

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 پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۵

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 بر عملکرد 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، ژنوتیپ‌ها به دو گروه دسته‌بندی شدند. با انجام تجزیه به عامل‌ها از طریق استخراج ریشه‌های راکد، چهار عامل در مجموع ۸۳/۵۶ درصد تغییرات داده‌ها 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 عامل‌ها، تجزیه تحلیل چند متغیره، سورگوم دانه‌ای، عملکرد دانه

مقدمه

سورگوم با (Audilakshmi et al., 2011; Wong et al., 2010). 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).

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).

عنوان نمونه Damania و Jackson (۱۹۸۶) در تجزیه به عامل‌ها عملکرد دانه را دخالت ندادند. در حالی که Bramel و همکاران (۱۹۸۴) 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، ۹۴ 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 مؤلفه‌ها 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 روش‌ها

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) که طی چندین

بهبود ژنتیکی و افزایش دانه و عملکرد سورگوم جزء اولین اقدامات برنامه‌های افزایش عملکرد سورگوم دانه‌ای است. هرچند در ۱۰ سال اخیر بهبود ژنتیکی سورگوم آهسته بوده است که اثر متقابل ژنوتیپ در محیط یکی از دلایل این نرخ پیشرفت آهسته بوده است (DeLacy et al., 2010; Audilakshmi et al., 2011).

در ارزیابی سورگوم بوسیله Bean و همکاران (۲۰۰۰)، عملکرد دانه ۷۶ رقم از ۲/۸ الی ۱۱/۷ تن در هکتار متغیر بود. در تحقیقی تعداد ۱۰ رقم سورگوم دانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و سه رقم H45، NK300 و EX218 به ترتیب دارای عملکرد دانه ۸/۸، ۷/۷ و ۷/۸ تن در هکتار بودند (Young et al., 1995).

Aruna و همکاران (۲۰۱۱) برای ارزیابی حساسیت به پروانه ساقه، تنوع ژنتیکی هفت ژنوتیپ سورگوم دانه‌ای به همراه دو والد حساس را بررسی کردند و آنها را با استفاده از تجزیه کلاستر به دو گروه حساس و مقاوم گروه بندی نمودند. Snowden (۱۹۳۶) سورگوم را در ۳۱ کولتیوار، ۱۷ گونه وحشی و ۴ 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 مؤثر 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

تجزیه همبستگی و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 18، Excel 2010 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 کوفتیک بوسیله نرم افزار NTSYS محاسبه شد که برابر $(R^2 = 0/88)$ 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 $5/611$ تن در هکتار بود که با دامنه تغییرات بسیار بالا محاسبه گردید.

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 ۶۰ سانتیمتر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در ۴ 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 $8/4$ متر مربع انجام گرفت و بعد از خرمکوبی توزین و با رطوبت به ۱۲ درصد تصحیح شد.

داده‌های جمع‌آوری شده بر اساس موازین طرح مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام پذیرفت. کلیه محاسبات و تجزیه‌های آماری از قبیل

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	۶۰/۰۸	۵۰/۳۳	۷۰/۰۰	۱/۱۳	۲۵/۴۷	۶/۴۰
تعداد برگ	۹/۴۲	۷/۳۳	۱۱/۰۰	۰/۱۹	۰/۰۴۸	۱۴/۰۱
تعداد پنجه	۱/۲۹	۱	۱/۹۳	۰/۰۴۹	۰/۰۴۸	۲۲/۸۹
ارتفاع	۱۰۹/۲۸	۸۸/۱۱	۱۴۴/۱۱	۳/۴۳	۲۳۵/۰۴	۸/۲۱
طول خوشه	۲۳/۱۲	۱۷/۱۱	۲۸/۰۰	۰/۵۸۹	۹/۹۴۶	۸/۸۲
وزن هزار دانه	۲۷/۵۵	۲۱/۲۷	۳۳/۹۶	۰/۶۸۷	۹/۴۵۳	۱۰/۶۹
عملکرد	۵/۶۱۱	۲/۵۱	۸/۴۶	۰/۱۵۸	۱/۸۷۰	۲۲/۷۱

تجزیه و تحلیل عامل‌های مؤثر بر عملکرد دانه و گزینش ژنوتیپ‌های برتر ...

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)
عملکرد	وزن هزار دانه (گرم)	وزن هزار دانه (تن در هکتار)	عملکرد	عملکرد	عملکرد	عملکرد	عملکرد
تکرار	۳	۰/۳۱۷ ^{ns}	۳۸/۷۷۹ ^{ns}	۷/۱۶۹ ^{**}	۰/۰۶۸ ^{ns}	۴۷/۴۳۳ ^{ns}	۱/۵۳۲ ^{ns}
رقم	۱۹	۰/۲۱۳ ^{ns}	۸۰/۲۴۹ ^{**}	۲/۲۲۳ ^{ns}	۰/۱۷۵ [*]	۷۶۱/۰۲۸ ^{**}	۲۵/۷۷۴ ^{**}
خطا	۵۷	۰/۲۲۰	۱۴/۸۶۷	۱/۷۱۹	۰/۰۹۲	۸۰/۱۵۸	۴/۲۱۲
CV%		۲۰/۱۸	۶/۴۰	۱۴/۰۱	۲۲/۸۹	۸/۲۱	۸/۸۲

^{**} اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ^{ns} اختلاف غیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

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	۲/۵۰a	۶۲/۷۵abcd	۹/۹۲a	۱/۵۵ab	۹۸/۷۵cde	۲۲/۰۰bcde	۳۲/۹۸a	۷/۴۲a
G2	۲/۲۵۰a	۶۰/۵۰bcde	۹/۹۲a	۱/۳۰bc	۱۰۱/۲cde	۲۶/۱۷ab	۲۷/۹۳abcd	۴/۶۶d
G3	۲/۲۵۰a	۵۳/۲۵e	۸/۶۷ab	۱/۵۰abc	۹۵/۸۳de	۱۷/۸۳e	۲۶/۵۵abcd	۵/۳۱abcd
G4	۲/۵۰۰a	۵۶/۵۰de	۹/۱۷ab	۱/۲۰bc	۱۰۶/۵cde	۲۰/۷۵de	۲۶/۲۴bcd	۶/۰۴a
G5	۲/۲۵۰a	۵۶/۰۰de	۷/۱۷b	۱/۱۰bc	۱۰۷/۲cde	۲۶/۵۰ab	۲۴/۹۸cd	۵/۶۹abc
G6	۲/۰۰a	۶۷/۲۵ab	۱۰/۵۸a	۱/۱۵bc	۱۱۳/۰bcd	۲۲/۰۸bcde	۲۹/۴۸abcd	۵/۹۶abc
G7	۲/۲۵a	۶۰/۷۵bcde	۹/۸۳a	۱/۱۰bc	۸۹/۶۷e	۲۴/۴۲abcd	۲۵/۶۲bcd	۵/۲۸abcd
G8	۲/۵۰a	۶۲/۰۰bcd	۸/۹۲ab	۱/۰۰c	۱۲۸/۶ab	۲۸/۳۳a	۲۳/۵۰d	۶/۹۱ab
G9	۲/۵۰a	۵۸/۷۵bcde	۹/۱۷ab	۱/۲۵bc	۱۰۴/۳cde	۲۰/۶۷de	۶۶/۲۷abcd	۴/۳۱abcd
G10	۲/۲۵a	۵۹/۷۵bcde	۸/۹۲ab	۱/۵۵ab	۱۱۰/۷bcd	۲۵/۹۲abc	۳۰/۴۱abc	۴/۸۵bcd
G11	۲/۰۰a	۶۰/۷۵bcde	۱۰/۲۵a	۱/۲۰bc	۹۸/۲۵cde	۲۳/۴۲bcd	۳۲/۱۷ab	۵/۶۹abcd
G12	۲/۵۰a	۶۱/۰۰bcde	۱۰/۰۸a	۱/۲۰bc	۱۰۷/۳cde	۲۱/۵۰cde	۲۷/۲۷abcd	۷/۵۴a
G13	۲/۰۰a	۵۷/۵۰cde	۹/۱۷ab	۱/۴۵abc	۱۱۳/۸abcd	۲۱/۴۲cde	۲۸/۷۶abcd	۶/۶۵a
G14	۲/۷۵a	۵۲/۷۵e	۸/۵۸ab	۱/۴۰abc	۱۱۴/۶bcd	۲۲/۹۲bcd	۲۸/۹۲abcd	۴/۵۶abcd
G15	۲/۰۰a	۶۲/۰۰bcd	۹/۳۳ab	۱/۴۵abc	۹۵/۴۲de	۲۰/۹۲de	۲۸/۴۴abcd	۵/۳۴abcd
G16	۲/۵۰a	۶۲/۵۰abcd	۹/۱۷ab	۱/۵۵ab	۱۰۳/۰cde	۲۵/۵۸abc	۲۵/۷۰bcd	۵/۵۹abcd
G17	۲/۵۰a	۶۰/۰۰bcde	۹/۲۵ab	۱/۱۵bc	۹۶/۳۳de	۲۴/۴۲abcd	۲۷/۵۳abcd	۶/۲۶abcd
G18	۲/۵۰a	۶۶/۰۰abc	۹/۶۷a	۱/۲۰bc	۱۱۷/۲bc	۲۲/۰۸bcde	۲۵/۲۲cd	۳/۸۸cd
G19	۲/۰۰a	۷۰/۲۵a	۱۰/۱۷a	۱/۳۰bc	۱۴۱/۱a	۲۳/۰۸bcd	۲۳/۵۷d	۴/۵۴abcd
G20	۲/۵۰a	۵۴/۵۰de	۹/۵۰a	۱/۸۵a	۱۳۷/۶a	۲۵/۱۷abcd	۲۷/۰۵abcd	۵/۷۳abcd

جدول ۴: ریشه‌های ویژه در تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن کلیه صفات و با حذف عملکرد دانه

عامل‌ها	ریشه راکد		درصد واریانس		درصد واریانس تجمعی	
	با عملکرد	بدون عملکرد	با عملکرد	بدون عملکرد	با عملکرد	بدون عملکرد
۱	۲/۳۷۰	۲/۰۴۵	۲۹/۶۳	۲۹/۲۱	۲۹/۶۳	۲۹/۲۱
۲	۱/۹۷۸	۱/۵۰۸	۲۴/۷۳	۲۱/۵۴	۵۴/۳۵	۵۰/۷۵
۳	۱/۲۲۶	۱/۱۸۲	۱۵/۳۳	۱۶/۸۹	۶۹/۶۸	۶۷/۶۴
۴	۱/۱۱۱	۱/۱۰۶	۱۳/۸۸	۱۵/۸۰	۸۳/۵۶	۸۳/۴۴

جدول ۵ 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 نمودن و نمودن عملکرد (ضریب KMO با عملکرد ۶۰/۱۲ و بدون عملکرد ۲۹/۴۲)، تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن ۴ عامل انجام گرفت. این عوامل در کل ۸۳/۵۶ درصد (کلیه صفات) و ۸۳/۴۴ درصد (بدون عملکرد) تغییرات داده‌ها را در بر گرفتند و عامل اول بیشترین حجم (۲۹/۶۳ درصد) از تغییرات داده‌ها را در بر گرفت (جدول ۴).

نمایش تغییرات مقادیر ویژه در ارتباط با عامل‌ها برای صفات مورد بررسی نشان داد که می‌توان ۴ عامل را به عنوان عوامل مهم که بیشترین نقش را در تبیین واریانس داده‌ها دارند، استخراج کرد (شکل ۱). همچنین نمودار سه بعدی دوران یافته صفات مورد بررسی به عامل‌های اول، دوم و سوم در شکل ۲ می‌توان مشاهده کرد.

جدول ۵: نتایج تجزیه به عامل‌ها با در نظر گرفتن کلیه صفات

متغیر	۱	۲	۳	۴
روز تا جوانه زنی	۰/۱۸۴	-۰/۷۰۶	۰/۳۸۴	-۰/۱۲۵
روز تا گلدهی	-۰/۰۴۰	۰/۸۱۲	۰/۲۷۴	-۰/۳۶۴
تعداد برگ	۰/۱۱۶	۰/۸۳۰	۰/۱۳۴	۰/۰۰۰
تعداد پنجه	-۰/۰۱۲	-۰/۰۷۵	۰/۱۵۶	۰/۱۵۷
ارتفاع	-۰/۰۴۹	۰/۱۰۲	۰/۸۸۸	-۰/۲۲۰
طول خوشه	۰/۸۸۲	-۰/۰۴۱	۰/۳۳۱	۰/۳۴۱
وزن هزار دانه	۰/۷۸۱	-۰/۰۷۸	-۰/۲۹۰	-۰/۰۳۷
عملکرد	۰/۹۴۹	۰/۰۵۵	-۰/۰۷۴	

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های بررسی شده در جدول شماره ۲ آمده است. با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج فوق و مشاهده اختلافات، ادامه مطالعات و تجزیه و تحلیل‌های تکمیلی ضروری به نظر می‌رسد.

مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۵ درصد به روش دانکن برای صفات مورد بررسی صورت گرفت که نتایج آن به صورت خلاصه در جدول ۳ 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 ۱۰/۵۸ و ۸/۵۸ برگ در بوته وجود داشت. بیشترین عملکرد از رقم G12 به میزان ۷/۵۴ تن در هکتار و کمترین آن نیز در تیمار G18 به میزان ۳/۸۸ تن در هکتار بدست آمد.

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 بر عملکرد دانه اثر مستقیم و مثبت دارند (جدول ۶).

جدول ۶: اثرات مستقیم و غیرمستقیم طول بر عملکرد دانه از طریق طول خوشه و وزن هزار دانه

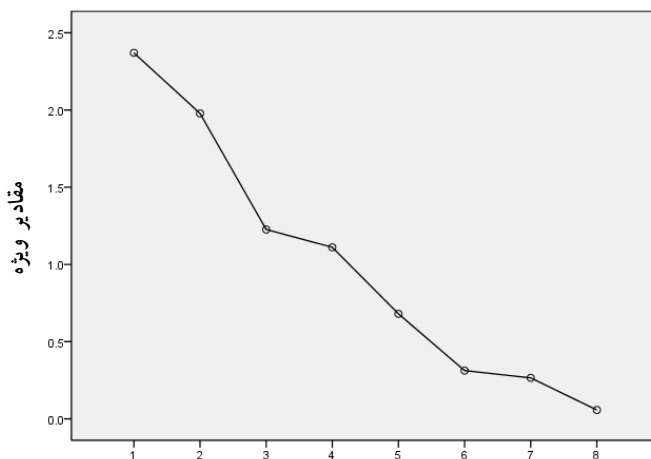
صفات	اثرات غیرمستقیم		اثرات مستقیم	باقیمانده
	طول خوشه	وزن هزار دانه		
طول خوشه	-	۰/۴۱۰	۰/۸۷۷	
وزن هزار دانه	۰/۰۷۳	-	۰/۱۵۶	
				۰/۰۷۴

بحث

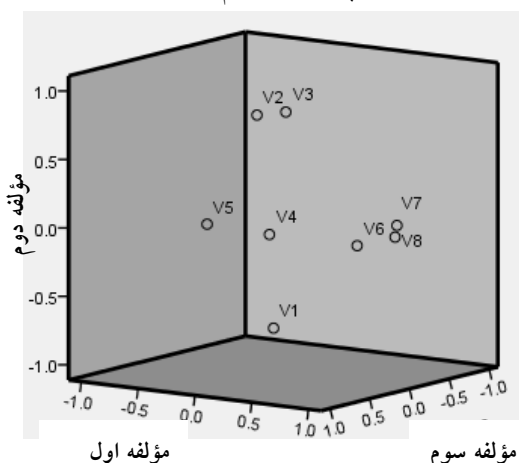
نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات، تنوع وجود دارد. در تحقیقی، آذری نصیر آباد و رمضانی (۱۳۹۰) تنوع و روابط موجود بین صفات مورفولوژیکی با عملکرد را مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند لاینها و ارقام مورد مطالعه از نظر اکثر صفات تفاوت آماری معنی داری در سطح ۱٪ نشان دادند که حاکی از وجود تنوع بین لاین‌ها 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 ۴ عامل در کل ۸۳/۵۶ درصد

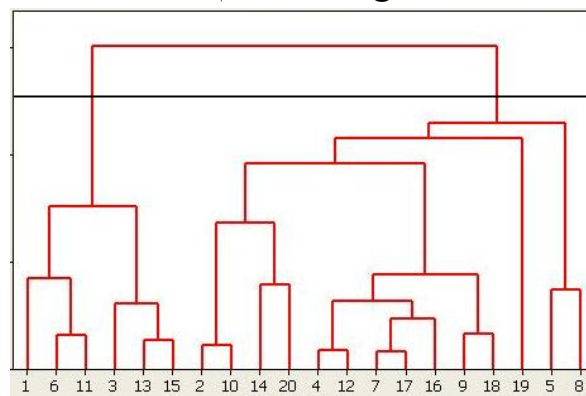
تغییرات داده‌ها را در بر گرفتند. ضریب KMO بالا به دست آمده (با عملکرد ۶۰/۱۲ و بدون عملکرد ۲۹/۴۲) و نیز معنی دار با در نظر گرفتن عملکرد و نیز معنی دار بودن آزمون اسفیریستی بارتلت برای حالت با عملکرد و معنی دار نبودن آن



شکل ۱: نمودار اسکری گراف برای تعیین تعداد عامل‌ها در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای



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 (G1 (1), G2 (2), G3 (3), G4 (4), G5 (5), G6 (6), G7 (7), G8 (8), G9 (9), G10 (10), G11 (11), G12 (12), G13 (13), G14 (14), G15 (15), G16 (16), G17 (17), G18 (18), سپیده (19) و رقم محلی (20)

رسیدن و زمان سنبله دهی و Damania و Jakson (۱۹۸۶) 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 برگرفت، دارای ضریب مثبت برای طول خوشه (۰/۳۴۱) و ضریب منفی برای روز تا گلدهی (۰/۳۴۶-) بود.

بر اساس تجزیه کلاستر، ژنوتیپ‌ها به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های ۸، ۵، ۱۹، ۱۸، ۹، ۱۶، ۱۷، ۷، ۱۲، ۴، ۲۰، ۱۴، ۱۰ و ۲ می‌باشد. گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های ۱۵، ۱۳، ۳، ۱۱، ۶ و ۱ می‌باشد. در مطالعه Thshome و همکاران (۱۹۹۷) از صفات مورفولوژیک برای برآورد تنوع میان نژادهای بومی سورگوم استفاده گردید که ۱۷۷ نمونه را با استفاده از تجزیه کلاستر به پنج گروه تقسیم نمودند.

گزینش مستقیم برای طول خوشه موجب افزایش عملکرد در برنامه‌های بهنژادی می‌باشد و بمنظور دستیابی به عملکرد بیشتر، باید به صفاتی مانند طول خوشه که همبستگی زیادی با عملکرد دارند توجه شود (Kumar and Mahadevappa, 1998). در اثرات مستقیم، بیشترین اثر را صفات طول خوشه و وزن هزار دانه بر روی عملکرد داشتند 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، ولی وزن هزار دانه بر روی عملکرد (۰/۱۵۶)، سهم کمی از تغییرات را توجیه میکند بنابراین به تنهایی نمی‌تواند معیار مطمئن برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا باشد. با توجه به نتایج تجربه مرحله ای رگرسیون در ذرت دانه ای، زینالی و همکاران (۱۳۸۴) بیان نمودند که

برای حالت بدون عملکرد بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای انجام تجزیه به عامل‌ها در حالت در نظر گرفتن عملکرد می‌باشد ولی برای حالت بدون در نظر گرفتن عملکرد همبستگی متغیرهای اولیه برای انجام این تجزیه مناسب نمی‌باشد. معیار انتخاب تعداد عامل‌ها بر اساس تعداد ریشه‌های بزرگتر از یک بود و از آنجاییکه تعداد متغیرهای اولیه مورد استفاده در تجزیه به عامل‌ها برابر هشت بود.

بر اساس فرمول $F < (P+1/2)$ (که در آن P و F به ترتیب نشان دهنده تعداد متغیرها و عامل‌ها است) انتخاب چهار عامل با اصول ارائه شده نیز مطابقت دارد. Buffo و همکاران (۱۹۹۸) تجزیه به عامل‌ها را بر اساس ماتریس واریانس-کواریانس و ماتریس همبستگی بر روی فاکتورهای کیفیت سورگوم دانه‌ای انجام دادند که در حالت استفاده از ماتریس واریانس-کواریانس دو عامل ۹۵ درصد از واریانس کل صفات و بر اساس ماتریس همبستگی پنج عامل ۸۵ درصد 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. به این ترتیب که ضرایب عاملی بزرگتر از نیم صرف نظر از علامت مربوطه، به عنوان ضرایب معنی‌دار در نظر گرفته شده‌اند (مقدم و همکاران، ۱۳۷۳). عامل اول که بیشترین حجم (۲۹/۶۲۷ 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 (۱۹۸۶) عامل سوم را عامل مؤثر بر خصوصیات سنبله معرفی کردند. همچنین Yildirim و همکاران (۱۹۹۳) صفت طول سنبله را در عامل دوم معرفی کردند. عامل دوم که (۲۴/۷۳ 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. Yildirim و همکاران (۱۹۹۳) عامل ششم را به عنوان عامل مؤثر بر مراحل رشدی مانند روز تا

زینالی، ح.، نصرآبادی، ع.، حسین زاده، ه.، چوگان، ر. و سبکدست، م. (۱۳۸۴). تجزیه به عامل‌ها در ارقام هیبرید ذرت دانه ای. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶، شماره ۴. صفحه ۸۹۵-۹۰۲.

فومن اجیرلو، ع. (۱۳۷۵). اصلاح سورگوم در ایران در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۶۵ 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 متغیره (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 bean. *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.

می‌توان انتخاب را بر اساس صفات ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد کل برگ انجام داد. آذری نصیرآباد و رمضان (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 ۷/۴۱ تن در هکتار و لاین‌های ۱۸ و ۱ 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 ۷/۴۲ تن در هکتار و لاین‌های ۱، ۱۳، ۴، ۱۲، ۵ و ۸ به ترتیب بیشترین عملکرد دانه را تولید نمودند.

نتیجه گیری نهایی

بر اساس نتایج، از این آزمایش ژنوتیپ‌های ۱، ۴، ۶، 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 رضائی، 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 - ۶۲.

- 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 Agricultural 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 Agriculture Universitatis Pekinen Sience, 17: 17 – 24.
- Yildirim, 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.