

تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک، سلنیوم و برخی ریز مغذی ها بر عملکرد و صفات زراعی گندم لاین ۷۸۱۴ C تحت شرایط کم آبیاری

الهام داود زاده*، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی اراک
نورعلی ساجدی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران.
حمید مدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران.
داوود حبیبی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران

چکیده

کم آبی یکی از عوامل محدود کننده عملکرد گندم محسوب می شود. به منظور بررسی اثر کم آبیاری و عوامل سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو بر برخی صفات زراعی لاین امید بخش گندم ۷۸۱۴ C آزمایشی به صورت کرت خرد شده نواری در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا شد. آبیاری در دو سطح شاهد و قطع آبیاری در مرحله ظهور خوشه و مصرف عوامل سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو در شش سطح شامل شاهد، اسید سالیسیلیک، سلنیوم، کود میکرو، سلنیوم با اسید سالیسیلیک و سلنیوم با اسید سالیسیلیک با کود میکرو بودند. نتایج حاصله نشان داد کم آبی موجب کاهش ارزش عددی صفات زراعی و عملکرد شد. ارتفاع گیاه با مصرف عوامل سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو کاهش یافت اما صفات وزن خوشه، تعداد سنبله در واحد سطح، زیست توده، شاخص برداشت و عملکرد افزایش یافتند. در شرایط آبیاری کامل با مصرف عوامل سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو، عملکرد دانه ۸٪ و در شرایط قطع آبیاری عملکرد دانه ۵٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد.

واژه های کلیدی: آبیاری، اسید سالیسیلیک، سلنیوم، ریز مغذی ها، تنش خشکی، گندم

* نویسنده مسئول E-mail: Elham_davoudzadeh83@yahoo.com

مقدمه

گیاهان حدود ۴۰۰ میلیون سال است که از زمان ترک دریاها و سکنی گزیدن در خشکی های کره زمین همواره با تنش خشکی مواجه هستند. هنگامی که خشکی روی می دهد، گیاهان عالی همیشه مجبور بوده اند که آن را تحمل نموده یا چرخه زندگیشان را جهت دوری جستن از آن تنظیم نمایند. بنابراین در تکامل گیاهان خشکی زی نیاز آن ها به جستجو، جذب، انتقال و نگهداری آب به عنوان یک نیروی عمده محرک عمل کرده اند. با وجود این، خشکی هنوز عمده ترین محدودیت در تولید محصولات زراعی است. مکانیسم های متضمن مقاومت به خشکی که در چنین دوره زمانی طولانی به وجود آمده اند، فراوان بوده و هنوز به طور کامل شناخته نشده اند (۵). افزایش روز افزون جمعیت جهان محققان را بر آن داشته است تا در جهت افزایش میزان تولید و تامین نیازهای غذایی بشر گام بر دارند، بنابر اهمیت و نقش گندم در بحران های سیاسی ملل نیاز به افزایش تولید آن ضروری به نظر می رسد و یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده تولید گندم مسئله خشکی و کمبود آب می باشد (۳). گیاهان پیوسته توسط عوامل تنش زا تحت تاثیر قرار گرفته و در اثر بعضی از این تنش ها مانند تنش خشکی رشد و نمو در گیاهان کاهش می یابد (۹). تنش خشکی جزء تنش های عمومی می باشد که اثرات بسیار نامطلوب بر رشد و تولید گیاهان زراعی می گذارد (۲۱).

آفردو و همکاران (۲۰۰۰)، گزارش کردند که میزان رشد سطح برگ گندم در پاسخ به تنش کاهش یافته و از این طریق اثرات سوء تنش کاهش می یابد (۶). محلول پاشی عناصر مختلف هنگام بروز تنش می تواند مقاومت گیاه را تا حدی افزایش دهد، کاربرد منگنز در شرایط تنش شوری سرعت رشد جو را بهبود بخشد (۱۰). قاسمی فسایی و همکاران گزارش نمودند که کاربرد منگنز به صورت خاک مصرف توام با آهن به صورت محلول پاشی و مصرف خاکی، اثر معنی دار بر عملکرد ماده خشک گندم نداشت (۱۱). سلنیوم برای سلامت موجودات زنده ضروری بوده زیرا یک عامل ضد اکسیدانت و ضد سرطان می باشد (۱۲). بررسی های انجام شده در گندم بهاره تحت تنش خشکی نشان داد که سلنیوم مانع کم شدن رشد گیاهان در اثر کمبود آب گردید و محتوی آب برگ ها را کاهش داد (۱۷). همچنین ثابت شده که سلنیوم از طریق تاثیر حفاظتی در غشاء کلروپلاست و میتوکندری بر روی مزوفیل برگ و سلول های انتهایی ریشه تاثیر گذار است (۱۶). در گیاهان سیب زمینی که با سلنیوم تیمار شده بودند، عملکرد غده بیشتری را نشان دادند. آنها چنین بیان نمودند که سلنیوم تخصیص فتواسمیلات ها را برای رشد غده ها افزایش می دهد لذا غده ها به عنوان منبع غنی برای تجمع کربو هیدرات ها و سلنیوم عمل می کنند. همچنین آنها اثر مثبت سلنیوم روی سیب زمینی را به اثرات ضد اکسیدانتی سلنیوم در تاخیر پیری نسبت دادند (۲۰). شاکيرووا (۲۰۰۳) نشان دادند که کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید باعث تحریک، جوانه زنی بذر می شود (۱۹). در مقایسه با روش های اصلاحی که اغلب بلند مدت و هزینه بردار است،

استفاده از مواد شیمیایی شامل اسید سالیسیلیک (SA) و غیره آسان تر و ارزان تر است. اسید سالیسیلیک یکی از ترکیباتی است که در آزمایش ها باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنش های زنده و غیر زنده شده است. کاربرد اسید سالیسیلیک در گیاهان باعث تولید گونه های اکسیژن واکنش پذیر می گردد که دنبال آن مقاومت در گیاهان ایجاد می شود. همچنین SA باعث افزایش بعضی از هورمون های گیاهی شامل اکسین و سیتوکسین (۱۹) و کاهش نشت یونی از سلول های گیاهی می گردد (۸). جها و همکاران (۱۹۸۷) در یک آزمایش مزرعه ای روی سه رقم سویا مقادیر مختلف کود سولفات روی را مورد آزمایش قرار دادند. آن ها نتیجه گرفتند که با مصرف کود سولفات روی عملکرد دانه به طور معنی داری افزایش می یابد (۱۴). گزارش های مختلف حاکی از کاهش فتوستتیز در شرایط تنش رطوبت می باشد (۱۸، ۲۱ و ۲۲). اسید سالیسیلیک توانایی فتوستتیزی برگ سیب را زیاد می کند. اسید سالیسیلیک باعث بالا بردن پتانسیل تولید و آرایش نامحدود واکنش های متابولیک در گیاهان می شود (۱۳). بهبود اثرات تنش های زنده توسط اسید سالیسیلیک باعث بالا رفتن ماده غذایی غلاف، وابستگی رطوبتی و تنظیم فرایندهای فتوستتیز و رشد می شود (۷). محسن دهقانیان (۱۳۷۵) با بررسی اثر روی و عملکرد گندم آبی و دیم در مزارع گندم کردستان گزارش کرد که با مصرف روی عملکرد دانه افزایش یافت (۱).

مواد و روش ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر اسید سالیسیلیک، سلنیوم و عناصر ریز مغذی بر برخی از خصوصیات زراعی گندم رقم ۷۸۱۴ تحت شرایط تنش کمبود آب در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک اجرا شد. این مزرعه در جنوب شرقی استان مرکزی با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ با ۱۷۵۷ متر از سطح دریا واقع است. به علت تنوع آب و هوایی، میزان رطوبت و باران در مناطق مختلف یکسان نبوده و بارش آن بین ۱۰۰ تا ۳۷۰ میلی متر متغیر است. که بیشترین بارش در آبان ماه و کمترین در تیرماه گزارش شده است. مجموع بارندگی در طول فصل زراعی آزمایش مورد نظر ۲۹۷/۳ بود. بیشینه دما در تیر ماه و کمینه دما در آذر ماه بوده است.

جدول ۱: خصوصیات آب و هوایی منطقه در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹

ماه	کمینه دما	بیشینه دما	حد اقل رطوبت نسبی	بیشینه رطوبت نسبی	بارندگی (میلی متر)
مهر ۸۸	۸/۵	۲۴/۹	۱۴	۵۰	۰/۸
آبان ۸۸	۵/۱	۱۶/۳	۳۸	۸۲	۷۱/۳
آذر ۸۸	-۱/۳	۶/۵	۵۹	۸۸	۵۶/۴
دی ۸۸	۰/۶	۱۲/۲	۳۶	۷۸	۱۰/۹
بهمن ۸۸	-۰/۶	۱۰/۲	۴۲	۷۵	۳۷/۵
اسفند ۸۸	۶	۱۷/۶	۲۳	۵۸	۲۳/۱
فروردین ۸۹	۶/۴	۱۸/۷	۲۸	۷۹	۵۷/۷
اردیبهشت ۸۹	۹/۸	۲۳/۶	۲۷	۷۶	۳۹/۲
خرداد ۸۹	۱۶/۷	۳۱/۴	۱۰	۳۹	۰/۴
تیر ۸۹	۱۹/۸	۳۷/۳	۸	۲۹	۰

این آزمایش به صورت طرح خرد شده نواری در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری بهینه و قطع آبیاری در مرحله خوشه دهی) و عامل فرعی در شش سطح شامل: شاهد، کودهای میکرو، سلنیوم، اسید سالیسیلیک، سلنیوم و اسید سالیسیلیک، سلنیوم و اسید سالیسیلیک و کود میکرو بود. اسید سالیسیلیک به صورت بذر مال با غلظت ۱/ مولار به مدت ۲۴ ساعت و محلول پاشی در مرحله ساقه دهی مورد استفاده قرار گرفت. سلنیوم نیز به میزان ۱۸ گرم در هکتار محلول پاشی شد و همچنین عناصر ریز مغذی از منبع le fapro به میزان ۲۰۰ میلی لیتر در هکتار که شامل عناصر آهن، مس، روی، مولیبدن، منگنز و بر بود، طی دو مرحله ساقه دهی و قبل از گلدهی محلول پاشی شد. در پاییز ۱۳۸۸ شخمی به عمق ۲۵ سانتی متر زده شد. سپس برای خرد کردن کلوخه ها دیسک بشقابی در دو جهت استفاده گردید و به منظور تسطیح زمین دستگاه لولر به کار گرفته شد. بر اساس آزمون خاک از کود فسفات آمونیوم به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و همچنین از کود اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم استفاده شد. استفاده شد و عمل اختلاط نیز توسط دستگاه دیسک صورت گرفت. فاصله ی بوته ها ۲ سانتی متر و فاصله ی ردیف ها ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. برای تامین نیاز غذایی گیاه از کود اوره در سه مرحله کاشت، در مرحله ی پنجه زنی و قبل از گلدهی به صورت سرک استفاده شد. عملیات کاشت در تاریخ ۳۰ مهر ماه ۱۳۸۸ انجام شد. لاین گندم کشت شده CV۸۱۴ بود.

جدول ۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریک ی ds.m ⁻¹	pH	کربن آلی (%)	نیترژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	مس (mg/kg)	شن (%)	سیل ت (%)	رس (%)
۳۰	۱/۷	/۹۵	/۵۶	/۰۵۶	۱۱/۴	۱۵۰	۰/۸	۴/۶	۶/۶	۰/۸۸	۲۷	۲۹	۳۶
		۷	۰	۰									

لاین CV۸۱۴ یک لاین امید بخش از آزمایشات بررسی سازگاری و پایداری در مرکز تحقیقات کشاورزی استان است و در حال حاضر به عنوان لاین تجاری کشت می شود. تیپ رشد نیمه زمستانه و دارای پایداری تولید می باشد. ارتفاع آن از ارقام رایج استان شامل الوند، شهریار و بک کراس روشن کمتر و حدود ۸۵ سانتی متر می باشد. به زنگ نیمه حساس می باشد. به خشکی تحمل خوبی دارد زیرا زود رس است. طول دوره رشد آن حدود ۱۷۰ روز است. جهت اعمال تیمار آبیاری، تمامی کرت ها تا مرحله ی خوشه دهی هر ۷ روز یک بار به صورت نشتی با سیفون انجام شد و بعد از مرحله خوشه دهی آبیاری کرت های تحت تیمار خشکی به صورت کامل تا زمان برداشت قطع شد. زمان برداشت در ۱۵ تیر ماه بود. برای اندازه گیری صفات زراعی ۲۰ بوته به طور تصادفی از هر واحد آزمایشی کف بر شده و صفات مورد نظر اندازه گیری گردید. به منظور محاسبه عملکرد دانه و زیست توده، بوته های واقع در چهار متر مربع از هر تیمار کف بر شد و به وسیله ترازوی دقیق توزین گردید. برای محاسبه شاخص برداشت از فرمول زیر استفاده گردید.

عملکرد بیولوژیک / عملکرد اقتصادی = شاخص برداشت

برای تجزیه داده ها ابتدا اعداد خام وارد نرم افزار Excel شد و سپس با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس داده ها انجام شد و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید.

نتایج و بحث

اثر قطع آبیاری بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین تیمارها، قطع آبیاری باعث کاهش ارتفاع نسبت به شاهد شد (جدول ۴). اثر سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو و بر همکنش آبیاری و سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو نیز بر صفت

ارتفاع بوته معنی دار نشد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین بر همکنش تیمار های آزمایش بیشترین ارتفاع معادل ۱۰۶/۶ سانتی متر از تیمار آبیاری شاهد و کمترین ارتفاع به میزان ۸۵/۳ سانتی متر از تیمار قطع آبیاری، سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو حاصل شد (جدول ۵). نتایج حاصل از تجزیه واریانس در مورد ارتفاع بوته نشان دهنده آن است گیاهانی که تحت تاثیر تنش قرار داشتند از ارتفاع کمتری (۸۹/۸ سانتی متر) نسبت به گیاهان با آبیاری کافی (۱۰۲/۴ سانتی متر) برخوردار بودند (جدول ۴).

جدول ۳: تجزیه واریانس ارتفاع گیاه، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن سنبله، زیست توده، شاخص برداشت و عملکرد دانه

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد زیست توده	وزن سنبله	تعداد سنبله در واحد سطح	ارتفاع گیاه		
۸۴۳۵۴/۵**	۰/۰۰۸*	۱۰۴۶۸۷/۶۵ ^{NS}	۰/۰۰۰۹ ^{NS}	۱۵۱۶۹/۳۶**	۲۸۴/۰۲۷*	۲	تکرار
۱۳۱۱۷۸۸/۴۴**	۰/۰۱۴**	۲۴۷۸۳۸۰۲/۷۸**	۰/۲۶**	۹۷۱۸/۶۷**	۱۴۳۱/۳۶**	۱	آبیاری (I)
۱۱۶۵۳/۲۹	۰/۰۰۲۴	۱۴۱۶۱۷۱/۸۸	۰/۰۰۵۵	۱۳۸۸/۵۲	۷۴/۶۹	۲	خطا
۱۲۱۸۷۳/۴۹ ^{NS}	۰/۰۰۰۲ ^{NS}	۷۳۲۰۲۶/۵۳ ^{NS}	۰/۰۳۲ ^{NS}	۱۰۱۷/۸۷ ^{NS}	۴۳/۶۹ ^{NS}	۵	F
۲۶۷۷۶/۹۲	۰/۰۰۱۲	۳۸۲۰۱۰/۹۸	۰/۰۱۳	۱۰۷/۲۲	۱۸۸/۸۲	۱۰	خطا
۱۶۶۴۰/۹۱ ^{NS}	۰/۰۰۰۶ ^{NS}	۳۹۴۲۷۷/۷۸ ^{NS}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۸۰/۹۴ ^{NS}	۱۰/۸۹ ^{NS}	۵	IF
۵۶۴۱۶/۴۶	۰/۰۰۱۳	۵۹۹۲۳۵/۲۸	۰/۰۲۷	۵۴۵/۹۹	۶۶/۴۲	۱۰	خطا
۴/۵۱	۷/۵	۷/۰۵۱	۸/۹۶	۴/۴۶	۸/۴۷		درصد ضریب تغییرات

NS: غیر معنی دار، * و ** معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

F: سلنیوم + اسید سالیسیلیک + کود ریز مغذی

جدول ۴: مقایسه میانگین ارتفاع گیاه، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن سنبله، زیست توده، شاخص برداشت و عملکرد

دانه

عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (%)	زیست توده (kg/ha)	وزن سنبله (g)	تعداد سنبله در متر مربع	ارتفاع گیاه (cm)	تیمارها
۵۰۷۰/۱۴	۴۶ b	۱۰۱۴۷/۶b	۱/۷۸b	۵۰۶/۸۱b	۸۹/۸۳b	آبیاری
۵۴۵۱/۹۲	۵۰/۲a	۱۱۸۰۷/۱a	۱/۹۵a	۵۳۹/۶۷a	۱۰۲/۴۴a	تنش شاهد
۵۰۷۹/۴۲b	۴۸a	۱۰۴۵۰/۳b	۱/۷۷b	۵۰۴d	۹۹ a	سلنیوم + اسید سالیسیلیک + ریز مغذی
۵۱۴۴/۲۵b	۴۷a	۱۰۸۰۲/۸ab	۱/۸۲ab	۵۱۲ cd	۹۸a	شاهد سلنیوم
۵۲۳۲/۳۳ab	۴۸a	۱۰۸۵۶/۵ab	۱/۸۵ab	۵۲۲ bc	۹۵ a	اسید سالیسیلیک
۵۲۶۴/۹۲ab	۴۷a	۱۱۰۷۰/۵ab	۱/۸۵ab	۵۳۰/۱۶ab	۹۵/۸۳a	کود ریز مغذی
۵۳۹۲a	۴۷a	۱۱۴۲۱/۷a	۱/۹۲ab	۵۳۰/۶۶ab	۹۷۰/۵a	سلنیوم + اسید سالیسیلیک
۵۴۵۳/۲۵a	۴۸a	۱۱۲۶۲/۲ab	۱/۹۸a	۵۳۹/۸۳a	۹۱/۵۰a	سلنیوم + اسید سالیسیلیک + ریز مغذی

در هر ستون میانگین هایی که دارای حد اقل یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند

طول ساقه در موقعی که شرایط از نظر درجه حرارت و رطوبت مناسب تر باشند در مقایسه با شرایط نا مساعد بلند تر می باشد. استفاده از سلنیوم و اسید سالیسیلیک و کود میکرو به طور جداگانه و همچنین به

صورت توام باعث کاهش در ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد گردید. بر اساس جدول (۶) همبستگی بین ارتفاع گیاه با وزن خوشه و زیست توده مثبت و معنی دار گردید. نتایج این تحقیق با نتایج کوزنتسون (۲۰۰۴) در مورد گندم بهاره مطابقت دارد (۱۷).

اثر آبیاری بر وزن خوشه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). قطع آبیاری در مرحله خوشه دهی باعث کاهش وزن خوشه نسبت به شاهد شد (جدول ۴). اثر سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو، و بر همکنش آبیاری و سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو، نیز بر صفت وزن خوشه معنی دار نشد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بیشترین وزن خوشه معادل ۲/۱ گرم از تیمار آبیاری شاهد، سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو حاصل شد و کمترین وزن خوشه به میزان ۱/۶ گرم از تیمار قطع آبیاری در مرحله خوشه دهی بدون مصرف سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو حاصل شد (جدول ۵). بر اساس (جدول ۶) همبستگی بین وزن سنبله با تعداد خوشه در واحد سطح و زیست توده مثبت و معنی دار گردید.

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر آبیاری بر تعداد خوشه در واحد سطح در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین تیمارها، قطع آبیاری در مرحله خوشه دهی باعث کاهش تعداد خوشه در واحد سطح نسبت به شاهد شد (جدول ۴). همچنین اثر سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو و اثر بر همکنش سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو نیز بر صفت تعداد خوشه در واحد سطح نشد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بیشترین تعداد خوشه در واحد سطح معادل ۵۶۲/۶ از تیمار آبیاری، سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو حاصل شد و کمترین تعداد خوشه در واحد سطح به میزان ۴۹۰/۵ از تیمار قطع آبیاری بدون مصرف سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو در مرحله خوشه دهی حاصل شد (جدول ۵). تعداد خوشه در واحد سطح با زیست توده همبستگی مثبت و معنی دار داشتند (جدول ۶).

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر آبیاری بر زیست توده در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین تیمارها، قطع آبیاری در مرحله خوشه دهی باعث کاهش زیست توده نسبت به شاهد شد (جدول ۴). اما اثر سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو و اثر متقابل آبیاری و سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو نیز بر صفت زیست توده معنی دار نشد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بیشترین میزان زیست توده معادل ۱۲۳۳۶/۳ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری و کود میکرو حاصل شد و کمترین زیست توده به میزان ۹۶۱۷/۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار تنش بدون سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو حاصل شد (جدول ۵). به طوری که ملاحظه شد، تیمار آبیاری بر زیست توده موثر بود و اعمال تنش خشکی منجر به کاهش زیست توده نسبت به آبیاری بهینه گردید.

جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر ارتفاع گیاه، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن سنبله، زیست توده و شاخص برداشت و عملکرد دانه

تیمارها	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد سنبله در متر مربع	وزن سنبله (g)	زیست توده (kg/ha)	شاخص برداشت(%)	عملکرد دانه (kg/ha)
آبیاری	۱۰۶/۶۶a	۵۱۹abcd	۱/۸۸abc	۱۱۲۸۲/۸abcd	۴۰	۵۲۳۴/۵abcd
آبیاری × سلنیوم	۱۰۵/۶۶a	۵۲۴abcd	۱/۹abc	۱۱۳۸۵/۳abc	۴۴	۵۲۸۶/۸abcd
آبیاری × اسید سالیسیلیک	۱۰۱/۶۶ab	۵۳۸abc	۱/۹۱abc	۱۱۶۷۲/۳ab	۴۶	۵۳۶۷abcd
آبیاری × کود ریز مغذی	۱۰۱/۳۳ab	۵۴۶abc	۱/۹۳abc	۱۲۳۳۶/۳a	۴۴	۵۵۱۷/۷abc
آبیاری × سلنیوم × اسید سالیسیلیک	۱۰۱/۶۶ab	۵۴۸/۳۳ab	۲/۰ab	۱۱۹۸۷/۵a	۴۶	۵۶۱۲/۵ab
آبیاری × سلنیوم × اسید سالیسیلیک × کود ریز مغذی	۹۷/۶۶ab	۵۶۲/۶۷a	۲/۱a	۱۲۱۷۸a	۵۱	۵۶۹۳a
تنش	۹۱/۳۳ab	۴۹۰/۵d	۱/۶۶c	۹۶۱۷/۸e	۳۳	۴۹۲۴/۳d
تنش × سلنیوم	۹۰/۳۳ab	۵۰۰cd	۱/۷۴bc	۱۰۲۲۰/۳bcde	۳۵	۵۰۰۱/۷d
تنش × اسید سالیسیلیک	۸۸/۳۳b	۵۰۶bcd	۱/۸abc	۱۰۰۴۰/۷cde	۳۶	۵۰۹۷/۷cd
تنش × کود ریز مغذی	۹۰/۳۳ab	۵۱۴/۳۳bcd	۱/۷۸abc	۹۸۰۴/۷de	۳۶	۵۰۱۲/۲d
تنش × سلنیوم × اسید سالیسیلیک	۹۳/۳۳ab	۵۱۳bcd	۱/۸۴abc	۱۰۸۵۵/۸abcde	۳۹	۵۱۷۱/۵bcd
تنش × سلنیوم × اسید سالیسیلیک × کود ریز مغذی	۸۵/۳۳b	۵۱۷abcd	۱/۸۶abc	۱۰۳۴۶/۳bcde	۴۶	۵۲۱۳/۵bcd

در هر ستون میانگین هایی که دارای حد اقل یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

جدول ۶: ضرایب همبستگی بین صفات اندازه گیری شده

همبستگی	ارتفاع گیاه	وزن سنبله	تعداد سنبله در واحد سطح	زیست توده	شاخص برداشت	عملکرد
ارتفاع گیاه	۱	۰/۰۵۳	۰/۰۸۲	۰/۴۱۵*	-۰/۲۲۴	۰/۳۲۹
وزن سنبله		۱	۰/۳۸۱*	۵۶۰**	-۰/۲۲۱	۰/۴۷۹**
تعداد سنبله در واحد سطح			۱	۰/۵۴۸**	-۰/۴۲۱*	۰/۰۹۴
زیست توده				۱	-۰/۷۵**	۰/۵۴۸**
شاخص برداشت					۱	۰/۱۳۶
عملکرد						۱

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر آبیاری بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین تیمارها، قطع آبیاری در مرحله خوشه دهی باعث کاهش شاخص برداشت نسبت به شاهد شد (جدول ۴). اثر سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو و اثر متقابل آبیاری و سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو نیز بر صفت شاخص برداشت معنی دار نشد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بیشترین میزان شاخص برداشت معادل ۵۱٪ از تیمار آبیاری، سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو حاصل شد و کمترین شاخص برداشت به میزان ۳۳٪ از تیمار تنش حاصل شد (جدول ۵).

بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر آبیاری بر عملکرد در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین تیمارها، قطع آبیاری در مرحله خوشه دهی باعث کاهش عملکرد نسبت به شاهد شد (جدول ۴). اثر سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو و اثر متقابل آبیاری و سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو نیز بر صفت عملکرد معنی دار نشد (جدول ۳). بر اساس جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بیشترین میزان عملکرد معادل ۵۶۹۳ کیلو گرم در هکتار از تیمار آبیاری کامل، سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو حاصل شد و کمترین عملکرد به میزان ۴۹۲۴/۳ کیلو گرم در هکتار از تیمار قطع آبیاری و عدم مصرف سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو حاصل شد (جدول ۵). علت این که با قطع آبیاری فقط ۷٪ عملکرد کاهش پیدا کرده است، این است که بارندگی های مداوم به ویژه در اردیبهشت ماه که مصادف با پر شدن دانه ها بوده سبب کاهش اثرات تنش شده است (جدول ۱). با کاربرد هر یک از عوامل سلنیوم، اسید سالیسیلیک و کود میکرو و کاربرد توأم آن ها، هم در شرایط مطلوب و هم در شرایط تنش، عملکرد افزایش یافت. همبستگی بین عملکرد با زیست توده و شاخص برداشت مثبت و معنی دار گردید (جدول ۶).

تنش در مرحله گرده افشانی و لقاح، تعداد دانه ها را به علت پساآیدگی دانه های گرده کاهش می دهد و همچنین رشد لوله گرده در خامه و بافت تخمدان و تخمک ها را به شدت تحت تاثیر قرار داده و مانع رشد لوله های گرده می شود بدین ترتیب کاهش رطوبت سبب کاهش عملکرد دانه شده و از طرفی باعث کم شدن وزن دانه ها نیز می شود. علت کاهش عملکرد دانه در اثر تنش آبیاری، مربوط به کاهش تعداد دانه در خوشه و کاهش وزن دانه می باشد. نتایج این تحقیق با نتایج عیوضی و همکاران (۱۳۸۴) مطابقت دارد (۳). نکته حائز اهمیت اینکه کاربرد توأم سلنیوم و عناصر کم مصرف در مراحل مختلف رشد گیاه، به واسطه افزایش مکانیسم های دفاعی در شرایط تنش خشکی، نقش مؤثری در کاهش خسارت تنش دارد. نتایج این تحقیق با نتایج رحیمی زاده (۱۳۸۳) بر روی آفتابگردان مطابقت دارد (۲). در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از سلنیوم و اسید سالیسیلیک به عنوان عوامل ضد تنش، به طور قابل قبولی اثرات ناشی از خسارت خشکی را کاهش و باعث پایداری عملکرد می شود. لذا در شرایط تنش خشکی می توان با استفاده از عناصر کم مصرف، سلنیوم و اسید سالیسیلیک، با اعمال مدیریت صحیح، به عملکرد قابل قبول دست یافت.

منابع

- ۱- دهقانان، م. و مدن دوست، م. ۱۳۸۷. تاثیر کلات روی بر مقاومت به خشکی گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره چهارم و پنجم، صفحه ۴۰۱-۳۹۳.
- ۲- رحیمی زاده، ع.، مدنی، ح. و حبیبی، د. ۱۳۸۶. اثر عناصر کم مصرف آهن، روی، مس، منگنز و بُر در مقاومت به تنش خشکی آفتابگردان. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج.

۳- صمیمی، س.، جلال، ص.، شکاری، ف. و سلیمانی، ک. ۱۳۸۶. قابلیت استفاده از صفات فیزیولوژیک به عنوان شاخص ارزیابی مقاومت به خشکی در گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، شماره پنجم صفحه ۳۶۰-۳۵۲.

۴- عیوضی، ع. ر.، عبداللهی، ش.، حسینی سالکده، س. ق.، مجیدی هروان، ا. و محمدی، س. ا. ۱۳۸۴. بررسی تنش خشکی و شوری بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک در ارقام جو. نهال و بذر ۴۵۶-۴۴۱.

۵- ناصری، ب. ۱۳۷۸. بررسی تاثیر کاربرد کود های فسفره و روی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گندم در منطقه سیستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

6-Alphredo, A., Alves, C. and Tim, L. 2000. Response of cassava to water deficit: Leaf area growth and Abscisic Acid. *Crop Sci.* 40: 131-137

7-Arfan, M., Athar, H. R. and Ashraf, M. 2007. Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? *J Plant Physiol* 6(4):685-694.

8- Borsani, O., Valpuesta, V. and Itotella, M. A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated, by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. *Plant Physiol.* 126:1024-1030.

9-Cheong, Y. H., Kim, K. N., Pandey, G. K., Gupta, R., Grant, J. J. and Luan, S. 2003. CBL, a calcium sensor that differentially regulates salt, drought, and cold responses in Arabidopsis. *The Plant Cell.* 15:1833-1845.

10-Cramer, C. R. and Nowark, R. S. 1992. Supplemental manganese improves the relative growth, net assimilation and photosynthetic rates of salt-stressed barley. *physiologia planterum*, 84: 600-605

11- Ghasemi-Fasaei, R. and Ronaghi, A. 2008. Interaction of iron with copper, zinc, and manganese in wheat as affected by iron and manganese in a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 839-848.

12- Graham, H. L., Lewis, J., Lormer, M. F. and Holloway, R. E. 2004. High-Selenium wheat: agronomic biofortification strategies to prove human nutrition. *Food Agriculture and Environment Vol.2* (1): 171-178.

13-Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *EnvironExp Bot* 68(1):14-25

14-Jha, A. N. and Chaendel, A. S. 1987. Response of soybean to zinc application. *Indian Journal of Agronomy.* 32:354-358.

15-Katerji, N., J. W. Hoorn, A. Hamdy, and Mastrorilli, M. 2004. Comparison of corn yield response to plant water stress caused by salinity and by drought. *Agri. Water. Management.* 65:95-101

16- Kong, L., Wang, M. and Bi, D. 2005. Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedlings under salt stress. *Plant Growth Regulation* 45: 155-163.

17-Kuznetsov, V., Kidin, V. P. and Vladimir, V. 2004. Protective effect of selenium on wheat plant under drought stress. Abstract of articles Symposium of Plant Biology 2004 - Lake Buena

18- Praxedes, S. C., Damatto, F. M., Loureiro, M. E., Ferrao, M. A. G. and Cordeiro, A. T. 2006. Effects of long term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee leaves. *Environmental and Exp. Botany.* 56:263-273.

19-Shakirova, F. M. and Bezrukova, M. V. 2003. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. *Biology Bulletin*, 24, 109-112.

20- Turakainen, M. 2007. Selenium and its effects on growth, yield and tuber quality in potato. *Crop Science* . No 30.

21-Xiong, L., Schumaker, K. S. and Zhn, J. K. 2002. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. *The plant Cell.* 14:165-183.

22-Zhang, B. F., Li, M., Huang, G., Cheng, Z. Y. and Zhang, Y. 2006. Yield performance offspring wheat improved by regulated deficit irrigation in an arid area. *Agri. Water. Management.* 79:28-42