

خصوصیات مورفوفیزیولوژیک مرتبط با عملکرد ژنوتیپ های سورگوم دانه ای در شرایط تنش رطوبتی

علیرضا بهشتی^{۱*} - زینب باروئی^۲

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۳

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش رطوبتی بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک مرتبط با عملکرد سورگوم پژوهشی در سه آزمایش (شرایط عادی، تنش رطوبتی در مرحله زایشی و تنش رطوبتی در مرحله رویشی) در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی در سال ۱۳۸۶ انجام گرفت. این آزمایش ها بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در ده ژنوتیپ سورگوم دانه ای به اجرا درآمد. در آزمایش عدم تنش، آبیاری به روش معمول انجام شد. دو آزمایش تنش شامل (۱) آزمایش تنش در مرحله رشد زایشی (از آغاز گلدهی تا خمیری نرم)، (۲) آزمایش تنش در مرحله رشد رویشی (از مرحله ۴ برگی تا آغاز گلدهی) بودند که آبیاری در طول دوره تنش صورت نپذیرفت. صفات مورد نظر شامل تاریخ گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه بارور، قطر ساقه، طول خوشه، وزن دانه تک بوته، وزن صد دانه و وزن بیولوژیک بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند نتایج نشان داد برای کلیه صفات مورد بررسی به جز وزن دانه تک بوته و وزن صد دانه تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ بین این ژنوتیپ ها در هر سه محیط وجود داشت. وزن دانه تک بوته به میزان ۱۱ و ۴۲/۴ درصد به ترتیب در شرایط تنش در مرحله زایشی و رویشی نسبت به شرایط بدون تنش کاهش داشت. دو صفت ارتفاع و تعداد روز تا گلدهی در کلیه شرایط همبستگی مثبت و بسیار معنی داری با وزن بیولوژیک تک بوته داشتند. نتایج برازش معادله رگرسیون خطی چند متغیره نیز نشان داد که تعداد روز تا گلدهی به عنوان متغیر مستقل به نحو بسیار مطلوبی تغییرات وزن بیولوژیک تک بوته را به عنوان متغیر وابسته در هر سه محیط بدون تنش ($adj R^2=0.86, P<0.01$)، تنش در مرحله زایشی ($adj R^2=0.79, P<0.01$) و تنش در مرحله رویشی ($adj R^2=0.53, P<0.01$) تبیین و توصیف کرد. نتایج تجزیه کلاستر دسته بندی متفاوتی از ژنوتیپ ها را در سه محیط ارائه داد که حاکی از تنوع ژنتیکی این صفات و امکان استفاده از آنها در برنامه های اصلاح سورگوم پس از مطالعات لازم در مورد والدین مناسب و نحوه توارث این صفات می باشد.

واژه های کلیدی: محدودیت رطوبتی، مراحل فنولوژیک رشد، تجزیه خوشه ای

مقدمه

زراعی از جمله سورگوم به طور وسیعی استفاده می شد، هر چند تنوع مورفولوژیکی به طور قابل اعتمادی تنوع ژنتیکی را نشان نمی دهد، زیرا اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و عوامل دیگر ژنتیکی، خصوصیات زراعی را کنترل می کند (۶). اگرچه وراثت پذیری صفاتی همچون عملکرد در شرایط محیط های خشک پائین است اما شناخت صفات فیزیولوژیک موثر بر عملکرد در این شرایط و سازگاری این صفات در شرایط خشکی عامل موثری در به نژادی و پایداری ارقام می باشد (۷، ۸ و ۹). صفات متعددی وجود دارند که با تحمل به خشکی در سورگوم در ارتباط می باشند، البته پیشرفت های به نژادی در خصوص شناسایی این صفات و یا انتقال آنها به ارقام جدید محدود است (۱۸ و ۴). بررسی های انجام شده نشان می دهد مهمترین خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاهی مرتبط با تحمل تنش خشکی

سورگوم در بین غلات پس از گندم، برنج، ذرت و جو رتبه پنجم اهمیت از لحاظ سطح زیر کشت و تولید در جهان را دارا می باشد و به عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی نقش مهمی در تولید این مناطق دارد (۱۲ و ۲). سورگوم در مقایسه با سایر گیاهان زراعی تنش خشکی را بهتر تحمل می کند، البته تنوع ژنتیکی قابل توجهی از این نظر در این گونه وجود دارد (۱۹ و ۲). در گذشته، تخمین غیر مستقیم مشابهت بر پایه اطلاعات مورفولوژیکی در بسیاری از گیاهان

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(نویسنده مسئول: Email: arbeheshti81@yahoo.com)
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

عبارتند از: رشد و توسعه سیستم ریشه ای (۱۶)، نسبت ریشه به اندامهای هوایی (۳)، کاهش سطح برگ (۳۷)، سطح ویژه برگ، فراوانی و اندازه روزنه ها (۱۹، ۲۰)، تنظیم اسمزی، پایداری غشاء سیتوپلاسمی (۱۷)، کاهش درصد و سرعت جوانه زنی و کاهش رشد گیاهچه، افزایش تجمع قندها و اسید آمینه پرولین، محتوی نسبی آب برگ، کاهش جذب عناصر غذایی (۸، ۱۷، ۱۸، ۱۹). بین ژنوتیپ‌های سورگوم از نظر قابلیت تحمل دوره‌های تنش خشکی و واکنش به این دوره‌ها تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای وجود دارد (۱۱ و ۱۸). استات و همکاران (۲۰) دریافتند که تنش خشکی باعث طولانی تر شدن دوره رشد ساقه و برگ و به تأخیر افتادن نمو گل‌آذین در یک ژنوتیپ سورگوم (M35) شد. این در حالی است که در هیبرید NK300، تنش خشکی به کوتاهتر شدن دوره رشد رویشی و تسریع در نمو گل آذین منجر شد.

اسمیت و فریدکسون (۱۹) اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه سورگوم را در سه مرحله مورد بررسی قرار دادند: (۱) مرحله گیاهچه ای (از سبز شدن تا تشکیل آغازین گل)، (۲) مرحله نمو خوشه (از تشکیل آغازین گل یعنی تقریباً ۲۰ روز پس از کاشت تا گلدهی) و (۳) مرحله پر شدن دانه. اثر تنش در مرحله گیاهچه‌ای به استقرار ضعیف گیاه منجر می‌شود، از این رو عملکرد دانه در نتیجه کاهش تراکم بوته کاهش می‌یابد. تنش خشکی پس از استقرار گیاه و در مرحله گیاهچه ای تأثیری بر عملکرد سورگوم ندارد درحالی‌که تنش‌های اواسط فصل، هم از نظر زمان و هم از نظر شدت تنش، تأثیر بیشتری بر عملکرد دارند، خصوصاً اگر این تنش در زمان گلدهی یا پس از آن باشد (۱۶ و ۱۹). در یک بررسی بر روی ۱۴ ژنوتیپ سورگوم وجود اختلافات ژنوتیپی از نظر واکنش به تنش خشکی به وضوح نشان داده شد (۸). بر این اساس سه گروه از انواع سورگوم قابل تمایز می‌باشند: (۱) انواع دوری کننده از خشکی^۱ که از پتانسیل آب برگ بالا و تحمل به خشکی نسبتاً پایین برگی تحت شرایط تنش برخوردارند. (۲) ژنوتیپ‌هایی که قادر به مصرف رطوبت ذخیره شده خاک در حد بالایی می‌باشند و لازمه این امر توانایی در برقراری شیب پتانسیل آب از خاک به برگ می‌باشد. (۳) ژنوتیپ‌هایی که نسبت کمی از کل آب مصرفی خود را در طی دوره پیش از گلدهی جذب می‌کنند. نتایج مطالعه هامر و برود (۱۴) نیز نشان داد که اثرات محیط و ژنوتیپ بر نوسانات تولید و شاخص برداشت در طی پر شدن دانه در سورگوم معنی دار است. گامبین و بوراس (۱۳) گزارش کردند آگاهی از محدودیت‌های منبع یا مخزن در عملکرد سورگوم در جهت برنامه ریزی افزایش تولید و طراحی راهبرد‌های هدایتی اصلاحی حیاتی است و محدودیت عملکرد به خاطر ظرفیت منبع یا مخزن در طی چرخه رشد متفاوت است. محدودیت رطوبتی در زمان پر شدن دانه‌ها

باعث افزایش وابستگی به ذخایر قبل از گرده افشانی در سورگوم و ذرت می‌شود (۱۵). افزون بر این، مواد ذخیره شده در دوره پیش از گلدهی نیز در وزن دانه مشارکت می‌کنند این امر بویژه هنگامی که فتوسنتز جاری تا حدی بر اثر هوای نامساعد یا خسارت آفات و بیماریها و یا تنش‌های غیر زنده محیطی مانند خشکی نتواند پاسخ گوی نیاز دانه‌های در حال رشد باشد، اهمیت دارد (۱۴). آگاهی از ظرفیت ارقام سورگوم از نظر میزان تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در شرایط مطلوب (بدون تنش) و مقایسه آن با شرایط تنش رطوبتی به انتخاب ارقام جدید برای چنین مناطقی کمک خواهد نمود (۱۳). از آنجاییکه تحمل به خشکی مانند بسیاری از صفات از جمله عملکرد صفتی چند ژنی می‌باشد به نظر می‌رسد تنها راه توفیق در افزایش تحمل به خشکی ارقام، شناخت خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک مرتبط با آن می‌باشد تا از طریق اصلاح و بهبود این صفات در ارقام تجاری بصورت غیر مستقیم خصوصیت تحمل در برابر خشکی را به آنها منتقل نمود. توده‌های بومی گیاهان زراعی بدلیل سازگاری بیشتر با شرایط سخت و تنش‌های زیستی و غیر زیستی از این نظر مورد توجه می‌باشند. ارزیابی این توده‌ها در شرایط تنش خشکی از نظر خصوصیات فیزیولوژیک و مورفولوژیک می‌تواند به درک بهتری از مبنای تحمل به خشکی در این توده‌ها کمک نموده و امکان بهره‌گیری از این اطلاعات را برای اصلاح ارقام تجاری در جهت تحمل تنش خشکی فراهم نماید.

این طرح به منظور بررسی میزان تولید، عملکرد دانه و برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک مرتبط با عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف سورگوم در شرایط تنش در مراحل مختلف رشد فنولوژیک و مقایسه این صفات با شرایط معمول (عدم تنش) جهت شناخت و ارزیابی بهترین ژنوتیپ‌ها در شرایط متفاوت محیطی انجام گرفت تا با بهره‌گیری از تنوع ژنتیکی موجود از تنوع ژنتیکی این صفات در برنامه‌های اصلاح سورگوم پس از مطالعات لازم در مورد والدین مناسب و نحوه توارث این صفات در صورت امکان استفاده شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات طرق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان در سال ۱۳۸۶ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. ژنوتیپ‌های استفاده شده شامل ۲-۰۴، ۳-۰۴، ۴-۰۴، ۸-۰۴، ۹-۰۴، ۳۴-۰۴، ۴۳-۰۴، ۱۰۱-۰۴، ۱۲۲-۰۴، ۱۲-۰۴ با تیپ رشدی دانه ای و یا دو منظوره انتخابی از ژرم پلاسم بانک ژن ملی گیاهی ایران بودند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش در دو محیط تنش و غیر تنش مورد ارزیابی قرار گرفتند. در محیط غیر تنش آبیاری به روش معمول صورت پذیرفت و در دو محیط تنش شامل: (۱) تنش در مرحله رشد

رویشی (از مرحله ۴ برگگی تا انتهای ساقه آبستنی^۱) و (۲) تنش در مرحله رشد زایشی (از آغاز گلدهی) بطور دقیقتر آغاز خروج پانیکول از غلاف برگ پرجمی) تا مرحله خمیری نرم)، آبیاری در خارج از مراحل مذکور بصورت معمول صورت گرفت. عملیات آماده سازی زمین در اردیبهشت ماه پس از مساعد شدن شرایط جوی با انجام یک شخم و سپس دیسک و تسطیح اجرا شد. قبل از کاشت میزان کودهای مورد نیاز در زمین پخش و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. در این آزمایش براساس نتایج آزمون مرکب خاک کودهای اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۲۰۰، ۲۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. کود اوره به صورت سرک در مرحله پس از تنک و مرحله ۸ برگگی مصرف شد. کاشت در نیمه دوم اردیبهشت بصورت خشکه کاری و آبیاری بصورت نشتی با سیفون انجام گرفت. دوره های آبیاری در محیط غیر تنش به فواصل ۹ روز تا آغاز مرحله گلدهی و در مرحله گلدهی به مدار ۷ روز و تا انتهای رسیدگی فیزیولوژیک مجدداً به روال قبل صورت گرفت. آبیاری در هر دو محیط تنش، در مراحل یاد شده قطع و در بقیه مراحل به روال محیط غیر تنش بود. هر کرت آزمایشی شامل دو خط کاشت به فاصله ۶۵ سانتی متر و طول ۴ متر بود. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل تاریخ گلدهی، ارتفاع بوته، طول خوشه، ضخامت ساقه، تعداد پنجه بارور، وزن بیولوژیک، وزن دانه تک بوته و وزن صد دانه بودند. برداشت از دو خط وسط هر خط برای عملکرد دانه و بیوماس و برای ثبت سایر صفات از ۵ بوته تصادفی در هر کرت انجام شد. تجزیه واریانس یک متغیره ساده و مرکب به ترتیب برای هر محیط و در سه محیط در صورت تایید آزمون بارتلت برای صفات مورد نظر انجام شد. مقایسه میانگین ها به روش دانکن صورت گرفت. همبستگی ساده بین صفات مورد ارزیابی قرار گرفت. معادله رگرسیون خطی چند متغیره بین عملکرد بیولوژیک تک بوته به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات مورفولوژیک شامل تاریخ گلدهی، ارتفاع بوته، طول خوشه، ضخامت ساقه، تعداد پنجه بارور، وزن دانه تک بوته، وزن صد دانه به عنوان متغیرهای مستقل از طریق روش گام به گام^۲ در هر سه محیط برآزش شد. از تجزیه کلاستر برای گروه بندی ژنوتیپ ها بر اساس صفات یاد شده استفاده شد. نتایج حاصله با استفاده از نرم افزارهای، Sigma plot و SPSS ثبت و تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

نتایج آزمون بارتلت نشان داد از صفات مورفوفیزیولوژیک مورد

بررسی تنها واریانس خطای صفات طول پانیکول و قطر ساقه در محیط های مختلف غیر معنی دار بوده و از همگنی و یکنواختی لازم برای ادغام داده های سه آزمایش بمنظور تجزیه مرکب برخوردار بود و در مورد سایر صفات باتوجه به عدم یکنواختی واریانس ها تجزیه مرکب امکان پذیر نبود. نتایج تجزیه مرکب، اثر منابع تغییر محیط و ژنوتیپ را برای طول پانیکول و فقط اثر ژنوتیپ را برای قطر ساقه معنی دار ($P < 0.01$) ولی اثر متقابل محیط در ژنوتیپ را برای هر دو صفت معنی دار نشان نداد.

نتایج تجزیه ساده آزمایشات نشان داد که اثر ژنوتیپ در سطح ۱٪ بر اغلب صفات مورد بررسی در هر سه محیط معنی دار بود (جدول ۱، ۲ و ۳). تعداد پنجه بارور در بین ژنوتیپ ها در محیط تنش در مرحله زایشی تفاوت معنی داری نداشت، هر چند در هر محیط ژنوتیپ متفاوتی بیشترین پنجه را داشت که حاکی از تنوع ژنتیکی موجود در این صفت است. نتایج سایر مطالعات (۱، ۳، ۱۲ و ۲۰) در این صفت نیز تاکید بر تفاوت ارقام و ژنوتیپ های سورگوم بویژه از نظر همزمانی در رسیدگی در پانیکول های تولید شده دارد. تعداد پنجه بارور همزمان تحت تاثیر شرایط مدیریتی، تراکم، حاصلخیزی خاک قرار دارد (۱۹ و ۲۰). افزایش در تعداد پنجه بارور موجب افزایش حجم مخزن یا مقصد برای مواد فتوسنتزی است و در صورت بروز هر گونه تنش که موجب کاهش منبع یا مبدا شود کاهش وزن دانه و در نتیجه کاهش عملکرد در هر پانیکول را در پی دارد (۱ و ۸). این صفت همبستگی منفی در سه محیط و فقط معنی داری ($P < 0.01$) با عملکرد بیولوژیک تک بوته در دو محیط تنش زایشی و رویشی به ترتیب برابر $r = -0.629$ و $r = -0.581$ داشت (جدول ۵). کمترین پنجه در هر سه محیط مربوط به ژنوتیپ های ۱۲-۰۴ و ۳۳-۰۴ بود. تفاوت بین ژنوتیپ ها در هر سه محیط معنی دار بود (جدول ۱، ۲ و ۳). در دو محیط بدون تنش و تنش در مرحله زایشی بیشترین ارتفاع را ژنوتیپ ۱۲-۰۴ به خود اختصاص داد ولی در شرایط تنش در مرحله رویشی ژنوتیپ ۱۰۱-۰۴ بلند تر از بقیه ژنوتیپ ها بود.

در این مطالعه ارتفاع بوته در شرایط تنش در مرحله رشد رویشی بشدت تحت تاثیر قرار گرفت و با افزایش محدودیت دسترسی به رطوبت، ارتفاع کاهش یافت در حالیکه این کاهش در شرایط تنش در مرحله رشد زایشی چشمگیر نبود. گیاهانی که دیر رس تر بوده و دوره رشد رویشی طولانی تری داشتند ارتفاع و وزن بیولوژیک بیشتری داشتند. این صفت همبستگی مثبت در سه محیط و فقط معنی داری ($P < 0.01$) با عملکرد بیولوژیک تک بوته در دو محیط تنش در مرحله زایشی و بدون تنش به ترتیب برابر $r = 0.756$ و $r = 0.689$ داشت (جدول ۳). نتایج دیگری نیز حاکی است با کاهش ارتفاع سهم ذخایر ساقه کاهش می یابد (۱۳ و ۱۲). بلوم و ابرکان (۸) میزان کاهش در طول ساقه در شرایط تنش خشکی در مقایسه با شرایط نرمال در ژنوتیپ های بلند سورگوم (۲۶٪) نسبت به ژنوتیپ کوتاه (۳۶٪) کمتر

1 - Booting
2 - Stepwise

نتایج تجزیه ساده آزمایشات (جدول ۱، ۳). نشان داد که اثر ژنوتیپ بر تعداد روز تا گلدهی در هر سه محیط معنی دار بود (۰/۰۱ < P). تعداد روز تا گلدهی در بین ژنوتیپ‌ها در هر سه محیط تفاوت داشت، اگر چه بیشترین تعداد روز تا گلدهی در هر سه محیط مربوط به ژنوتیپ ۱۲-۰۴ بود. شرایط تنش در مرحله رویشی باعث افزایش ۱۶ درصدی این زمان نسبت به شرایط بدون تنش بود. تنش در مرحله زایشی به علت زمان اعمال تنش در اولین وقایع ظاهری آغاز گلدهی تفاوت محسوس با شرایط بدون تنش در اغلب ژنوتیپ‌ها در تعداد روز تا گلدهی ایجاد نکرد، زودرس‌ترین ژنوتیپ نیز در هر سه آزمایش ژنوتیپ ۲-۰۴ بود.

بود. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از نظر قطر ساقه در هر سه محیط معنی دار بود (جدول ۱، ۳). اگر چه در مقایسات میانگین حاصل از تجزیه مرکب (داده‌ها ارائه نشده است) ژنوتیپ ۱۲۲-۰۴ بیشترین قطر (۲۵/۲۲ میلی‌متر) و ژنوتیپ ۸-۰۴ با قطر ۱۳/۸۷ میلی‌متر کمترین میزان را به خود اختصاص داد، اما نتایج بدست آمده در هر محیط با این نتایج توافق داشت (جدول ۴). قطر ساقه در بین ارقام و واریته‌های سورگوم دانه‌ای متغیر و متفاوت و از تنوع نسبتاً بالایی برخوردار است، هر چند این صفت مانند طول ساقه و تعداد پنجه در ارقام و واریته‌های سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر شرایط مدیریتی، میزان دسترسی به منابع و شرایط محیطی بویژه آب، میزان تشعشع دریافتی و مواد غذایی به خصوص نیتروژن و آرایش فضایی بوته‌ها قرار دارد (۱، ۲، ۳، ۱۱، ۱۸ و ۱۹).

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد بررسی در محیط بدون تنش

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن بیولوژیک	وزن دانه بوته	وزن صد دانه	قطر ساقه	تعداد روز تا گلدهی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه بارور	طول خوشه
بلوک	2	4520/83ns	1152/20ns	0/244ns	4/094ns	53/200ns	153/033ns	0/311ns	8/895ns
ژنوتیپ	9	272861/11*	2036/91ns	0/364ns	44/822**	257/426**	15743/615*	1/484**	454/921**
خطا	18	39729/167	1147/237	0/173	3/323	21/459	196/404	0/199	5/658

ns،***،** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۲- میانگین مربعات صفات مورد بررسی در محیط تنش رطوبتی در مرحله رویشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن بیولوژیک	وزن دانه بوته	وزن صد دانه	قطر ساقه	تعداد روز تا گلدهی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه بارور	طول خوشه
بلوک	2	187/5 ns	475/86 ns	0/027 ns	3/439 ns	0/033ns	544/90ns	0/468ns	4/220ns
ژنوتیپ	9	184546/29**	1559/869**	0/568**	62/732**	174/459**	16853/86**	0/695**	493/526**
خطا	18	25233	396/88	0/08	5/701	10/848	170/233	0/178	9/081

ns،***،** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۳- میانگین مربعات صفات مورد بررسی در محیط تنش رطوبتی در مرحله زایشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن بیولوژیک	وزن دانه بوته	وزن صد دانه	قطر ساقه	تعداد روز تا گلدهی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه بارور	طول خوشه
بلوک	2	20645/83ns	734/568ns	0/080ns	2/972ns	10/033ns	1939/600ns	0/296ns	22/972ns
ژنوتیپ	9	51872/68**	856/498ns	1/153**	37/846**	603/985**	5315/719**	2/723ns	280/672**
خطا	18	8817/130	658/027	0/119	4/140	27/219	596/896	1/806	20/429

ns،***،** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ های سورگوم در هر محیط به تفکیک^۱

محیط	ژنوتیپ	تعداد روز تا گلدهی	وزن بیولوژیک (گرم در بوته)	قطر ساقه (میلیمتر)	وزن دانه (گرم در بوته)	وزن صد دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد پنجه بارور	طول خوشه (سانتیمتر)
بدون تنش	۰۴-۴	61/67 ^{ef}	200/0 ^b	21/66 ^b	33/04 ^b	2/83 ^{abc}	105/0 ^g	1/11 ^d	21/67 ^{bc}
	۰۴-۱۲	88/33 ^a	1117/0 ^a	21/15 ^b	54/18 ^b	3/267 ^{ab}	303/3 ^a	1/00 ^d	17/89 ^{cd}
	۰۴-۴۳	80/00 ^b	900/0 ^a	20/67 ^{bc}	46/10 ^b	3/43 ^a	289/0 ^a	1/00 ^d	17/00 ^d
	-۱۰۱ ۰۴	70/00 ^{cde}	450/0 ^b	17/28 ^{de}	39/37 ^b	2/50 ^{bc}	261/7 ^b	2/00 ^{bc}	51/89 ^a
	-۱۲۲ ۰۴	74/33 ^{bc}	408/3 ^b	25/85 ^a	71/99 ^{ab}	2/40 ^c	131/7 ^f	1/22 ^{cd}	47/89 ^a
	۰۴-۲	60/33 ^f	383/3 ^b	19/37 ^{bcd}	48/51 ^b	2/83 ^{abc}	106/7 ^g	3/11 ^a	23/22 ^b
	۰۴-۳	65/33 ^{def}	266/7 ^b	13/33 ^f	59/48 ^{ab}	2/90 ^{abc}	196/7 ^d	1/77 ^{bcd}	23/33 ^b
	۰۴-۸	61/67 ^{ef}	233/3 ^b	13/68 ^f	38/95 ^{ab}	3/33 ^a	201/7 ^d	1/22 ^{cd}	20/22 ^{bcd}
	۰۴-۹	62/00 ^{ef}	291/7 ^b	15/39 ^{ef}	80/95 ^{ab}	3/23 ^{ab}	226/7 ^c	1/00 ^d	23/55 ^b
	۰۴-۳۴	71/33 ^{cd}	516/7 ^b	17/59 ^{cde}	119/8 ^a	2/93 ^{abc}	158/3 ^e	2/22 ^b	23/56 ^b
تنش در مرحله زایشی	۰۴-۴	64/33 ^c	316/7 ^b	22/10 ^b	30/79 ^b	2/833 ^{ab}	100 ^g	2/00 ^a	23/22 ^b
	۰۴-۱۲	83/67 ^a	891/7 ^a	22/62 ^b	61/56 ^b	3/167 ^a	330 ^a	1/00 ^b	19/45 ^b
	۰۴-۴۳	78/67 ^{ab}	900 ^a	20/18 ^{bc}	102/8 ^a	3/133 ^a	286/7 ^b	1/00 ^b	19/33 ^b
	-۱۰۱ ۰۴	65/33 ^c	441/7 ^b	16/19 ^{cd}	34/90 ^b	1/933 ^d	260/7 ^c	2/33 ^a	51/33 ^a
	-۱۲۲ ۰۴	76/33 ^b	450 ^b	27/10 ^a	59/40 ^b	2/20 ^{cd}	146/7 ^f	1/55 ^{ab}	53/44 ^a
	۰۴-۲	62/33 ^c	225 ^b	20/77 ^b	33/06 ^b	2/40 ^{bcd}	114/0 ^g	2/22 ^a	23/78 ^b
	۰۴-۳	65/00 ^c	300 ^b	13/99 ^d	51/83 ^b	3/20 ^a	205 ^{de}	1/55 ^{ab}	23/00 ^b
	۰۴-۸	64/00 ^c	275 ^b	13/38 ^d	26/08 ^b	2/70 ^{abc}	182/7 ^e	1/11 ^b	21/66 ^b
	۰۴-۹	64/33 ^c	266/7 ^b	15/66 ^d	63/49 ^b	3/03 ^a	216/7 ^d	1/77 ^{ab}	23/22 ^b
	۰۴-۳۴	64/67 ^c	483/3 ^b	14/43 ^d	58/74 ^b	2/70 ^{abc}	159/7 ^f	1/66 ^{ab}	24/44 ^b
تنش در مرحله رویشی	۰۴-۴	62/67 ^d	275/0 ^{bc}	20/66 ^{ab}	34/53 ^{ab}	2/73 ^{abc}	105/0 ^{de}	2/11 ^{ab}	21/78 ^b
	۰۴-۱۲	106/3 ^a	375/0 ^b	23/68 ^a	14/62 ^b	1/36 ^f	136/7 ^{cde}	1/33 ^b	17/44 ^b
	۰۴-۴۳	87/67 ^b	541/7 ^a	20/98 ^a	35/98 ^{ab}	2/63 ^{bcd}	201/7 ^a	1/00 ^b	15/00 ^b
	-۱۰۱ ۰۴	77/67 ^c	275/0 ^{bc}	16/08 ^c	26/27 ^{ab}	1/90 ^{ef}	210/0 ^a	2/44 ^{ab}	38/45 ^a
	-۱۲۲ ۰۴	78/00 ^c	283/3 ^{bc}	22/98 ^a	45/29 ^{ab}	2/00 ^{de}	121/0 ^{cde}	1/55 ^{ab}	44/89 ^a
	۰۴-۲	62/33 ^d	150/0 ^c	17/23 ^{bc}	22/76 ^b	2/33 ^{cde}	91/67 ^e	2/44 ^{ab}	21/67 ^b
	۰۴-۳	64/33 ^d	133/3 ^c	14/85 ^c	73/95 ^a	3/10 ^{ab}	153/3 ^{bc}	3/00 ^{ab}	21/89 ^b
	۰۴-۸	64/33 ^d	158/3 ^c	14/56 ^c	17/60 ^b	3/13 ^{ab}	141/0 ^{cd}	4/11 ^a	18/33 ^b
	۰۴-۹	64/33 ^d	166/7 ^c	14/36 ^c	36/93 ^{ab}	3/33 ^a	186/7 ^{ab}	1/11 ^b	20/56 ^b
	۰۴-۳۴	71/67 ^{cd}	133/3 ^c	16/72 ^c	36/09 ^{ab}	2/60 ^{bcd}	105/0 ^{de}	2/00 ^{ab}	20/22 ^b

در هر ستون و در هر محیط میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) ندارند.

جدول ۵- همبستگی بین صفات مورد بررسی در شرایط مختلف رطوبتی

روز تا گلدهی	وزن بیولوژیک	قطر ساقه	وزن تک بوته	وزن صد دانه	ارتفاع بوته	تعداد پنجه بارور	طول خوشه	
0/001 ^{NS}	-0/222 ^{NS}	0/273 ^{NS}	-0/006 ^{NS}	-0/845**	-0/101 ^{NS}	0/157 ^{NS}	شرایط بدون تنش	
0/036 ^{NS}	-0/129 ^{NS}	0/324 ^{NS}	-0/177 ^{NS}	-0/835**	-0/094 ^{NS}	0/432 ^{NS}	شرایط تنش در مرحله زایشی	طول خوشه
-0/023 ^{NS}	-0/063 ^{NS}	0/167 ^{NS}	0/169 ^{NS}	-0/391 ^{NS}	0/057 ^{NS}	-0/021 ^{NS}	شرایط تنش در مرحله رویشی	
-0/365 ^{NS}	-0/229 ^{NS}	-0/167 ^{NS}	0/164 ^{NS}	-0/409 ^{NS}	-0/442 ^{NS}		شرایط بدون تنش	
-0/670*	-0/629*	-0/041 ^{NS}	-0/549 ^{NS}	-0/629*	-0/520 ^{NS}		شرایط تنش در مرحله زایشی	تعداد پنجه بارور
-0/520 ^{NS}	-0/581*	-0/568*	0/000	0/323 ^{NS}	-0/214 ^{NS}		شرایط تنش در مرحله رویشی	
0/647*	0/689*	-0/202 ^{NS}	-0/134 ^{NS}	0/518 ^{NS}			شرایط بدون تنش	
0/648*	0/756**	-0/094 ^{NS}	0/542 ^{NS}	0/337 ^{NS}			شرایط تنش در مرحله زایشی	ارتفاع بوته
0/255 ^{NS}	0/626*	-0/224 ^{NS}	0/080 ^{NS}	0/097 ^{NS}			شرایط تنش در مرحله رویشی	
0/183 ^{NS}	0/389 ^{NS}	-0/361 ^{NS}	-0/054 ^{NS}				شرایط بدون تنش	
0/271 ^{NS}	0/330 ^{NS}	-0/185 ^{NS}	0/474 ^{NS}				شرایط تنش در مرحله زایشی	وزن صد دانه
-0/756**	-0/438 ^{NS}	-0/701*	0/419 ^{NS}				شرایط تنش در مرحله رویشی	
0/105 ^{NS}	0/034 ^{NS}	-0/050 ^{NS}					شرایط بدون تنش	
0/653*	0/727**	0/194 ^{NS}					شرایط تنش در مرحله زایشی	وزن تک بوته
-0/333 ^{NS}	-0/209 ^{NS}	-0/197 ^{NS}					شرایط تنش در مرحله رویشی	
0/479 ^{NS}	0/382 ^{NS}						شرایط بدون تنش	
0/609*	0/348 ^{NS}						شرایط تنش در مرحله زایشی	قطر ساقه
0/701*	0/709*						شرایط تنش در مرحله رویشی	
0/931**							شرایط بدون تنش	
0/891**							شرایط تنش در مرحله زایشی	وزن بیولوژیک
0/728**							شرایط تنش در مرحله رویشی	روز تا گلدهی
							شرایط بدون تنش	
							شرایط تنش در مرحله زایشی	
							شرایط تنش در مرحله رویشی	

NS، **، * به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

مثبت و معنی داری ($r=0/69, \alpha=0/01$) بین وزن بیولوژیک تک بوته و ارتفاع، همچنین وزن بیولوژیک تک بوته و روز تا گلدهی ($r=0/93, \alpha=0/01$) وجود داشت (جدول ۵). در شرایط تنش در مرحله رشد زایشی نیز همبستگی مثبت و معنی داری بین وزن بیولوژیک و صفات ارتفاع و روز تا گلدهی وجود داشت (جدول ۵). در شرایط تنش در مرحله رویشی همبستگی مثبت و معنی داری میان صفت تعداد روز تا گلدهی و صفات وزن صد دانه، وزن بیولوژیک و قطر ساقه وجود داشت (جدول ۵). لذا دو صفت ارتفاع و روز تا گلدهی در کلیه شرایط همبستگی بسیار معنی دار با وزن بیولوژیک تک بوته داشتند که نشان دهنده این است که در ارقام دیررس به علت افزایش طول دوره رشد میزان تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه عملکرد بیولوژیک گیاه افزایش یافته است.

نتایج برآزش رگرسیون خطی چند متغییره به روش گام به گام نشان داد که در هر سه محیط صفت تعداد روز تا گلدهی به عنوان صفت مستقل (x) به نحو بسیار مطلوبی تغییرات وزن بیولوژیک تک بوته (y) را به عنوان متغیر وابسته تبیین و توصیف کرد. معادلات ۱، ۲

مقایسه میانگین اثر اصلی ژنوتیپ نشان داد ژنوتیپ ۱۰۱-۰۴ و ۱۲۲-۰۴ در محیط بدون تنش و دو محیط تنش بیشترین طول خوشه را داشته اند و ژنوتیپ ۴۳-۰۴ در هر سه محیط کمترین طول خوشه را داشت. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفت طول خوشه نشان داد که منابع تغییر اثر اصلی محیط و ژنوتیپ در سطح ۱٪ معنی دار بود در حالیکه اثر متقابل محیط در ژنوتیپ غیر معنی دار بود. مقایسات میانگین اثر محیط نشان داد تفاوت آماری میان محیط بدون تنش و تنش در مرحله زایشی وجود نداشت و تنش در مرحله رویشی طول خوشه کمتری نسبت به دو محیط دیگر داشت. این امر حاکی است که تنش در دوره زایشی تأثیر چندانی بر طول خوشه نداشته، اما محدودیت آبی در دوره رشد رویشی باعث کاهش طول خوشه شده است. مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ در تجزیه مرکب نشان داد که ارقام ۱۲۲-۰۴ و ۱۰۱-۰۴ دارای بیشترین طول خوشه به ترتیب به میزان ۴۸/۷۴ و ۵۰/۸۹ سانتی متر و رقم ۴۳-۰۴ کمترین طول خوشه را به طول ۱۷/۹۶ سانتیمتر داشت.

همبستگی صفات در محیط بدون تنش نشان داد که همبستگی

تنش در مرحله رویشی بدست آمده است.

$$y = -1631.17 + 30.329x \quad R^2_{Adj} = 0.86$$

$$y = -1541.34 + 28.98x \quad R^2_{Adj} = 0.79$$

$$y = -249.788 + 6.749x \quad R^2_{Adj} = 0.53$$

میانگین کل بودند. در کلاستر دوم ارقام از نظر صفات ارتفاع بوته، وزن صد دانه، قطر ساقه، تعداد روز تا گلدهی و عملکرد دانه تک بوته بالاتر از میانگین کل بودند (جدول ۷) وبا توجه به وجود تنوع در این صفات در صورت داشتن وراثت پذیری مطلوب می توان از این ارقام برای افزایش عملکرد در اصلاح واریته های سورکوم در صورت بروز تنش در مرحله رشد زایشی بهره برد. در محیط تنش در مرحله رشد رویشی ژنوتیپ ها در چهار کلاستر جداگانه گروه بندی شدند (شکل ۳). در کلاستر اول ژنوتیپ های ۰۴-۲، ۰۳، ۰۸، ۰۹، ۰۳۴ از لحاظ صفات تعداد پنجه بارور، وزن صد دانه و عملکرد دانه تک بوته بالاتر از میانگین کل بودند و علیرغم کاهش در عملکرد بیولوژیک تک بوته بیشترین عملکرد دانه تک بوته در این ارقام مشاهده شد (جدول ۸). لذا بنظر می رسد این ارقام برای بهبود شاخص برداشت ارقام مطلوبی در شرایط تنش در مرحله رشد زایشی باشند. در کلاستر دوم ژنوتیپ های (۰۴، ۱۲۲، ۱۰۱) - ۰۴ قرار داشتند. این ژنوتیپ ها از نظر صفات طول خوشه، عملکرد دانه تک بوته و قطر ساقه بالاتر از میانگین کل (جدول ۸) و در سایر صفات کمتر از میانگین کل بودند. در کلاستر سوم و چهارم برترتیب دو ژنوتیپ ۰۴-۱۲ و ۰۴-۴۳ نیز جای گرفتند (شکل ۳). بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه و در یک جمع بندی کلی بنظر می رسد در صورت مواجهه با شرایط محدودیت رطوبتی در طول دوره رشد سورگوم که با توجه به شرایط خشک و نیمه خشک اقلیمی در کشور در سالهای مکرر این امر حادث شده و دور از انتظار نیست ارزیابی تنوع موجود و وجود اختلافات ژنتیکی در صفات مورفوفیزیولوژیک موثر و مرتبط با عملکرد در ژنوتیپ های سورگوم و شناخت عکس العمل و واکنش این صفات در شرایط تنش رطوبتی گامی موثر در برنامه های بهبود ژنتیکی عملکرد و اصلاح این محصول می تواند باشد.

و ۳ به ترتیب برای محیط های بدون تنش، تنش در مرحله زایشی و

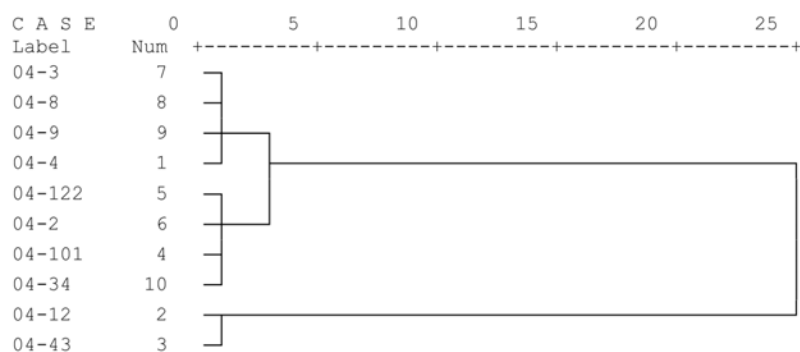
معادله ۱

معادله ۲

معادله ۳

قرابت و نزدیکی ژنوتیپ ها و گروه بندی آنها بر اساس صفات مورد بررسی از طریق تجزیه خوشه ای با ادغام گروه ها در فاصله ۵ واحد در دندروگرام های ۱ الی ۳ به ترتیب برای شرایط نرمال، تنش در مرحله رشد زایشی و تنش در مرحله رشد رویشی ارائه شده است. ارزش هر یک از کلاسترها (خوشه ها) در صفات مورد بررسی از طریق انحراف میانگین کلاسترها از میانگین کل و نیز وجود تنوع در ژنوتیپ ها به ترتیب در جداول ۶، ۷ و ۸ برای شرایط نرمال، تنش در مرحله رشد زایشی و تنش در مرحله رشد رویشی نشان داده شده است.

در محیط نرمال و محیط تنش در مرحله رشد زایشی ژنوتیپ ها در دو کلاستر جداگانه قرار گرفتند و ژنوتیپ ها در هر دو کلاستر مشابه هم بودند (شکل ۱ و ۲). دو ژنوتیپ ۰۴-۱۲ و ۰۴-۴۳ در کلاستر دوم قرابت نزدیک تری داشتند، حال آنکه سایر ژنوتیپ ها در کلاستر اول جای گرفته و مشابهت بیشتری دارند. در این کلاستر ژنوتیپ ها در محیط نرمال (جدول ۶) از لحاظ صفات طول خوشه، تعداد پنجه بارور و عملکرد دانه تک بوته بالاتر از میانگین کل بودند و با توجه به وجود تنوع در این صفات در صورت داشتن وراثت پذیری مطلوب می توان از این ارقام برای افزایش عملکرد بیولوژیک با توجه به بررسی آنها در اصلاح واریته های سورکوم بهره برد. در محیط تنش زایشی (شکل ۲) علیرغم مشابهت ارقام در هر دو کلاستر با محیط نرمال ولی در خوشه اول ژنوتیپ ها از نظر صفات طول خوشه و تعداد پنجه بارور بالاتر از میانگین کل (جدول ۷) و در سایر صفات کمتر از

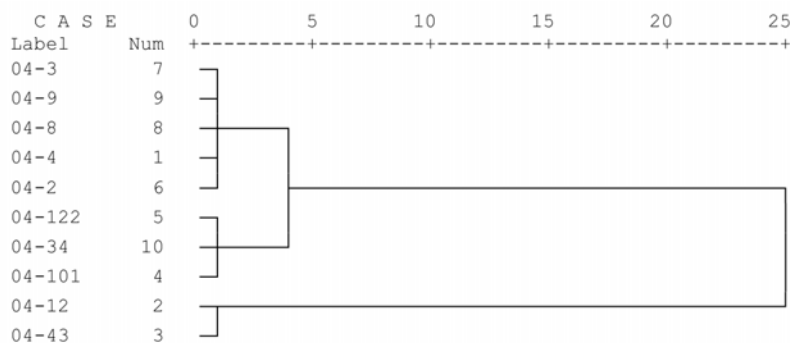


شکل ۱- تجزیه کلاستر ۱۰ ژنوتیپ در شرایط بدون تنش

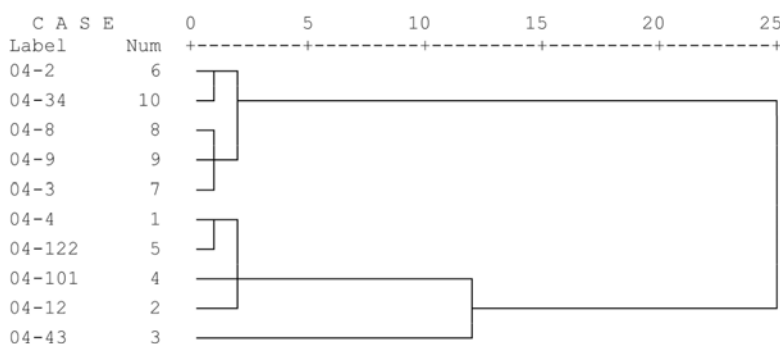
قدردانی

این مقاله از طریق اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۸۵۱۴۹-۲۵-۱۲-۴۲-۲ موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و حمایت مالی آن موسسه صورت پذیرفته و بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده دوم می باشد که بدین وسیله تشکر و قدردانی می شود.

این بررسی حاکی از تنوع و وجود اختلافات ژنتیکی در این صفات و گروه بندی متفاوت ارقام ژنوتیپ های سورگوم در واکنش به تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژیکی رشد بود. قطعاً بررسی های آینده بمنظور توارث این صفات و نحوه توارث آنها در شرایط محدودیت رطوبتی مورد نیاز و ضروری است. پس از شناخت چگونگی توارث می توان از این صفات در برنامه های اصلاحی سورگوم در محیط های تحت تنش جهت افزایش و یا ثبات عملکرد بهره برد.



شکل ۲- تجزیه کلاستر ۱۰ ژنوتیپ در محیط تنش در مرحله زایشی



شکل ۳- تجزیه کلاستر ۱۰ ژنوتیپ در محیط تنش رویشی

جدول ۶- میانگین و انحراف از میانگین کل برای صفات مورفوفیزیولوژیک در ژنوتیپ های سورگوم در محیط بدون تنش در گروه های حاصل از تجزیه کلاستر

ژنوتیپ	کلاس	تعداد روز تا گلدهی	وزن بیولوژیک (بجز دانه) (گرم در بوته)	قطر ساقه (میلیمتر)	وزن دانه (گرم در بوته)	وزن صد دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد پنجه بارور	طول خوشه (سانتیمتر)
۰۴-(۸۰۹،۴۰۱۲۲،۲،۱۰۱،۳۴،۳)	۱	۶۵/۸۳	۱۳۲/۱۵	۱۷/۹۸	۶۱/۵۱	۲/۸۷	۱۷۳/۵۳	۱/۷۱	۳۹/۴۲
انحراف از میانگین کل		-۰/۰۵	-۰/۳۲	-۰/۰۳	۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۹
۰۴-(۱۲،۱۳)	۲	۸۴/۱۷	۴۴۲/۰۷	۲۰/۹۱	۵۰/۱۴	۳/۳۵	۲۹۶/۱۷	۱/۰۰	۱۷/۴۴
انحراف از میانگین کل		۰/۲۱	۱/۲۸	۰/۱۳	-۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۵	-۰/۳۶	-۰/۳۵
میانگین کل		۷۵	۲۸۷/۱۱	۱۹/۴۵	۵۵/۸۳	۳/۱۱	۲۳۴/۸۵	۱/۳۵	۲۳/۴۳

جدول ۷ - میانگین و انحراف از میانگین کل برای صفات مورفوفیزیولوژیک در ژنوتیپ های سورگوم در محیط تنش زایشی در گروه های حاصل از تجزیه کلاستر

ژنوتیپ	کلاستر	تعداد روز تا گلدهی	وزن بیولوژیک (بجز دانه) (گرم در بوته)	قطر ساقه (میلیمتر)	وزن دانه (گرم در بوته)	وزن صد دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد پنجه بارور	طول خوشه (سانتیمتر)
۰۴	۱	۶۵/۷۹	۱۱۳/۵۰	۱۷/۹۵	۴۴/۷۹	۲/۶۳	۱۷۳/۱۷	۱/۷۸	۳۰/۵۱
		-۰/۰۴	-۰/۳۶	-۰/۰۴	-۰/۱۴	-۰/۴۰	-۰/۱۴	۰/۱	۰/۰۸
۰۴-(۱۲،۱۳)	۲	۸۱/۱۷	۴۲۵/۲۷	۲۱/۴۰	۸۲/۱۹	۳/۱۵	۳۰۸/۳۳	۱	۱۹/۳۹
		۰/۱۸	۱/۴۲	۰/۱۵	۰/۵۷	۰/۱۵	۰/۵۴	-۰/۳۸	-۰/۳۱
	میانگین کل	۶۷/۸۶	۱۷۵/۴۹	۱۸/۶۴	۵۲/۲۶	۲/۷۳	۲۰۰/۲	۱/۶۲	۲۸/۲۸

جدول ۸ - میانگین و انحراف از میانگین کل برای صفات مورفوفیزیولوژیک در ژنوتیپ های سورگوم در محیط تنش رویشی در گروه های حاصل از تجزیه کلاستر

ژنوتیپ	کلاستر	تعداد روز تا گلدهی	وزن بیولوژیک (بجز دانه) (گرم در بوته)	قطر ساقه (میلیمتر)	وزن دانه (گرم در بوته)	وزن صد دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد پنجه بارور	طول خوشه (سانتیمتر)
۰۴	۱	۶۵/۴	۷۹/۰۷	۱۵/۵۴	۳۷/۴۶	۲/۹	۱۳۵/۵۳	۲/۵۳	۲۰/۵۳
		-۰/۱۱	-۰/۲۴	-۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۵	-۰/۰۶	۰/۲	-۰/۱۴
۰۴	۲	۷۲/۷۸	۸۵/۴۸	۱۹/۹۱	۳۵/۳۶	۲/۲۱	۱۴۵/۳۳	۲/۰۴	۳۵/۰۴
		-۰/۰۱	-۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۰۲	-۰/۱۲	۰	-۰/۰۳	۰/۴۵
۰۴-۱۲	۳	۱۰۶/۳۳	۲۸۸/۲۸	۲۳/۶۸	۱۴/۶۲	۱/۳۷	۱۳۶/۶۷	۱/۳۳	۱۷/۴۴
		۰/۴۳	۱/۷۶	۰/۳	-۰/۵۷	-۰/۴۵	-۰/۰۵	-۰/۳۶	-۰/۲۷
۰۴-۴۳	۴	۸۷/۶۷	۱۰۰/۸۶	۲۰/۹۸	۳۵/۹۷	۲/۶۳	۲۰۱/۶۷	۱	۱۵
		۰/۱۸	-۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۳۸	-۰/۵۲	-۰/۳۷
	میانگین کل	۷۳/۹۳	۱۰۴/۰۹	۱۸/۲۱	۳۴/۴	۲/۵۱	۱۴۵/۲	۲/۱۱	۲۴/۰۲

منابع

- ۱- بهبودی فرد، ب. ۱۳۸۷. بررسی تجمع و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ارقام و لاین های سورگوم تحت شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی مزرعه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی مشهد.
- ۲- بهشتی، ع. ۱۳۷۵. بررسی سازگاری هیبرید های دانه ای در شرایط اقلیمی مشهد. نهال و بذر. ۱۳: ۷-۱۷
- 3- Abdulai, A.L., F. Asch, and N.Vande Giesen. 2008. Physiological and morphological responses of *Sorghum bicolor*

- to static and dynamic drought conditions. Beitrag in Tagungsband
- 4- Araus, J.L., G.A. Slafer, M.P. Reynolds, and C. Royo. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for? *Annals Bot.* 89:925-940.
 - 5- Arduini, I., A. Masoni, L. Ercoli, M. Mariotti. 2006. Grain yield, dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *Agron. J.* 25: 309-318.
 - 6- Ayana, A. and E. Bekele. 1999. Multivariate analysis of morphological variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) germplasm from Ethiopia and Eritrea. *Genet. Resour. Crop Evol.* 46: 387-384.
 - 7- Bdukli, E., N. Celik, M. Turk, G. Bayram, and B. Tas. 2007. Effects of post anthesis drought stress on the stem-reserve mobilization supporting grain filling of two-rowed barley cultivars at different levels of nitrogen. *J. Bio Sci.* 7(6):949-953
 - 8- Blum, A. and A. Ebercon. 1976. Genotypic response in sorghum to drought stress . III. Free proline accumulation and drought resistance. *Crop Sci.* 16: 428-431.
 - 9- Borrás, L., A.J. Cura, and M.E. Otegui. 2002. Maize kernel composition and post-flowering source-sink ratio. *Crop Sci.* 42:781-790.
 - 10- Craufurda, P. Q. and J. M. Peacock. 1993. Effect of heat and drought stress on sorghum (*Sorghum Bicolor*). II. Grain yield. <http://journals.cambridge.org>
 - 11- Doggett, H. 1988. Sorghum. International development Research Center
 - 12- F.A.O. 2008. Faostat. Production. <http://faostat.fao.org/site/567/pag ID=567>
 - 13- Gambin, B.L. and L. Borrás. 2007. Plasticity of sorghum kernel weight to increased assimilate availability. *Field Crops Res.* 100:272-284
 - 14- Hammer G.L., and I.J. Broad. 2003. Genotype and environment effects on dynamics of harvest index during grain filling in sorghum. *J. Agron.* 95:199-206.
 - 15- Kiniry, J. R., and C. R. Tischler. 1992. Nonstructural Carbohydrate Utilization by sorghum and maize shaded during grain growth. *Crop Sci* 32:131-137.
 - 16- Lewis, R. B., E. A. Hiller, and W. R. Jordan. 1974. Susceptibility of grain sorghum to water deficit at three growth stages. *Agron. J.* 66:589.
 - 17- Premachandra, G. S., H. Saneoka, K. Fujita, and S. Ogata. 1992. Leaf water potential osmotic adjustment cell membrane stability, epicuticular wax load and growth as affected by increasing water deficits in sorghum. *Journal of Experimental Botany.* 43: 1569-1576.
 - 18- Rosenow, D. T, J. E. Quisenberry, C. W. Wendt and L. E. Clark. 1983. Drought tolerant sorghum and cotton germplasm. *Agricultural Water Management.* 7(1-3): 207-222
 - 19- Smith, C. W., and R. A. Fredriksen (eds). 2000. Sorghum: Origin, history, technology and production. John Wiley and Sons, Inc.
 - 20- Stout, D. G., T. Kannangara, and G. M. Simpson. 1978. Drought resistance of sorghum bicolor. 2: Water stress effects on growth, *Can. J. plant. Sci.* 58:225.
 - 21- Yadav, O.P., and S.K. Bhatnagar. 2001. Evaluation of indices for identification of pearl millet cultivars adapted to stress and non- stress conditions. *Field Crops Res.* 70: 201-208.