ابراهیمی (۱۳۸۰) نیز همبستگی معنی دار عملکرد با صفات تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته را گزارش نمود (۱).

جدول ٤: رگرسیون گام به گام در ۱۰ ژنوتیپ لوبیای سیاه تحت شرایط تنش آبیاری

متغیر	ضرایب	خطای استاندارد	t	prob.
عرض از مبدا	-٦/٨٣	۱/۹۰	-۳/٦۱	۰/۰۰۲
تعداد روز تا تشکیل برگ های اولیه (V_2)	-۰/۲۷	۰/۱۰	-۲/۷٦	۰/۰۱۲
تعداد روز تا تشکیل اولین سه برگچه (V_3)	۰/۳۷۳	۰/۱۱	۳/۳۸	۰/۰۰۳
تعداد روز تا گلدهی (R_6)	-۰/۰۳	۰/۰۱	-۱/٦۹	۰/۰٦٤
تعداد دانه در بوته	۰/۲۱	۰/۰۱	۲۳/٤۰	۰/۰۰
وزن صد دانه	۰/۱۳٤	۰/۰۲	٦/٥۰	۰/۰۰
طول ریشه اصلی	-۰/۱۱	۰/۰٦	-۱/۷۷	۰/۰۹۲
ارتفاع بوته	-۰/۰۳	۰/۰۲	-۱/۷٤	۰/۰۹۷
وزن تر بوته	-۰/۰۳	۰/۰۱	-۲/۹۸	۰/۰۰۷
وزن خشک بوته	۰/۱۱	۰/۰٤	۲/٥۸	۰/۰۱۸
طول میانگره	۱/۱۹	۰/۳٥	۳/۳۹	۰/۰۰۳

نتایج تجزیه عامل ها در شرایط معمول و تنش آبیاری

به طور کلی تجزیه به عامل ها ساختار متشکل از عوامل غیر وابسته را ارائه می کند که علاوه بر دسته بندی صفات درجه اهمیت آن صفات و ارتباطی که با یکدیگر را نشان می دهد که برای اصلاح عملکرد باید روی صفاتی که از درجه اهمیت بالاتری برخوردارند استفاده نمود.

در مجموع می توان چنین نتیجه گرفت که با وجود معایبی که در کاربرد روش های آماری بیان حقایق و ارتباط موجود بین صفات وجود دارد ما می توانیم از روش تجزیه به عامل ها به عنوان یک ابزار کاربردی برای شناسایی اهمیت و ترتیب ارتباط موجود بین صفات با عملکرد دانه بکار گیریم و با توجه به ارتباطی که بین عملکرد دانه و نتایج مذکور وجود دارد می توان از این روش به عنوان معیاری مناسب در ارتباط با انتخاب ارقام پر محصول که پایه های مهم اصلاحی محسوب می شوند به دست آورد. البته برای بررسی جامع تر لازم است که با یکدیگر صفات بیشتر و همچنین تکرار آزمایش در شرایط محیطی متفاوت انجام گیرد تا نتایج به‌دست آمده از دقت بیشتری برخوردار باشد.

تجزیه عامل ها در ۱۰ ژنوتیپ لوبیا سیاه در شرایط نرمال نشان می دهد که بر اساس مقادیر ویژه بالای یک از مجموع ۲۰ صفت اندازه گیری شده ۸ عامل مشخص گردیدند که بیش از ۸٤ ٪ تغییرات عملکرد را توجیه می کنند (جدول ٥). در شرایط استرس بر اساس مقادیر ویژه بالای یک از مجموع ۲۰ صفت اندازه گیری شده ٦ عامل مشخص گردیدند که بیش از ۸۲ ٪ تغییرات مربوط به عملکرد را توجیه می نمایند (جدول ٦).

جدول ۵: نتایج تجزیه عامل ها در لوبیا سیاه تحت شرایط معمول

عامل	مقادیر ویژه ابتدایی			استخراج از تجزیه واریانس		
	کل	درصد واریانس	درصد تراکم	کل	درصد واریانس	درصد تراکم
۱	۵/۳٦	۲٤/۳۷	۲٤/۳۷	۵/۳٦	۲٤/۳۷	۲٤/۳۷
۲	۳/٤٦	۱۵/۷۲	٤۰/۰۹	۳/٤٦	۱۵/۷۲	٤۰/۰۹
۳	۲/٦۷	۱۲/۱۲	۵۲/۲۱	۲/٦۷	۱۲/۱۲	۵۲/۲۱
٤	۲/۳۳	۱۰/۵۹	٦۲/۸۰	۲/۳۳	۱۰/۵۹	٦۲/۸۰
۵	۱/۷۰	۷/۷۱	۷۰/۵۰	۱/۷۰	۷/۷۱	۷۰/۵۰
٦	۱/۱٤	۵/۱۸	۷۵/٦۸	۱/۱٤	۵/۱۸	۷۵/٦۸
۷	۱/۰۲	٤/٦٤	۸۰/۳۳	۱/۰۲	٤/٦٤	۸۰/۳۳
۸	۱/۰۰	٤/۵۸	۸٤/۹۱	۱/۰۰	٤/۵۸	۸٤/۹۱

جدول ٦: نتایج تجزیه عامل ها در لوبیا سیاه تحت شرایط تنش آبیاری

عامل	مقادیر ویژه ابتدایی			استخراج از تجزیه واریانس		
	کل	درصد واریانس	درصد تراکم	کل	درصد واریانس	درصد تراکم
۱	٦/۳۲	۲۸/۷۳	۲۸/۷۳	٦/۳۲	۲۸/۷۳	۲۸/۷۳
۲	٤/۲۸	۱۹/٤٤	٤۸/۱۷	٤/۲۸	۱۹/٤٤	٤۸/۱۷
۳	۳/۲۰	۱٤/۵۷	٦۲/۷٤	۳/۲۰	۱٤/۵۷	٦۲/۷٤
٤	۱/۷٤	۷/۹۰	۷۰/٦۵	۱/۷٤	۷/۹۰	۷۰/٦۵
۵	۱/٤۳	٦/٤۹	۷۷/۱٤	۱/٤۳	٦/٤۹	۷۷/۱٤
٦	۱/۱۸	۵/۳۷	۸۲/۵۱	۱/۱۸	۵/۳۷	۸۲/۵۱

نتایج تجزیه علیت در شرایط معمول و تنش آبیاری

با توجه به همبستگی های ساده بین صفات، تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت، گرچه هر سه روش بالا موید یکدیگر هستند اما روش علیت در مقایسه با دو روش دیگر نقش موثر و با ارزش خود را در تعیین روابط مهم با عملکرد نشان داد. در شرایط معمول صفات تعداد روز تا غنچه دهی (R_5)، طول ریشه اصلی، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه وارد مدل شدند که نتایج تجزیه علیت بیانگر اثرات مستقیم بالای دو صفت تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه در شرایط معمول می باشد که دارای اثرات مستقیم معنی دار با عملکرد دانه هستند و اثرات غیر مستقیم این صفات از طریق بقیه صفات چشمگیر نمی باشد. با توجه به اثرات مستقیم بالای این صفات می توان این صفات را جهت برنامه های اصلاحی

پیشنهاد داد. به طور کلی با توجه به نتایج تجزیه علیت، می توان عنوان کرد صفت تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه مهم ترین عامل مستقیم تغییرات عملکرد دانه می باشد زیرا هم از اثر مستقیم بالایی برخوردار است و هم اثرات غیر مستقیم بسیار بالایی از طریق صفات دیگر بر عملکرد بذر دارند.

صفاتی که بعد از این دو صفت تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم آن ها نسبتاً بالا است عبارتند از تعداد روز تا غنچه دهی و طول ریشه اصلی. صفت تعداد روز تا غنچه دهی نیز دارای اثر منفی روی عملکرد بوده و منفی بودن این صفت نشان دهنده عکس العمل گیاه به تنش آبیاری می باشد. در شرایط تنش آبیاری نیز صفات تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، طول بلندترین غلاف و تعداد غلاف در بوته وارد مدل تجزیه علیت شدند که صفت تعداد دانه در بوته بیش از ۲۳ ٪ تغییرات صفات را توجیه می کند و نشان دهنده تاثیر این صفت بر روی عملکرد گیاه بوده است.

جدول ۷: بررسی مقاومت ژنوتیپ ها نسبت به تنش تنش آبیاری با استفاده از شاخص های مختلف

ژنوتیپ	Yp[1]		Ys[2]		SSI[3]		TOL[4]		MP[5]		STI[6]		GMP[7]	
	رتبه	مقدار	رتبه	مقدار	رتبه	مقدار	رتبه	مقدار	رتبه	مقدار	رتبه	مقدار	رتبه	مقدار
Ks10037	٥	٤٧/١٨	١	٣٦/٤٢	١٠	٠/٣٨	٩	١٠/٧٦	٢	٤١/٨٠	٢	١/٢٠	١	٤١/٤٥
Ks10005	٤	٥١/٣٨	٢	٢٥/٣١	٩	٠/٨٥	٤	٢٦/٠٧	٣	٣٨/٣٥	٣	٠/٩٠	٣	٣٦/٠٦
Ks10040	٩	١٨/٤٣	١٠	٣/٨١	١	١/٣٢	٦	١٤/٦٢	٩	١١/١٢	٩	٠/٠٥	٩	٨/٣٨
Ks10016	١	٥٩/٦٠	٣	٢٤/٧٤	٨	٠/٩٧	٣	٣٤/٨٦	١	٤٢/١٧	١	١/٠٣	٢	٣٨/٤٠
Ks10028	٦	٣٨/١٢	٦	١٢/٨٩	٤	١/١٠	٥	٢٥/٢٣	٦	٢٥/٥١	٦	٠/٣٤	٦	٢٢/١٧
Ks10001	٨	٢٢/٠٤	٨	٨/٤٩	٦	١/٠٢	٨	١٣/٥٥	٨	١٥/٢٧	٨	٠/١٣	٨	١٣/٦٨
Ks10024	٢	٥٢/٢٤	٥	١٢/٩٢	٢	١/٢٥	١	٣٩/٣٢	٥	٣٢/٥٨	٥	٠/٤٧	٥	٢٥/٩٨
Ks10034	٦	٥٢/١٨	٤	١٥/٤٤	٣	١/١٧	٢	٣٦/٧٤	٤	٣٣/٨١	٤	٠/٥٦	٤	٢٨/٣٨
Ks10010	٧	٢٢/٦٧	٧	٩/١١	٧	١/٠٠	٧	١٣/٥٦	٧	١٥/٨٩	٧	٠/١٤	٧	١٤/٣٧
Ks10035	١٠	١٣/٤٩	٩	٤/٧٣	٥	١/٠٨	١٠	٨/٧٦	١٠	٩/١١	١٠	٠/٠٤	١٠	٧/٩٩

میانگین عملکرد کل ژنوتیپها در شرایط نرمال ۲- میانگین عملکرد کل ژنوتیپها در شرایط تنش ۳- شاخص شدت (حساسیت) تنش: (Stress Susceptibility Index) ٤- شاخص تحمل: (Tolerance Index) ٥- شاخص بهره وری مناسب: (Mean Productivity) ٦- شاخص تحمل به تنش: (Stress Tolerance Index) ۷- شاخص میانگین هندسی بهره وری: (Geometric Mean Productivity).

مناسب‌ترین شاخص های مقاومت به خشکی در این بررسی شاخص های GMP، STI، MP بودند که بر اساس آنها ژنوتیپ هایKs10037، Ks10005 و Ks10016 به عنوان ژنوتیپ مقاوم تعیین گردیدند (جدول ۷). خاقانی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمود مناسب ترین شاخص های مقاومت به خشکی در لوبیا قرمز GMP، STI، MP بودند و طی آن دو ژنوتیپ نیز به عنوان ژنوتیپ های مقاوم نسبت به شرایط

تنش آبیاری تعیین گردیدند (۲۲). نظری و پاک نیت (۲۰۱۰) بر اساس شاخص های مقاومت به خشکی GMP، STI، MP چهار ژنوتیپ جو را به عنوان ژنوتیپ های مقاوم معرفی کردند (۲۳). شیری و همکاران (۲۰۱۰) نیز بر اساس همین شاخص ها چهار هیبرید ذرت را به عنوان هیبرید مقاوم نسبت به تنش آبیاری را معرفی نمودند (۳۱).

منابع

۱- ابراهیمی، م. ۱۳۸۰. بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی صفات لوبیا و همبستگی با عملکرد لوبیا پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی کرج دانشگاه تهران.

۲- امینی، ا. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی ٥٧٦ رقم لوبیا بانک ژن دانشکده کشاورزی کرج با استفاده از روشهای آماری چند متغیره، مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۳، ٦۰٥-٦۱٥.

۳- بیضایی، ا. ۱۳۸۱. بررسی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی و همبستگی آنها با عملکرد لوبیا. پایان نامه فوق لیسانس. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ۱٥۷ صفحه.

٤- حبیبی، غ. ۱۳۸٥. بررسی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی و همبستگی آنها با عملکرد در لوبیا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد۱۳، شماره سوم.

٥- سمیع زاده، ح. ا. ۱۳۷٥. بررسی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی و همبستگی آنها با عملکرد نخود سیاه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ۱۸۹ صفحه.

٦- سیاه پوش، م.، نورمحمدی، ا. و سعیدی، ع. ۱۳۸۲. تنوع ژنتیکی، قابلیت توراث و ضرایب همبستگی و عملکرد دانه، اجزا آن و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک در گندم. مجله علوم زراعی ایران. شماره ۲، جلد پنجم. صفحات ۸٦-۱۰۱.

۷- مرجانی، ع. ۱۳۷٤. بررسی تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی صفات کمی لوبیا و مطالعات همبستگی آنها با عملکرد از طریق تجزیه علیت. پایان نامه کارشناسی ارشد. کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ۱۸٤ صفحه.

۸- مظفری، ک. ۱۳۷٤. تجزیه عاملی در آفتابگردان تحت شرایط تنش آبی و شرایط عادی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۱۹۷ صفحه.

۹- یخکشی، س. ۱۳۷۷. بررسی و تعیین همبستگی عملکرد و اجزای آن با بعضی از صفات مهم زراعی لوبیا به روش تجزیه علیت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم کشاورزی ساری. دانشگاه مازندران، ۱٦۰ صفحه.

10- Acosta-Diaz, E., Lopez, T. C., posadas, R. and Ramirez, P. 2004. Adaptation of common bean to drought stress during the reproductive stage. Terra. 22:1, 49-58.

11- Aquaah, G., Adams, M. W. and Kelly, J. D. 1992. A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean.Euphytica. 60:171-177.

12- Bramel, P. L., Hinz, P. N., Green, D. E. and Shibles, R. M. 1984. Uses of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. Euphytica 33:387-400.

13- Dimova, D. and Svetleva, D. 1992. Inheritance and correlation of some quantitative characters in 348rench bean inreiation to incrasing the effectiveness of selection. Abs. Plant Breed. 63(3): 344.

14- Duarte, R. A. and Adams, M. W. 1972. A Path coefficient Analysis of some yield component Interrelations in Field Bean (Phaseolus vulgaris L.). Crop Sci. 12:579-582.

15- Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. PP. Proceedings of the International Symposium on "Adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress. AVRDC Publication. Tainan. Taiwan.

16- Fischer, R. A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. *Aust. J. Agric. Res.*, 29: 897–907.

17- German, C. and Teran, H. 2006. "Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars". Crop Sci 46:2111-2120.
18- Hayse, R. and Singh, Sh. 2007. "Response of cultivars of race 349urango to continual dry bean versus rotational production systems". Agron J 99:1458-1462.
19- Jefferson Luís Meirelles, Coimbra., Guidolin. Altamir Frederico and Felix. Fernando Irajá. 2003. Genetic parameters of grin yield and its components with implication in the indirect selection of black bean genotypes. De Carvalho p:1-6.
20- Johnson, R. A. and Wichern, D. W. 1982. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall Internat. Inc., New york.
21- Khaghani, SH. and Bihamta, M. 2008. Study of qualitative and quantitative traits in red bean in non-stress and drought conditions. Asian journal of plant sciences, 7(6): 563-568
22- Khaghani, SH. 2009. Study of qualitative and quantitative traits in white bean. Journal of plant science research. Journal of sciences and technology of agriculture and natural resources. Year: 2009. Volume: 13, NO: 47.
23- Nazari, L. and Pakniyat, H. 2010. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. J. Applied Sciences, 10: 151-156.
24- Poehlman , J. M. 1983. Breeding Field Crops. AVI, New York.
25- Ramaltto, M. A., Deb, A. L. and Teixeira, N. C. S. 2006. Genetic and phenotypic correlations among different characters in beans. Abs. On Field Beans. Vol.12 (1): 14-17.
26- Ramiez-Vallejo, P. and Elly, j. D. 1998. traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99:127-136.
27- Rosales, S., Shibala, K., Gallegos, A., Lopez, T., Cereceres, O. and Kelly, I. D. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought stressed common bean cultivars. Field-crops- research. 85:2-3, 2004-211
28- Rosielle, A. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments, Crop Sci 21:943-946.
29- Santalla, M., Eseribano, M. R. and Ron, A. M. 1993. Correlationbetween agronomic and immature pod characters in population of 349rench bean. Abs. On plant breed. Vol. 63(4):495.
30- Schoonhoven, A. V. and Voysest, O. 1991. Common beans research for crop improvement C.A.B international in association with CIAT.
31- Shiri, M., Aliyev, R. T. and Choukan, R. 2010. Water stress effects on combining ability and gene action of yield and genetic properties of drought tolerance indices in maize. Res. J. Environ. Sci., 4: 75-84.
32- Singh, O. 1982. Genetic analysis of irradiated and non irradiated diallal population in chickpea (*Cicer arietinum* L.), PHD. Thesis. Hau. Nissar. 349ndian (abstract).
33- Szilagyi, L. 2003. Influence of drought on seed yield components in common bean, blug. J. plant phisio., special issue, 320-330.
34- Teran, H. and Singh, S. P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Sci.42(1): 64-70.
35- Walton, P. D. 1971. The use of factor analysis in determining characters for by yield selection in wheat. Euphytica. 20: 416-421.
36- Westermann, D. T. and Crother, S. S. E. 1977. Plant population effects on the seed yield components of beans . Crop Sci. 17:493-496.
37- Zimmermann, M. J. O. and Waines, J. G. 1984. Heritability of gain yield of common bean on sloe crop and intercrop with maize. Crop Sci. 25(4): 641-644.