مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۲ ، شماره ۳ ، پائیز ۱۳۸۹

مجله پژوهش های به زراعی

واکنش زراعی و فیزیولوژیکی دو رقم گندم به اسید سالیسیلیک در شرایط تنش کمبود آب

حامد عقبای[۱*]، نورعلی ساجدی[۲**]، حمید مدنی[۳]، علیرضا پازکی[۴]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران.
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران.
۳- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران.
۴- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۰۹

چکیده

به منظور بررسی واکنش زراعی و فیزیولوژیکی دو رقم گندم به اسید سالیسیلیک در شرایط تنش کمبود آب، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل آبیاری در سه سطح: آبیاری کامل (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله شیری و قطع آبیاری در مرحله خمیری شدن دانه به عنوان عامل اصلی و مصرف سالیسیلیک اسید در دو سطح: مصرف ۱ میلی مولار و عدم مصرف و دو رقم گندم الوند و شهریار به صورت فاکتوریل به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد.. نتایج تحقیق نشان داد با قطع آبیاری در مرحله شیری و خمیری دانه محتوی نسبی آب برگ و عملکرد دانه کاهش و نشت یونی افزایش یافت. قطع آبیاری در مرحله شیری و خمیری دانه عملکرد دانه را به ترتیب ۲۴٪ و ۱۵٪ کاهش داد. مصرف اسید سالیسیلیک در شرایط آبیاری مطلوب، قطع آبیاری در مرحله شیری و خمیری دانه عملکرد دانه را به ترتیب ۷/۲، ۷ و ۸/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین عملکرد دانه معادل ۳۶۹۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری مطلوب، مصرف سالیسیلیک اسید و رقم الوند حاصل شد. در شرایط قطع آبیاری بیشترین عملکرد دانه معادل ۳۳۷۸ کیلوگرم در هکتار از اثر متقابل تیمار قطع آبیاری در مرحله خمیری، مصرف سالیسیلیک اسید و رقم شهریار بدست آمد. لذا در شرایط کم آبی می توان با کشت رقم شهریار و مصرف اسید سالیسیلیک به نتیجه قابل قبول دست یافت.

واژه های کلیدی: قطع آبیاری، سالیسلیک اسید، عملکرد دانه، گندم

---

* دانش آموخته کارشناسي ارشد رشته زراعت
** نگارنده مسئول (n-sajedi@iau-arak.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تنش خشکی عامل اصلی محدود کننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک است (Debaeke & Abdellah, 2004). در چنین مناطقی وقوع تنش کمبود آب در مراحل رشد رویشی و زایشی امری اجتناب ناپذیر است و بارش های کم و توزیع نامناسب بارندگی علل محدود کننده عملکرد غلات زمستانه به شمار می رود (Garcia *et al*., 2003). گیاهانی که در معرض تنش آب قرار دارند نه تنها اندازه شان کاهش می یابند بلکه سطح برگ، اندازه سلول ها و حجم منافذ بین سلولی معمولا کاهش پیدا می کند ولی مقدار کوتین، کرکها، تعداد رگبرگ ها، روزنه‌ها و ضخامت لایه های پارانشیمی برگها افزایش می یابد (Mueen & Iqbal, 2011). حساسیت گندم به کم آبی در همه مراحل یکسان نیست. مراحل رشد طولی ساقه، آبستنی و گل دهی نسبت به کم آبی بسیار حساسند (Carter, 1987). دو هفته تا ۱۰ روز قبل از گلدهی که در آن تقسیم کاهشی نیز انجام می یابد، حساسیت به تنش کمبود آب بیشتر است Jones (2001) و اثر قابل ملاحظه‌ای برروی کاهش تعداد دانه در سنبله می گذارد (Saini & Aspinall, 1981). وزن دانه بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه دارد و به عنوان یک صفت مهم در انتخاب برای مقاومت به خشکی و درجه حرارت بالا مورد توجه قرار گرفته است (Buchanan *et al*., 2000; Gooding *et al* ,2003) در آزمایش شدت و زمان اعمال تنش کمبود آب در گندم، گزارش کردند تنش کمبود آب با کوتاه کردن دوره پر شدن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه، وزن هزار دانه و وزن هکتولیتر شد. Pierre *et al* (2008) گزارش کردند که تنش آبی در مرحله پر شدن دانه در ۹ ژنوتیپ گندم نان باعث کاهش عملکرد، اجزای عملکرد، وزن هزار دانه و ضخامت دانه شد.

امروزه روش های متفاوتی جهت مقابله با اثرات تنش کمبود آب مد نظر قرار گرفته است (Royo *et al*., 2004). استفاده از تنظیم کننده رشد گیاهی مانند اسید سالیسیلیک باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنش های زنده و غیر زنده می شود و به عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش های محیطی به حساب می آید، این تنش ها شامل گرما Dat *et al* (1998)، سرما Tasgin *et al*., (2003) ,Kang & saltveit (2002)، فلزات سنگین و خشکی Singh & Usha (2003) می باشد. سالیسیلیک اسید بوسیله سلول های ریشه تولید می شود و نقش محوری درتنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند (Panda *et al*., 2004). سالیسیلیک اسید در دوره تنش کمبود آب از طریق تاثیر بر سیستم آنتی اکسیدان باعث تاخیر در لوله شدن برگ گیاهان Kadioglu *et al* (2011) همچنین باعث محافظت رنگدانه های گیاهی، آنتی اکسیدان ها و آنزیم‌ها می شود (Chaves *et al*., 2009). با توجه به اینکه کشورمان جزء مناطق خشک و نیمه خشک می باشد، با استفاده بهینه از منابع آبی و تقویت سازوکارهای تحمل به تنش کمبود آب می توان نقش مهمی در بهبود تولید محصولات زراعی ایفا نمود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک با طول و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۱۷۵۷ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. این منطقه تابستان های ملایم تا گرم و زمستان های سرد دارد. تغییرات درجه حرارت این شهرستان بسیار بالاست بطوری که در سالیان گذشته حداقل مطلق

Archive of SID

www.SID.ir

درجه در سال ۱۳۸۶ به ۴۰- درجه سانتی گراد و حداکثر مطلق سال ۱۳۶۵ به ۴۴+ سانتی گراد هم رسیده است. زمستان های آن طولانی و تابستان های آن کوتاه است و معمولاً برودت هوا از آبان ماه شروع و گاهی تا اردیبهشت ماه ادامه می‌یابد. این آزمایش بصورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در۴ تکرار انجام شد. عوامل مورد مطالعه شامل آبیاری در سه سطح شاهد (عرف منطقه)، قطع آب در مرحله شیری شدن دانه و قطع آب در مرحله خمیری شدن دانه، سالیسیلیک اسید در دو سطح بدون مصرف و مصرف به صورت بذرمال به مقدار ۱ میلی مولار به صورت بذر مال و ارقام شامل شهریار و الوند بودند.

رقم الوند: این رقم از نتیجه تلاقی گندم های ایرانی و خارجی بوجود آمده است. ارتفاع بوته بطور متوسط حدود ۱۱۰-۱۰۵ سانتی متر است. سنبله هایش ریشکدار، رنگ دانه هایش زرد در برابر بیماری های زنگ بویژه زنگ زرد، سرما، ریزش دانه و ورس مقاوم می باشد. کیفیت نانوایی آن خوب و برای کاشت در مناطق سرد کشور مانند اردبیل، استان های آذربایجان شرقی و غربی چهارمحال و بختیاری، همدان و مناطق مشابه مناسب می باشد.

رقم شهریار: این رقم از تلاقی سه طرفه بین رقم کرج ۲ با دولاین خارجی حاصل شده با تیپ رشد زمستانه مقاومت کامل به سرما و ریزش دانه، عملکرد قابل قبول و مقاومت مطلوب به زنگ زرد و برای کشت در مناطق سرد سیر کشور قابل توصیه است. کیفیت نانوایی این رقم با ۱۱٪ پروتئین برای پخت نان های ایرانی مناسب تشخیص داده شده است. ارتفاع آن ۱۰۵ سانتی متر بوده و نسبت به ورس مقاوم است.

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح زمین وایجاد فارو بود. کشت در تاریخ ۱۳۸۸/۷/۳۰ صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۱۲خط کشت به طول ۶ متر و فاصله بین ردیف ۱۵ سانتیمتر و فاصله روی ردیف۲ سانتیمتر بود. برداشت نهایی به هنگام رسیدگی کامل دانه ها صورت گرفت. برای محاسبه اجزای عملکرد از هر کرت ۱۵ بوته به طور تصادفی از خطوط میانی انتخاب شد و صفات زراعی در برداشت نهایی ۳ متر مربع از خطوط میانی هر کرت از سطح خاک برداشت و صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه تعیین شد.

برای محاسبه محتوای نسبی آب برگ در مرحله گل دهی، یک روز قبل از اعمال تیمارهای آبیاری از هر کرت ۵ برگ پرچم کاملا توسعه یافته برداشته و بلافاصله به آزمایشگاه با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد منتقل و برگ ها توزین شدند (وزن تر) سپس برگها کاملاً شستشو داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند. برگ ها از آب مقطر خارج و جهت اندازه گیری وزن اشباع مجدداً توزین شدند (وزن اشباع). در نهایت برگ ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد قرار داده تا خشک شوند. سپس برگ ها از آون خارج و برای اندازه گیری وزن خشک توزین شدند (وزن خشک). میزان آب نسبی برگ از فرمول زیر محاسبه شد (Dhopte, 2002).

برای محاسبه پایداری غشاء سلولی دو هفته بعد از اعمال قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه از هر کرت ۵ برگ پرچم کاملاً توسعه یافته برداشت شد. ۱۵ عدد دیسک به قطر تقریبی ۳ سانتی متر از محل پهنک برگ تهیه شد. سپس دیسک ها به داخل لوله آزمایشی که حاوی ۱۰ سی سی محلول مانیتول با پتانسیل اسمز ۲ بار منتقل شدند و بعد از ۲۴ ساعت هدایت الکتریکی هر شمار به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد. (Aman *et al*., 2005).

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه ۱

$$\text{محتوای نسبی آب} = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع}}{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}} * ۱۰۰$$

رابطه۲

برای تهیه محلول مانیتول با پتانسیل اسمز ۲ بار از فرمول وانت هوف استفاده شد:

$$\psi_s = -CMIRT$$

که در آن:

ψ_s: پتانسیل اسمزی محلول

CM: مولاریته

I: ضریب یونیزاسیون برای مانیتول برابر ۱

R: ثابت گازها برابر ۰/۰۸۳

T: درجه حرارت برحسب کلوین می باشد.

برای تجزیه واریانس داده ها از نرم افزار های SAS و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

طول خوشه

نتایج تجزیه واریانس این صفت نشان می‌دهد که اثر اصلی و اثرات متقابل تیمارها بر طول خوشه معنی دار نبود(جدول ۱). با این وجود نتایج مقایسه میانگین نشان داد در بررسی اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک همچنین اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک، تیمار ها درگروه های مختلف قرار گرفتند(جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب مصرف سالیسلیک اسیدصفت طول خوشه را ۱۴/۸ درصد نسبت به عدم مصرف اسید سالیسیلیک افزایش داد. همچنین قطع آبیاری در مراحل خمیری شدن دانه نیز صفت طول خوشه را حدود ۵ درصد نسبت به تیمار آبیاری مطلوب و عدم مصرف سالیسیلیک افزایش داد (جدول ۳). اسید سالیسیلیک باعث افزایش بعضی از هورمون های گیاهی شامل اکسین ها و سیتوکنین ها شده و از این طریق باعث بهبود رشد و افزایش فتوسنتز می شود و در نتیجه روی صفات زراعی تاثیر می گذارد (Shakirova & Bezrukova, 1997). با توجه به جدول مقایسه میانگین تیمار ها بیشترین طول خوشه معادل ۶/۶۸ سانتی متر مربوط به رقم الوند توأم با مصرف اسید سالیسیلیک بود که نسبت به عدم مصرف اسید سالیسیلیک در همین رقم ۱۲/۸٪ طول خوشه بیشتری نشان داد (جدول ۳).

محتوی نسبی آب برگ

اثر ساده آبیاری، اثر متقابل اسید سالیسیلیک و رقم و اثر متقابل سه گانه تیمارها بر محتوی نسبی آب برگ در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). با قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری دانه محتوی نسبی آب برگ کاهش یافت. بالاترین محتوی نسبی آب برگ مربوط به آبیاری کامل معادل ۷۵/۷۵ ٪ بود. قطع آبیاری در مرحله شیری و خمیری شدن دانه محتوی نسبی آب برگ را بترتیب۱۰ و ۶ ٪ کاهش داد. این نکته بیانگر این است که تنش خشکی سبب کاهش پتانسیل آب برگ می گردد. اثر خشکی بر روی کاهش محتوی آب نسبی برگ در گیاه زراعی جو نیز توسط Teulate *et al* (1997) گزارش شده است. بسیاری از محققین معتقد هستند که کاهش محتوی رطوبت نسبی برگ در اثر تنش کم آبی مربوط به انسداد روزنه ها می باشد و علت انسداد روزنه ها را تجمع هورمون آبسیزیک اسید می دانند، به طوری که در شرایط تنش خشکی در ریشه ساخته شده ودر سلول های روزنه ای تجمع می یابد (Khan *et al.*, 2007; Chaves *et al.*, 2002). با توجه به جدول مقایسه میانگین اثر متقابل اسید سالیسیلیک و رقم، با مصرف اسید سالیسیلیک محتوی رطوبت نسبی برگ ۱۰ ٪ نسبت به عدم مصرف اسید سالیسیلیک در همین رقم افزایش نشان داد(جدول ۲). Singh *et al* (1972) ظرفیت بالای نگهداری محتوی نسبی آب برگ در ژنو تیپ

Archive of SID

www.SID.ir

های متحمل به خشکی گندم و جو را گزارش کردند و بیان داشتند که مقادیر بالای محتوی نسبی آب برگ از طریق توانایی گیاه در نگه داری پتانسیل آب برگ در طول تنش خشکی نیز حاصل می گردد.

مقایسه میانگین سه گانه تیمار ها نشان داد که در شرایط مطلوب رطوبتی، بیشترین محتوی نسبی آب برگ در شرایط مطلوب رطوبتی معادل ۸۴/۵ ٪ و در شرایط قطع آبیاری در مرحله خمیری دانه معادل ۷۴/۵ ٪ از رقم شهریار توام با مصرف اسید سالیسیلیک حاصل شد. نتایج نشان داد که با مصرف سالیسلیک اسید هم درشرایط مطلوب رطوبتی و هم در شرایط قطع آبیاری در مرحله خمیری دانه محتوی نسبی آب برگ در رقم شهریار نسبت به تیمار های مشابه و عدم مصرف سالیسلیک اسید در همین رقم افزایش یافت. بیات و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک می تواند بر رشد، فتوسنتز و روابط آبی گیاه موثر باشد. Hussain *et al* (2008) گزارش نمود محلول پاشی اسید سالیسیلیک و گلایسین بتائین در هنگام غنچه دهی و گل دهی آفتابگردان موجب افزایش مقدار آب نسبی برگ، پتانسیل اسمزی برگ و فشار تورگر برگ می شود.

پایداری غشاء سیتوپلاسمی

نشت الکترولیت نشان دهنده آن است که گیاهان تحت تنش در مقایسه با گیاهان شرایط نرمال از هدایت الکتریکی بالاتری برخوردار هستند که نشان دهنده ی پایین بودن پایداری غشای سیتوپلاسمی می باشد. اثر ساده آبیاری و رقم همچنین اثر متقابل آبیاری و سالیسیلیک و اثر متقابل سه گانه تیمار ها بر پایداری غشاء در سطح احتمال ۵ ٪ معنی دار شد(جدول ۱). مقایسهٔ میانگین ها نشان داد که بیشترین پایداری سیتوپلاسمی یعنی کمترین هدایت الکتریکی در شرایط مطلوب رطوبتی با متوسط۴۴۲/۱۲ میکروزیمنس بر سانتی متر و بیشترین هدایت الکتریکی در شرایط قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه با متوسط ۵۰۵/۳۱ میکروزیمنس بر سانتی متر حاصل شد. رقم الوند نشت یونی کمتری نسبت به رقم شهریار نشان داد (جدول ۲).

اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک برای این صفت در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط قطع آبیاری مصرف اسید سالیسیلیک میزان نشت یونی را کاهش داد. مصرف سالیسلیک اسید در شرایط مطلوب رطوبتی، قطع آبیاری در مرحله شیری و خمیری دانه، نشت یونی را به ترتیب ۵، ۷ و ۹٪ کاهش داد (جدول ۳). مصرف اسید سالیسیلیک، نشت یونی را در رقم شهریار ۹/۵ ٪ کاهش داد. بنابراین به نظر می رسد که ارقام مختلف سازو کار های متفاوتی برای کاهش اثرات تنش خشکی دارا می باشند .Jabbari (2006) علت تخریب دیواره سلولی در اثر تنش خشکی را چنین بیان کردند که در شرایط تنش خشکی بسته شدن روزنه ها باعث کاهش تثبیت دی اکسید کربن خواهد شد در حالی که واکنش های نوری و انتقال الکترون در مقادیر طبیعی صورت خواهد گرفت. تحت چنین شرایطی مقدار محدودیNADP برای پذیرش الکترون وجود خواهد داشت. بنابراین اکسیژن می تواند به عنوان یک گیرنده الکترون جایگزین عمل کند و این امر منجر به تجمع گونه های سمی اکسیژن نظیر رادیکال های سوپر اکسید، هیدروژن پراکسید و رادیکال های هیدروکسیل می گردد که این رادیکال ها باعث خسارت به غشاهای سیتوپلاسمی می شوند.. نتایج این تحقیق با نتایج جیریایی و همکاران(۱۳۸۸) و (Liang *et al* (2003 مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه

زمانی گیاه می تواند تولید اقتصادی قابل قبولی داشته باشد که عملکرد بیولوژیکی مناسبی داشته و از پشتوانه مطمئنی دراین خصوص برخوردار باشد. اثر تیمار ها بر عملکرد کاه معنی دار نشد.اثر ساده و دوگانه تیمار های آزمایشی بر عملکرد بیولوژیک معنی دار نشد، اما اثر متقابل سه گانه آبیاری، اسید سالیسیلیک و رقم برصفت عملکرد بیولوژیک درسطح احتمال ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱).

بیشترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۹۳۵۶ کیلوگرم درهکتار مربوط به رقم الوند همراه با اسید سالیسیلیک و آبیاری کامل بوده که با تیمار قطع آبیاری، اسید سالیسیلیک در رقم شهریار با عملکردی معادل ۹۰۰۰ کیلوگرم درهکتار در یک گروه آماری قرار گرفت. به نظر می رسد افزایش وزن خشک اندام های هوایی در شرایط آبیاری مطلوب به دلیل سهولت در جذب و انتقال مواد غذایی به اندام های هوایی و گسترش و تداوم بهتر سطح برگ و در نتیجه استفاده بهینه از شرایط محیطی می باشد که زمینه تولید منابع فیزیولوژیکی قوی جهت استفاده از مواد حاصل از فتوسنتز فراهم می گردد.

کمترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۶۷۵۰ کیلوگرم در هکتار از رقم شهریار بدون سالیسیلیک اسید و قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه حاصل شد (جدول ۳). در مرحله قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری شدن دانه مصرف اسید سالیسیلیک در هر دو رقم عملکرد بیولوژیک را نسبت به تیمار های عدم مصرف اسید سالیسیلیک افزایش داد. نتایج این تحقیق با نتایج جیریایی و همکاران (۱۳۸۸) در مورد گندم رقم شهریار مطابقت دارد. شمس الدین سعید و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که محلول پاشی با اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ پی پی ام در ذرت، صفات وزن خشک اندام هوایی، طول ساقه، تعداد برگ، سطح برگ و میزان کلروفیل را به ترتیب به میزان۸۴/۶، ۴۴/۶، ۲۸/۲، ۷۴/۹ و ۳۸/۲ درصد افزایش یافتند. بیات و همکاران(۱۳۸۹) گزارش نمودند که استفاده از محلول پاشی با اسید سالیسیلیک در رژیم های رطوبتی ۷، ۱۱ و ۱۵ روزه به ترتیب عملکرد بیولوژیک ذرت را ۱۲/۸، ۲۱/۶ و۳۸/۱ درصد افزایش یافت.

عملکرد دانه

اثر آبیاری برصفت عملکرد دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد همچنین اثر اصلی اسید سالیسیلیک ، رقم و اثرات متقابل دوگانه و سه گانه تیمار ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد(جدول ۱). مقایسه میانگین تیمار ها نشان داد که قطع آبیاری در مرحله شیری و خمیری دانه عملکرد دانه را به ترتیب ۲۴/۵ و ۱۵ درصد کاهش داد (جدول ۲). به نظر می رسد تنش کمبود آب منجر به کاهش شاخص سطح برگ و فتوسنتز در واحد سطح برگ در نتیجه کاهش تعداد مخازن زایشی می شود از طرفی تنش کمبود آب به واسطه ی کاهش دوره ی پر شدن دانه ها، کوچک شدن دانه ها و کاهش وزن دانه ها، باعث کاهش عملکرد می شود. نتایج این تحقیق با نتایج Gooding *et al* (2003)، Reynold *et al* (2000) Pierre *et al* (2008) مطابقت دارد Fisher & Maurer (1978) در آزمایشی نتیجه گرفتند که تیمارهای خشکی عملکرد دانه را به طور معنی داری کاهش داد تیمارهای خشکی ملایم تر منجر به کاهش بیشتر وزن دانه ها در مقایسه با تعداد دانه شدند در صورتی که خشکی شدید تعداد دانه را به طور نسبی کاهش داد.

مصرف اسید سالیسیلیک عملکرد دانه را ۷/۵ ٪ نسبت به شاهد افزایش داد. بررسی ارقام نیز نشان می دهد بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب با

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین‌های ۲۹۶۵ و ۲۷۱۰ کیلوگرم در هکتار از رقم شهریار و رقم الوند حاصل شد(جدول ۲).

بررسی اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک نیز نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب با میانگین‌های ۳۳۹۴ کیلوگرم در هکتار، از آبیاری کامل همراه با مصرف اسید سالیسیلیک و ۲۳۷۹ کیلوگرم در هکتار از قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه و عدم مصرف اسید سالیسیلیک حاصل شد. مصرف اسید سالیسیلیک در شرایط مطلوب آبیاری، قطع آبیاری در مرحله شیری و خمیری دانه عملکرد دانه را به ترتیب ۷/۲، ۷ و ۸/۷ ٪نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳).

Shakirova & Bezrukova (1997) گزارش نمودند که اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز و رشد گیاه تحت شرایط استرس، اثر مثبت دارد. در واقع اسید سالیسیلیک این عمل را از طریق توسعه واکنش های ضد استرسی، نظیر افزایش در تجمع پرولین، انجام می دهد و باعث تسریع در بهبود رشد پس از رفع استرس می شود. همچنین Senatena (2003) نتایج مشابهی از ایجاد مقاومت در گوجه فرنگی و لوبیا را در مقابل تنش های گرما، سرما و خشکی توسط اسید سالیسیلیک گزارش کردند. بیات و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که استفاده از محلول پاشی با اسید سالیسیلیک در رژیم های رطوبتی ۷، ۱۱ و ۱۵ روزه به ترتیب عملکرد دانه ذرت ۱۲/۶، ۲۸/۶، ۴۰/۴ ٪ و عملکرد بیولوژیک ذرت را ۱۲/۸، ۲۱/۶ و۳۸/۱ ٪ افزایش یافت. اثر متقابل آبیاری و رقم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. بیشترین عملکرد با متوسط ۳۳۲۰ کیلوگرم از آبیاری کامل و رقم الوند و کمترین آن نیز با متوسط ۲۲۶۴ کیلوگرم از قطع آبیاری در مرحله شیری شدن دانه همراه با رقم الوند حاصل شد. مقایسه میانگین تیمار ها نشان داد که در شرایط مطلوب رقم الوند عملکرد بالاتری نسبت به رقم شهریار نشان داد اما در شرایط تنش عملکرد رقم شهریار نسبت به رقم الوند بیشتر بود(جدول ۳). این مطلب بیانگر این موضوع است که تحمل رقم شهریار نسبت به تنش کمبود آب بیشتر است و در شرایط تنش کمبود آب افت عملکرد در این رقم کمتر خواهد بود.

با توجه به جدول مقایسه میانگین اسید سالیسیلیک و رقم، بیشترین عملکرد دانه معادل ۲۹۷۱ کیلوگرم از رقم شهریار همراه با مصرف اسید سالیسیلیک و کمترین آن با متوسط ۲۴۸۹ گرم از رقم الوند و عدم مصرف اسید سالیسیلیک حاصل شده است. با مصرف اسید سالیسیلیک عملکرد در هر دو رقم افزایش یافت. با مصرف اسید سالیسیلیک عملکرد در رقم الوند نسبت به تیمار بدون مصرف اسید سالیسیلیک ۱۵ ٪ افزایش نشان داد (جدول ۳).

اثر متقابل سه گانه تیمار ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود(جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه از تیمار مصرف اسید سالیسیلیک و رقم الوند در شرایط مطلوب و قطع آبیاری در مرحله شیری(تنش ملایم) به دست آمد. اما در شرایط قطع آبیاری در مرحله خمیری دانه بیشترین عملکرد دانه از تیمار مصرف اسید سالیسیلیک و رقم شهریار حاصل شد(شکل ۱).

نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط مطلوب رطوبتی رقم الوند و در شرایط قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری دانه رقم شهریار دارای عملکرد بیشتری بود. مصرف اسید سالیسیلیک هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط قطع آبیاری عملکرد دانه را افزایش داد. لذا در شرایط کم آبی می توان با کشت رقم شهریار و مصرف اسید سالیسیلیک به نتیجه قابل قبول دست یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول خوشه	محتوای نسبی اب برگ	پایداری غشای سیتوپلاسمی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد کاه	عملکرد دانه
تکرار	۳	۴/۷۰*	۲۵۹/۲۴ *	۱۲۳۵/۵۲ ns	۶۴۶۰۱۰۴/۱۶ ns	۲۸۶۸۳۸۳/۴۶ *	۳۵۱۹۰۷/۶۳ns
آبیاری	۲	۱/۷۳ ns	۲۴۵/۳۱*	۲۴۴۹۰/۶۴ *	۳۹۳۳۱۷۷/۰۸ ns	۲۱۵۷۵/۰۵ ns	۲۶۴۱۵۸/۳۳*
خطا	۶	۰/۹۵	۴۸/۲۰	۲۴۴۹۰/۰۶	۲۲۵۲۹۶۸/۷۵	۵۶۰۴۲۷/۶۴	۲۹۵۰۰۵/۵۵
سالیسیلیک اسید	۱	۱/۸۸ ns	۳۵۴/۰۲ ns	۴۶۶۶/۰۲ns	۴۷۸۱۷۱۸/۷۵ ns	۱۲۱۵۴۲۸/۶۸ ns	۶۱۴۲۶۸/۷۵ **
آبیاری× سالیسیلیک اسید	۲	۱/۵۸ ns	۹۹/۰۲ ns	۱۳۵۶۶/۱۴ *	۳۶۴۲۱۸/۷۵ ns	۳۶۹۸۰۴/۶۱ ns	۶۸۲۵۰۰/۰۰ **
رقم	۱	۰/۹۹ns	۱۳۶/۶۸ ns	۲۲۶۶۳/۵۲ *	۳۱۶۸۷۵/۰۰ ns	۹۳۵۱۲۴/۸۴ ns	۷۸۲۸۵۲/۰۸ **
آبیاری ×رقم	۲	۰/۳۹ ns	۲۹/۴۳ ns	۱۴۷۵/۶۴ ns	۱۶۱۲۶۵۶/۲۵ ns	۱۹۶۵۲۲۷/۰۴ ns	۳۷۸۵۵۸/۳۳ **
سالیسیلیک اسید. رقم	۱	۲/۳۵ ns	۳۷۹/۶۸*	۹۹۴۷/۵۲ ns	۱۱۵۶۳۰۲/۰۸ ns	۸۱۴۰/۶۲ ns	۵۵۶۸۵۲/۰۸ **
آبیاری×سالیسیلیک اسید×رقم	۲	۱/۱۰ ns	۳۶۵/۸۱*	۲۰۲۶۲/۱۴ *	۴۱۸۱۶۱۴/۵۸ *	۱۶۲۲۰۳۲/۱۰ ns	۱۵۳۰۳۳/۳۳ **
خطا	۲۷	۰/۷۹	۸۴/۹۱	۴۲۸۰/۴۵	۱۱۶۲۰۰۲/۳۱	۶۳۴۷۵۱/۶۶	۴۲۱۰۲/۵۴

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ - مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی تیمارها بروی صفات اندازه‌گیری شده

تیمار	طول خوشه (سانتی متر)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	نشت یونی (میکروزیمنس بر متر)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه(کیلوگرم در هکتار)
آبیاری						
I1	۶/۴۳ a	۷۵/۷۵a	۴۳۳/۷۵ b	۸۶۲۸ a	۵۳۰۹ a	۳۲۷۰/۶۲ a
I2	۵/۷۷ a	۶۷/۹۴b	۵۰۵/۳۱a	۷۶۴۱ a	۵۲۳۷ a	۲۴۶۸/۱۲ b
I3	۶/۱۰ a	۷۱/۳۸ ab	۴۴۲/۱۲ b	۸۰۵۶ a	۵۲۸۸ a	۲۷۷۴/۳۷ b
اسید سالیسیلیک						
SA1	۵/۹۰ a	۷۰/۸۳ a	۴۷۰/۰ a	۷۷۹۳ a	۵۴۳۷ a	۲۵۲۷ b
SA2	۶/۳۰ a	۷۲/۵۴ a	۴۵۰/۸ a	۸۴۲۴ a	۵۱۱۹ a	۲۹۵۱ a
رقم						
V1شهریار	۵/۹۶ a	۷۰/۰۰ a	۴۸۲/۱a	۸۰۲۷ a	۵۱۳۹ a	۲۹۶۵a
V2الوند	۶/۲۴ a	۷۳/۳۸ a	۴۳۸/۷ b	۸۱۹۰ a	۵۴۱۸ a	۲۷۱۰b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ - مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دو گانه تیمارها بر صفات مورد آزمون

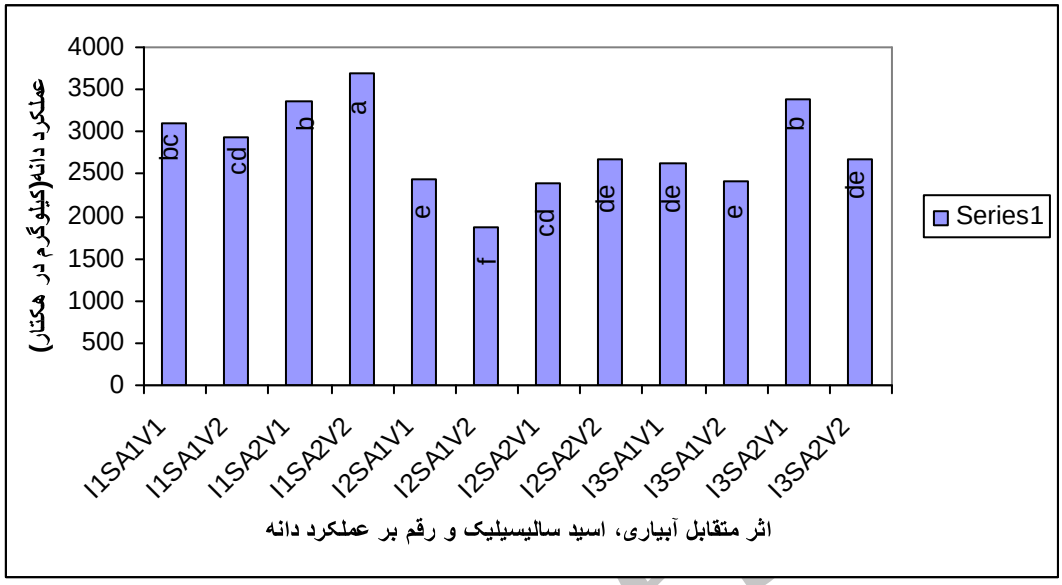
تیمار	طول خوشه (سانتی متر)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	نشت یونی (میکروزیمنس بر متر)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری× سالیسیلیک						
I1SA1	۵/۸۷ b	۷۲/۲۵ab	۵۷۰/۳ b	۸۱۲۷ab	۵۵۹۶ a	۳۱۴۸ b
I1SA2	۶/۸۹ a	۷۹/۲۵ a	۵۴۰/۴ a	۹۰۸۴ a	۵۰۲۲ a	۳۳۹۴ a
I2SA1	۵/۸۰ b	۶۹/۳۸ab	۴۴۹/۸ b	۷۴۸۴b	۵۲۲۸ a	۲۳۷۹ e
I2SA2	۵/۷۴ b	۶۶/۵۰b	۴۱۷/۸ b	۷۷۹۷a	۵۲۴۶ a	۲۵۵۸ de
I3SA1	۶/۰۳ ab	۷۰/۸۸ab	۴۶۴/۳ b	۷۷۲۲b	۵۴۸۷ a	۲۶۴۸ d
I3SA2	۶/۱۷ab	۷۱/۸۸ab	۴۲۰/۰ b	۸۳۹۱ab	۵۰۸۹ a	۲۹۰۱ c
آبیاری× رقم						
I1V1	۶/۱۱ a	۷۳/۳۸ab	۵۳۸/۱a	۸۵۳۱ a	۵۴۱۱ab	۳۲۲۱a
I1V2	۶/۷۵ a	۷۸/۱۳ a	۴۷۲/۵ab	۸۷۲۵ a	۵۲۰۷ab	۳۳۲۰a
I2V1	۵/۷۵ a	۶۵/۳۸b	۴۵۰/۳ b	۷۲۵۰b	۴۶۹۶b	۲۶۷۳c
I2V2	۵/۷۹a	۷۰/۵۰ab	۴۱۷/۳ b	۸۰۳۱ab	۵۷۷۹ a	۲۲۶۴d
I3V1	۶/۰۱ a	۷۱/۲۵ ab	۴۵۸/۰ b	۸۳۰۰ ab	۵۳۰۹ ab	۳۰۰۳b
I3V2	۶/۲۰ a	۷۱/۵۰ ab	۴۲۶/۳ b	۷۸۱۳ ab	۵۲۶۷ab	۲۵۴۶c
سالیسیلیک× رقم						
SA1V1	۵/۹۸ ab	۶۶/۳b	۵۰۶/۲a	۷۸۶۷ a	۵۲۸۵ a	۲۹۶۰a
SA1V2	۵/۸۲ b	۷۵/۳a	۴۳۳/۹ b	۷۷۱۹ a	۵۵۹۰ a	۲۴۸۹b
SA2V1	۵/۹۳ab	۷۳/۶۷ ab	۴۵۸/۱ ab	۸۱۸۸ a	۴۹۹۲ a	۲۹۷۱a
SA2V2	۶/۶۸a	۷۱/۴۲ ab	۴۴۳/۴ b	۸۶۶۰ a	۵۲۴۶ a	۲۹۳۱a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل۱ - اثر متقابل آبیاری، اسید سالیسیلیک و رقم بر عملکرد دانه



منابع

بیـــات، س.، س. ســـپهری، ح. زارع ابیانـــه و م.عبـــداللهی. ۱۳۸۹. اثـر اسـید سالیـسیلیک و پاکلوبوترازوا بر عملکرد و اجـزاء عملکـرد دانـه ذرت تحت تنش خشکی. یازدهمین کنگره علوم زراعـت و اصلاح نباتـات ایـران. ۲تـا ۴ مـرداد ۱۳۸۹. دانـشگاه شهید بهشتی. تهران.

جیریایی، م. ن.، ع. ساجدی ، ح.مدنی و م. شیخی. ۱۳۸۸. اثر تنظیم کننده های رشد و تنش کم آبی بر خصوصیات زراعی گندم رقم شهریار. فصلنامه یافته های نوین کشاورزی. شماره۴، ۳۴۳-۳۳۳.

شمس الدین س.، م. ح. دشتی، الف. رحیمـی و ف. شـریعتی نیـا. ۱۳۸۸. اثـر محلـول پاشـی اسـید سالیسیلیک بر رشـد رویـشی ذرت سـینگل کـراس ۷۰۴ در شرایط شور. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتـات ایـران. ۲تـا ۴ مـرداد ۳۸۹ . دانـشگاه شهید بهشتی. تهران.

Aman, Y.A., D. Habibi, M. Mashhadi ,A. Boujar, and N. khodabandeh. 2005 Antioxidant enzyme as index for select of different genotypes of sunflower for drought tolerance. Iranian J Agron Plant Breeding .1: 1-11

Buchanan, B. B., W. Gruissem, and R.L. Jones. 2000. Biochemistry and Molecular Biology of plants. John Wily & sons. USA.

Carter, D.L. 1987. Water relations and irrigation. In EG Heyne (ed) Wheat and wheat improvement. 2nd edition. Agronomy Monograph no. 13:390-395 characteristics of barley. Agron. J. 58: 453-454.

Chaves, M., M. pereiera, J. S. Maroco. 2002. How plant crop with water stress in the field: Photosynthesis and growth. Annals of Botany. 89: 907-916.

Chaves, M.M., J. Flexas, and C. Pinheiro. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation

Archive of SID

www.SID.ir

Jabbari, F., A. Ahmadi, K. Poustini, H. Alhzadeh. 2006**.** Survey of relation activity of antioxidant enzyme with Cell membrane stability and chlorophyll of bread wheat cultivars of resistance and sensitive to drought stress, Journal of Agriculture Science. 2: 50-56

Jones, A. M. 2001**.** Programmed cell death in development and defense plant physiology. 125, 94-97.

Kadioglu, A. , N. Saruhan, A. Saglam, R.Terzi , T.E .Acet. 2011. Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. Plant Growth Regul .64: 27-37.

Kang, H. M. and M. E. saltveit. 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differently affected by salicylic acid. physiolo1 plant. 115: 571-576.

Khan, H.U., W. Link, T. Hocking, and F. Stoddard. 2007**.** Evaluation of physiological traits for improving drought tolerance in fababeen (*Vicia faba*).Plant and Soil. 292:205-217.

Liang, Y., Q. Chen, O. Liu, W. Zhang, and R. Ding. 2003. Exogenous silicon (SI) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barely (*Hordeum vulgare*) Plant Physiology. 126: 1196-1204.

Mueen ,A.K. and M. Iqbal. 2011. Breeding for drought tolerance in wheat constraints and future prospects.Front Agri. China. 5(1): 31-34.

mechanisms from whole plant. Ann Bot .103:551–560.

Dat, J.F., H. Lopez-Delgado, C.H. Foyer, and I.M. Scott. 1998a. Parallel changes in H2O2 and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. Plant physiol. 116:1351-1357.

Debaeke, P. and A. Abdellah. 2004. Adaptation of crop management to water- limited environments. Europ. J. Agron. 21: 433-446.

Dhopte, A.M. and L.M. Manuel. 2002**.** Principals and techniques for plant scientists. Lst End. Updesh purohit for Agrobios (India). Odupur, pp. 373.

Fisher, R.A. and R.C. Maurer. 1978. Drought stress in spring wheat cultivars. Aust. G. agric. res. 29:897-912.

Garcia del Moral, L.F., Y. Rharrabit, D. Villegas, and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean condition, Agron. J. 65:266-274.

Gooding, M. J., R.H. Ellis, P.R. Shewry, and J.D. Schofield. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on grain filling, drying and quality of water wheat. J. Cereal Sci. 37: 295-309.

Hussain, M., M. Farooq, M.A. Malik. 2008**.** Glycin betaien and salicylic acid application improves the plant water relations, water use efficiency and yield of sunflower under different planting methods. J Agron Crop Sci. 194:193-199.

Archive of SID

www.SID.ir

Senatena, T. 2003. Acetyl salicylic (Aspirin) and salicylic acid induced multiple stress tolerance in bean and tomato plant. Plant Growth Regulation. 30:157-161.

Singh, B. and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul. 39:137-141.

Shakirova, F.M. and M.V. Bezrukova. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biology Bulletin. 24, 109–112.

Tasgin, E., O. Atic, and B. Nalbantoglu. 2003. Effect of salicylic on freezing tolerance in winter wheat leaves, Plant Growth Regul. 41:231-236.

Teulate , B., D.Rekika , M. M. Nachit, and P. Monneveux. 1997. Comparative Osmotic adjustments in barley and tetraploid wheuts . plant Breeding.116 , 519-523.

Panda, R.K., S.K. Behera, and P.S. Kashyap. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions, Agric. Water Manage. 66 (3): 181–203.

Pierre, C.S., J. Petersona, A. Rossa, J. Ohma, M. Verhoerena, M. Larsona, and B. **Hoefera.** 2008. White wheat grain quality changes with genotype, nitrogen fertilization, and water stress. J. Agron Sci. 100: 414-420.

Reynold. M., B. Skovmand, R. Tre Thowan, and W. Pfeiffer. 2000. Wheat program. CIMMYT.

Royo, C., N. Aparicio, R. Blanco, and D. Villegas. 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. Europ. Agron. J. 20: 419-430.

Saini, H.S. and D. Aspinall. 1981. Effect of water deficit on sporogenesis in wheat. Ann. Bot. 48: 623 -635.

Archive of SID

www.SID.ir