تجزیه و تحلیل عامل‌های مؤثر بر عملکرد دانه و گزینش ژنوتیپ‌های برتر در ۲۰ لاین سورگوم دانه‌ای

سیامک غفاری‌پور*[۱]، احمد مهربان[۲]

۱. دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم زیستی، دانشکده علوم زیستی دانشگاه آنتورپ، آنتورپ، بلژیک

۲. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۳۰

چکیده

به منظور مطالعه تجزیه و تحلیل چند متغیره و تجزیه به عامل‌ها برای دستیابی ارتباط برخی از صفات کمی با عملکرد دانه و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، بیست لاین سورگوم دانه‌ای حاصل از طرح‌های کراسینگ بلوک به همراه شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی بلوچستان در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها برای میانگین مربعات اکثر صفات به جز روز تا جوانه‌زنی و تعداد برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت. رگرسیون چند متغیره خطی نشان داد که در محیط مساعد (عدم وجود تنش شدید خشکی و دما) اثر مستقیم وزن هزار دانه و طول خوشه برعملکرد دانه مثبت بود (به ترتیب ۰/۱۵۶ و ۰/۸۷۷). بنابراین وزن هزار دانه و طول خوشه مهمترین جزء عملکرد دانه در سورگوم محسوب شده و افزایش عملکرد دانه از طریق گزینش برای آن امکان پذیر است. بر اساس نتایج تجزیه کلاستر، ژنوتیپ ها به دو گروه دسته‌بندی شدند. با انجام تجزیه به عامل‌ها از طریق استخراج ریشه‌های راکد، چهار عامل در مجموع ۸۳/۵۶ درصد تغییرات داده ها را توجیه کردند. نتایج حاصل از بررسی ضرایب عاملی، اهمیت صفات وزن هزار دانه، طول خوشه و صفات مربوط به خصوصیات رویشی (روز تا گلدهی، تعداد برگ و روز تا جوانه‌زنی) در گزینش ژنوتیپ‌ها را نشان داد. در مجموع از این آزمایش ژنوتیپ‌های KGS1، KGS4، KGS6، KGS8، KGS12، KGS13 و KGS17 با توجه به عملکرد دانه بالاتر از شاهد و همچنین برتری نسبی در طول خوشه و وزن هزار دانه، به عنوان ارقام برتر برای انجام آزمایشات تکمیلی پایداری انتخاب شدند.

واژگان کلیدی: تجزیه به عامل ها، تجزیه تحلیل چند متغیره، سورگوم دانه‌ای، عملکرد دانه

مقدمه

سورگوم زراعی با نام علمی *Sorghum bicolor* Moench (L) گیاهی از خانواده غلات است که وزن دانه آن بین ۲۰ تا ۳۰ میلی گرم بوده و بذر آن به رنگ‌های مختلف اعم از سفید، زرد، قرمز، قهوه‌ای و... دیده می‌شود (Walker, 1999؛ Wong et al., 2010؛ Audilakshmi et al., 2011). سورگوم با شرایط آب و هوایی ایران سازگاری خوبی دارد و علاوه بر ارقام بومی متداول، کشت ارقام هیبرید پرمحصول سورگوم نیز در ایران رو به افزایش است (فومن اجیرلو، ۱۳۷۵).

Email:siamak.ghaffaripour@student.ua.ac.be

www.SID.ir

Archive of SID

بهبود ژنتیکی و افزایش دانـه و عملکـرد سـورگوم جـزء اولین اقدامات برنامه‌های افـزایش عملکـرد سـورگوم دانـه‌ای است. هرچند در ۱۰ سال اخیر بهبود ژنتیکی سورگوم آهسـته بوده است که اثر متقابل ژنوتیپ در محیط یکی از دلایـل ایـن نـرخ پیشـرفت آهسـته بـوده اسـت (DeLacy et al., 2010; Audilakshmi et al., 2011).

در ارزیابی سورگوم بوسـیله Bean و همکـاران (۲۰۰۰)، عملکرد دانه ۷٦ رقم از ۲/۸ الی ۱۱/۷ تن در هکتار متغیر بود. در تحقیقی تعداد ۱۰ رقم سورگوم دانه‌ای مورد بررسـی قـرار گرفت و سه رقم NK300, H45 و EX218 بـه ترتیـب دارای عملکرد دانه ۸/۸، ۷/۷ و ۷/۸ تن در هکتار بودند (Young et al., 1995).

Aruna و همکاران (۲۰۱۱) برای ارزیـابی حساسـیت بـه پروانه ساقه، تنوع ژنتیکی هفت ژنوتیپ سـورگوم دانـه‌ای بـه همراه دو والد حساس را بررسی کردند و آنها را با اسـتفاده از تجزیه کلاسـتر بـه دو گـروه حسـاس و مقـاوم گـروه بنـدی نمودنـد. Snowden (۱۹۳٦) سـورگوم را در ۳۱ کولتیـوار، ۱۷ گونه وحشی و ٤ گونه علف هرز دسته بندی کرد.

با توجه به رابطه پیچیده صفات با همدیگر و بدلیل وجود همبستگی‌های منفی بین صفات مرتبط با عملکرد، لازم است از روش‌های آماری چند متغیره، جهت درک عمیق‌تر روابط بین صفات بهره برد. در این بین تجزیه به عامل‌ها یک روش آماری موثر در کاهش حجم داده‌ها و نتیجه‌گیری قطعی از داده‌هایی است که همبستگی بالایی را بین متغیرهای اولیه نشان می‌دهند (Cooper, 1983). این روش به طور مؤثری برای درک روابط و ساختار اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیکی گیاهان زراعی به کار گرفته شده است (Bramel et al., 1984).

Walton (۱۹۷۱) برای مطالعه خصوصیات گیاهی و تعیین معیار گزینش مناسب برای افزایش عملکرد از روش تجزیه عامل‌ها استفاده نمود. نامبرده اظهار داشت که از نظر وارد نمودن یا ننمودن عملکرد دانه در تجزیه به عامل‌ها بین صاحب نظران اختلاف عقیده وجود دارد (Walton, 1971)، به عنوان نمونه Damania و Jackson (۱۹۸٦) در تجزیه به عامل‌ها عملکرد دانه را دخالت ندادند. در حالی که Bramel و همکاران (۱۹۸٤) بر برآورد نمودن عملکرد همراه با دیگر صفات در تجزیه به عامل‌ها تاکید داشته اند.

در ارزیابی بوسیله Gupta و همکاران (۱۹۹۹) تجزیه به عامل‌ها، ۱۵ صفت مرتبط با عملکرد و کیفیت دانه را به ۵ عامل اصلی رسیدگی، خصوصیات سنبله، خصوصیات دانه، کیفیت پروتئین و پنجه زنی کاهش داد. Dawari و Luthra (۱۹۹۱) در مطالعات خود نشان دادند که انتخاب بر اساس صفات شاخص برداشت، تعداد خوشه در هر گیاه و طول خوشه می‌تواند برای بهبود عملکرد مؤثر باشد. Wong و همکاران (۲۰۱۱) بیان نمودند که در تجزیه به مؤلفه‌های صفات، محتوای آمیلوز و نشاسته همراه با قابلیت هضم پروتئین در سورگوم دانه ای، ۹٤ درصد از تنوع در قابلیت هضم پروتئین را به خود اختصاص دادند. در مطالعات همبستگی فاکتورهای کیفی در سورگوم دانه‌ای بوسیله Buffo و همکاران (۱۹۹۸)، دو فاکتور بر اساس تجزیه به مؤلفه ها بر پایه ماتریس واریانس – کواریانس، ۹۵ درصد تغییرات را توجیه نمود.

با توجه به نیاز روزافزون تولید دام و طیور در کشور و اینکه بخش قابل توجهی از اراضی کشور در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد، هدف از این تحقیق انتخاب لاین‌های برتر حاصل از تلاقی سورگوم دانه‌ای با استفاده از روش آماری چند متغیره و تجزیه به عامل‌ها بر روی داده‌های حاصل، جهت بررسی ساختار پیچیده صفات و تعیین اهمیت نسبی صفات مورد بررسی برای تعیین ژنوتیپ‌های برتر بود.

مواد و روش ها

در این طرح ۱۸ ژنوتیپ خالص سورگوم دانه‌ای KGS1 (G1)، KSG2 (G2)، KSG3 (G3)، KSG4 (G4)، KSG5 (G5)، KSG6 (G6)، ، KSG7 (G7)، KSG8 (G8)، KSG9 (G9)، KSG10 (G10)، ، KSG11 (G11)، KSG12 (G12)، KSG13 (G13)، KSG14 (G14)، ، KSG15 (G15)، KSG16 (G16)، KSG17 (G17)، KSG18 (G18) کـه طـی چنـدین

www.SID.ir

برنامه اصلاحی تلاقی و خالص سازی ژنوتیپ‌های انتخابی بر اساس روش شجره‌ای ایجاد شده بودند، به همراه دو شاهد سپیده (G19) و رقم محلی (G20) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. میزان کود مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه متخصصین، فسفات آمونیوم به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار دو هفته قبل از کاشت، کود اوره (N=46%) به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم بصورت سرک به زمین داده شد، کشت در روی پشته‌ها با فاصله خطوط ٦٠ سانتیمتر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در ٤ خط ۷ متری انجام گردید. در طول دوره رشد مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل آبیاری، وجین علف‌های هرز و دادن کود اوره سرک بصورت نواری در پای بوته‌ها انجام شد. صفات مورد نظر از قبیل تاریخ سبز کردن، تاریخ گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد برگ، طول پانیکول، وزن هزار دانه و مشاهده هر گونه آفات و بیماری‌ها هر کدام بموقع ثبت شدند. بعد از رسیدن دانه با حذف حواشی، برداشت از سطح ۸/٤ متر مربع انجام گرفت و بعد از خرمنکوبی توزین و با رطوبت به ۱۲درصد تصحیح شد.

داده‌های جمع‌آوری شده بر اساس موازین طرح مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام پذیرفت. کلیه محاسبات وتجزیه های آماری از قبیل تجزیه همبستگی و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel 2010، SPSS 18 و Minitab 14.13 انجام شد. تجزیه کلاستر بر اساس میانگین داده‌های صفات انجام گردید. برای تعیین فاصله بین ژنوتیپ‌ها از مربع فاصله اقلیدسی (Squared Euclidean Distnce) و برای ادغام کلاسترها برای صفات مورد بررسی از روش Ward استفاده گردید. ضریب کوفنتیک بوسیلهٔ نرم افزار NTSYS محاسبه شد که برابر (۰/۸۸ =R^2) بود. تجزیه به عامل‌ها با روش چرخش عاملی وریماکس با روش استاندارد کردن کایزر صورت گرفت.

نتایج

جدول ۱ میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات فنوتیپی صفات را نشان می‌دهد. با توجه به درصد تغییرات فنوتیپی و همچنین نتایج تجزیه واریانس، از نظر اکثر صفات مورد ارزیابی، تنوع زیادی در بین بیشتر ارقام سورگوم دانه‌ای مورد بررسی مشاهده گردید (جدول ۱ و ۲). بیشترین درصد تغییرات فنوتیپی، مربوط به تعداد پنجه بود، از نظر تعداد روز تا گلدهی بین زودرس‌ترین و دیررس‌ترین ژنوتیپ ۲۰ روز اختلاف وجود داشت که کمترین درصد تنوع محاسبه شده بین صفات را دارا بود. میانگین عملکرد ٥/٦١١ تن در هکتار بود که با دامنه تغییرات بسیار بالا محاسبه گردید.

جدول ۱: حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار و درصد تغییرات فنوتیپی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه ای

صفات	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	واریانس	درصد تغییرات فنوتیپی
روز تا جوانه زنی	۲/۳۲	۲/۰۰	۳/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۹۹	۲۰/۱۸
روز تا گلدهی	٦۰/۰۸	٥۰/۳۳	۷۰/۰۰	۱/۱۳	۲٥/٤۷	٦/٤۰
تعداد برگ	۹/٤۲	۷/۳۳	۱۱/۰۰	۰/۱۹	۰/۰٤۸	۱٤/۰۱
تعداد پنجه	۱/۲۹	۱	۱/۹۳	۰/۰٤۹	۰/۰٤۸	۲۲/۸۹
ارتفاع	۱۰۹/۲۸	۸۸/۱۱	۱٤٤/۱۱	۳/٤۳	۲۳٥/۰٤	۸/۲۱
طول خوشه	۲۳/۱۲	۱۷/۱۱	۲۸/۰۰	۰/٥۸۹	۹/۹٤٦	۸/۸۲
وزن هزار دانه	۲۷/٥٥	۲۱/۲۷	۳۳/۹٦	۰/٦۸۷	۹/٤٥۳	۱۰/٦۹
عملکرد	٥/٦۱۱	۲/٥۱	۸/٤٦	۰/۱٥۸	۱/۸۷۰	۲۲/۷۱

www.SID.ir

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)						
		روز تا جوانه زنی	روز تا گلدهی	تعداد برگ	تعداد پنجه	ارتفاع (سانتیمتر)	طول خوشه (سانتیمتر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (تن در هکتار)
تکرار	۳	۰/۳۱۷ ns	۳۸/۷۷۹ ns	۷/۱۶۹ **	۰/۰۶۸ ns	٤۷/٤۳۳ ns	۱/٥۳۲ ns	۰/۸٦۰ ns	۰/۰۹۳ ns
رقم	۱۹	۰/۲۱۳ ns	۸۰/۲٤۹ **	۲/۲۲۳ ns	۰/۱۷٥ *	۷٦۱/۰۲۸ **	۲٥/۷۷٤ **	۲٥/٥٤۳ **	۰/۹۹۰ **
خطا	٥۷	۰/۲۲۰	۱٤/۸٦۷	۱.۷۱۹	۰/۰۹۲	۸۰/۱٥۸	٤/۲۱۲	۸/٦۳٦	۰/۳۱۱
CV%		٪۲۰/۱۸	٦/٤۰	۱٤/۰۱	۲۲/۸۹	٪۸/۲۱	٪۸/۸۲	٪۱۰/٦۹	٪۲۲/۷۱

* و ** اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ٥٪ و ۱٪ و ns اختلاف غیر معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای مورد بررسی

ژنوتیپ	روز تا جوانه زنی	روز تا گلدهی	تعداد برگ (در بوته)	تعداد پنجه (در بوته)	ارتفاع (سانتیمتر)	طول خوشه (سانتیمتر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (تن در هکتار)
G1	۲/٥۰a	٦۲/۷٥ abcd	۹/۹۲a	۱/٥٥ab	۹۸/۷٥cde	۲۲/۰۰bcde	۳۲/۹۸a	۷/٤۲a
G2	۲/۲٥۰a	٦۰/٥۰bcde	۹/۹۲ a	۱/۳۰bc	۱۰۱/۲cde	۲٦/۱۷ab	۲۷/۹۳abcd	٤/٦٦d
G3	۲/۲٥۰a	٥۳/۲٥e	۸/٦۷ab	۱/٥۰abc	۹٥/۸۳de	۱۷/۸۳e	۲٦/٥٥abcd	٥/۳۱abcd
G4	۲/٥۰۰a	٥٦/٥۰de	۹/۱۷ ab	۱/۲۰bc	۱۰٦/٥cde	۲۰/۷٥de	۲٦/۲٤bcd	٦/۰٤a
G5	۲/۲٥۰a	٥٦/۰۰de	۷/۱۷b	۱/۱۰bc	۱۰۷/۲cde	۲٦/٥۰ab	۲٤/۹۸cd	٥/٦۹abc
G6	۲/۰۰a	٦۷/۲٥ab	۱۰/٥۸ a	۱/۱٥bc	۱۱۳/۰bcd	۲۲/۰۸bcde	۲۹/٤۸abcd	٥/۹٦abc
G7	۲/۲٥a	٦۰/۷٥bcde	۹/۸۳ a	۱/۱۰bc	۸۹/٦۷e	۲٤/٤۲abcd	۲٥/٦۲bcd	٥/۲۸abcd
G8	۲/٥۰a	٦۲/۰۰bcd	۸/۹۲ ab	۱/۰۰c	۱۲۸/٦ab	۲۸/۳۳a	۲۳/٥۰d	٦/۹۱ab
G9	۲/٥۰a	٥۸/۷٥bcde	۹/۱۷ ab	۱/۲٥bc	۱۰٤/۳cde	۲۰/٦۷de	٦٦/۲۷abcd	٤/۳۱abcd
G10	۲/۲٥a	٥۹/۷٥bcde	۸/۹۲ ab	۱/٥٥ab	۱۱۰/۷bcd	۲٥/۹۲abc	۳۰/٤۱abc	٤/۸٥bcd
G11	۲/۰۰a	٦۰/۷٥bcde	۱۰/۲٥ a	۱/۲۰bc	۹۸/۲٥cde	۲۳/٤۲bcd	۳۲/۱۷ab	٥/٦۹abcd
G12	۲/٥۰a	٦۱/۰۰bcde	۱۰/۰۸ a	۱/۲۰bc	۱۰۷/۳cde	۲۱/٥۰cde	۲۷/۲۷abcd	۷/٥٤a
G13	۲/۰۰a	٥۷/٥۰cde	۹/۱۷ ab	۱/٤٥abc	۱۱۳/۸bcd	۲۱/٤۲cde	۲۸/۷٦abcd	٦/٦٥a
G14	۲/۷٥a	٥۲/۷٥e	۸/٥۸ ab	۱/٤۰abc	۱۱٤/٦bcd	۲۲/۹۲bcd	۲۸/۹۲abcd	٤/٥٦ abcd
G15	۲/۰۰a	٦۲/۰۰bcd	۹/۳۳ ab	۱/٤٥abc	۹٥/٤۲de	۲۰/۹۲de	۲۸/٤٤abcd	٥/۳٤abcd
G16	۲/٥۰a	٦۲/٥۰abcd	۹/۱۷ ab	۱/٥٥ab	۱۰۳/۰cde	۲٥/٥۸abc	۲٥/۷۰bcd	٥/٥۹abcd
G17	۲/٥۰a	٦۰/۰۰bcde	۹/۲٥ ab	۱/۱٥bc	۹٦/۳۳de	۲٤/٤۲abcd	۲۷/٥۳abcd	٦/۲٦abcd
G18	۲/٥۰a	٦٦/۰۰abc	۹/٦۷ a	۱/۲۰bc	۱۱۷/۲bc	۲۲/۰۸bcde	۲٥/۲۲cd	۳/۸۸cd
G19	۲/۰۰a	۷۰/۲٥a	۱۰/۱۷ a	۱/۳۰bc	۱٤۱/۱a	۲۳/۰۸bcd	۲۳/٥۷d	٤/٥٤abcd
G20	۲/٥۰a	٥٤/٥۰de	۹/٥۰ a	۱/۸٥a	۱۳۷/٦a	۲٥/۱۷abcd	۲۷/۰٥abcd	٥/۷۳abcd

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤: ریشه‌های ویژه در تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن کلیه صفات و با حذف عملکرد دانه

عامل ها	ریشه راکد		درصد واریانس		درصد واریانس تجمعی	
	با عملکرد	بدون عملکرد	با عملکرد	بدون عملکرد	با عملکرد	بدون عملکرد
١	٢/٣٧٠	٢/٠٤٥	٢٩/٦٣	٢٩/٢١	٢٩/٦٣	٢٩/٢١
٢	١/٩٧٨	١/٥٠٨	٢٤/٧٣	٢١/٥٤	٥٤/٣٥	٥٠/٧٥
٣	١/٢٢٦	١/١٨٢	١٥/٣٣	١٦/٨٩	٦٩/٦٨	٦٧/٦٤
٤	١/١١١	١/١٠٦	١٣/٨٨	١٥/٨٠	٨٣/٥٦	٨٣/٤٤

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های بررسی شده در جدول شماره ٢ آمده است. با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات مورد بررسی در سطح احتمال ١درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج فوق و مشاهده اختلافات، ادامهٔ مطالعات و تجزیه و تحلیل‌های تکمیلی ضروری به نظر می‌رسد.

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ٥ درصد به روش دانکن برای صفات مورد بررسی صورت گرفت که نتایج آن به صورت خلاصه در جدول ٣ نشان داده شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تعداد برگ ارقام مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند، ولی مقایسه میانگین به روش دانکن برای این صفت اختلاف آماری نشان داد. این نتیجه به دلیل این است که میانگین تیمارها در اطراف میانگین کل آزمایش بصورت قرینه قرار گرفته‌اند که این امر موجب کوچک شدن واریانس تیمار و در نتیجه معنی‌دار نشدن آن شده است در صورتیکه بین چند جفت میانگین تفاوت بارزی مشاهده می‌شود. به عبارتی بر خلاف نتایج تجزیه واریانس، ارقام مورد مطالعه از نظر تعداد برگ اختلاف معنی‌داری با هم نشان دادند.

نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد برگ در ژنوتیپ‌های G6 و G19 به ترتیب با ١٠/٥٨ و ٨/٥٨ برگ در بوته وجود داشت. بیشترین عملکرد از رقم G12 به میزان ٧/٥٤ تن در هکتار و کمترین آن نیز در تیمار G18 به میزان ٣/٨٨ تن در هکتار بدست آمد.

جدول ٥ نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، بر مبنای مقادیر ویژه بزرگتر از یک در هر دو حالت وارد ننمودن و نمودن عملکرد (ضریب KMO با عملکرد ٦٠/١٢ و بدون عملکرد ٢٩/٤٢)، تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن ٤ عامل انجام گرفت. این عوامل در کل ٨٣/٥٦ درصد (کلیه صفات) و ٨٣/٤٤ درصد (بدون عملکرد) تغییرات داده‌ها را در برگرفتند و عامل اول بیشترین حجم (٢٩/٦٣ درصد) از تغییرات داده‌ها را در برگرفت (جدول ٤).

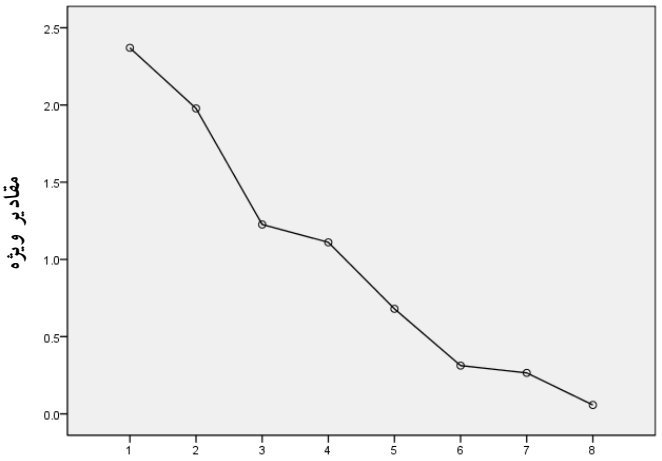
نمایش تغییرات مقادیر ویژه در ارتباط با عامل ها برای صفات مورد بررسی نشان داد که می‌توان ٤ عامل را به عنوان عوامل مهم که بیشترین نقش را در تبیین واریانس داده ها دارند، استخراج کرد (شکل ١). همچنین نمودار سه بعدی دوران یافته صفات مورد بررسی به عامل‌های اول، دوم و سوم در شکل ٢ می‌توان مشاهده کرد.

جدول ٥: نتایج تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن کلیه صفات

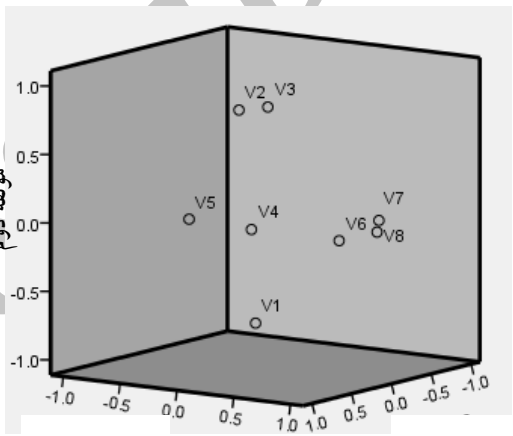
متغیر	١	٢	٣	٤
روز تا جوانه زنی	٠/١٨٤	-٠/٧٠٦	٠/٣٨٤	-٠/١٢٥
روز تا گلدهی	-٠/٠٤٠	٠/٨١٢	٠/٢٧٤	-٠/٣٦٤
تعداد برگ	٠/١١٦	٠/٨٣٠	٠/١٣٤	٠/٠٠٠
تعداد پنجه	-٠/٠١٢	-٠/٠٧٥	٠/١٥٦	٠/١٥٧
ارتفاع	-٠/٠٤٩	٠/١٠٢	٠/٨٨٨	-٠/٢٢٠
طول خوشه	٠/٨٨٢	-٠/٠٤١	٠/٣٣١	٠/٣٤١
وزن هزار دانه	٠/٧٨١	-٠/٠٧٨	-٠/٢٩٠	-٠/٠٣٧
عملکرد	٠/٩٤٩	٠/٠٥٥	-٠/٠٧٤	

Archive of SID

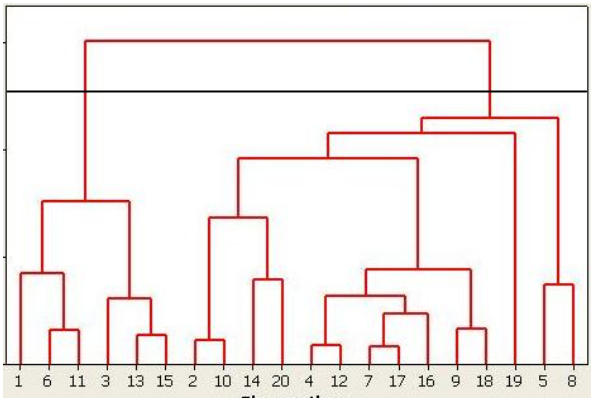
www.SID.ir



شکل ۱: نمودار اسکری گراف برای تعیین تعداد عامل ها در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه ای



شکل ۲: نمودار سه بعدی پراکنش متغیرها نسبت به عامل‌های استخراج شده در سورگوم دانه‌ای



شکل ۳: تجزیه کلاستر صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای (1) G1، (2) G2، (3) G3، (4) G4، (5) G5، G6 (6)، (7) G7، (8) G8، (9) G9، (10) G10، (11) G11، (12) G12، (13) G13، (14) G14، (15) G15، (16) G16، (17) G17، G18 (18)، سپیده (19) و رقم محلی (20)

با توجه به شکل ۳ تعداد کلاستر بدست آمده مربوط به کلیه صفات مورد مطالعه برابر ۲ می‌باشد (برش از جایی است که بیشترین فاصله وجود دارد که در شکل بوسیله خط افقی نشان داده شده است).

رگرسیون چند متغیره خطی نشان داد که در شرایط تنش ملایم خشکی و دما، وزن هزار دانه و طول خوشه برعملکرد دانه اثر مستقیم و مثبت دارند (جدول ٦).

جدول ٦: اثرات مستقیم و غیرمستقیم طول بر عملکرد دانه از طریق طول خوشه و وزن هزار دانه

صفات	اثرات مستقیم	اثرات غیرمستقیم		باقیمانده
		طول خوشه	وزن هزار دانه	
طول خوشه	۰/۸۷۷	–	۰/٤۱۰	
وزن هزار دانه	۰/۱٥٦	۰/۰۷۳	–	
				۰/۰۷٤

بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات، تنوع وجود دارد. در تحقیقی، آذری نصیر آباد و رمضانی (۱۳۹۰) تنوع و روابط موجود بین صفات مورفولوژیکی با عملکرد را مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند لاینها و ارقام مورد مطالعه از نظر اکثر صفات تفاوت آماری معنی داری در سطح ۱٪ نشان دادند که حاکی از وجود تنوع بین لاین ها و ارقام مورد مطالعه بود.

با توجه به مزایای متعدد تجزیه به عامل‌ها و حصول اطلاعات کاملی از همبستگی بین صفات برای درک عمیق‌تر ساختار داده‌ها، از تجزیه آماری چند متغیره و تجزیه به عامل‌ها استفاده شد (مقدم و همکاران، ۱۳۷۳). تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن ٤ عامل در کل ۸۳/٥٦ درصد تغییرات داده ها را در برگرفتند. ضریب KMO بالا به دست آمده (با عملکرد ٦۰/۱۲ و بدون عملکرد ۲۹/٤۲) و نیز معنی‌دار با در نظر گرفتن عملکرد و نیز معنی دار بودن آزمون اسفریسیتی بارتلت برای حالت با عملکرد و معنی‌دار نبودن آن

Archive of SID
www.SID.ir

برای حالت بدون عملکـرد بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای انجام تجزیه به عامل‌ها در حالت در نظـر گرفتن عملکرد می‌باشد ولی برای حالت بدون در نظر گـرفتن عملکرد همبستگی متغیرهای اولیـه بـرای انجـام ایـن تجزیـه مناسب نمی باشد. معیار انتخاب تعداد عامل‌ها بر اساس تعداد ریشه‌های بزرگتر از یک بود و از آنجایکه تعداد متغیرهای‌اولیه مورد استفاده در تجزیه به عامل‌ها برابر هشت بود.

براساس فرمول $F<(P+1/2)$ (که در آن P و F به ترتیب نشان دهنده تعداد متغیرها و عامل‌ها است) انتخاب چهـــار عامل با اصول ارائه شده نیز مطابقت دارد. Buffo و همکـاران (۱۹۹۸) تجزیه به عامل‌هـا را بـر اسـاس مـاتریس واریـانس- کواریانس و ماتریس همبستگی بـر روی فـاکتورهـای کیفیـت سورگوم دانه‌ای انجام دادند که در حالت اسـتفاده از مـاتریس واریـانس- کواریـانس دو عامـل ۹۵ درصـد از واریـانس کـل صفات و بر اساس ماتریس همبستگی پنج عامل ۸۵ درصـد از واریانس کل صفات مورد بررسی را در بر داشتند.

اختصاص صفات به عوامل مختلف بر اساس مقادیر ضرایب عاملی بعد از انجام چرخش عامل‌ها صورت گرفته است. به‌این ترتیب که ضرایب عاملی بزرگتر از نیم صرف‌نظر از علامت مربوطه، به عنوان ضرایب معنی‌دار در نظر گرفته شده‌اند (مقدم و همکاران، ۱۳۷۳). عامل اول که بیشترین حجم (۲۹/٦۲۷ درصد) از تغییرات داده‌ها را در برگرفت دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای عملکرد، طول خوشه و وزن هزار دانه بود که می‌توان آن را عامل مؤثر بر عملکرد نامگذاری کرد. Damania و Jackson (۱۹۸٦) عامل سوم را عامل مؤثر بر خصوصیات سنبله معرفی کردند. همچنین Yildrim و همکاران (۱۹۹۳) صفت طول سنبله را در عامل دوم معرفی کردند. عامل دوم که (۲٤/۷۳ درصد) از تغییرات داده‌ها را در برگرفت دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای روز تا گلدهی و تعداد برگ و دارای ضریب بزرگ و منفی برای روز تا جوانه زنی بود که می‌توان آن را عامل مؤثر بر رشد رویشی نامگذاری کرد. Yildrim و همکاران (۱۹۹۳) عامل ششم را به عنوان عامل مؤثر بر مراحل رشدی مانند روز تا رسیدن و زمان سنبله دهی و Damania و Jakson (۱۹۸٦) عامل اول را به عنوان عامل مؤثر بر خصوصیات رویشی معرفی کردند. زینالی و همکاران عامل پنجم را به عنوان عامل تعداد معرفی کردند که تعداد روز تا رسیدگی و تعداد کل برگ دارای ضرایب عاملی مثبت بود. عامل سوم که (۱۵/۳ درصد) از تغییرات داده‌ها را در برگرفت دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای ارتفاع بود که می‌توان آن را عامل مؤثر بر ارتفاع نامگذاری کرد. Xiao و Pei (۱۹۹۱) عامل اول را به عنوان عامل مؤثر بر ارتفاع نامگذاری نمودند. عامل چهارم که (۱۳/۸۸) از حجم تغییرات را در بر گرفت، دارای ضریب مثبت برای طول خوشه (۰/۳٤۱) و ضریب منفی برای روز تا گلدهی (۰/۳٤٦-) بود.

بر اساس تجزیه کلاستر، ژنوتیپ ها بـه دو گـروه تقسـیم شدند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های ۸، ۵، ۱۹، ۱۸، ۹، ۱٦، ۱۷، ۷، ۱۲، ٤، ۲۰، ۱٤، ۱۰ و ۲ مـی‌باشـد. گـروه دوم شـامل ژنوتیـپ‌هـای ۱۵، ۱۳، ۳، ۱۱، ٦ و ۱ مـی‌باشـد. در مطالعـه Thshome و همکاران (۱۹۹۷) از صفات مورفولوژیـک بـرای برآورد تنوع میان نژادهای بومی سورگوم اسـتفاده گردیـد کـه ۱۷۷ نمونه را با استفاده از تجزیه کلاستر به پنج گـروه تقسـیم نمودند.

گزینش مستقیم برای طول خوشه موجب افزایش عملکرد در برنامه‌های بهنژادی می‌باشد و بمنظور دستیابی بـه عملکـرد بیشتر، باید به صفاتی مانند طول خوشه که همبستگی زیادی با عملکـرد دارنـد توجـه شـود (Kumar and Mahadevappa, 1998). در اثرات مستقیم، بیشترین اثر را صفات طول خوشـه و وزن هزار دانه بر روی عملکرد داشـتند بنـابراین وزن هـزار دانه و طول خوشه مهمترین جزء عملکـرد دانـه در سـورگوم محسوب شده و افزایش عملکرد دانه از طریق گـزینش بـرای آن امکان پذیر است، ولـی وزن هـزار دانـه بـر روی عملکـرد (۰/۱۵٦)، سهم کمی از تغییرات را توجیه میکنـد بنـابراین بـه تنهایی نمی‌تواند معیار مطمئن برای انتخـاب ژنوتیـپ‌هـای بـا عملکرد بالا باشد. با توجه به نتایج تجربه مرحله ای رگرسیون در ذرت دانه ای، زینالی و همکاران (۱۳۸٤) بیان نمودنـد کـه

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان انتخاب را بر اساس صفات ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد کل برگ انجام داد. آذری نصیرآباد و رمضانی (۱۳۹۰) بیان نمودند که وزن خشک خوشه بیشترین تاثیر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت. در حالی که تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و طول خوشه از طریق وزن خشک خوشه تاثیر غیرمستقیم بر عملکرد داشتند.

میانگین عملکرد دانه لاین‌های مورد مطالعه بین ۳/۸۷ تا ۷/٤۱ تن در هکتار و لاین‌های ۱۸ و۱ به ترتیب کمترین و بیشترین عملکرد دانه را تولید نمودند. در مجموع با تلفیق داده‌ها، نتایج نشان داد که میانگین عملکرد دانه لاین‌های مورد بررسی در این آزمایش در دامنه‌ای بین ۳/۸۸ تا ۷/٤۲ تن در هکتار و لاین‌های ۱، ۱۳، ٤، ۱۲، ۵ و ۸ به ترتیب بیشترین عملکرد دانه را تولید نمودند.

نتیجه گیری نهایی

بر اساس نتایج، از این آزمایش ژنوتیپ های ۱، ٤، ٦، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۷ با توجه به عملکرد دانه بالاتر نسبت به شاهد و همچنین برتری نسبی برای صفات طول خوشه و وزن هزار دانه، میتوانند به عنوان ژنوتیپ‌های برتر برای مطالعات تکمیلی تجزیه پایداری انتخاب شوند. ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۸، ۱۲ و ۱۸ برای صفات طول خوشه و وزن هزار دانه نسبت به شاهد برتری نشان دادند که می‌تواند در آزمایشات تکمیلی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین ژنوتیپ شماره ۱ بدلیل دارا بودن بیشترین عملکرد و همچنین طول خوشه و وزن هزار دانه بالاتر و میانگین تعداد برگ نسبتا بالا در این آزمایش به عنوان ژنوتیپ برتر، می‌تواند در بررسی‌های پایداری مورد توجه قرار گیرند.

منابع

آذری نصرآباد، ع. و رمضانی، س.ح.ر. (۱۳۹۰). تجزیه و تحلیل همبستگی و علیت عملکرد دانه و اجزاء آن در ارقام سورگوم دانه ای. مجله تولید گیاهان زراعی. جلد ۲. صفحه ۵۱ – ٦۲.

زینالی، ح.، نصرآبادی، ع.، حسین زاده، ه، چوگان، ر. و سبکدست، م. (۱۳۸٤). تجزیه به عامل ها در ارقام هیبرید ذرت دانه ای. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳٦ ، شماره ٤. صفحه ۸۹۵-۹۰۲.

فومن اجیرلو، ع. (۱۳۷۵). اصلاح سورگوم در ایران در سال‌های ۱۳۷۵– ۱۳٦۵ همراه با نتایج تحقیقات به نژادی آن. انتشارات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

مقدم، م.، محمدی شوطی، ا. و آقائی سربرزه، م. (۱۳۷۳). آشنائی با روش‌های آماری چند متغییره (ترجمه). انتشارات پیشتاز علم. صفحه ۲۰۸.

Aruna, C., Priya, A.R., Neeraja, C.N., Patil, J.V. and Visarada, K.B.R.S. (2011). Diversity analysis using ISSR markers for resistance to shoot pests in sorghum. Crop Protection. 1-8. Article in press.

Audilakshmi, S., Das, I.K., Ghorade, R.B., Mane, P.N., Kamatar, M.Y., Narayana, Y.D. and Seetharama, N. (2011). Genetic improvement of sorghum for grain mould resistance: I. Performance of sorghum recombinant inbred lines for grain mould reactions across environments, Crop Protection, Article in press.

Bean, B., Winter, S., Pictsch, D., Cassens, R., Rowland, M. and Vanmeter, R. (2000). Forage sorghum variety trial. Result demonstration report. Texas, U.S.A.

Buffo, R.A., Weller, G.L. and Parkhurst, A.M. (1998). Relationships among grain Sorghum quality factors. Cereal Chemistry, 5(1): 100-104.

Bramel, P.J., Hinnz, P.N., Green, D.E. and Shibles, R.M. (1984). Use of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soy been. Euphytica, 33: 387-400.

Cooper, J.C.B. (1983). Factor analysis. An overview. American Statistician, 37(2): 141 –147.

Damania, A.B. and Jackson, M.T. (1986). An application of factor analysis to morphological data of wheat and barley landraces from the Bheri River Valley. Nepal Rachis, 5(2): 25 –30.

Archive of SID
www.SID.ir

Dawari, N.H. and Luthra, O.P. (1991). Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.) Indian Journal of Agricultural. Research, 25: 515-518.

DeLacy, I.H., Kaul, S. Rana, R.A. and Cooper, M. (2010). Genotypic variation for grain and stover yield of dryland (rabi) sorghum in India 1. Magnitude of genotype×environment interactions. Field Crops Research, 118: 228–235.

Gupta, A.K., Mittal, R.K. and Ziauddin, A.Z. (1999). Association and factor analysis in Spring wheat. Annals of Agricultural Research, 20: 481 – 485.

Kumar, G.S. and Mahadevappa, M. (1998). studies on genetic variability, correlation and analysis in rice during winter across the location. Karnataka Journal of Agriculturlal Science, 11 (1): 73-77.

Snowden, J.D. (1936). The cultivated races of sorghum. Adlard and Son, London

Teshome, A., Baum B.R., Fahrig, L., Torrance, J.K., Arnason, T.J. and Lambert, J.D. (1997). Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] landrace variation and classification in North Shewa and SouthWelo. Ethiopia Euphytica, 97: 255–263.

Walker, T. (1999). Sorghum grain for poultry and swine. ASA Technical Bulletin AN, 20: 1–10.

Walton, P.D. (1971). The use of factor analysis in determining chracters for yield selection in wheat. Euphytica, 20: 412–416.

Wong, J.H., Marx, D.B., Wilson, J.D., Buchanan, B.B., Lemaux, P.G. and Pedersen, J.F. (2010). Principal component analysis and biochemical characterization of protein and starch reveal primary targets for improving sorghum grain, Plant Science, 179: 598–611.

Xiao, H. and Pei, X. (1991) Applying factor analysis method to study winter wheat quantity characters and varieties classification. Acta Agricalture Universitatis Pekinen Sience, 17: 17 – 24.

Yildrim, M., Budak, N., and Arshas, Y. (1993). Factor analysis of yield and related traits in bread wheat Turkish Journal of Field Crop, 1: 11-15.

Young, M.A., Mitchern, M.S., Pfaff, L. and Bolsen, K.K. (1995). Agronomic performance and silage quality trats of forage sorghum Hybrids in 1994. Cattlemen's day 1995. Department of Animal Science. Kansas State University.

Archive of SID

www.SID.ir