مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۱، شماره ۱، ۱۳۸۹ (۱۹۵-۱۸۷)

اثر رژیم آبیاری بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و برخی خصوصیات جوانه‌زنی سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor*) رقم کیمیا

امید یونسی[1]*، فرزاد شریف زاده[2] و علی احمدی[3]
۱، ۲، ۳، دانشجوی دکتری و دانشیاران پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۷/۵/۱۵- تاریخ تصویب: ۸۷/۱۲/۱)

چکیده

کمبود آب یکی از مهمترین عوامل محدودکننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. با این وجود اطلاعات اندکی در مورد اثرات کمبود آب بر کیفیت بذور تولیدی موجود می‌باشد. این آزمایش به منظور بررسی اثرات سطوح آبیاری بر خصوصیات کمّی و کیفی سورگوم دانه‌ای رقم کیمیا انجام گردید. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی و کاملاً تصادفی با ۴ تکرار به ترتیب در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه تحقیقات بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم زراعی و دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۵ انجام پذیرفت. چهار سطح آبیاری شامل آبیاری کامل (شاهد)، آبیاری تا مرحله گلدهی، آبیاری مرحله خمیری شدن دانه‌ها و آبیاری تا مرحله ۸ برگی به عنوان سطوح تیمار آزمایشی آبیاری در نظر گرفته شدند. مصرف متعادل آب طی مراحل نمو همراه با بهره‌مندی بیشتر از امکانات محیطی با افزایش طول دوره رسیدگی در شاهد در ارتقاء کمّی محصول نقش بسزایی داشت و در کلیه صفات کمّی اندازه‌گیری شده تیمار شاهد بالاترین سطح را برخوردار بود. قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی و عدم آبیاری تا پایان فصل رشد موجب کاهش شدید عملکرد و اجزاءآن گردید و در کلیه صفات کمّی اندازه‌گیری شده پایین‌ترین میزان را نشان داد. سطوح متفاوت آبیاری اگر چه تغییرات کمّی قابل ملاحظه‌ای را در تعداد، اندازه و عملکرد بذور موجب گردید. لیکن بر خصوصیات کیفی بذور (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه) تاثیری نداشت و اختلاف معنی‌داری بین شاهد و سایر سطوح تیمارآبیاری در این صفات مشاهده نگردید. با توجه نتایج بدست آمده در این تحقیق به نظر می‌رسد که کمبود آب تاثیر مستقیمی بر فعالیت متابولیکی بذور نداشته باشد. هر چند کمبود آب می‌تواند اثرات منفی بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد اعمال نماید.

واژه‌های کلیدی: **سورگوم دانه‌ای، سطوح آبیاری، عملکرد و اجزاء عملکرد، خصوصیات کیفی.**

مقدمه

خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهمترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و بازده استفاده از مناطق نیمه خشک را کاهش داده است (Kardovani, 1997). این مشکل در مناطقی با آب و هوایی مدیترانه‌ای همانند ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و لزوم استفاده صحیح از منابع آبی را امری اجتناب نا پذیر ساخته است. یکی از راهکارهای ارائه شده در زمینه بهبود مدیریت راندمان آبیاری حصول عملکرد اپتیمم با توجه به حداکثر راندمان بهره‌برداری از آب آبیاری می‌باشد (Rahnama, 2003). در این راستا شناخت ارتباط کمبود

* نویسنده مسئول: امید یونسی تلفن: ۰۹۱۳-۳۰۵۸۷۰۸ E-mail: omid_younesi_57@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

آب خاک با رشد محصولات، بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی در ارتباط با تنش، کشت گیاهان مقاوم و سایر مواردی که امکان توسعه هر چه بیشتر گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک را فراهم می‌کند مفید و مطلوب خواهد بود (Kardovani, 1997; Rahnama, 2003).

گیاهان زراعی بطور پیوسته در معرض تنش کمبود آب بوده و به روش‌های گوناگونی به تنش واکنش نشان می‌دهند. فهم و درک این واکنش‌ها کمک‌های زیادی را به تشریح نحوه رشد و میزان تولید آنها در شرایط تنش‌زای محیطی خواهد کرد (Ahmadi et al., 2006). در این بین ذرت خوشه‌ای با برخورداری از صفاتی همانند روزنه‌های کوچک، قابلیت خود پیچی برگ‌ها، کنترل روزنه‌ها و ... سازگاری بالایی به طیف وسیعی از شرایط اکولوژیکی در مقایسه با سایر گیاهان زراعی دارد (Nour-Mohamadi et al., 2007). با وجود این وقوع تنش به علت اختلال و تغییر در فعالیت های گیاهی افت میزان عملکرد را نسبت به شاهد به همراه خواهد داشت که شدت این تغییرات با توجه به شدت تنش و مرحله گیاهی متفاوت خواهد بود (Roshdi & Rezadost, 2005).

تنش خشکی در مرحله رشد زایشی و در سه مرحله پیدایش و تشکیل گل، گرده‌افشانی و لقاح و پر شدن دانه‌ها اثرات متفاوتی را بر اجزاء عملکرد موجب می‌گردد. در این راستا Mozafari et al. (1996) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که وزن هزار دانه در بین سایر صفات مرتبط با عملکرد درقبال تنش خشکی ثبات بیشتری داشت. Mazaherilaghab et al. (2001) در ادامه علت این امر را به این صورت توجیه می نمایند که آبیاری در مرحله گلدهی بر باروری گلچه‌ها و افزایش تعداد دانه‌ها تاثیر دارد در حالیکه در مرحله دانه‌بندی، آبیاری بر افزایش اندوخته‌های غذایی و پرشدن دانه‌ها و در نتیجه افزایش وزن آنها تاثیر می‌گذارد (Mazaherilaghab et al., 2001). Narashima & shivraj (1998) گزارش کردند که تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی در سورگوم دانه‌ای سبب کاهش طول پرشدن دانه گردید. همچنین در این مطالعه افزایش اندازه دانه ناشی از کاهش تعداد دانه در خوشه بیان شده است. Hassman et al. (1998) نیزاظهار داشتند تنش آبی در اوایل گرده‌افشانی باعث کاهش شدید عملکرد می‌گردد.

ارتفاع گیاه تحت تاثیر رطوبت موجود در محیط قرار می‌گیرد (Roshdi & Rezadost, 2005). نشانه اصلی تنش در مرحله رویشی کاهش تعداد و اندازه برگ‌ها است. اگر کمبود رطوبت ادامه یابد برگ‌های پایینی ریزش نموده و ارتفاع گیاه به میزان قابل توجهی کمتر از حد طبیعی خواهد شد. Jafarzade Kenarsari & Poustini (1997) معتقدند ارتفاع گیاه را می‌توان معرف میزان رشد رویشی دانست. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که تنش شدید خشکی در طی دوره رویشی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع آفتابگردان می‌گردد. Berenguuer & Faci (2001) نیز ضمن تحقیق خود روی عملکرد سورگوم تحت تیمارهای مختلف رطوبتی به این نتیجه رسید که با کاهش میزان آب قابل دسترس یعنی با افزایش شدت تنش عملکرد، شاخص برداشت و کل ماده خشک تولیدی کاهش نشان داده است.

Mehrvar (1992) گزارش نمود که اثر دور آبیاری بر عملکرد ماده خشک سورگوم معنی‌دار است و با کاهش فواصل آبیاری عملکرد ماده خشک افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد مصرف بهینه آب بر اساس نیازهای واقعی گیاه و شرایط اقلیمی می‌تواند نقشی موثر در افزایش کارایی مصرف آب گیاه داشته باشد.

کیفیت بذور تولیدی یکی دیگر از جنبه های است که در اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد گیاهی مورد توجه قرار گرفته و بویژه در صنعت تولید بذر از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. با وجود این مسئله که اعمال تنش در مراحل رویشی و زایشی می‌تواند موجب کاهش عملکرد و تعداد دانه‌های تولیدی گردد ولیکن تاثیر مستقیم آن بر قابلیت جوانه‌زنی یا بنیه بذور[1] (بنیه بذر مجموع خصوصیاتی از بذر است که تعیین کننده توانایی بالقوه سبز کردن سریع و یکنواخت و نمو گیاهچه‌های نرمال تحت دامنه وسیعی از شرایط می‌باشد. Association of Official Seed Analysis (AOSA), 1983) نامشخص می‌باشد.

1. Seed vigor

Archive of SID

www.SID.ir

بطورکلی شرایط آب و هوایی می‌تواند در طول مدت نمو و رسیدگی بذور کیفیت بذور را تحت تاثیر قرار داده و موجبات افت کیفیت بذور تولیدی گردد. Khodabandeh & Jalilian (1997) طی بررسی اثرات تنش بر گیاه سویا مشاهده کردندکه تنش در مرحله رشد زایشی موجب کاهش بنیه بذور گردید ولیکن بر درصد جوانه‌زنی بذور اثر معنی‌داری نداشت همچنین Dorenbos & Kassum (1979) اظهار داشتند که تنش در مرحله پرشدن دانه‌ها منجر به کاهش شاخص بنیه در سورگوم می‌گردد. در تناقض با آزمایشات مذکور Soltani (1996) در بررسی اثرات محدودیت آب بر خصوصیات کمی و کیفی بذور ذرت و سورگوم نتیجه گرفت که محدودیت آبی موجب کاهش عملکرد دانه این دو گیاه زراعی می‌گردد ولیکن بر کیفیت بذور تولیدی تاثیری نخواهدداشت. در این راستا .Ghassemi et al (1997) نیز اظهار داشتند که تنش خشکی علی‌رغم کاهش در عملکرد سورگوم تاثیر معنی‌داری بر کیفیت بذور تولیدی نداشته است. در تحقیقات .Meckel et al (1984) آمده است که تنش خشکی اگرچه موجب زودرسی و کاهش اندازه بذر می شود ولی نباید انتظار داشت که بر جوانه‌زنی موثر باشد. با توجه به مطالب مذکور هدف از این بررسی آنستکه اثرات سطوح آبیاری بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد و برخی ازخصوصیات کیفی سورگوم دانه‌ای رقم کیمیا مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم زراعی و دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهرستان کرج (عرض جغرافیایی °۳۵ و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی °۵۰ و ۵۸ دقیقه واقع ۱۳۱۲ متر ارتفاع از سطح دریا) انجام گردید. این منطقه از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی بر اساس سیستم طبقه‌بندی دو مارتن جزء مناطق نیمه خشک و نیمه سرد می‌باشد. متوسط بارندگی۳۰ ساله و درجه حرارت سالیانه به ترتیب ۲۶۰ میلی‌متر و ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی - رسی می‌باشد. عملیات تهیه بستر شامل شخم پاییزه، شخم تکمیلی بهاره، دیسک زدن، تسطیح و کود پاشی بر اساس نتایج تجزیه خاک صورت پذیرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۵ ردیف کاشت به صورت جوی و پشته به طول۴ متر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بوده و فاصله بین بوته‌ها روی خطوط کشت پس از عملیات تنک ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در ۱۵ اردیبشت ۱۳۸۵ انجام شد. برای جلوگیری از تاثیر رطوبت احتمالی هر یک از کرت‌ها به کرت‌های مجاور فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۳ متر در نظر گرفته شد.

آزمایش به صورت بلوک های کامل تصادفی و در ۴ تکراراجرا شد. چهار سطح آبیاری شامل آبیاری کامل (IR_0)، آبیاری تا زمان گلدهی (IR_1)، آبیاری تا خمیری شدن دانه (IR_2) و آبیاری تا مرحله ۸ برگی (IR_3) به عنوان تیمارهای آزمایشی در نظر گرفته شدند. لازم به ذکر است که بعد از اعمال تیمارهای مذکور تا پایان فصل رشد آبیاری صورت نگرفت.

جهت اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه، نمونه‌برداری با رعایت اثر حاشیه از سه ردیف میانی صورت پذیرفت. پس از رسیدن فیزیولوژیکی سورگوم بطور تصادفی تعداد ۱۶ بوته جهت اندازه‌گیری اجزاء عملکرد از هر کرت برداشت شد. زمان رسیدگی فیزیولوژیکی دانه‌ها با توجه به مشاهده لایه سیاه رنگ در انتهای دانه‌ها تعیین گردید. برای تعیین عملکرد دانه پس از برداشت بوته‌ها دانه‌ها بوسیله خرمن کوب از خوشه جدا و توزین گردید. درصد رطوبت دانه‌ها در همه تیمارها و در هر تکرار توسط دستگاه رطوبت سنج اندازه‌گیری گردید، و سپس مقدار عملکرد دانه بر اساس ۱۲ درصد رطوبت محاسبه شد. برای محاسبه وزن خشک کاه شامل برگ، ساقه و چوب خوشه، نمونه‌ها در آون در حرارت ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و سپس با ترازوی که دقت آن معادل ۰/۰۱ گرم داشت توزین شدند. کل وزن خشک تولیدی (وزن خشک کاه بعلاوه عملکرد دانه) برابر عملکرد بیولوژیک در نظر گرفته شد و از طریق آن شاخص برداشت محاسبه گردید.

خصوصیات کیفی بذر

به منظور بررسی اثر سطوح آبیاری بر خصوصیات کیفی بذور حاصل از پایه مادری ذرت خوشه‌ای، آزمایشی در پاییز ۱۳۸۵ در محل آزمایشگاه بذر گروه

Archive of SID

www.SID.ir

زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم زراعی و دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به صورت کاملاً تصادفی و در ۴ تکرار انجام شد و فاکتورهای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر اندازه‌گیری گردید.

محیط کشت در این آزمایش ظروف استریل شده به قطر ۹ سانتی‌متر بود، که در کف آن یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره یک استریل شده قرار گرفت. بذور جهت ضدعفونی به مدت ۳۰ ثانیه در محلول وایتکس ۱۰ درصد غوطه‌ور و بلافاصله با آب مقطر شستشو شدند. سپس در هر ظرف از هر سطح آبیاری در هر تکرار ۲۵ عدد بذر سالم قرار داده شد و مجموع آنها در داخل اتاقک جوانه‌زنی مستقرو دمای اتاقک جوانه‌زنی روی ۲۵ درجه سانتی‌گراد ثابت شد.

برای اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی تعداد بذور جوانه زده درآخرین روز جوانه‌زنی (به مدت ۷ روز) شمرده شد. همچنین برای اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی از روز اول به مدت ۷ روز بطور روزانه بذور جوانه زده شمارش شدند. به منظور تعیین سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز) از فرمول Maguire (1962) استفاده گردید:

$$RS = \frac{1}{\sum n_i d_i / \sum n}$$

که در این رابطه: RS بیانگر سرعت جوانه‌زنی، n_i تعداد بذور جوانه زده در روز iام، d_i تعداد روز تا شمارش i ام و n برابرتعداد کل بذورمی‌باشد.

در پایان آزمایش پس از اتمام شمارش، طول ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه در دستگاه آون و به مدت ۴۸ ساعت خشک شد و توزین نمونه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ انجام پذیرفت. برای تعیین شاخص بنیه بذر از فرمول زیر استفاده گردید (Kim & Kang, 1987):

درصد جوانه‌زنی × طول گیاهچه = شاخص بنیه بذر

تجزیه تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات با استفاده از نرم‌افزارهای آماری صورت گرفت. قبل از انجام تجزیه واریانس داده‌ها نرمال بودن آنها بررسی شد. برای نرمال بودن داده‌ها از نرم‌افزار MINTAB استفاده گردید. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها به روش دانکن و در سطح احتمال ۵٪ توسط نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس عملکرد و اجزاء آن در جدول شماره یک نشان داده شده است. تاثیر سطوح آبیاری در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید که نشان‌دهنده اثرات متفاوت سطوح تیمارآبیاری بر عملکرد دانه می‌باشد. بیشترین عملکرد دانه در IR_0 با متوسط ۴۱۴۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در IR_3 با متوسط ۹۲۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۲). Koocheki & Sarmadnia (1999) تسریع در گل‌دهی و کوتاه شدن دوره رشد را به عنوان یکی از دلایل کاهش عملکرد گیاهی بیان کرده اند. به نظر می رسد مصرف متعادل آب طی مراحل مختلف نمو در شاهد منجر به بهبود عملکرد دانه می‌گردد . همچنین بهره مندی بیشتر از امکانات محیطی در شاهد با افزایش طول رسیدگی می‌تواند در ارتقاء کمی و کیفی محصول نقش بسزایی داشته باشد (Roshdi & Rezadost, 2005). با توجه به اینکه یکی از اثرات افزایش رطوبت تاخیر در گل دهی و افزایش دوره رویشی می‌باشد. لذا همین عامل منجر به افزایش دوره رسیدگی در شاهد گردید. سایر مطالعات انجام گرفته در این زمینه نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند. Mazaherilaghab et al. (2001) اظهار داشتند تنش خشکی ضمن کاهش سطح برگ و پیری زود رس موجب افت عملکرد دانه می‌گردد. در این راستا Ferere & Fernandz (1986) دریافتند که در اثر تنش خشکی در آفتابگردان سطح برگ بسرعت کاهش یافته و تاثیر منفی بر عملکرد دانه می گذارد. Human et al. (1990) طی آزمایشی استنباط کردند که تنش شدید رطوبتی در مراحل گل‌دهی، گرده‌افشانی و دانه‌بندی آفتابگردان باعث بیشترین افت عملکرد دانه می‌گردد.

پدیده خروج خوشه از غلاف برگ سورگوم در شرایط کمبود و محدودیت آب از اهمیت بالایی برخوردار است و کمتر بودن طول و وزن خوشه در تیمارسطوح آبیاری

Archive of SID

www.SID.ir

به دلیل خروج کم خوشه‌ها از غلاف برگ و عقیم شدن سنبله‌ها بوده است. مقایسه میانگین سطوح آبیاری نشان داد که بیشترین میانگین طول خوشه با متوسط ۲۰/۸۸ سانتی‌متر مربوط به IR_0 بوده و IR_3 با متوسط ۱۲/۶۵ کاهش ۴۰ درصدی را نسبت به IR_0 نشان می‌دهد (جدول۲). برطبق مشاهدات Hassman et al. (1998) تیمارهای آبیاری از تعداد خوشه بیشتری در واحد سطح نسبت به تیمارهای بدون آبیاری برخوردار بوده و آبیاری بیشتر موجب افزایش ظهور خوشه می‌گردد.

مشاهده نتایج جدول تجزیه واریانس بیانگر آن است که اختلاف وزن خوشه در بین سطوح آبیاری با اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). Ludlow et al. (1990) گزارش نموده اند که مهم‌ترین اثر مورفولوژیک کمبود آب پیش از گرده‌افشانی سورگوم کاهش میزان خروج خوشه از غلاف برگ می‌باشد که این کاهش به نوبه خود منجر به افت وزن خوشه در واحد سطح می‌گردد.

در صفت تعداد دانه در خوشه تیمار IR_0 با متوسط ۹۷۲ دانه در خوشه حداکثر سطح این فاکتور را به خود اختصاص داد (جدول ۲). با این وجود به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری میان IR_0 با IR_1 و IR_2 مشاهده نگردید . به نظر می رسد در IR_2 وIR_1 کمبود آب طی مرحله زایشی از طریق کاهش قدرت مقصد در جذب مواد فتوسنتزی موجب کاهش غیر معنی‌دار تعداد گلچه‌های بارور در مقایسه با IR_0 گردیده است (Ludlow et al., 1990).

Hassman et al. 1998) در بررسی اثرات تنش آبی روی هیبریدهای مختلف سورگوم به این نتیجه رسیدند که تنش آبی در اوایل گرده افشانی باعث کاهش عملکرد می‌گردد. Abulhashem et al. (1998) نیز اظهار داشتند که عدم آبیاری در مرحله پیدایش و تشکیل گل‌ها و مواجه شدن گیاه با تنش خشکی در این مرحله حتی اگر تنش به صورت جزئی باشد باعث کاهش میزان ظهور سلول‌های بنیادی گل می‌گردد و تعداد سنبله در غلات و تعداد غلاف‌ها را در کلزا و سویا کاهش می‌دهد.

در تیمار IR_2 اختلاف معنی‌داری در صفت تعداد دانه در خوشه با شاهد مشاهده نگردید. لیکن قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها موجب کاهش وزن دانه درمقایسه با شاهد شد (جدول ۲). مصرف آب بیشتر در IR_0 منجر به تولید دانه‌های بزرگتر و افزایش وزن هزار دانه نسبت IR_2 و IR_3 گردید. به نظر می‌رسد وجود آب کافی بخصوص در مرحله دانه‌بندی مانع از بروز رقابت زیاد بر سر جذب مواد فتوسنتزی بین دانه‌ها و اندام رویشی گردید. همچنین طولانی شدن مرحله دانه‌بندی و رسیدگی در IR_0 منجر به انتقال مواد فتوسنتزی کافی به دانه‌ها و افزایش متوسط وزن دانه‌ها گردید. در این راستا Mazaherilaghab et al. (2001) اظهار داشتند آبیاری در مرحله دانه‌بندی بر افزایش اندوخته‌های غذایی و پرشدن دانه‌ها و در نتیجه افزایش وزن دانه تاثیر می‌گذارد. از طرفی Narashima & Shivraj (1998) گزارش کردند که تنش کم آبی بعد از گرده افشانی در سورگوم دانه‌ای سبب کاهش طول پر شدن دانه‌ها گردید. همچنین در این مطالعه افزایش اندازه دانه عمدتا ناشی از کاهش تعداد دانه در خوشه بیان شده است. Olufayo et al. (1997) در تحقیق خود روی عملکرد سورگم تحت شدت‌های متفاوت تنش و در مراحل مختلف رشد به این نتیجه رسیدند که تعداد خوشه در واحد سطح در زمان خوشه‌دهی تحت تاثیر سطوح کم آبیاری قرار گرفت و کم آبیاری در مرحله پرشدن دانه بر روی وزن دانه‌ها موثر بوده و موجب کاهش آن شده است.

بررسی اثرات سطوح آبیاری بر عملکرد بیولوژیک (وزن کل اندام‌های هوایی گیاه) نشان داد که بین سطوح آبیاری از لحاظ این صفت اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجو دارد. آبیاری متعادل در IR_0 منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک تا ۱۰۳۹۰ کیلو گرم در هکتار گردید. کمترین عملکرد بیولوژیک در IR_3 بدست آمد (جدول۲).

با توجه به مصرف آب بیشتر در شاهد و تاثیر این عامل بر رشد رویشی و افزایش فاصله بین گره‌ها حداکثر ارتفاع بوته (۹۸/۸) در تیمار IR_0 بدست آمد (جدول ۲). به نظر می‌رسد کمبود آب در IR_3 منجر به کاهش شدید ارتفاع بوته (۵۸/۱۵) گردید. زیرا یکی از اثرات کم آبی در مرحله رشد رویشی کاهش تعداد برگ‌ها و افت ارتفاع گیاه می‌باشد (Roshdi & Rezadost, 2005). دیگر مطالعات انجام پذیرفته در این زمینه نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. Shabani-Frotan (2001) در بررسی دو

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین مربعات اثر سطوح آبیاری بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن هزاردانه	تعداد دانه در خوشه	طول خوشه	وزن خوشه
تکرار	۳	۲۴۴۸۴۷/۶۳ ns	۵۷۲۸۴۱/۳۳ ns	۶۳/۵۵ ns	۱۵/۶۰۴ ns	۸۹۱۴/۷۵ ns	۹/۱۳۲ *	۲۶۹۹۰۶/۲۵ ns
سطوح آبیاری	۳	۸۵۴۹۶۱۵/۶۳ **	۱۹۰۸۰۲۶۶/۸۳۳ **	۴۲۹/۱۹۶ **	۳۳۰/۳۳۶ **	۳۵۱۵۳۹/۴۱۷ **	۴۸/۷۷۲ **	۱۴۳۸۸۲۸۵ /۴۱۷ **
اشتباه آزمایشی	۹	۱۵۸۹۷۵/۳۴	۱۶۶۹۸۷۰/۴۴۴	۵۷/۵۶۱	۸/۱۸۲	۲۷۴۵۹/۰۲۸	۱/۶۶۷	۱۵۶۰۶۳/۱۹۴

*، ** به ترتیب اثر معنی‌دار تیمار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ns عدم تفاوت معنی‌دار.

جدول۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه و وزن خوشه

سطوح آبیاری	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در خوشه	طول خوشه (سانتی‌متر)	وزن خوشه (کیلوگرم در هکتار)
IR_0	۴۱۴۴ a	۱۰۳۹۰ a	۳۹/۸۵ a	۳۹/۲۹ a	۹۷۵ a	۲۰/۸۸ a	۷۱۲۹ a
IR_1	۳۳۱۰a	۹۴۴۸ a	۳۶/۵۶ a	۳۵/۴۲ ab	۵۹۲ ab	۱۶/۶۵ b	۶۱۱۰ b
IR_2	۳۸۳۵ a	۱۰۱۶۰ a	۳۸/۸۷ a	۳۰/۱ b	۸۳۳/۸ a	۱۸/۶۳ ab	۶۶۳۵ ab
IR_3	۹۲۱/۳ b	۵۷۰۳ b	۱۷/۵۶ b	۱۸/۴ c	۲۹۸/۸ b	۱۲/۶۵ c	۲۹۲۴ c

برای هر صفت حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشد.

ژنوتیپ حساس و مقاوم ذرت مشاهده کرد که تنش در مرحله رویشی کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد را به همراه داشت. Mehrvar (1992) نیز گزارش نمودکه اثر دور آبیاری بر عملکرد ماده خشک تولیدی سورگوم معنی‌دار بوده و با کاهش فواصل آبیاری عملکرد ماده خشک افزایش می‌یابد. Jafarzade–Kenarsari & poustini (1997) گزارش کردند که تنش شدید خشکی طی مرحله رویشی در آفتابگردان باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع گردید. Ibrahim (1995) نیز کاهش عملکرد دانه و علوفه هشت ژنوتیپ مختلف سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر سطوح مختلف تنش آبی گزارش کرد.

شاخص برداشت در واقع برآیندی از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می‌باشد. این عامل نشانگر میزان انتقال مواد فتوسنتزی ساخته شده به دانه‌ها است. تفاوت شاخص برداشت بین سطوح آبیاری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). وقوع تنش آبی و کاهش مقدار آب قابل دسترس بوته‌ها در IR_3 باعث افت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و در نهایت شاخص برداشت تا حد ۱۷/۶۵ درصد گردید (جدول ۲). Berenguuer & Faci (2001) ضمن تحقیق خود روی عملکرد سورگوم تحت تراکم های مختلف ومقادیر مختلف آب قابل دسترس به این نتیجه رسیدند با کاهش میزان آب قابل دسترس یعنی با افزایش شدت تنش عملکرد دانه، شاخص برداشت و کل ماده خشک کاهش نشان داده است. Ludlow et al. (1990) گزارش نمودند که شاخص برداشت در هنگام وقوع تنش خشکی قبل از گرده‌افشانی در سورگوم به خروج بهتر خوشه (افزایش طول خوشه) بستگی دارد در مقابل تنش خشکی بعد از گرده افشانی باعث می‌گردد که شاخص برداشت بالاتر به انتقال بهتر ماده خشک تولیدی در قبل از گرده‌افشانی به دانه‌ها بستگی داشته باشد.

خصوصیات کیفی بذور

نتایج حاصل از تجزیه واریانس خصوصیات کیفی بذر در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذور سورگوم تفاوت معنی‌داری را بین سطوح مختلف آبیاری نشان نداد و درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذور تحت تاثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفت (جدول۴). این نتایج بیانگر عدم تاثیر مستقیم تنش بر فعالیت‌های متابولیکی بذور سورگوم می‌باشد. به نظر می‌رسد اعمال سطوح متفاوت آبیاری اگرچه تغییرات کمی در تعداد و اندازه بذور سورگوم موجب می‌گردد، لیکن در شرایط کمبود آب فعالیت‌های بیوشیمیایی و تقسیم سلولی طی مراحل جوانه‌زنی بذور سورگوم به سرعت انجام گرفته و فعال می‌باشد (Egli et al., 1981; Vierira et al., 1992). در

Archive of SID

www.SID.ir

این راستا Adams & Rinnie (1981)، Adams et al. (1983) و Miles (1985) مشاهده کردند که با وجود اعمال تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه‌ها، بذورتنش دیده قادر به جوانه‌زنی و ایجاد گیاهچه های نرمال بودند. Soltani (1996) اثر محدودیت آب بر قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذور سورگوم دانه ای بررسی و نتیجه گرفت که محدودیت آبی موجب کاهش عملکرد دانه این دو گیاه زراعی می‌گردد ولی بر قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر تاثیری ندارد. Ghassemi et al. (1997) گزارش کردند که محدودیت آبی باعث کاهش عملکرد بذر ذرت و سورگوم گردید ولیکن خشکی تاثیر معنی‌داری بر کیفیت بذور نداشت. در تحقیقات Meckel et al. (1984) نیز آمده است که تنش خشکی اگرچه موجب زودرسی و کاهش اندازه بذور می‌شود ولی نباید انتظار داشت که بر جوانه‌زنی موثر باشد.

در ارزیابی شاخص بنیه به عنوان یکی دیگر از پارامترهای کیفیت بذر مشاهده گردید که IR_2 با متوسط ۸/۰۹ بالاترین شاخص بنیه را دارا بود ولیکن به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین این سطح آبیاری با سایر سطوح مشاهده نگردید (جدول ۳). در تناقض با نتایج این آزمایش و گروهی دیگر از محققان Soltani (1996)، Meckel et al. (1998)، Vieira et al. (1991, 1992) و Yaklich (1984) و Dorenbos & kassum (1979) اظهار داشتند که تنش در مرحله پر شدن دانه بنیه بذور را کاهش می‌دهد. Dorenbos & Kassum (1979) در تحقیقات خود نشان دادند که کاهش قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذور سورگوم به علت وقوع تنش در طی پرشدن دانه‌ها می‌باشد. Khodabandeh & Jalilian (1997) نیز طی بررسی اثرات تنش بر گیاه سویا مشاهده کردندکه تنش در مرحله رشد زایشی اگر چه بر درصد جوانه‌زنی بذور اثر معنی‌داری نداشت ولیکن موجب کاهش بنیه بذور گردید. با این وجود به نظر می‌رسد نبود شرایط آب و هوایی مشابه در مناطق مختلف در طی دوره نمو بذور، عدم وجود سطح رسیدگی یکسان در بذور مورد آزمایش منجر به مشاهده نتایج متفاوت در این قبیل آزمایشات گردیده است. همچنین عواملی همانند برداشت زود هنگام، افزایش درجه حرارت ،بلند یا کوتاه شدن طول روز طی مرحله رسیدن بذور روی گیاه مادری می‌توانند از دیگر عوامل تاثیرگذار بر وجود مغایرت در نتایج بدست آمده در این قبیل آزمایشات باشد.

بطور کلی ارتباط نزدیک بین بنیه بذور و وزن هزار دانه وجود دارد (Yaklich, 1984; Vieira et al., 1991). در شرایط نامساعد، بذور با بنیه کمتر گیاهچه‌های غیرنرمال تولید خواهند کرد که در شرایط مزرعه‌ای قادر به خروج از خاک نبوده و یا گیاهان ضعیفی تولید خواهند کرد. لیکن تحت شرایطی مطلوبی که برای جوانه‌زنی بذور و رشد اولیه آنها در آزمایشگاه فراهم می‌شود خیلی از بذور ریز هم قادرند که گیاهچه‌های نرمال ایجاد کنند (Vieira et al., 1991; Khodabandeh & Jalilian, 1997). بررسی مراحل نمو بذور نشان می‌دهد که فعالیت‌های متابولیکی بذر به سرعت و در طی مراحل اولیه تشکیل آن انجام می‌گیرد (Egli et al., 1981; Vieira et al., 1992). بطوری که بذور نابالغ در شرایطی که میزان تجمع ماده خشک در آنها کمتر از

جدول ۳- میانگین مربعات اثر سطوح آبیاری بر خصوصیات کیفی بذر

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	بنیه بذر	وزن گیاهچه
سطوح آبیاری	۳	۰/۰۱۴ ns	۰/۴۳۸ ns	۴/۸۹ ns	۰/۰۱ ns
اشتباه آزمایشی	۱۲	۰/۰۰۷	۰/۵۶۱	۱/۵۵	۰/۰۰۷

ns عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر و وزن گیاهچه

سطوح آبیاری	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	بنیه بذر	وزن گیاهچه (گرم)
IR_0	۹۷ a	۹/۵ a	۷/۳۱ a	۰/۰۰۸ a
IR_1	۹۵a	۸/۸ a	۶/۸۱ a	۰/۰۰۶ a
IR_2	۹۵ a	۹/۲ a	۸/۰۹ a	۰/۰۰۷ a
IR_3	۸۹ a	۸/۵ a	۶/۲۳ a	۰/۰۰۶ a

برای هر صفت حروف مشابه نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۵۰٪ بذور بالغ می‌باشد قادر به جوانه‌زنی و تولید گیاهچه‌های نرمال در شرایط آزمایشگاه می‌باشند (Adams & Rinnie, 1981; Adams et al., 1983; Miles, 1985). با توجه به این مسئله که تنظیم اسمزی یکی از مکانیسم‌های اصلی گیاهان در مقابله با تنش آبی می‌باشد (Ahmadi et al., 2006). لذا احتمال می‌رود تجمع بالای مواد محلول در مراحل اولیه تشکیل بذر، یکی از مکانسیم‌های موثر در تطابق‌پذیری بذور و عدم تاثیرپذیری فعالیت‌های متابولیکی آنها از کمبود آب باشد. در این راستا Westgate & Thomson Grant (1989) و Westgate et al. (1989) نیز طی بررسی اثرات تنش در گیاه سویا اظهار داشتند که محتوای رطوبتی بذور تحت تاثیر تنش رطوبتی اعمال شده بر پایه مادری قرار نگرفت.

با توجه به نتایج به دست آمده در این آزمایش مشاهده می‌گردد اعمال تنش در مرحله رشد رویشی منجر به کاهش عملکرد گیاه گردید که علت آن کاهش سطح برگ و میزان ماده خشک تولیدی می‌باشد. پایین بودن شاخص سطح برگ در مراحل ابتدای گلدهی و پرشدن دانه‌ها باعث افت میزان فتوسنتز جاری که تشکیل‌دهنده قسمت اعظم عملکرد دانه می‌باشد، گردیده است. همچنین به علت پایین بودن میزان ماده خشک ذخیره شده در ساقه و سایر اندام رویشی انتقال مجدد مواد کاهش می‌یابد و در نتیجه کاهش فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد باعث کاهش میزان عملکرد دانه می‌گردد. با وجود این تغییرات تنش خشکی بر کیفیت بذور تاثیری نداشته و تفاوت معنی‌داری میان سطوح رژیم‌های آبیاری با شاهد مشاهده نمی‌گردد.

REFERENCES

1. Abulhashem, M., Aminmajundar, N., Hamid, A. & Hossain, M. (1998). Drought stress on seed yield attributes growth, cell membrane stability and gus echange of synthesized Brassica napus. *Agronomy Journal*, 180, 129 – 136.
2. Adams, C. A. & Rinnie, R. W. (1981). Seed maturation in soybean is independent of seed mass and of the parent plant, yet is necessary for production of viable seeds. *Journal of Experimental Botany*, 32, 615 – 620.
3. Adams, C. A., Fjerstad, M. C. & Rinnie, R. W. (1983).Characteristics of soybean seed maturation: Necessity for slow dehydration. *Crop Science*, 23, 265 – 267.
4. Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P. & Jabbari, F. (2006). *Introduction to plant physiology*. University of Tehran. (In Farsi).
5. Association of Official Seed Analysis (AOSA). (1983). *Seed vigor testing handbook*. Spring-field, IL.
6. Berenguer, M. J. & Faci, J. M. (2001). Sorghum yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. *European Journal of Agron*, 15, 43 – 55.
7. Dorenbos, J. & kassum, A. (1979). *Yield response to water (irrigation and drainage)*, FAO Rome, pp.
8. Egli, D. B., Fraser, J., Legget, J. E. & Poneleit, C. G. (1981). Control of seed growth in soyabeans [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Ann Bot*, 48, 171 – 176.
9. Ferere, E. & Fernandz, J. M. (1986). Genetic variability in sunflower and soybean under drought.1.Yield relationships. *Australian Journal of Agriculture Research*, 37, 573 – 583.
10. Ghassemi, K., Soltai, A. & Atashi, A. (1997). The effect of water limitation in the field on seed quality of maize and sorghum seed. *Seed Science and Technology*, 25, 321 – 323.
11. Hassman, B., Obilana, A., Blum, A., Ayiecho, P. & Schipperack, W. (1998). Hybrid performance of sorghum and its relationship to morphological and physiologyical traits under variable drought stress. *Plant Breeding*, 117, 223-229.
12. Human, J. J., Tiot, D. U., Bezuidenhout, H. D. & Bruyn, L. P. (1990). The influence of plant water stress on net photosynthesis and yield of sunflower. *African Journal of Agricultural Research*, 164, 231 – 241.
13. Ibrahim, Y. M. (1995). Resonse of sorghum genotypes to different water levels. *Sprinkler irrigation Annals of Arid Zone*, 34, 287 – 288.
14. Jafarzade–Kenarsari, M. & Poustini, K. (1997). Evaluation of drought stress in different stages of growth on some morphology traits and yield components of sunflower. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 29 (2), 454 – 461. (In Farsi).
15. Kardovani, P. (1997). *Arid zone* (Vol. 1). University of Tehran. (In Farsi).
16. Kim, S.H. & Kang, C. (1987). Vigor determination in barley seed by the multiple criteria. *Korean Journal of Crop Science*, 32, 417 – 427.

Archive of SID

www.SID.ir

17. Khodabandeh, N. & Jalilian, A. (1997). Evaluation of drought stress in reproductive stages on germination and seed vigor of soybean. *Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resource*, 28, 11 – 16. (In Farsi).
18. Koocheki, A. & Sarmadnia, G. (1999). *Physiology of crop plants*. Jahad – e – Daneshghahi of Mashhad. (In Farsi).
19. Ludlow, M. M., Santamaria, J. M. & Fukai, S. (1990). Contribution of osmotic adjustment of grain yield in sorghum under water limited conditions. II water stress after anthesis. *Australian Journal of Agriculture Research*, 41, 67 – 78.
20. Maguire, J. D. (1962). Seed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176 – 177.
21. Mazaherilaghab, H., Nori, F., Zare – Abyane, H. & Vafai, H. (2001). Effect of final irrigation on important traits of three varieties of sunflower in dry land farming. *Iranian Journal of Agricultural Research*, 1, 41 – 44. (In Farsi).
22. Meckel, L., Egli,D. B., Phillips, R. E., Radcliiffe, D. & Leggett, J. E. (1984). Effect of moisture stress on seed growth in soybeans. *Agronomy Journal*, 76, 647 – 650.
23. Mehrvar, M. (1992). *Study of irrigation levels and plant density on yield of grain sorghum in Karaj area*. M. Sc., thesis, University of Azad, Karaj. (In Farsi).
24. Miles, D. F. (1985). *Effect of stage of development and the desiccation environment on soybean seed quality and respiration during germination*. Ph. D. dissertation, University of Kentucky Lexington.
25. Mozafari, K., Arshi, Y. & Zynali- Khanegha, H. (1996). Effect of drought stress on some morphological traits and yield components of sunflower. *Iranian Journal of Seedling and Seed*, 12 (4), 24-32. (In Farsi).
26. Narashima Rao, C. L. & Shivraj, A. (1998). Eeffect of water stress on grain growth of glossy and non glossy varieties of grain sorghum. Lndian. *Journal of Agricultural Science*, 58, 770 – 773.
27. Nour-Mohamadi, G., Siadat, A. & Kashani, A. (2007). *Agronomy (Cereal Crops)*. University of Ahvaz. (In Farsi).
28. Olufayo, A., Ruelle, P., Baldy, C. & Aidaou, A. (1997). Biomass of grain sorghum under variable water regime. *Biomass and Bioenergy*, 12, 383 – 387.
29. Rahnama, A. (2003). *Evaluation of drought stress in different stages of growth and its effect on yield, yield components and qualitative traits of corn in Karaj area*. M. Sc. thesis, University of Tehran. (In Farsi).
30. Roshdi, M. & Rezadost, S. (2005). Study of different irrigation levels on qualitative and quantities traits of sunflower. *Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resource*, 46 (5), 1241-1250. (In Farsi).
31. Shabani-Frotan, M. (2001). *Study of sink and source relation in drought- tolerant and sensitive varieties of corn in control and drought stress condition in Karaj area*. M. Sc. thesis, University of Tehran. (In Farsi).
32. Soltani, A. (1996). The effect of water limitation in the field on viability and vigor of maize and sorghum seed. In: Proceedings of *the 4th National Crop Production and Breeding Congress*, Pp.191. (In Farsi).
33. Vieira, R. D., Tekrony, D. M. & Egli, D. B. (1991). Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor. *Journal of Seed Technology*, 16, 12 – 21.
34. Vieira, R. D., Tekrony, D. M. & Egli, D. B. (1992). Effect of drought stress and defoliation in the field on soybean seed germination and vigor. *Crop Science*, 32, 471 – 475.
35. Westgate, M. E. & Thomson Grant, D. (1989). Effect of water deficits on seed development in soybean: I. Tissue water status. *Plant Physiooglogy*, 91, 975 – 979.
36. Westgate, M. E., Schussler, J. R., Reicosky, D. C. & Brenner, M. L. (1989). Effect of water deficits on seed development in soybean: II. Conservation of seed growth rate. *Plant Physiooglogy*, 91, 980 – 985.
37. Yaklich, R. W. (1984). Moisture stress and soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 90, 60 – 67.

Archive of SID

www.SID.ir