علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۳ (ص ۵۸۳-۵۷۵)

تجزیهٔ ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های لوبیاچشم‌بلبلی در شرایط نرمال و تنش خشکی

سیدحمزه حسینیان[1]* و ناصر مجنون‌حسینی[2]
۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۱۰)

چکیده

به‌منظور محاسبهٔ ضرایب همبستگی میان عملکرد دانه و اجزای عملکرد، ۳۱ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در دو شرایط آبیاری معمول (بدون تنش) و آبیاری محدود (قطع آبیاری از مرحلهٔ گلدهی تا پایان دورهٔ رشد) در طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ ارزیابی شدند. در این پژوهش صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک تک‌بوته، عملکرد دانهٔ تک‌بوته و وزن صددانه ارزیابی شد. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. نتایج رگرسیون گام‌به‌گام در هر دو شرایط نشان داد که حداکثر اختلاف عملکرد دانهٔژنوتیپ‌ها را می‌توان به عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته نسبت داد. نتایج تجزیهٔ علیت بر اهمیت تأثیرات این صفات در عملکرد دانه تأکید داشت. به‌طور کلی، در هر دو شرایط تنش و بدون تنش، بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به عملکرد بیولوژیک بود. نتایج نشان داد که در برنامه‌های اصلاحی با هدف افزایش عملکرد دانه در ارقام لوبیا چشم‌بلبلی، بهتر است گزینش براساس صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیهٔ علیت، تنش خشکی، ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی،ضریب همبستگی.

مقدمه

تنش خشکی مهم‌ترین عامل محیطی محدودکنندهٔ رشدونمو گیاهان است، به‌طوری که کاهش رشد در اثر تنش خشکی به‌مراتب بیشتر از تنش‌های محیطی دیگر است (Blum, 2011)، این موضوع به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا اهمیت بیشتری دارد (Ober et *al*., 2002). در شرایط کمبود آب، برای افزایش تولید باید کارایی مصرف آب را افزایش داد. از راه‌های افزایش کارایی مصرف آب، استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری با کارایی زیاد یا به‌کارگیری روش کم‌آبیاری است. با توجه به اینکه استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری در تمام مزارع ایران امکان‌پذیر نیست، کم‌آبیاری روش مناسبی برای تولید در شرایط کمبود آب است که البته با کاهش محصول در واحد سطح نیز همراه است (Soleymani *et al*., 2011).

امروزه اهمیت پروتئین در رژیم غذایی بشر بر کسی پوشیده نیست و تلاش متخصصان تغذیه در تأمین منابع پروتئین و ترکیب آن با سایر منابع غذایی به‌منظور تأمین نیازهای غذایی بشر، سبب توجه ویژهٔ آنان به حبوبات، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع غذایی سرشار از پروتئین (با محتوای ۱۸ تا ۳۲ درصد) شده است (Singh & Saxena, 2000). به‌طور کلی، بیشتر لگوم‌ها گیاهانی مقاوم به خشکی محسوب می‌شوند، اما تفاوت‌های بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای در آنها نیز گزارش

* تلفن: ۰۹۱۶۱۹۰۱۸۹۵
E-mail: s.h.hosseinian@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

شده است (Kumaga *et al*., 2003)، برای مثال ماش و لوبیا ژاپنی (*Adzuki bean*) در شرایط تنش خشکی شدید، عملکرد به‌نسبت زیادی نشان داده اند، درحالی‌که عملکرد باقلا، بادام‌زمینی و سویا کاهش داشته است (Majnoun Hosseini, 2008). لوبیا چشم‌بلبلی محصول زراعی مهمی است که به‌طور وسیعی در مناطق گرم آفریقا، آسیا و آمریکا رشد می‌کند و اغلب به‌عنوان گیاهی با سازگاری زیاد به دماهای بالا و خشکی در مقایسه با گونه‌های دیگر حبوبات، مورد توجه است (Ehlers & Hall, 1997). Ahmad & Suliman (2010) با بررسی تأثیر تنش خشکی در دو فصل زراعی بر سه ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در مراحل رویشی و زایشی (آبیاری در شرایط معمول به فاصلهٔ ۱۰ روز و در شرایط تنش به فاصلهٔ ۲۰ روز) گزارش کردند که حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی، مرحلهٔ زایشی (گلدهی) بود که سبب کاهش ۵۰ درصدی عملکرد شد، درحالی که تنش خشکی در مرحلهٔ رویشی، تفاوت معنی‌داری با شرایط نرمال نشان نداد و گیاه در این مرحله می‌تواند تنش خشکی را تحمل کند و خود را بهبود دهد. آنان همچنین بیان کردند که در لوبیا چشم‌بلبلی، عملکرد نهایی دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه همبستگی نزدیکی دارد. آنها کاهش عملکرد دانه تحت تنش خشکی را به کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه نسبت دادند و اعلام کردند که تنوع زیادی بین ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی در تحمل به تنش خشکی و به حداکثر رساندن تعداد غلاف و دانه‌ها که از مهم‌ترین صفات برای حفظ عملکرد پایدار و زیاد دانه تحت شرایط تنش خشکی است، وجود دارد (Szilagyi, 2003). نیز بیشترین تأثیر ناشی از تنش خشکی در لوبیا بر صفت عملکرد دانه را ۸۰ درصد برآورد کرد.

با توجه به محدود بودن منابع آبی جهان، به‌زراعی و به‌نژادی حبوبات مؤثرترین عامل افزایش عملکرد این گیاهان در شرایط تنش خشکی است، چراکه با انتخاب ارقام مقاوم با عملکرد زیاد، ضمن حفظ خواص کمی و کیفی مطلوب می‌توان تولید را در واحد سطح افزایش داد (Mohammadi *et al*., 2008). اصلاح برای افزایش تحمل به خشکی در گیاهان یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاحگران در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این میان بهبود غیرمستقیم عملکرد براساس سایر معیارها و ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک که از وراثت‌پذیری زیادی برخوردارند، می‌تواند روند ایجاد ارقام متحمل را سرعت بخشد (Blum, 2011). ارتباط بین متغیرها از طریق روش‌های آماری چندمتغیره بررسی می‌شود (Mohammadi & Prasanna, 2003). ساده‌ترین روش تعیین ارتباط دو متغیر، محاسبهٔ ضریب همبستگی است که متوسط رابطهٔ بین دو متغیر را نشان می‌دهد. معنی‌دار بودن همبستگی بین دو متغیر، نشان می‌دهد که هر دو تحت تأثیر عامل(های) مشترک قرار گرفته‌اند (Montgomery *et al*., 2006). Chung & Golden (1971) در مطالعهٔ خود مهم‌ترین عامل تعیین‌کنندهٔ عملکرد در لوبیا را، تعداد کل غلاف در بوته دانستند. در پژوهشی دیگر، گزارش شد که عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و سایر صفات ساختمانی گیاه به جز تعداد ساقه در گیاه همبستگی مثبت دارد، ولی صفت وزن دانه با عملکرد دانه، تعداد گره در گیاه، تعداد گره روی ساقهٔ اصلی و طول ساقهٔ اصلی همبستگی منفی دارد (Nienhuis & Singh, 1986). Kumar *et al*. (2002) در مطالعه‌ای دربارهٔ ارقام ماش، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صددانه و تعداد دانه با عملکرد گزارش کردند.

با افزایش متغیرهای مستقل مؤثر بر صفت وابسته، وابستگی صفات به یکدیگر محدود می‌شود. در چنین شرایطی، همبستگی‌ها به تنهایی نمی‌توانند روابط اساسی متغیرها را توجیه کنند (Ariyo *et al*., 1986). تجزیهٔ علیت (Path analysis) روشی است که روابط بین صفات و تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آنها بر عملکرد را روشن می‌سازد. در این روش ضریب همبستگی بین دو صفت به اجزایی که تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم را اندازه‌گیری می‌کنند، تفکیک می‌شود (Honarnejad, 2002). این مسئله به اصلاحگر امکان می‌دهد که همزمان نسبت به انتخاب غیرمستقیم چند صفت برای بهبود عملکرد اقدام کند. در مطالعه‌ای رابطهٔ رگرسیونی بین عملکرد و اجزای عملکرد در لوبیا چشم‌بلبلی نشان داد بیشترین اثر مستقیم را تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه بر عملکرد دارد

Archive of SID

www.SID.ir

(Aggarwal *et al.*, 1982). همچنین Duarte & Adams (1972) در تجزیه‌وتحلیل تجزیهٔ علیت برای لوبیا نشان دادند که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه، اثر مستقیم چشمگیری بر عملکرد داشتند که در این بین، تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر مستقیم را داشت. Dimova & Svetleva (1992) در مطالعهٔ خود در مورد لوبیای فرانسوی، آثار مستقیم و غیرمستقیم زیادی را برای صفت تعداد غلاف در بوته بر عملکرد دانه گزارش کردند. با توجه با اینکه یکی از ملزومات اصلاح برای ایجاد ارقام مقاوم به خشکی در گیاهانی نظیر لوبیا چشم‌بلبلی که سازگاری زیادی به شرایط آب‌وهوایی گرم و خشک دارند، درک صحیح روابط بین خصوصیات مختلف در این گیاه است، این تحقیق با هدف شناخت همبستگی‌های بین عملکرد دانه در بوته با صفات مختلف مورفولوژیک و اجزای عملکرد و همچنین مطالعهٔ تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم این اجزا با عملکرد دانه و کسب اطلاعاتی دربارهٔ روابط علت و معلولی بین آنها اجرا شد.

مواد و روش‌ها

برای تعیین بهترین مدل رگرسیونی، محاسبهٔ ضرایب همبستگی ساده برخی از صفات مرتبط با عملکرد و همچنین انجام دادن عمل تجزیهٔ علیت، آزمایشی با ۳۱ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی (جدول ۱) که از کلکسیون حبوبات بانک ژن گیاهی گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتخاب شده بودند، در شرایط آبیاری معمول (بدون تنش) و آبیاری محدود (قطع آبیاری از مرحلهٔ گلدهی تا پایان دورهٔ رشد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج (۳۵ درجه و ۵۶ دقیقهٔ عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقهٔ طول شرقی به ارتفاع ۱۱۱۲/۵ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی چهل‌سالهٔ حدود ۲۵۸ میلی‌متر) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام گرفت. هر کرت شامل دو ردیف به‌طول دو متر و فاصلهٔ ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود و فاصلهٔ بوته‌ها روی خط ۵ سانتی‌متر و عمق کاشت در حدود ۵ سانتی‌متر بود. هر ژنوتیپ در دو خط دومتری به‌صورت دستی در تاریخ ۱۳۹۱/۰۳/۰۹ کشت شد. در طول فصل رشد عملیات وجین علف‌های هرز با دست انجام گرفت. فواصل زمانی آبیاری به‌طور منظم هر هفت روز در نظر گرفته شد. در تیمار تنش آبی، از مرحلهٔ گلدهی (۱۳۹۳/۰۵/۱۵) به بعد تا پایان دورهٔ رشد آبیاری متوقف شد.

جدول ۱. کد و مبدأ ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی مورد آزمایش

شماره ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	مبدأ	شمارهٔ ژنوتیپ	کد ژنوتیپ	مبدأ
۱	۶۲-۰۳۴-۰۰۰۰۷	کلمبیا	۱۷	۶۲-۰۶۹-۰۰۲۷۳	هند
۲	۶۲-۱۵۳-۰۰۰۴۲	ترکیه	۱۸	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۰۱	آمریکا
۳	۶۲-۱۵۳-۰۰۰۵۲	ترکیه	۱۹	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۱۸	آمریکا
۴	۶۲-۰۶۹-۰۰۰۵۸	هند	۲۰	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۲۲	آمریکا
۵	۶۲-۰۶۹-۰۰۰۶۱	هند	۲۱	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۲۸	آمریکا
۶	۶۲-۱۵۳-۰۰۰۶۶	ترکیه	۲۲	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۴۱	آمریکا
۷	۶۲-۰۰۰-۰۰۰۷۳	آفریقا	۲۳	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۵۱	آمریکا
۸	۶۲-۱۱۰-۰۰۰۹۱	نیجریه	۲۴	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۵۴	آمریکا
۹	۶۲-۱۱۰-۰۰۱۰۷	نیجریه	۲۵	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۵۵	آمریکا
۱۰	۶۲-۰۱۵-۰۰۱۱۰	کنگو	۲۶	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۷۲	آمریکا
۱۱	۶۲-۱۵۷-۰۰۱۱۸	آمریکا	۲۷	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۷۴	آمریکا
۱۲	۶۲-۱۵۷-۰۰۱۲۲	آمریکا	۲۸	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۷۷	آمریکا
۱۳	۶۲-۱۵۷-۰۰۱۳۷	آمریکا	۲۹	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۸۰	آمریکا
۱۴	۶۲-۱۱۰-۰۰۲۴۰	نیجریه	۳۰	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۹۶	آمریکا
۱۵	۶۲-۱۱۰-۰۰۲۶۰	نیجریه	۳۱	۶۲-۱۵۷-۰۰۳۴۷	آمریکا
۱۶	۶۲-۰۶۹-۰۰۲۷۰	هند			

Archive of SID

www.SID.ir

صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صددانه، عملکرد بیولوژیک تک‌بوته و عملکرد دانه تک‌بوته اندازه‌گیری شد. سپس درصد تغییرات صفات در حالت تنش نسبت به حالت نرمال با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

(۱)

$$\frac{\text{مقدار صفت در حالت تنش - مقدار صفت در حالت نرمال}}{\text{مقدار صفت در حالت نرمال}} \times ۱۰۰$$

به‌منظور تعیین روابط بین صفات و شناسایی عوامل مؤثر در عملکرد دانه، تجزیه‌های آماری شامل تعیین ضرایب همبستگی ساده بین صفات، تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام به‌منظور بررسی تأثیر هر یک از صفات مورد نظر روی متغیر تابع یا وابسته (عملکرد) و همچنین تجزیهٔ علیت برای تفکیک ضرایب همبستگی سادهٔ صفات با عملکرد دانه به آثار مستقیم و غیرمستقیم انجام گرفت. برای محاسبات آماری از نرم‌افزارهای Excel 2013، SAS (9. 2) و Path 2 استفاده شد.

جدول ۲. خصوصیات اقلیمی محل اجرای آزمایش در سال ۱۳۹۱

ماه	متوسط درجهٔ حرارت (^{0}C)	مقدار بارندگی (mm)	میانگین تبخیر (mm)	میانگین رطوبت نسبی (٪)	میانگین ساعات آفتابی در روز	میانگین دمای حداقل زمین (^{0}C)
خرداد	۲۴/۱	۳/۳	۱۲/۶۷	۳۶/۳۷	۱۰/۹۳	۱۲/۸۳
تیر	۲۶/۵	۲۰/۶	۱۲/۱۰	۴۵/۵۰	۱۰/۳۳	۱۳/۹۵
مرداد	۲۷/۸	۰	۱۰/۵۱	۳۵/۲۷	۱۱/۱۸	۱۶/۲۸
شهریور	۲۴/۴	۰	۹/۴۱	۴۴/۷۱	۱۰/۲۹	۱۳/۸۱

نتایج و بحث

درصد تغییرات میانگین صفات

با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که بسیاری از صفات در اثر تنش خشکی کاهش نشان دادند. بیشترین آسیب ناشی از قطع آبیاری مربوط به تعداد غلاف در بوته (۳۴/۲۷ درصد) بود. قطع آبیاری نیز سبب کاهش ۳۲/۵ درصدی عملکرد دانه شد. به‌نظر می‌رسد که تعداد غلاف در بوته حساس‌ترین جزء عملکرد به تنش خشکی باشد. به‌هنگام بروز تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی، تعداد زیادی از گل‌ها که توانایی بالقوهٔ تبدیل شدن به غلاف را داشتند از بین رفتند و تعداد کل غلاف در بوته کاهش یافت. Boutraa & Sanders (2001) کاهش تعداد غلاف بوته را در گیاه لوبیا تحت تنش خشکی ناشی از ریزش اندام‌های زایشی مثل گل و نیام‌ها دانستند. Muuhouche *et al.* (1998) بیان کردند که صفت تعداد غلاف در بوته در مقایسه با تعداد دانه در غلاف در لوبیا حساسیت بیشتری نسبت به تنش دارد. همچنین Bastos *et al.* (2011) با بررسی اثر تنش خشکی بر ۲۰ ژنوتیپ لوبیا چشم‌بلبلی در مرحلهٔ زایشی اعلام کردند که تنش خشکی سبب کاهش تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه به‌ترتیب به میزان ۱۷۵ و ۶۰ درصد شده است.

جدول ۳. میانگین صفات و درصد تغییرات‌صفات در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی‌تحت شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری

صفات	آبیاری معمول	قطع آبیاری	درصد تغییرات صفت
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۱۳۸/۸۵	۱۰۶/۴۸	۲۳/۳۱
تعداد شاخه در بوته	۱۲/۷۱	۹/۰۶	۲۸/۷۲
تعداد غلاف در بوته	۲۱/۴۵	۱۴/۱۰	۳۴/۲۷
تعداد دانه در غلاف	۱۱/۳۵	۹/۶۴	۱۵/۰۷
وزن صددانه (گرم)	۱۶/۰۱	۱۴/۶۵	۸/۴۹
عملکرد بیولوژیک تک‌بوته (گرم)	۱۰۷/۴۶	۷۸/۹۰	۲۶/۵۸
عملکرد دانه تک‌بوته (گرم)	۲۵/۹۱	۱۷/۴۹	۳۲/۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی بین صفات در شرایط آبیاری معمول

نتایج همبستگی ساده بین صفات در شرایط آبیاری معمول در جدول ۴ آورده شده است. در این شرایط همبستگی عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و تعداد شاخه در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد بیولوژیک (r=۰/۶۷۹**) و تعداد غلاف در بوته (r=۰/۶۱۲**) داشت. Chalyk *et al.* (1984) و Sabokdast & Khyalparast (2008) نیز بیشترین همبستگی عملکرد دانه با تعداد غلاف را در لوبیا گزارش کردند. تعداد شاخه در بوته به‌عنوان یکی از صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه که دارای همبستگی مثبت متوسط و معنی‌داری (r=۰/۴۸۵**) با صفت عملکرد دانه بود، بیشترین همبستگی را با صفت عملکرد بیولوژیک (r=۰/۵۷۸**) دارا بود. مقدار مثبت این همبستگی بیانگر اهمیت تعداد شاخه در بوته در افزایش عملکرد بیولوژیک است و افزایش محصول را در پی خواهد داشت. از طرفی، بالا بودن ضریب همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، نشان‌دهندهٔ آن است که با افزایش کل زیست‌توده، عملکرد دانه افزایش داشته است. با توجه به آنکه دانه حاصل فعالیت فتوسنتزی اندام‌هایی چون شاخ و برگ است، همبستگی قوی دو صفت، دور از انتظار نیست و نشان می‌دهد که برای داشتن عملکرد زیاد به گیاهانی با رشد سبزینه‌ای خوب و قدرت رویشی مناسب همراه با شاخص برداشت بالا احتیاج است (Sabokdast & Khyalparast, 2008). با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که وزن صددانه با تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف همبستگی منفی داشت، این موضوع مبین این است که با افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، وزن صددانه کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیقات Adams (1982) مطابقت دارد. هرگاه تعداد غلاف در گیاه زیاد شود، توان گیاه برای تولید دانه باید بین تعداد بیشتری دانه صرف شود و احتمالاً موجب کاهش وزن صددانه می‌شود که همین عامل سبب ایجاد همبستگی منفی بین این صفات شده است.

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی‌شده در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط آبیاری معمول

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
وزن صددانه	۱						
تعداد غلاف در بوته	-۰/۳۹۳*	۱					
تعداد دانه در غلاف	-۰/۰۵۱	۰/۱۷۸	۱				
ارتفاع بوته	۰/۴۲۰*	-۰/۳۵۰	۰/۰۰۷	۱			
تعداد شاخه در بوته	-۰/۰۳۲	۰/۳۵۶*	۰/۲۵۷	-۰/۱۸۰	۱		
عملکرد بیولوژیک	۰/۳۲۷	۰/۲۷۸	-۰/۰۱۸	۰/۱۴۲	۰/۵۷۸**	۱	
عملکرد دانه	۰/۱۴۲	۰/۶۱۲**	۰/۰۹۸	۰/۰۵۲	۰/۴۸۵**	۰/۶۷۹**	۱

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

همبستگی بین صفات در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی

نتایج همبستگی ساده بین صفات در شرایط قطع آبیاری در جدول ۵ آورده شده است. در این شرایط همبستگی عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته در سطح ۱ درصد و با صفت تعداد دانه در غلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همانند شرایط آبیاری معمول در اینجا نیز عملکرد بیولوژیک بیشترین همبستگی مثبت را با عملکرد دانه داشت که با نتایج Kumar *et al.* (2008) در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی و Weillenmann & Luguez (2000) در گیاه سویا مطابقت دارد. بین تعداد غلاف در بوته و وزن صددانه، همبستگی منفی در سطح ۵ درصد دیده شد، یعنی با افزایش تعداد غلاف در بوته در شرایط قطع آبیاری، وزن صددانه کاهش می‌یابد. تنش خشکی در مرحلهٔ زایشی به‌علت محدودسازی منبع فتوسنتزی موجب کاهش فتوسنتز، نرسیدن مواد به دانه و همچنین کوتاه شدن طول دورهٔ پرشدن دانه شد و در نتیجه اندازهٔ دانه و وزن صددانه را کاهش داد. محققان دیگر نیز دریافتند که

Archive of SID

www.SID.ir

محدودیت آب موجب کاهش رشد دانه و وزن هزاردانه می‌شود و بیشترین کاهش هنگامی است که گیاه با تنش خشکی آخر فصل مواجه شود (Szilagy, 2003; Rosales-Serana & Shibata, 2003). Aggarwal & Singh (1973) با مطالعهٔ لوبیا در چند منطقه بیان کردند که صفت عملکرد دانه با صفت تعداد غلاف در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت، اما صفت تعداد غلاف در بوته با وزن صددانه همبستگی منفی داشت.

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی‌شده در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط قطع آبیاری

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
وزن صددانه	۱						
تعداد غلاف در بوته	-۰/۳۵۹*	۱					
تعداد دانه در غلاف	-۰/۰۷۸	۰/۵۵۴**	۱				
ارتفاع بوته	۰/۳۸۲*	-۰/۱۹۴	۰/۰۹۸	۱			
تعداد شاخه در بوته	۰/۰۹۹	۰/۴۳۹*	۰/۴۴۲*	-۰/۳۶۵*	۱		
عملکرد بیولوژیک	۰/۳۹۵*	۰/۳۵۳	۰/۴۷۸**	۰/۱۶۱	۰/۵۳۷**	۱	
عملکرد دانه	۰/۱۶۸	۰/۵۹۸**	۰/۳۷۲*	۰/۱۸۳	۰/۳۳۹	۰/۶۶۲**	۱

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

نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط آبیاری معمول

با درنظر گرفتن عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل، در شرایط آبیاری معمول عملکرد بیولوژیک اولین صفتی است که وارد مدل شد و به‌تنهایی بیش از ۴۴ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کرد. در مرحلهٔ دوم صفت تعداد غلاف در بوته وارد مدل شد که همراه با عملکرد بیولوژیک نزدیک به ۶۳ درصد تغییرات عملکرد را توجیه کرد که اثر جزئی آن ۰/۱۸۷ بود (جدول ۶). در نتیجه معادلهٔ رگرسیونی زیر به‌دست آمد:

$$Y= ۲/۵۶۷+۰/۱۲۲X_1+۰/۴۷۸\ X_2 \qquad (۲)$$

که در آن Y عملکرد دانه؛ X_1 عملکرد بیولوژیک؛ و X_2 تعداد غلاف در بوته است.

نتایج حاصل با ضرایب همبستگی ساده صفات مطابقت داشت (جدول ۴)، به‌طوری که صفت عملکرد بیولوژیک که زودتر وارد مدل شد دارای همبستگی مثبت و قوی با عملکرد است (r=۰/۶۷۹**).

جدول ۶. نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط آبیاری معمول

صفات	R^2_{adj}	$R^2_{partial}$	F
عملکرد بیولوژیک	۰/۴۴۲	۰/۴۴۲	۲۴/۷۴۰*
تعداد غلاف در بوته	۰/۶۲۹	۰/۱۸۷	۲۶/۴۷۹*

نتایج تجزیهٔ علیت در شرایط آبیاری معمول

با استفاده از تجزیهٔ علیت مشخص می‌شود که همبستگی صفات با عملکرد به‌علت اثر مستقیم آنها بر عملکرد یا در نتیجهٔ اثر غیرمستقیم از طریق صفات دیگر است. اگر همبستگی بین عملکرد و یک صفت به‌علت اثر مستقیم آن صفت باشد، نشان‌دهندهٔ رابطه‌ای واقعی بین آنها است و در نتیجه می‌توان صفت مذکور را به‌منظور اصلاح عملکرد انتخاب کرد، اما اگر این همبستگی اصولاً به‌علت اثر غیرمستقیم صفت از طریق صفت دیگر باشد، عمل انتخاب را باید بر روی صفتی انجام داد که سبب‌اثر مستقیم شده است (Nasri *et al.*, 2012). با توجه به نتایج رگرسیون، صفات واردشده به مدل رگرسیونی مورد تجزیهٔ علیت قرار گرفتند. در تجزیهٔ علیت، عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته در مقابل صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته به‌عنوان متغیرهای مستقل قرار داده شد تا تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم هر یک از این متغیرها با متغیر تابع مشخص شود. همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، صفت عملکرد بیولوژیک دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه است و تعداد غلاف در بوته بعد از آن قرار گرفت. در نتایج همبستگی (جدول ۴) نیز مشاهده شد که این متغیر دارای بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه بود؛ درضمن اولین صفتی بود که وارد مدل رگرسیونی شد. Altinbas (1993) نیز با انجام دادن تجزیهٔ علیت در لوبیا

Archive of SID

www.SID.ir

چشم‌بلبلی نشان داد که تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین صفت مؤثر بر عملکرد دانه از نظر رابطهٔ مستقیم بین این دو صفت است.

جدول ۷. تجزیهٔ علیت صفات در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط آبیاری معمول

صفات	عملکرد بیولوژیک	تعداد غلاف در بوته	همبستگی کل
عملکرد بیولوژیک	۰/۵۵۱	۰/۱۲۷	۰/۶۷۹
تعداد غلاف در بوته	۰/۱۵۳	۰/۴۵۸	۰/۶۱۱

تأثیرات باقی‌مانده: ۰/۵۸۷

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده نشان‌دهندهٔ تأثیرات مستقیم است.

نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی

در شرایط قطع آبیاری‌رطوبتی نیز همانند شرایط آبیاری معمول، اولین صفت واردشده به مدل، صفت عملکرد بیولوژیک با توجیه نزدیک به ۴۲ درصد تغییرات عملکرد بود. دومین صفت، تعداد غلاف در بوته بود که همراه با عملکرد بیولوژیک توجیه‌کنندهٔ بیش از ۵۶ درصد تغییرات عملکرد بود؛ یعنی صفت دوم فقط به‌مقدار r^2=۰/۱۴۲ بر عملکرد اثرگذار بود و بیشترین تأثیر مربوط به عملکرد بیولوژیک (r^2=۰/۴۱۹) بود (جدول ۸)، در نتیجه معادلهٔ رگرسیونی زیر به‌دست آمد:

$$Y= ۰/۲۹۷+۰/۱۲۵X_1+۰/۵۲۱\ X_2 \qquad (۳)$$

که در آن Y عملکرد دانه؛ X_1 عملکرد بیولوژیک؛ و X_2 تعداد غلاف در بوته است.

در اینجا نیز نتایج حاصل با نتایج ضرایب همبستگی ساده صفات مطابقت داشت (جدول ۵) به‌نحوی که صفت عملکرد بیولوژیک که زودتر وارد مدل شده دارای همبستگی مثبت و بسیار قوی با عملکرد است (r=۰/۶۶۲**).

جدول ۸. نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط قطع آبیاری

صفات	R^2_{adj}	$R^2_{partial}$	F
عملکرد بیولوژیک	۰/۴۱۹	۰/۴۱۹	۲۲/۶۶۴**
تعداد غلاف در بوت	۰/۵۶۱	۰/۱۴۲	۲۰/۱۵۶**

نتایج تجزیهٔ علیت در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی

نتایج تجزیهٔ علیت برای عملکرد دانه در شریط تنش خشکی (جدول ۹) نیز همانند شرایط بدون تنش نشان می‌دهد که صفت عملکرد بیولوژیک دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه است. اثر مستقیم این صفت ۰/۵۱۵ بود و در ضمن با عملکرد همبستگی بزرگ و معنی‌دار داشت و اولین صفتی بود که وارد مدل رگرسیونی شد (جدول ۵) که با نتایج حبیبی و بی‌همتا (Habibi & Bihamta, 2007) در مورد لوبیا چیتی مطابقت دارد.

جدول ۹. تجزیهٔ علیت صفات در ژنوتیپ‌های لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط قطع آبیاری

صفات	عملکرد بیولوژیک	تعداد غلاف در بوته	همبستگی کل
عملکرد بیولوژیک	۰/۵۱۵	۰/۱۴۶	۰/۶۶۲
تعداد غلاف در بوت	۰/۱۸۱	۰/۴۱۶	۰/۵۹۷

تأثیرات باقی‌مانده: ۰/۶۴

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده نشان‌دهندهٔ تأثیرات مستقیم است.

نتیجه‌گیری

از نکات شایان توجه مهم این آزمایش، همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و تعداد شاخه در بوته در هر دو شرایط تنش و بدون تنش است که افزایش هر یک از آنان سبب افزایش دیگری و در نهایت سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد. به‌طور کلی نتایج ضرایب همبستگی، نشان از همبستگی قوی و معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشت که می‌توان از آنها در انتخاب مستقیم برای افزایش عملکرد استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود برای پی بردن به‌منظور انتخاب مستقیم در این ژنوتیپ‌ها از صفت عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته استفاده شود. در تجزیهٔ رگرسیون نیز این دو صفت وارد مدل شدند و تجزیهٔ علیت نیز نشان از اثر مستقیم و مثبت این صفات بر عملکرد دانه داشت.

سپاسگزاری

از همکاری صمیمانهٔ کارکنان مزرعهٔ آزمایشی و بانک ژن گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران که در اجرای این تحقیق نهایت همکاری را داشتند، و همچنین از قطب علمی حبوبات دانشگاه تهران به‌دلیل تأمین بخشی از هزینه‌های طرح تشکر و قدردانی می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Adams, M. W. (1982). Plant architecture and yield breeding. *Iowa State Journal of Research*, 56(3), 225-254.
2. Aggarwal, V. D. & Singh, T. D. (1973). Genetic variability and interrelation in agronomic traits in kidney bean. *Journal of Agricultural Science*, 43, 845-848.
3. Aggarwal, V. D., Natare, R. B. & Smithson, J. B. (1982). The relationship among yield and other characters in vegetable cowpea and the effect of different trellis management on pod yield. *Trop Grain Leg Bull*, 25, 8-14.
4. Ahmad, F. E. & Suliman, A. S. H. (2010). Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of Cowpea. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(4), 534-540.
5. Altinbas, H. (1993). A study to determine components effecting seed yield in cowpea. *Mancilik Dergisi*, 17, 775-784.
6. Ariyo, O. J., Pkenova, M. E. & Fatokun, C. A. (1986). Plant character correlations and path analysis of pod yield. *Euphytica*, 36, 677-686.
7. Bastos, E. A., Nascimento, S. P. Silva, E. M. Filho, F. R. F. & Gomide, R. L. (2011). Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. *Revista Ciência Agronômica*, 42(1), 100-107.
8. Blum, A. (2011). *Plant breeding for water-limited environments*. Springer. 258 pp.
9. Boutraa, T. & Sanders, F. E. (2001). Infuence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Agronomy & Crop Science*, 187, 251-257.
10. Chalyk, L.V., Balashov, T. N. & Zuchenka, A. A. (1984). Relationship between yield in French bean varieties and its structural components. *Biology Bulletin*, 29(1), 53-55.
11. Chung, J.H. & Goulden, D. S. (1971). Yield Components of haricot beans (*Phaseolus vulgaris* L.) growth at different plant densities. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 14, 227-234.
12. Dimova, D. & Svetleva, D. (1992). Inheritance and correlation of some quantitative characters in French bean relation to increasing the effectiveness of Selection. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding.* 63(3), 344.
13. Duarte, R.A. & Adams, M.W. (1972). A path coefficient analysis of some yield component Interrelations in field bean (*phaseolus vulgaris* L.). *Crop Science*, 12, 579-582.
14. Ehlers, J.D. & Hall, A.E. (1997). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Field Crops* Research, 53, 187-204.
15. Habibi, G. R. & Bihamta, M. R. (2007). Study of seed yield and some associate characteristics in pinto bean under reduced irrigation. *Pajouhesh & Sazandegi*, 74, 34-46. (In Farsi).
16. Honarnejad, R. (2002). Study of correlation between some quantitative traits and grain yield in rice using path analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 4(1), 25-35. (In Farsi).
17. Kumaga, F. K., Adiku, S. G. K. & Ofori, K. (2003). Effect of post-flowering water stress on dry matter and yield of three tropical grain legumes. *International Journal of Agriculture & Biology*, 4, 405-407.
18. Kumar, A., Sharma, K. D. & Kumar, D. (2008). Traits for screening and selection of cowpea genotypes for drought tolerance at early stages of breeding. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 109 (2), 191-199.
19. Kumar, J. H., Singh, T. S., Tonk, D. S. & Lal, R. (2002). Correlation and path coefficient analysis of yield and its components in summex moong (*Vigna radiate* L. wilczek). *Crops Research*, 24, 374-377.
20. Majnoon Hoseini, N. (2008). *Grain Legume Production*. Jahad Daneshgahi Publication. University of Tehran. Fourth edition. 283 pp. (In Farsi).
21. Mohammadi, A., Bihamta, M. R. & Dari, H. R. (2008). Determining of correlation coefficient and path analysis of some traits on chiti bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under non-stress and drought stress conditions. *Agricultural Research: Water, Soil and Plants in Agriculture*, 8(2), 135-144. (In Farsi).
22. Mohammadi, S. A. & Prasanna, B. M. (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, 43, 1235-1248. (In Farsi).
23. Montgomery, D. G., Peck, E. A. & Vining, G. G. (2006). *An introduction to liner regression analysis*. John Willy and Sons, New York.
24. Muuhouche, B., Ruget, F. & Delecolle, R. (1998). Effects of water stress applied at different phonological phases on yield components of dwarf bean. *Agronomie*, 18, 197-207.
25. Nasri, R., Paknejad, F., Sadeghi shaae, M., Ghorbani, S. & Fatemi, Z. (2012). Correlation and path analysis of drought stress on yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare*) in Karaj region. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 8(4), 155-156. (In Farsi).
26. Nienhuis, J. & Singh, S. P. (1986). Combining ability analysis and relationships among yield, yield component and architectural traits in dry bean. *Crop Science*, 26(1), 21-27.
27. Ober, E. S. & Luterbacher, M. C. (2002). Genotypic variation for drought tolerance in *Beta Vulgaris*. *Plant Pathology*, 89, 917-924.

Archive of SID

www.SID.ir

28. Rosales–Serna, R. & Kohashi-Shibata, J. (2003). Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought–stressed common bean cultivars. *Field Crop Research*, 85, 203-211.
29. Sabokdast, M. & Khyalparast, F. (2008). A Study of Relationship between Grain Yield and Yield Component in Common Bean Cultivars *(Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 42, 123-134.
30. Singh, K. B. & Saxena, M. S. (2000). Breeding for stress tolerance in cool season food legumes. First Edition (Translation: A. R. Bagheri, A. Nezami & M. Soltani). *Research Organizations, Education and Agricultural Extension.* pp. 445.
31. Soleymani, A., Moradi, M. & Naranjani, L. (2011). Effects of the irrigation cut-off time in different growth stages on grain and oil yield components of autumn's canola cultivars in Isfahan region. *Journal of Water and Soil*, 25(3), 426-435. (In Farsi).
32. Szilagyi, L. (2003). Influence of drought on seed yield components in common bean. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, Special Issue, 320-330.
33. Weillenmann, M. E. & Luguez, J. (2000). Variation for biomass, economic yield and harvest index among Soybean cultivars of maturity Groups III and IV in Argentina. *Soybean genetic Newsletter*, 27. On line Journal (URL http//:www.Soybean.org articles/sgn 2000).

Archive of SID

www.SID.ir