

ارزیابی عملکرد و صفات مرتبط با آن در لاین‌های جو تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی با استفاده از تجزیه و تحلیل عامل‌ها

میترآ جباری^{1*} و فرهاد ذوالفقاری¹

تاریخ دریافت: 91/06/18 تاریخ پذیرش: 91/12/26

1- عضو هیأت علمی دانشگاه سیستان و بلوچستان - دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی سراوان

* مسئول مکاتبه: E-mail: mitra_jabbary@yahoo.com

چکیده

به منظور شناخت مبانی مورفولوژیک اختلاف عملکرد و عوامل پنهانی مؤثر بر آن در لاین‌های مختلف جو تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی در قالب طرح لاتیس ساده 9×9 با دو تکرار در دو شرایط آبی و تنش خشکی برای 72 لاین جو هاپلوئید مضاعف به همراه والدین و 7 شاهد محلی اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس صفات در هر دو شرایط آبی و تنش نشان داد که بین لاین‌های مورد مطالعه از لحاظ کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تجزیه به عامل‌ها بر اساس مؤلفه‌های اصلی روی 81 لاین جو دابل هاپلوئید انتخابی در شرایط تنش و بدون تنش خشکی انجام شد. در شرایط بدون تنش، پنج عامل و در شرایط تنش شش عامل استخراج شدند. در آزمایش تنش، شش عامل حدود 78 درصد و در آزمایش بدون تنش، پنج عامل حدود 72 درصد کل تغییرات را توجیه نمودند. لذا، با توجه به صفات مؤثر در عوامل مذکور می‌توان نتیجه‌گیری نمود که برای تولید جو‌هایی با عملکرد دانه بالا در شرایط تنش خشکی، گیاهانی با مساحت بیشتر برگ پرچم، طول دوره زایشی طولانی و ارتفاع مناسب را باید انتخاب نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه عامل‌ها، تنش خشکی، دابل هاپلوئیدهای جو، عملکرد

Evaluate of Yield and Traits in Relation to Seed Yield in Barley Lines Under Drought Stress and Non-Stress Condition Using Factor Analysis

M Jabbar^{1*} and F Zolfaghary¹

Received: July 10, 2012 Accepted: September 18, 2013

¹Faculty Member-University of Sistan and Baluchestan-Faculty of Agriculture And Natural Recourses-Saravan-Iran

*Corresponding Author: E-mail: mitra_jabbary@yahoo.com

Abstract

In order to understand the morphological basis of yield difference and hidden factors in barley lines under drought stress condition, an experiment was conducted for 72 double haploid lines with their parents and 7 local cultivars of barley using two 9×9 simple Lattice (stress and non-stress), with two replications. The results of variance analysis showed that there are significant differences among all genotypes in studied traits. In non-stress condition factor analysis based on principal component extracted five factors that explained about 72 percent of the total variation and in stress condition six factors were extracted that explained about 78 percent of the total variation. Considering the traits affecting these factors, can be concluded to produce high yield barley in drought stress condition, plants with more flag leaf area, wide reproductive organs, long grain filling period and appropriate height should be selected.

Keywords: Factor Analysis ,Drought Stress, Double Haploid Barley ,Seed Yield

تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که ممکن است بین آنها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد، لذا روش‌های تجزیه و تحلیلی که بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند، برای پژوهشگران با ارزش هستند (گورتین و بیلی 1982).

برامل و همکاران (1984) عنوان نمودند که تجزیه به عامل‌ها روش چند متغیره قدرتمندی است که برای برآورد اجزای عملکرد (فرانکو و همکاران 2010 و سیلر و استافور 1985)، استخراج زیر مجموعه‌ای از متغیرهای همسان (لاولی و ماکسول 1963 و گارسون 2013)، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چند متغیره، شناخت ارتباطات بیولوژیک و کاربردی موجود بین صفات

مقدمه

تنوع ژنتیکی از نیازهای اساسی پیشرفت در اصلاح نباتات است. اطلاع از تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم‌های گیاهی به پژوهشگر اجازه انتخاب روش صحیح در برنامه‌های اصلاحی را می‌دهد (چادهری 1977). در بین روش‌های ریاضی مختلف مورد استفاده برای مطالعه ژرم‌پلاسم‌های گیاهی، مدل‌های ژنتیکی و آماری یک متغیره به دلیل اینکه اطلاعات اولیه بسیار وسیعی از صفات مورد بررسی ارائه می‌دهند، بسیار کاربرد دارند و در موارد متعددی برای برآورد تنوع ژنتیکی جوامع گیاهی به کار گرفته شده‌اند (پنس 1957 و دنیس و آدامز 1972). در برنامه‌های اصلاح نباتات انتخاب بر اساس

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی زابل واقع در شهرستان زهک با طول جغرافیایی 41° ، 61° شرقی و عرض جغرافیایی 55° ، 30° شمالی اجرا گردید. زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل از کاشت آیش بود. آزمایش در قالب طرح لاتیس ساده 9×9 با دو تکرار و تحت دو شرایط نرمال و تنش خشکی اجرا گردید. در این تحقیق از بذور 72 لاین دابل هاپلوئید (*Hordeum vulgare* L.; $2n=2x=14$) که از تلاقی رقم Steptoe با رقم Morex بوسیله برنامه اصلاح جو دانشگاه ایالت اورگون برای پروژه تعیین نقشه ژنوم جو آمریکای شمالی (NABGMP¹) بدست آمده است همراه با والدین و 7 شاهد محلی استفاده شد. Steptoe دارای عملکرد بالا، سازگاری وسیع، حساس به خشکی، مقدار خواب بذر زیاد، حساس به بیماری نواری باکتریایی برگ، کیفیت علوفه بالا، شش ردیفه و تیپ تغذیه ای ساحلی بوده و Morex شش ردیفه، مقاوم به خشکی، کیفیت مالت و آمیلاز بالا، مقدار خواب بذر پائین و مقاوم به بیماری نواری باکتریایی برگ است. ظرفیت زراعی در قطعات 21 درصد و نقطه پژمردگی 8 درصد و نیز زمان هر آبیاری توسط دستگاه TDR در رطوبت حجمی 16 (رطوبت وزنی 10/7) تعیین گردید. طول هر کرت $3/8$ متر و عرض هر کرت $1/2$ متر، تعداد خطوط کاشت 6 عدد، فاصله بین خطوط 20 سانتی متر، فاصله بین کرتها 50 سانتی متر و نوع کشت خطی بود. روش آبیاری مزرعه به صورت کرتی بوده و در کل دوره رشد گیاه 3 نوبت بود (در آزمایش بدون تنش). در آزمایش تنش از مرحله گرده‌افشانی به بعد هیچگونه آبیاری صورت نگرفت (قطع آب آخر)، زیرا در شرایط اقلیمی منطقه (شهرستان زهک) تنش خشکی در مرحله گلدهی و بعد از آن بیشترین خسارت را به محصول وارد می‌کند (جدول 1). صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها به شرح زیر بود. این صفات جز در مواردی که ذکر شده است با رعایت حاشیه، بر روی 10

(اسلامی و همکاران 2013 و آکوا و همکاران 1992)، کاهش تعداد زیادی از صفات همبسته به تعداد کمی از عامل‌ها (جانسون و ویچرن 1988) و تشریح همبستگی‌های بین متغیرها (لاولی 1941) به کار می‌رود. والتون (1971) تجزیه به عامل‌ها را برای صفات تعیین کننده عملکرد در تلاقی‌های دای آلل 8×8 ارقام گندم بهاره بکار برد و 4 عامل را استخراج نمود. عامل اول 31 درصد تنوع کل را توجیه نمود و در برگیرنده دو جزء عملکرد، یعنی تعداد سنبله در گیاه و تعداد سنبلچه در سنبله بود.

در عامل دوم که 30 درصد از تنوع کل را توجیه نمود، صفات مربوط به برگ پرچم از اهمیت بالایی برخوردار بودند. والتون (1972)، در مطالعه دیگری تجزیه به عامل‌ها را برای مطالعه صفات مربوط به اجزای عملکرد، ساختارهای مورفولوژیک و مراحل رشد در گندم به کار برد. در این مطالعه 4 عامل اول به ترتیب 29/9، 29/2، 23/3 و 16 درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. صفات مربوط به سطح برگ پرچم و طول دوره رسیدگی در عامل اول نمود یافتند. صفات تعیین کننده ماهیت مبداهای سوخت و سازی در سه عامل آخر تقسیم شدند. صفات مربوط به اجزای عملکرد قسمتی از عوامل 3 و 4 را تشکیل دادند.

از اهداف این مطالعه می‌توان به برآورد تنوع ژنتیکی برای صفات کمی و کیفی و شناخت عوامل مؤثر در تنوع آنها اشاره کرد. همچنین استفاده از تجزیه به عامل‌ها در تبیین اجزای عملکرد دانه، تعیین ارتباطات بین اجزای عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک معین، شناخت صفاتی که برای بهبود عملکرد دانه باید به طور مستقیم مورد گزینش قرار گیرند (کومار و همکاران 2006)، گروه‌بندی صفات اندازه‌گیری شده و شناخت مفاهیم غیر قابل اندازه‌گیری یا صفات پنهانی مؤثر بر عملکرد از دیگر مواردی است که می‌توان با انجام تجزیه به عامل‌ها به ماهیت این موارد تا حدودی پی برد (هوسان 2011).

¹North American Barley Genome Mapping Project

آزمون F برای بررسی اختلاف لاین‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی در دو محیط تنش و بدون تنش انجام و نتیجه گیری نشان داد که بین لاین‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد. این موضوع بیان می‌دارد که تفاوت مشاهده شده بین میانگین‌ها تصادفی نیست. با توجه به تنوع موجود برای اکثر صفات، استنباط می‌شود که انتخاب برای بهبود آنها می‌تواند مؤثر باشد. البته بازدهی انتخاب تا حدود زیادی بستگی به توارث‌پذیری صفات مورد بررسی دارد. در این مطالعه، تجزیه به عامل‌ها بر اساس مؤلفه‌های اصلی (هرو 2013) روی 81 لاین جو دابل هاپلوئید انتخابی در شرایط آبی و تنش خشکی انجام شد. بردار بار عامل‌ها، نسبت واریانس توجیه شده، جمع کل واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه حاصل از تجزیه به عامل‌ها در جداول 4 و 5 نشان داده شده‌اند. برای تعیین تعداد عامل‌های مناسب، آن تعداد از عامل‌ها که دارای ریشه مشخصه بزرگتر از یک بودند، انتخاب شده و برای ماتریس ضرایب عامل‌ها به کار رفتند. بر همین اساس در این تحقیق در شرایط بدون تنش پنج عامل استخراج شد. درصد واریانس توجیه شده توسط این عامل‌ها به ترتیب 27، 18، 11، 8 و 6 درصد بود.

بزرگترین ضرایب (بار) عاملی از میان ضرایب هر عامل در حقیقت نشان دهنده صفت یا صفاتی است که بیشترین نقش را در آن عامل دارند، لذا بر طبق متغیر مربوط به آن ضرایب عاملی می‌توان عامل‌ها را نامگذاری کرد. در آزمایش بدون تنش، عامل اول 27 درصد از تغییرات کل را توجیه نمود و از آنجائیکه طول دوره رشد رویشی (0/94) دارای بار عاملی مثبت و بالایی و دوره رشد زایشی (-0/81) دارای بار عاملی بالا اما در جهت منفی است، لذا این عامل را می‌توان تحت عنوان عامل «فنولوژیک» نامگذاری نمود.

بوته که به طور تصادفی در هر کرت انتخاب گردید، اندازه‌گیری شدند.

طول دوره رشد رویشی، طول دوره رشد زایشی (تعداد روز از سنبله رفتن تا رسیدگی کامل)، ارتفاع بوته، طول ریشک، طول سنبله اصلی، طول غلاف برگ پرچم، طول پدانکل، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه (عملکرد هر کرت با حذف بوته‌های کناری و 0/5 متر از ابتدا و انتهای هر کرت به صورت عملکرد دانه و بر حسب گرم با دقت 0/01 تعیین گردید).

پس از تجزیه داده‌های اصلی در قالب طرح لاتیس، تجزیه و تحلیل‌ها بر مبنای میانگین‌های تصحیح شده به صورت بلوک کامل تصادفی صورت گرفت (عبدی و همکاران 2010). برای درک روابط علت و معلولی بین صفات، شناخت صفاتی که بیشترین نقش را در عملکرد دانه ایفا می‌نمایند و شناخت عوامل پنهانی مؤثر بر عملکرد، از تجزیه به عامل‌ها به روش حداکثر درست نمایی که توسط محققینی از جمله لاولی و ماکسول (1963) بسط و گسترش داده شده است، استفاده گردید (جباری 1388). محاسبات آماری فوق با استفاده از نرم-افزار SAS¹ نسخه 9 و آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MINITAB نسخه 14 انجام شد (سین 2001).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات با در نظر گرفتن تمامی ارقام در دو تکرار موجود در هر دو شرایط آبی و تنش در جداول 2 و 3 آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده نشان داد که بین لاین-های مورد مطالعه از لحاظ کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. معنی‌دار بودن میانگین مربعات لاین‌ها بیانگر این نکته می‌باشد که بین آنها از لحاظ صفات مورد بررسی تنوع خوبی وجود دارد.

¹ Statistical Analysis System

جدول 1- آمار هواشناسی فصل زراعی 86-1385 ایستگاه تحقیقات کشاورزی سیستان واقع در شهرستان زهک.

mount	ماه	حداقل دما Min. temp. (°C)	حداکثر دما Max. temp. (°C)	بارندگی Precipitation (mm)	متوسط تبخیر Mean evaporation (mm)
October	مهر	19/3	35/8	0	12/32
November	آبان	12/8	29/1	5/5	9/68
December	آذر	1/9	15	4/1	8/80
January	دی	0/3	15	0	4/7
February	بهمن	5/4	19/8	24/2	5/17
March	اسفند	6/8	20/7	8/3	7/42
April	فروردین	15/3	32/4	3/4	8/80
May	اردیبهشت	20/6	35/9	0	12/33
June	خرداد	25/1	39/9	0	22/80
July	تیر	28	41/9	1/6	23/51

فیزیولوژیک» نامگذاری کرد. البته در عامل چهارم عرض برگ پرچم و طول برگ پرچم نیز دارای بار عاملی بزرگ و منفی بودند. لذا افزایش این عامل به طور غیر مستقیم با کاهش صفتی که نقش منفی دارد، همراه خواهد بود. در عامل پنجم که تنها 6 درصد از تغییرات را شامل می شود، طول غلاف برگ پرچم (0/21) دارای بار عاملی مثبت و بالایی بود. همچنین طول ریشک و طول برگ پرچم دارای بار عاملی بزرگ و منفی در این عامل بودند.

در شرایط تنش شش عامل استخراج شد. درصد واریانس توجیه شده توسط این عامل ها به ترتیب 25، 18، 11، 9، 7 و 6 درصد بود. در آزمایش تنش، عامل اول 25 درصد از تغییرات کل را توجیه نمود و صفات طول پدانکل (0/75)، طول غلاف برگ پرچم (0/60)، تعداد دانه در سنبله (0/60)، ارتفاع گیاه (0/59) و طول سنبله (0/50) دارای بار عاملی مثبت و بالایی بودند، همچنین طول دوره رشد رویشی دارای بار عاملی بزرگ اما در جهت منفی در این عامل بود. بنابراین می توان این عامل را عامل «بهره‌وری و ساختارهای ظاهری گیاه» نامگذاری کرد.

در عامل دوم که 18 درصد از تغییرات کل را شامل شده، ارتفاع گیاه (0/77)، تعداد دانه در سنبله (0/68)، طول برگ پرچم (0/57)، طول ریشک (0/57)، طول غلاف برگ پرچم (0/50)، طول پدانکل (0/50) و عملکرد دانه (0/45) دارای بار عاملی مثبت و بالایی بودند، بنابراین این عامل را می توان عامل «بهره‌وری و مبدأ ساخت مواد فتوسنتزی» نامگذاری نمود. این عامل نشان می دهد صفات فنولوژیک با تأثیر بر روی صفات رشد رویشی مربوط به سرمایه ثابت گیاه موجب ذخیره مواد قابل دسترس برای رشد زایشی گیاه می شوند. اشکانی و همکاران (2004) در تحقیقی پنج عامل را که 96% از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می کرد در شرایط آبیاری محدود معرفی کردند. آن‌ها عاملی را که در آن عملکرد دانه دارای بزرگ‌ترین ضریب عاملی معنی دار بود عامل بهره‌وری نامیدند. در تحقیقی دیگر شش عامل اصلی و مستقل که 80/04% از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می کرد در شرایط دیم معرفی شدند (جمشیدی مقدم و همکاران 2006). در عامل سوم و چهارم که به ترتیب 11 و 8 درصد تغییرات کل را نشان می دهند، طول سنبله دارای بیشترین بار عاملی مثبت بوده و بنابراین این دو عامل را می توان عامل «مقصد

جدول 2- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در 81 لاین جو دابل هاپلوئید در آزمایش بدون تنش.

میانگین مربعات												
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول دوره رشد رویشی	طول دوره رشد	ارتفاع	طول ریشک	طول سنبله	طول غلاف برگ پرچم	طول پدانکل	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه
تکرار	1	8/45	2/00	19/08	0/041	1/77	0/74	2/75	1/01	0/03	19/26	1302/20
تیمار تصحیح نشده	80	50/45	37/21	197/76	3/26	2/29	4/91	54/57	7/53	0/029	122/96	123127
تیمار تصحیح شده	80	50/45**	37/21**	197/76**	3/26**	2/29**	4/91**	54/57**	7/53**	0/029**	122/95**	123127/2**
بلوک درون تکرار	16	9/63	9/05	231/1	2/41	0/73	2/85	29/90	4/28	0/021	137/69	7176/08
خطای داخل بلوک	64	6/17	6/90	32/54	1/25	0/47	1/80	13/82	3/81	0/018	59/30	3338/11
خطای طرح بلوک	80	6/86	7/33	72/25	1/49	0/53	2/01	17/03	3/91	0/019	74/98	4105/71
مزیت نسبی		103/76	101/41	189/5	108/05	103/61	103/98	111/30	100/26	100/41	113/51	111/11
ضریب تغییرات		2/19	7/78	10/02	7/57	10/82	6/62	14/8	14/26	14/79	19/90	11/61
ضریب تبیین		0/88	0/83	0/73	0/68	0/81	0/70	0/76	0/65	0/607	0/62	0/96

جدول 3- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در 81 لاین جو دابل هاپلوئید در آزمایش تنش.

میانگین مربعات												
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول دوره رشد رویشی	طول دوره رشد	ارتفاع	طول ریشک	طول سنبله	طول غلاف برگ پرچم	طول پدانکل	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه
تکرار	1	1/58	76/06	755/31	0/13	0/06	6/58	77/99	4/52	0/47	7/31	8384/84
تیمار تصحیح نشده	80	32/24	23/46	120/64	4/94	2/63	7/5	36/57	6/92	0/051	112/08	48820
تیمار تصحیح شده	80	32/23**	23/45**	120/63**	4/94**	2/63**	7/49**	36/57**	6/92**	0/051**	112/08**	48820/3**
بلوک درون تکرار	16	5/16	13/86	94/58	2/01	0/7	3/49	22/27	5/13	0/029	104/66	1188/62
تکرار	64	6/42	10/96	39/80	1/02	0/46	2/19	5/76	2/19	0/03	33/54	1161/26
خطای داخل بلوک	80	6/17	11/54	50/76	1/22	0/5	2/45	9/06	2/78	0/03	47/76	1166/73
خطای طرح بلوک												
مزیت نسبی		96/06	101/06	114/28	108/74	103/47	104/11	136/96	113/81	99/47	125/31	100/01
ضریب تغییرات		2/08	11/76	10/74	6/88	10/91	7/39	15/41	14/20	18/46	18/16	10/49
ضریب تبیین		0/83	0/67	0/71	0/80	0/84	0/75	0/80	0/71	0/66	0/70	0/97

کل را نشان داد، عملکرد دانه (0/60) دارای بار عاملی مثبت و بالایی بود و از طرفی طول سنبله و طول ریشک دارای بار عاملی منفی بودند، لذا می توان این عامل را تحت عنوان عامل «عملکرد دانه» نامگذاری نمود. نهایتاً عامل ششم که تنها 6 درصد از تغییرات کل را به خود اختصاص داد، عملکرد دانه (0/49)، طول برگ پرچم (0/42) و طول ریشک (0/29) دارای بار عاملی مثبت و بالایی بود. صفاتی نظیر طول پدانکل، ارتفاع گیاه و طول سنبله بار عامل کوچک و منفی در این عامل داشتند. لذا می توان این عامل را تحت عنوان عامل «توان انتقال مواد فتوسنتزی به دانه گیاه» نامگذاری نمود.

در عامل دوم که 18 درصد از تغییرات را شامل می شود، صفات طول ریشک (0/56)، طول غلاف برگ پرچم (0/53)، طول سنبله (0/45)، طول برگ پرچم (0/41) و تعداد دانه در سنبله (0/40) دارای بار عاملی مثبت و بالایی بودند، و طول دوره رشد زایشی دارای بار عاملی بالا و منفی در این عامل بود. این عامل تحت عنوان عامل «عملکرد و صفات مرتبط با آن» نامگذاری شد. در عامل سوم و چهارم، صفات عرض برگ پرچم و طول برگ پرچم دارای بار عاملی مثبت و بالایی بودند، لذا این دو عامل را نیز می توان تحت عنوان عامل «برگ پرچم» نامگذاری کرد. البته در عامل چهارم صفات عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله دارای بار عامل منفی بودند. در عامل پنجم که 7 درصد از تغییرات

جدول 4- بردار بار عاملها، نسبت واریانس توجیه شده و جمع کل واریانس توجیه شده و ریشه های مشخصه در 81 لاین جو در آزمایش بدون تنش.

بار عامل					صفات
پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	
-0/02	0/10	0/14	0/19	0/94	طول دوره رشد روشی
0/01	0/005	-0/30	-0/17	-0/84	طول دوره رشد زایشی
0/06	0/29	-0/11	0/77	-0/02	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
-0/54	0/26	0/01	0/57	-0/15	طول ریشک (سانتی متر)
-0/07	0/46	0/43	0/14	-0/39	طول سنبله (سانتی متر)
0/21	-1/01	0/38	0/50	-0/38	طول غلاف برگ پرچم (سانتی متر)
0/17	0/07	0/27	0/50	-0/61	طول پدانکل (سانتی متر)
-0/40	-0/56	0/06	0/57	0/17	طول برگ پرچم (سانتی متر)
0/06	-0/71	0/31	0/31	-0/07	عرض برگ پرچم (سانتی متر)
-0/06	0/13	-0/06	0/68	-0/45	تعداد دانه در سنبله
-0/01	0/02	-0/59	0/45	-0/31	عملکرد دانه (گرم)
0/06	0/08	0/11	0/18	0/27	نسبت واریانس توجیه شده
0/72	0/66	0/57	0/46	0/27	جمع کل واریانس توجیه شده
1/05	1/45	1/88	3/19	4/74	ریشه های مشخصه

جدول 5- بردار بار عاملها، نسبت واریانس توجیه شده و جمع کل واریانس توجیه شده و ریشه های مشخصه در 81 لاین جو در آزمایش تنش.

ششم	بار عامل					صفات
	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	
-0/05	0/07	-0/16	-0/10	0/60	-0/74	طول دوره رشد روشی
-0/07	0/05	0/23	0/35	-0/74	0/38	طول دوره رشد زایشی
-0/19	0/22	0/12	-0/12	0/43	0/59	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
0/29	-0/39	-0/02	0/22	0/56	0/45	طول ریشک (سانتی متر)
-0/14	-0/46	0/07	-0/09	0/45	0/50	طول سنبله (سانتی متر)
-0/06	0/006	-0/0006	0/17	0/53	0/60	طول غلاف برگ پرچم (سانتی متر)
-0/21	0/15	-0/09	0/09	0/33	0/75	طول پدانکل (سانتی متر)
0/42	-0/08	0/56	0/37	0/41	-0/20	طول برگ پرچم (سانتی متر)
0/14	0/11	0/32	0/77	0/24	-0/19	عرض برگ پرچم (سانتی متر)
0/02	0/25	-0/30	-0/001	0/40	0/60	تعداد دانه در سنبله
0/49	0/60	-0/43	0/14	-0/01	0/25	عملکرد دانه (گرم)
0/06	0/07	0/09	0/11	0/18	0/25	نسبت واریانس توجیه شده
0/78	0/72	0/64	0/55	0/44	0/25	جمع کل واریانس توجیه شده
1/07	1/21	1/56	1/87	3/19	4/40	ریشه های مشخصه

گروه‌بندی صفات بر اساس روابط داخلی میان آنها و بررسی گوناگونی ژنتیکی استفاده می‌گردد. علامت ضرایب عاملی در داخل هر عامل مبین ارتباط موجود میان این صفات می‌باشد. بزرگترین ضریب عاملی در هر عامل یا مجموعه ای از صفات معنی‌دار در یک عامل که از نظر مرفولوژی متمایز و مهم بودند برای نامگذاری عامل‌ها استفاده شدند. میزان واریانس هر عامل بر حسب درصد، اهمیت آن را در تفسیر تغییرات کلی داده‌ها نشان می‌دهد و میزان اشتراک صفت نشان دهنده بخشی از واریانس آن صفت است که با عامل-های مشترک ارتباط دارد. البته انجام تجزیه رگرسیون

در آزمایش تنش، شش عامل حدود 78 درصد و در آزمایش بدون تنش، پنج عامل حدود 72 درصد کل تغییرات را توجیه نمودند. لذا با توجه به صفات مؤثر در عوامل مذکور می‌توان نتیجه‌گیری نمود که برای تولید جوهایی با عملکرد دانه بالا در شرایط تنش خشکی، گیاهانی با مساحت بیشتر برگ پرچم، اندامهای تولید مثلی گسترده، دوره پر شدن دانه طولانی و ارتفاع مناسب را باید انتخاب نمود. در مجموع به این نکته می‌توان اشاره نمود که از تجزیه به عامل‌ها برای کاهش داده‌ها، توصیف و تشریح تنوع کل موجود در یک جامعه و تبیین سهم صفات در تنوع کل، همچنین

عامل ها استفاده کرد. نتایج تجزیه به عامل ها با تأکید بر نقش اجزاء اصلی عملکرد، چهار عامل پنهانی مؤثر بر عملکرد را که 98/18 درصد از واریانس کل را توجیه می نماید، استخراج کرد که با توجه به الگوی متغیرها تحت عنوان عوامل مقصد فیزیولوژیک، فنولوژیک، معماری گیاه و طولی نامگذاری شدند.

همانطوریکه مشاهده می شود، عوامل استخراج شده از این مطالعه گاهاً متفاوت با عوامل استخراج شده از کارهای دیگر محققان است. علت اختلاف موجود به تفاوت متغیرهای اندازه گیری شده، نوع ژنوتیپهای مورد مطالعه و شرایط محیطی تحقیق مربوط می شود. زیرا اطلاعات تجزیه به عامل ها به دامنه تنوع ژنتیکی و محیطی بستگی دارد (دلهولم و همکاران 2012).

تجزیه به عامل ها نشان داد چه اجزایی از عملکرد با صفات مرفولوژیک و فنولوژیک در ارتباط هستند. در نهایت می توان اظهار داشت در ژرم پلاسم مورد مطالعه تنوع کافی وجود داشت که از این تنوع می توان در برنامه های اصلاحی بهره جست. همچنین می توان شاخص های گزینش در شرایط تنش را، عملکرد دانه در واحد بوته و مشخصات برگ پرچم (طول، عرض و غلاف برگ پرچم) معرفی کرد.

گام به گام و محاسبه همبستگی بین صفات می تواند به عنوان روش های مکمل تجزیه به عامل ها مورد استفاده قرار گیرد.

خاوری نژاد و همکاران (1377)، توسط تجزیه به عامل ها، تنوع ژنتیکی گندم های دریافتی از سیمیت را بررسی کردند که در نهایت 6 عامل انتخاب شدند که جمعاً 69/26 درصد از تغییرات کل را توجیه کردند. عامل اول شامل عملکرد در کرت و وزن هزار دانه با توجیه 22/57 درصد از تغییرات، عامل دوم ارتفاع گیاه با 12/52 درصد، عامل سوم طول سنبله با 9/43 درصد، عامل چهارم رنگ دانه با 8/77 درصد، عامل پنجم دوره رسیدن با 8 درصد و عامل ششم زنگ زرد با 7/83 درصد، تغییرات را توجیه کردند.

سعیدی (1382)، از تجزیه عامل ها جهت بررسی عملکرد و اجزای آن در جو استفاده کرد. در این بررسی پنج عامل پنهانی را استخراج نمود که 92 درصد از تنوع را توجیه نمودند و با در نظر گرفتن الگوی صفات به ترتیب تحت عنوان عوامل ظرفیت پنجه زنی گیاه، ساختمان سنبله، عامل وزنی، ارتفاع با صفات همبسته و خصوصیات برگ پرچم نامگذاری شدند. قرنجیک (1381)، برای تجزیه و تحلیل عملکرد و اجزای آن در 162 لاین جو در شرایط شوری از تجزیه

منابع مورد استفاده

اشکانی ج، پاک نیت ه و قطبی و. 1383. بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه در گلرنگ بهاره (*Carthamus tinctorius* L.) با استفاده از تجزیه به عامل ها. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعی ایران. دانشگاه گیلان. صفحه 8.

جباری، ف.، احمدی، ا.، پوستینی، ک.، علیزاده، ح.، شریف زاده، ف.، و رنجبر، م. 1388. بررسی ظرفیت RWC و تبادل گازی در 7 ژنوتیپ متفاوت گندم در مقاومت به خشکی. فصلنامه علوم گیاهان زراعی ایران. شماره 40(2): صفحات 197-208.

جمشیدی مقدم، م.، پورداد، س.، و حاتم زاده، ح. 1385. بررسی ژرم پلاسم گلرنگ در کشت پاییزه در شرایط دیم. چکیده مقالات نهمین کنگره علوم زراعی ایران. دانشگاه گیلان. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان. صفحه 249.

خاوری نژاد، ص. 1377. بررسی تنوع ژنتیکی و پایداری لاین های گندم دریافتی از سمیت. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

سعیدی م، 1382. تجزیه و تحلیل چند متغیره عملکرد و اجزا آن در جو لخت. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

عبداللهیان نوقابی م، ردائی الاملی ز، اکبری غ ع و سادات نوری س ا، 1390. تأثیر تنش خشکی شدید پس از استقرار بوته روی خصوصیات مرفولوژیکی، کمی و کیفی 20 ژنوتیپ چغندر قند. فصلنامه علوم گیاهان زراعی ایران. شماره 42. (3): صفحات 464-453.

قرنجیک ش، 1381. تجزیه و تحلیل چند متغیره جهت بررسی تنوع ژنتیکی و برآورد اجزای عملکرد در لاین های جو تحت شرایط شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی زابل.

Abdi H, Williams LJ. Jackknife. In: Salkind NJ d, 2010. Encyclopedia of Research Design. Thousand aks, CA: Sage; 655–660.

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

Bramel PI, PN Hinz, DE Green and RM Shibles, 1984. Use of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. Euphytica 33:387-400.

Chaudhary BD, 1977. Variability correlation and path analysis in barley . Genet . 18:325-330.

Denis JC and MW Adams, 1972. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18:71-78.

Dehlholm C, Brockhoff PB, Bredie WLP, 2012. Confidence ellipses: a variation based on parametric bootstrapping applicable on multiple factor analysis results for rapid graphical evaluation. Food Qual Prefer, 26:278–280.

Eslami A, Qannari EM, Kohler A, Bougeard S, 2013. General overview of methods of analysis of multi-group datasets. Review of New Information Technologies. In press.

Estilai A, B Ehdaie, HH Naqvi, DA Dierig, DT Ray and AE Thompson, 1992. Correlations and path analysis of agronomic traits in guayule. Crop Sci. 32:953-957.

Franco J, Crossa J, Desphande S, 2010. Hierarchical multiple-factor analysis for classifying genotypes based on phenotypic and genetic data. Crop Sci, 50:105.

Garson GD, 2013. Factor Analysis. Asheboro, NC: Statistical Associates Publishers.

Guertin WH and JP Baily, 1982. Introduction to modern factor analysis. Edwards Brothers Inc., Michingan, 405p.

- Johnson RA and DW Wichern, 1988. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall International Int., London, 607p.
- Hervé A, Lynne JW, Dominique V, 2013. Multiple factor analysis: principal component analysis for multitable and multiblock data sets. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics Volume 5, Issue 2, Article first published online: 14 FEB 2013.
- Husson F, Lê S, Pagès J, 2011. Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R. Boca Raton, IL: CRC Press.
- Kumar A, Omae H, Egawa Y, Kashiwaba K and Shono M, 2006. Influence of Irrigation Level, growth stages and cultivars on leaf gas exchange characteristics in Snap Bean (*Phaseolus vulgaris*) under subtropical environment, JARQ 41(3): 201-206.
- Kumar A, Omae H, Egawa Y, Kashiwaba K and Shono M, 2006. Adaptation to Heat and Drought Stresses in Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the reproductive stage of development, JARQ 40(3): 213-216.
- Lawley DH, 1941. The estimation of factor loading by the method of maximum likelihood. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. (60): 64-82.
- Lawley DN and AE Maxwell, 1963. Factor Analysis as statistical method. Butterwoths, London, 453p.
- Panse VG 1957. Genetics of quantitative characters in relation to plant breeding. Indian J. Genet. 17:317-328.
- Seiler GJ and RE Stafford, 1985. Factor analysis of components of yield in guar. Crop. Science 25:905-908.
- Singh BD, 2001. Plant breeding: principles and methods. Kalyani publisher. 898 pp
- Walton PD, 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica 20:416-421.
- Walton PD. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Sci. 12, 731-733.