نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال دوازدهم، شماره ۴۷، پاییز ۱۳۹۶ / صفحات: ۵۶-۴۴

تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و غنی‌سازی دانه ارقام ذرت شیرین (*Zea mays* var saccharata) در الگوهای مختلف آبیاری تناوبی

بابک پیکرستان*، طیبه بساکی

گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۱۰ تاریخ پذیرش:۹۶/۹/۹

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثرمتقابل کم‌آبیاری و تأثیر محلول روی بر غنی‌سازی دانه ارقام ذرت شیرین در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ به‌صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک انجام شد. سطوح الگوی آبیاری شامل (آبیاری کلیه جویچه‌ها (شاهد)، آبیاری یک درمیان جویچه‌ها، آبیاری یک در میان متناوب جویچه‌ها) به‌عنوان کرت‌های اصلی و سطوح محلول‌پاشی روی (عدم محلول‌پاشی (شاهد محلول‌پاشی آب)، کاربرد سولفات روی زینک درآپ دو در هزار، کاربرد سولفات روی زینک فست دو در هزار) به‌عنوان کرت‌های فرعی و ارقام هیبرید ذرت (شیرین و فوق شیرین) به‌عنوان کرت‌های فرعی- فرعی در نظر گرفته شدند. صفات موردبررسی در این پژوهش ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، مقدار روی دانه و پرولین برگ بود. اثر متقابل تیمارها باعث افزایش ۳۳ درصدی ارتفاع بوته، ۲۷ درصدی عملکرد دانه، ۲۱ درصدی وزن هزار دانه و ۱۳ درصدی شاخص برداشت گردید. بیشترین مقدار عملکرد قابل کنسرو به تیمار آبیاری تناوبی، زینک فست درهیبرید چلنجر و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، محلول‌پاشی شاهد درهیبرید چیس تعلق گرفت. در بررسی مقدار روی در دانه، بیشترین مقدار به تیمار آبیاری تناوبی، زینک فست در هیبرید چلنجر و کمترین به تیمار آبیاری یک درمیان، محلول‌پاشی شاهد در هیبرید چیس تعلق گرفت که در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. بیشترین اثرات متقابل تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و رقم چلنجرب و کمترین به تیمار آبیاری یک درمیان، زینک دراپ و رقم چلنجر تعلق گرفت. بر طبق نتایج تحقیق، در شرایط کم‌آبی، استفاده از الگوی آبیاری تناوبی و محلول‌پاشی زینک فست در رقم چلنجر قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: الگوی آبیاری، پرولین، ذرت شیرین، هیبرید، روی

مقدمه

ذرت شیرین از جهش ژنتیکی ذرت معمولی حاصل‌شده و به‌طور عمده به‌منظور میوه آن (بلال) در تابستان به‌عنوان کشت دوم محسوب می‌گردد .با توجه به دور ه رشد کوتاه (حدود ۷۵ روز) که منجر به مصرف آب کم‌تر می‌شود و همچنین عملکرد بالا از نظر اقتصادی جایگزین بسیار مناسبی برای کشت‌های تابستانه خواهد بود (Adiloglu et al., 2006). کشت گیاهان تابستانه به دلیل محدودیت منابع آبی همواره با خطر کاهش قابل‌توجه تولید همراه است .برای تعدیل این شرایط، پژوهشگران در حوزه‌های مختلف روش‌های مختلفی ازجمله کاهش دوره رشد، مدیریت

*نویسنده مسئول: B_paykarestan@pnu.ac.ir

کم‌آبیاری، مدیریت بستر بذر و... را مورد بررسی قرار می‌دهند. استفاده از فناوری کم‌آبیاری و روش‌های اجرایی آن در نظام آبیاری مرسوم کشور می‌تواند به مدیریت مزرعه در افزایش بهره‌وری آب و تعیین الگوی بهینه کشت کمک کند (Ahmadi et al., 2013). مدیریت کم‌آبیاری در افزایش بهره‌وری آب برای محصولات مختلف بدون ایجاد کاهش شدید عملکرد، موفقیت‌آمیز بوده است (Anderson et al., 2012). Ashraf و همکاران (۲۰۱۲) چهار روش آبیاری جویچه ای (مرسوم منطقه، برنامه‌ریزی شده، یک در میان و آبیاری جویچه‌ای با دو ردیف کشت روی پشته) را بر میزان رشد و عملکرد زراعت پنبه مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ذخیره آب در تیمارهایی که در آن‌ها برنامه‌ریزی صورت گرفته، در مقایسه با آبیاری مرسوم منطقه بیش‌تر است به‌طوری‌که این مقادیر در آبیاری جویچه ای یک‌درمیان بیش‌تر از آبیاری جویچه ای با دو ردیف کشت روی پشته و هر دو بیش‌تر از آبیاری جویچه‌ای معمولی بوده و با وجود کاهش مصرف آب به میزان ۵۰ درصد در آبیاری جویچه‌ای یک در میان، میزان عملکرد محصول کاهش نیافته است. Cakmak و همکاران (۲۰۰۸) در آبیاری گیاه سور گوم، با آبیاری نیمی از طول فاروها و استفاده از رواناب نیمه اول برای آبیاری ربع سوم و بدون آبیاری گذاشتن ربع چهارم مقدار مصرف آب را به ٤٥ درصد و مقدار عملکرد را به ۷۸ درصد آبیاری کامل رساندند؛ یعنی به ازای کاهش ۵۵ درصد آب مصرفی، تنها با ۲۲ درصد کاهش محصول مواجه شدند. Shahbazو همکاران (۲۰۰۷) اعلام کردند کم‌آبیاری ذرت به روش جویچه‌ای تا زمان شروع گلدهی منجر به کاهش معنی‌داری در عملکرد ذرت نخواهد شد ضمن آنکه با کم‌آب یاری به روش جویچه‌ای یک‌درمیان متناوب می‌توان تا ۳۰٪ نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای کامل در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. Evelin و همکاران (۲۰۱٤) اعلام نمودند توسعه ریشه، تعداد ر ریشه اولیه، وزن خشک‌ریشه و تراکم ریشه گیاه ذرت در تیمار آبیاری یک در میان متغیربه‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمارهای یک در میان ثابت و مرسوم بود. کم‌آبیاری وزن خشک‌ریشه و ارتفاع گیاه را در دو تیمار یک‌درمیان ثابت و مرسوم کاهش داده ولی اثری در آبیاری یک در میان متغیر نداشت. نتایج تحقیق Friedrik و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد بین دو تیمار آبیاری یک‌درمیان نیمه متغیر و کامل ازنظر عملکرد و اجزای آن تفاوت آماری مشاهده نشد ولی میزان مصرف آب در تیمار آبیاری یک در میان نیمه متغیر حدود ۳۰ درصد آبیاری کامل بود Ernest؛ و همکاران (۲۰۱۳) اعلام نمودند کاهش سطح خیس شده در آبیاری متناوب نسبت به آبیاری کامل باعث می‌شود تا مقدار افت آب در اثر تبخیر و نفوذ عمقی کاهش‌یافته و به همین دلیل، عملکرد تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد و در نتیجه کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد .طبق نتایج تحقیق آن‌ها، کاهش مصرف آب در آبیاری متناوب، بدون کاهش در عملکرد معنی‌دار ذرت نسبت به آبیاری کامل حدود ٤٦ درصد بود. Kaman و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند مصرف سولفات روی در مزارع با خاک‌های لومی شنی ولومی رسی موجب افزایش وزن خشک گیاه و همچنین باعث افزایش غلظت روی و جذب کل روی توسط دانه ذرت گردید. Longenecker و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند افزایش سولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی از صفر به ۱/۵ لیتر در هکتار در افزایش ارتفاع بوته اثر معنی‌داری داشت. ارتفاع بوته در تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار و ۳ لیتر در هکتار به‌ترتیب ۲٤۳ و ۲۵۱ سانتی‌متر بودند. نتایج تحقیق Ghatavi و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد ارتفاع بوته تحت تأثیر تعداد گره‌ها و فواصل میان گره ه است که تعداد گره‌ها به فراهم بودن عناصر غذایی مانند

عنصر روی و افزایش میان گره‌ها به حضور آب در محیط ریشه بستگی دارد. Layer و همکاران (۲۰۰۳) اعلام نمودند روی اثر بسیار معنی‌داری بر وزن صد دانه داشت. با محلول‌پاشی سولفات روی از صفر به ۱/۵ لیتر در هکتار، وزن صد دانه به میزان ۲۳ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافته است. همچنین اعلام نمودند که در اثر مصرف آهن و روی در ذرت مقدار نشاسته و پروتئین دانه افزایش یافت و با افزایش کربوهیدرات، وزن صد دانه، تعداد دانه و در نتیجه عملکرد دانه افزایش یافت. روی پیش ماده سازنده و فعال‌کننده بسیاری از آنزیم‌های مؤثر و رشد و عملکرد دانه است و تأمین این عنصر می‌تواند باعث واکنش‌های بیوشیمیایی و رشد گیاه گردد و آن‌ها دریافتند که محلول‌پاشی سولفات روی در شرایط کم‌آبیاری تأثیر مثبتی بر رشد عملکرد و وزن صد دانه گیاهان دارد (Nouri Azhar et al., 2007). غنی‌سازی فیزیولوژیک دانه ذرت می‌تواند گروه‌های هدف تازه خوری این محصول مانند نوجوان و جوانان را از استفاده از داروهای حاوی عنصر روی بی‌نیاز گرداند. این تحقیق با توجه به کمبود روی در خاک‌های منطقه اراک و همچنین کم‌آبی کل منطقه، باهدف غنی‌سازی دانه با عنصر روی و تأثیر متقابل آن با الگوهای آبیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک به اجرا درآمد. قبل از انجام آزمایش به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری از خاک مزرعه انجام و مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده‌شده است.

تیمارهای آزمایشی شامل سطوح الگوی آبیاری (I) در سه سطح آبیاری کامل جویچه‌ها (I_1)، آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها (آبیاری به‌صورت ثابت فقط جویچه‌های فرد)(I_2) و آبیاری یک‌درمیان متناوب جویچه‌ها (آبیاری به‌صورت دوره‌ای یک هفته جویچه‌های فرد و هفته بعدی جویچه‌های زوج) (I_3) به‌عنوان عامل اصلی بودند (Payero et al., 2009). تیمار محلول‌پاشی با سولفات روی (Zn) در سه سطح شامل محلول‌پاشی با آب (Zn_1) به‌عنوان تیمار شاهد، محلول‌پاشی سولفات روی از منبع فست[1] (ساخت سیفو ایتالیا (دارای درجه خلوص ۳/۱۳٪ وزنی و ۸۵٪ حلالیت (Zn_2) و محلول‌پاشی با سولفات روی درآپ) ساخت دارانو اسپانیا (با درجه خلوص ٦/۲۲ درصد وزنی و ۷۵٪ حلالیت (Zn_3) انجام شد (Rahnama et al., 2006). هیبریدهای ذرت (V) شامل هیبرید چیس (V1)[2] و چلنجر (V2)[3] به‌عنوان ذرت شیرین[4] و فوق شیرین[5] از ارقام زودرس[6] بودند (Rakers et al., 2013). محلول‌پاشی سولفات روی به مقدار ۲ در هزار طی دو مرحله به‌ترتیب در مرحله هفت برگی و دوازده برگی انجام شد (Ghatavi et al., 2012). برای تعیین شاخص‌های رشد دو هفته قبل از رسیدگی کامل و زمان رسیدگی کامل نمونه‌برداری صورت گرفت (Layer et al. 2003). برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از تانسیومتر و بلوک‌های گچی استفاده شد. برای تعیین مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم از دستگاه صفحه فشاری[7] استفاده شد (Friedrick et al., 2012). هم‌زمان با کاشت، تانسیومترها و بلوک‌های گچی نیز در عمق ۳۵

1- Fast zinc
2- Chase
3- Callenger
4- Sweet corn
5- Super sweet corn
6- Seminis
7- Pressure plate

سانتیمتری زمین نصب شدند. مقدار آب آبیاری از طریق کنتور آب نصب‌شده در محل انتقال آب به مزرعه با دقت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد (Kaman et al., 2011). نتایج حاصل از صفات مورد بررسی در این تحقیق توسط نرم‌افزار MSTATC و نمودارها با نرم‌افزار EXCEL رسم گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

جدول ۱: وضعیت و مشخصات خاک مزرعه

درصد		قسمت در میلیون								درصد			
سال	بافت خاک	رس	سیلت	شن	مس	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	درصد مواد آلی	درصد اشباع	اسیدیته	هدایت‌الکتریکی
۱۳۹۳	لومی	/۳	۳۲	۳۸	۱/۲۱	٦/۱۲	۱/۲۱	/۷۳	۳۸۸	/۱۳ ۲۵	۰/۱۷	۱/۳۸	۳۳	۸/۱۰	۱/۳۳
۱۳۹٤	لومی	/۲۳	۳۱	۳٦	۱/۲۳	٦/۲۱	۱/۲۲	/۸۲	۳٥٤	/۰۸ ۲٦	۰/۱٦	۱/۳۱	۳٥	۸/۰۱	۱/۳٦

مقدار پروتئین دانه: برای تعیین مقدار پروتئین دانه ذرت شیرین، از دستگاه آنالیز گر اینفراماتیک ۸٦۰۰ بر اساس استانداردهای انجمن بین‌المللی شیمی غلات استفاده شد (Scot et al., 2009).

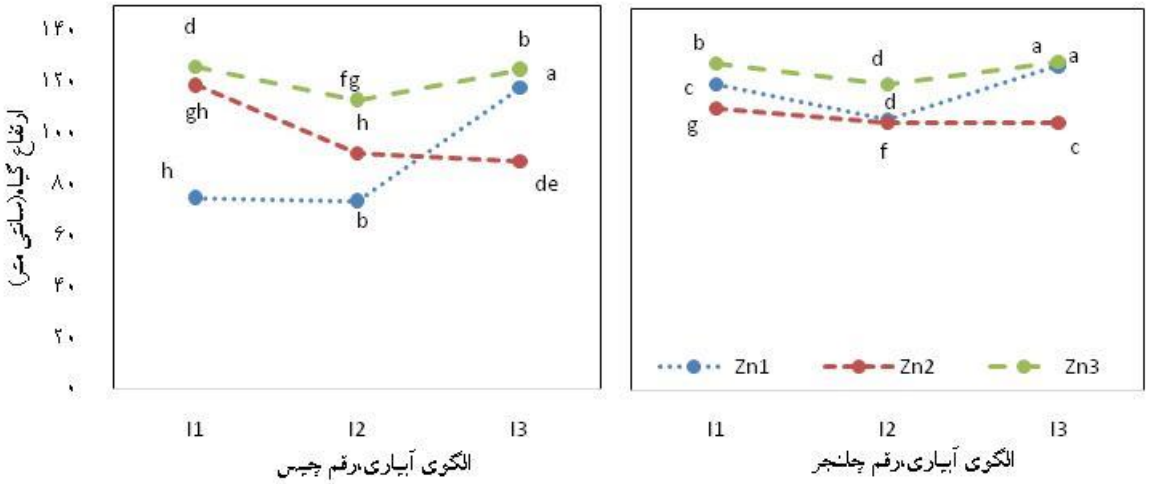
مقدار پرولین در برگ: برای اندازه‌گیری پرولین، ابتدا ۰/۲ گرم از برگ وزن شد و سپس ۳ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ به آن اضافه و ساییده شد. عصاره‌های حاصل در دور ۱۸۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد سپس ۲ میلی‌لیتر از عصاره جدا و به تمام آن‌ها ۲ میلی‌لیتر معرف ناین هیدرین و ۲ میلی‌لیتراسید استیک گلاسیال اضافه شد. محلول حاصل به مدت یک ساعت در بن ماری دمای ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد .پس از سرد کردن لوله‌ها به هرکدام مقدار ٤ میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد ولوله‌ها به مدت ۲۰ ثانیه با استفاده از دستگاه ورتکس تکان داده شد (Bates et al., 1973). پس‌ازآن فاز رویی که قرمزرنگ و حاوی پرولین محلول در تولوئن بود برداشته شد و هم‌زمان با نمونه‌های استاندارد در دستگاه اسپکتروفوتومتر قرار گرفت و اعداد در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد (Ghatavi et al., 2012). غلظت پرولین برحسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد (Scot et al., 2009)

مقدار رطوبت در دانه: به‌منظور تعیین رطوبت دانه، دانه‌ها با استفاده از ترازوی pioneer با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری و سپس نمونه‌ها در داخل آون به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۷۲ درجه قرار گرفت و سپس مقدار رطوبت موجود در دانه از طریق تفاوت وزن دانه‌ها قبل و بعد از حذف آب محاسبه شد (Soleimanifars et al., 2011)

روی در دانه: به‌منظور تعیین مقدار روی در دانه از روش هضم از طریق سوزاندن خشک و ترکیب اسیدکلریدریک استفاده شد. پس از تهیه عصاره، روی با روش جذب اتمی شعله‌ای و با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل .G BCAventa اندازه‌گیری گردید. جذب کل عناصر توسط دانه از حاصل‌ضرب غلظت عناصر جذب‌شده توسط دانه در عملکرد دانه به دست آمد (Rakers et al., 2014).

نتایج

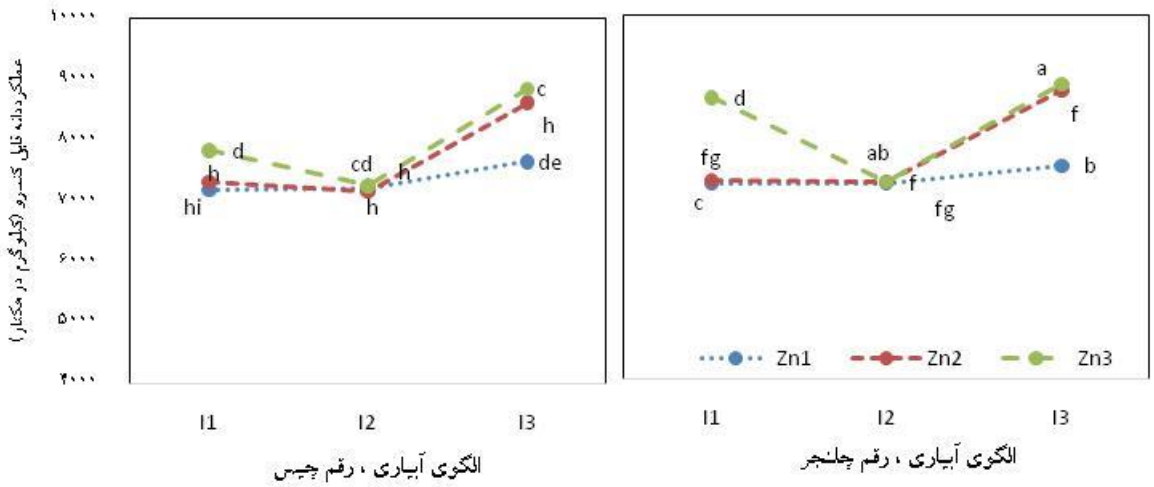
ارتفاع گیاه: در بررسی اثر متقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین ارتفاع بوته در تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر با میانگین ۱۲۹/۰۲ سانتی‌متر و کمترین در تیمار آبیاری یک‌درمیان، بدون روی و هیبرید چیس با میانگین ۷۳/۹۳ سانتی‌متر به دست آمد. کاهش میزان ارتفاع بوته در استفاده از سولفات روی در آبیاری یک‌درمیان مشاهده شد که نشان از جلوگیری از جذب روی در حالت کم‌آبی دارد این در حالی است که در آبیاری شاهد (آبیاری کیمل) و آبیاری تناوبی یک‌درمیان این افت مشاهده نشد و این حاکی از آن است که در این دو حالت گیاه با کم‌آبی مواجه نشده و توانسته جذب آب مناسبی داشته باشد (شکل ۱).



شکل ۱: مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی

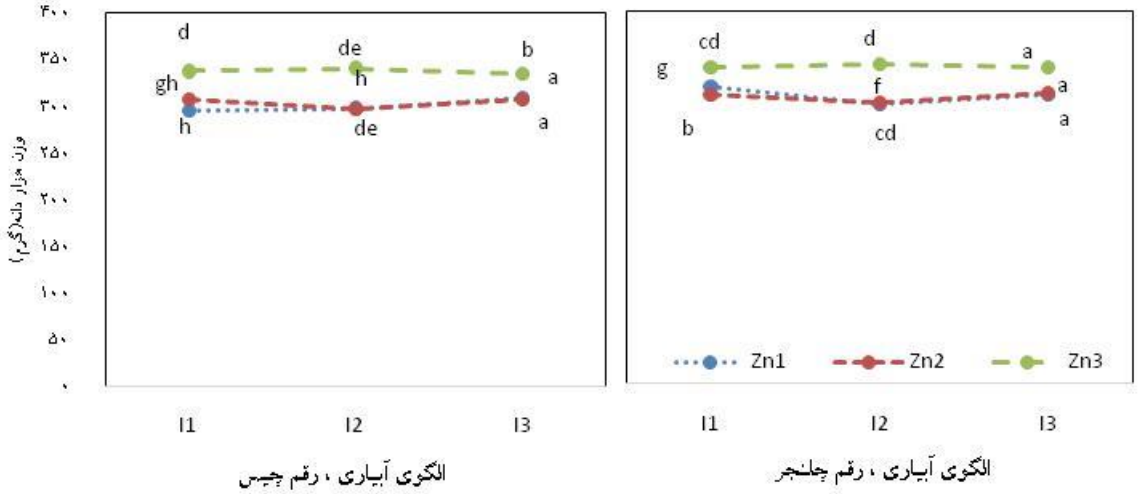
عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد اثر الگوی آبیاری، روی، هیبرید و برهمکنش آن‌ها بر این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید، اما تغییر سال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲) در بررسی اثر متقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین مقدار عملکرد قابل کنسرو به تیمار آبیاری تناوبی، زینک فست و هیبرید چلنجر[1] با میانگین ۸۸۷۷/۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، محلول‌پاشی شاهد و هیبرید چیس[2] با ۷۲۱۸/۳ کیلوگرم در هکتار تعلق گرفت. نتایج نشان داد تنش بر هیبریدها اثر منفی داشته است. نتایج نشان داد مقدار عملکرد قابل برداشت در تیمارهای با کم‌آبی بیشتر به‌شدت کاهش می‌یابد به‌طوری‌که در آبیاری یک در میان مقدار عملکرد به حداقل مقدار در ارقام رسیده است. در تیمار آبیاری تناوبی به نظر می‌رسد با آبگیری دوطرفه ریشه‌ها، ذرت توانسته ثبات عملکرد را حفظ نموده و از آثار تنش در مقدار عملکرد کاسته است (شکل ۲).

1 - I3ZN3V2
2 - I2ZN1V1



شکل ۲: بررسی عملکرد دانه در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان داد تفاوت بین الگوهای آبیاری سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما تغییرسال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). در بین تیمارهای روی بالاترین وزن هزار دانه به زینک فست و کمترین به تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی با مقادیر ۳۳۲/۵ و ۳۰۵/٥٤ گرم اختصاص یافت به مقدار ۸/۸۵٪ افزایش در وزن هزار دانه مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند. اثر متقابل تیمارها نشان داد مقدار ۳۳۹/۳۳ گرم به تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر و کمترین مقدار به تیمار آبیاری یک‌درمیان، بدون محلول‌پاشی و هیبرید چیس با مقدار ۲۹۸/٤ گرم اختصاص یافت (شکل ۳).



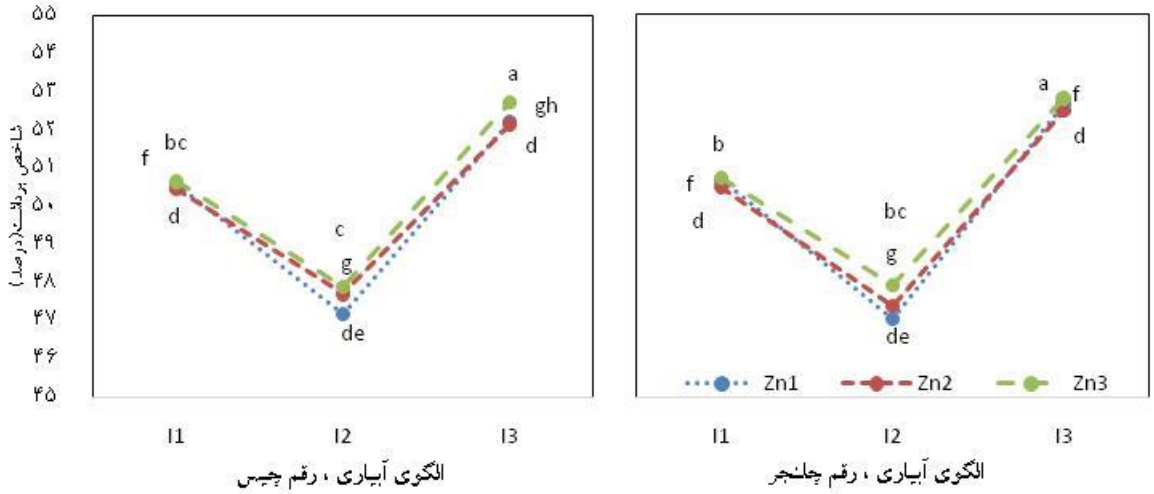
شکل ۳: بررسی وزن هزار دانه در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای الگوی آبیاری، محلول‌پاشی روی و هیبریدهای ذرت شیرین

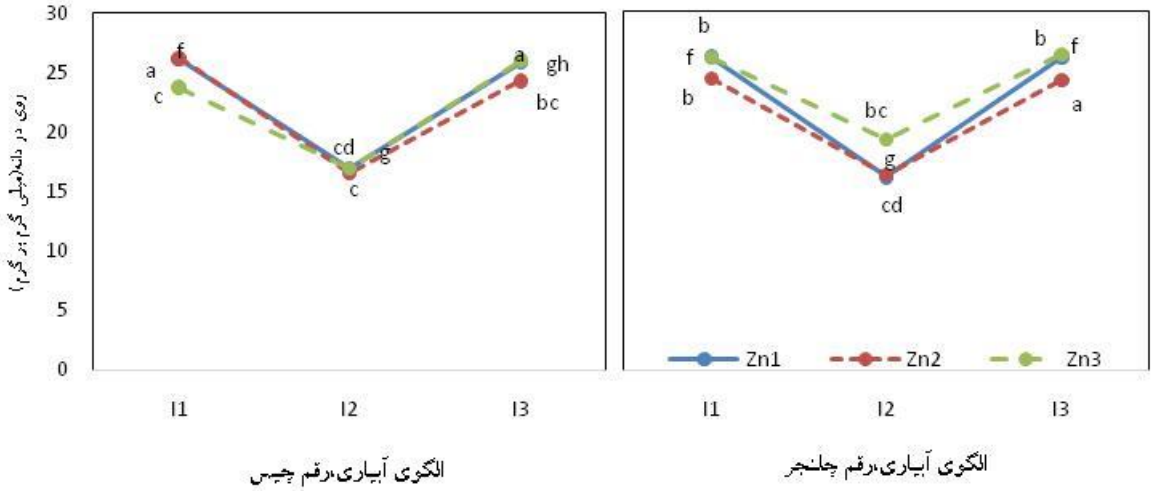
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع گیاه	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	شاخص برداشت	مقدار روی در دانه	پرولین در برگ
سال	۱	۲۲/٤٤ ns	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ n.s	۱۱/۲۲ n.s	۵۰/٤۸۷ c	۰/۰۳۵ n.s	٤/۲ ns
تکرار (سال)	۲	۳٦/۲۲ ns	۷۲۰۲۵۱۵/۷۰ n.s	۵٦٤/۰۱۸ n.s	۵۰/٤٦۷ c	۰/۰۲۱ n.s	۰/۰۰۲ ns
الگوی آبیاری	۲	٤٦۳/۳۱ **	۹۹۱۲٤۱۷۲/٦٦ **	۲۰٦/٦۲۳**	۵۰/۵٦۰ c	۰/۲۹**	۸٦/٤**
الگوی آبیاری * سال	۲	۲۳/۳٤ ns	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ n.s	۱۰/۷۸ n.s	۵۰/۸۹۷ c	۰/۰۱۷ n.s	۸/۷٦
خطای اصلی	۸	٦/۱۹	۵۱۲۳۰٤۲	۱۰/۰۹۵	۵۰/٦٦۰ d	۲/۱۵٦	۱/۱۰۲ ns
محلول‌پاشی	۲	۲۰۰٤/۲**	۳۵۹۲۵٤۷۹/۲۰ *	٤۳۱۸/٦۹٤**	۵۰/۷۲۷ c	۱۷٤/۵۱۵**	۲۵/۳**
محلول‌پاشی × سال	۲	۲/۲۲٤ ns	۳٦۹۸۷۵٤۰٤٦/۹۰ **	۸/٤۱ n.s	٤۷/۱٦۷ e	۰/۰۳٦ n.s	۳/۱۰۸ ns
آبیاری* محلول‌پاشی	٤	۸٤۲/۵٦ **	۲۵٦٤۸۵٤۰٤۱/۱ **	۵٤۱/۰۷٤**	٤۷/۰٤۰ g	۲۱۹/٤۷۱**	۱٦/۸**
سال*آبیاری* محلول‌پاشی	٤	۳/۸٤۱ ns	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ n.s	۷/۲۲ n.s	٤٦/۷۱۰ f	۰/۰۱۵ n.s	٤/۰۸ ns
رقم	۱	۱۵٦**	۲۳٦۵۲٤۱۹۵/۳۰ **	٤۰۱/٤۳٤**	٤٦/۳۸۷ h	۲۵۱/۵٤۹**	۱۷/۷۳**
سال*رقم	۱	۳/۲۵۸ ns	۳٦۹۸۳۲۵/۷٦ n.s	٦/۷۷ n.s	٤٦/۳۳۷ e	۰/۰۱٤ n.s	۰/۲۰۸ ns
الگوی آبیاری*رقم	۲	٦۰/۳۹ **	۹۹۸۷۳۸۱٤۹/۱ **	۷۱/٤۰۱**	٤٦/۷۱۷ f	٤۱٤/۰۷۷**	٤۱/۲**
سال*الگوی آبیاری*رقم	۲	۲/۳٦۵ ns	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ n.s	۷/۵٤ n.s	۵۲/۲٤۰ b	۰/۰۲ n.s	۳/۲۲ ns
محلول‌پاشی*رقم	۲	٤۳٦/۷۷ **	۹۵۸۷۳۲۵۷٤/۰۱ **	۵۰۸/۳٤٦**	۵۲/٦٤۷ b	۳۰۲/۷۹۲**	۱۸/۸۸**
سال*محلول‌پاشی*رقم	۲	۲/۱٤۵ ns	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ n.s	٦/۲٤ n.s	۵۲/۷۰۰ a	۰/۰۵ n.s	٤/۰۲ ns
آبیاری*محلول‌پاشی*رقم	٤	۵۵۹/۱۱ **	۱۲۵۸۷۸۱۵۹/۰۲ **	٤۸٦/٤۸۳**	۵۲/۷٦۳ a	۲۳۱/۲۵**	۱۷/۷۳**
سال*آبیاری*محلول‌پاشی*رقم	٤	۲/۱۲۳ ns	۷۸۵۲۳۲٦/۵۰ n.s	۷/۵۵ n.s	۵۲/۷٤۷ a	۰/۵٤۱	٤/۱۱ ns
خطای فرعی	٦۸	۱/۱۳۷	۲۳۱۰۳۳۲	۱/٦۵۵	۵۲/۰۳۰ a	۰/۰۸۷	۱/۵۱٤
ضریب تغییرات		۸/۹٤	۱۲/۵۵	۸/٤۱		۸/۲٤	۹/۹٦

ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ درصد و یک درصد می‌باشند.

شاخص برداشت: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد شاخص برداشت تحت تأثیر معنی دار اثر الگوهای آبیاری، روی و هیبرید در سطح احتمال ۱ درصد و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). براساس مقایسه میانگین صفت شاخص برداشت مشخص گردید کمترین شاخص برداشت از تیمار تنش با الگوی آبیاری یک‌درمیان به دست آمد (جدول ۳). شاخص برداشت در آبیاری یک در میان نسبت به شاهد ۱۵/۲۱٪ کاهش نشان می‌دهد. در تیمارهای روی بیشترین شاخص برداشت به محلول‌پاشی زینک فست با مقدار ۵۰/۲۰۳٪ در مقابل ٤۲/۰۰۸٪ بدون محلول‌پاشی اختصاص یافت که دارای افت ۱۹/۵۰ درصدی در شاخص برداشت است و در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. هیبرید چلنجر نسبت به هیبرید چیس دارای ۱۱/۱ یک درصد شاخص برداشت بالاتر می باشد. در بررسی اثرمتقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین شاخص برداشت به تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر با میانگین ۵۳/۰۳۰ و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، بدون روی و هیبرید چلنجر با میانگین ٤٦/۳۸۷ تعلق گرفت در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (شکل ٤).



شکل ٤: بررسی شاخص برداشت در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی



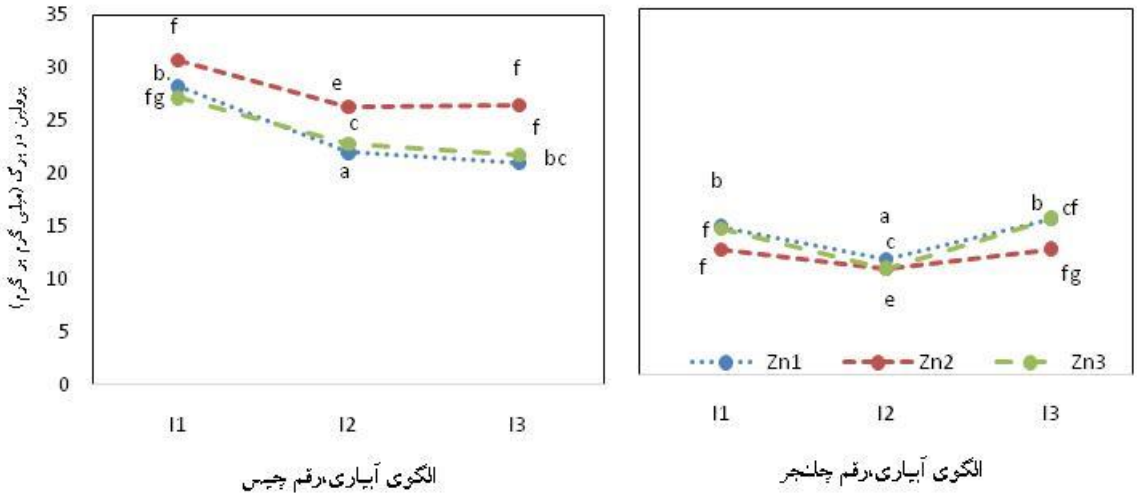
شکل ٥: بررسی مقدار روی در دانه در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی

مقدار روی در دانه: نتایج تجزیه واریانس مقدار روی در دانه نشان داد اثر الگوی آبیاری، روی و هیبرید و برهمکنش آن‌ها بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید، اما تغییر سال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). در بررسی اثرمتقابل تیمارها مشاهده شد که بیشترین مقدار به تیمار آبیاری تناوبی، زینک فست و هیبرید چلنجر[1] با میانگین ۲۶/۲۸ میلی‌گرم بر گرم و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، محلول‌پاشی شاهد و هیبرید چیس[2] با ۱۷/۱۲ میلی‌گرم بر گرم تعلق گرفت که در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. مقدار روی در آبیاری یک‌درمیان به مقدار ۲٤ درصد نسبت به آبیاری شاهد افت نشان داد ولی در تیمار آبیاری تناوبی اثر معنی‌دار مشاهده نگردید (شکل ۵).

1 - I3ZN3V2

2 - I2ZN1V1

مقدار پرولین دربرگ: در بررسی نتایج اثر متقابل تیمارهای پرولین مشاهده شد که بیشترین مقدار پرولین برگ به تیمار آبیاری کامل، زینک درآپ در هیبرید چیس با میانگین ۳۲/۱۲ میلی‌گرم بر گرم و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، محلول زینک در آپ در هیبرید چلنجر با ۱۲/۷۳ میلی‌گرم بر گرم تعلق گرفت که در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (شکل ٦).



شکل ٦: بررسی مقدار پرولین در برگ در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی

ساقه خواهد شد. Friedrick و همکاران (۲۰۱۲) نیز اعلام کردند تنش خشکی در مرحله رشد رویشی ممکن است موجب آسیب به آغازه‌های بلال در همان مراحل اولیه رویشی گردد. Payero و همکاران (۲۰۰۹) عدم تأمین آب کافی در مرحله رشد رویشی ذرت اگرچه تأثیر مستقیمی بر عملکرد نهایی دانه ندارد، لیکن بر استقرار بوته و توسعه و رشد ساقه تأثیر گذاشته و تجمع مواد در این اندام‌ها را کاهش می دهد عامل کاهش ارتفاع بوته تحت تنش دانستند.

در بررسی الگوهای آبیاری، آبیاری یک در میان در همه حالات محلول‌پاشی با افت عملکرد همراه است که نشان از تاثیر آبیاری مناسب در جذب عنصر روی در گیاه دارد زیرا با تنش مقدار جذب این عنصر کاهش می‌یابد که با تحقیق Scot و همکاران (۲۰۰۹) که اعلام نمودند در تیمارهای ۱۵ و ۲۵ روزه آبیاری

بحث

در بررسی اثرات آبیاری تناوبی، محلول‌پاشی با سولفات روی در دو رقم ذرت شیرین در منطقه اراک، بررسی سایر تحقیقات مشابه نشان داد نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از پژوهش Adiboglu و همکاران (۲۰۰٦) که اعلام نمودند کاهش ارتفاع بوته در تیمار تنش خشکی در مرحله رشد رویشی نسبت به تیمار شاهد حدود ۱۰/۲ درصد بود منطبق است. به نظر می رسد در شرایط تنش خشکی فشار تورژسانس سلول‌های ساقه در حال ازدیاد طول می باشند کاهش می یابد و از طرفی تولید مواد اصل از فتوسنتز نیز کم می‌شود، لذا طول میانگره‌های ساقه و درنتیجه ارتفاع بوته تحت تأثیر خشکی کاهش می‌یابد. در بررسی تحقیقات Evelin و همکاران (۲۰۱٤) مشخص شد اعمال تنش خشکی در مرحله رشد رویشی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع

al., 2006). به علاوه، کوتاه شدن دوره رشد دانه و درنتیجه زودرسی در اثر تنش خشکی که توسط برخی پژوهشگران مشاهده شده است (Longenecker et al., 2009). یکی دیگر از دلایل احتمالی کاهش وزن هزار دانه در تیمارهای اعمال تنش، خشکی در مرحله پر شدن دانه است (Sanders et al. 2014).

نتایج سایر بررسی‌ها نشان داد یافته‌های تحقیق حاضر مطابق با نتایجAhmadi و همکاران (۲۰۱۳) و Anderson و همکاران (۲۰۱۲) می باشد. این محققین اعلام کردند از آنجا که یکی از اجزای محاسبه شاخص برداشت عملکرد دانه است، تغییرات شاخص برداشت وابستگی زیادی به تغییرات عملکرد دانه دارد. لیکن، بر اساس معادله شاخص برداشت چون تنش خشکی در مرحله رویشی اثر کاهشی بارزی بر عملکرد بیولوژیک داشته، درحالی که تأثیر آن بر عملکرد دانه به‌طور نسبی کمتر بوده است. لذا شاخص برداشت در این شرایط افزایش نشان داده است. در صورت وقوع تنش خشکی در مرحله گل دهی، شاخص برداشت کاهش جدی می یابد. این موضوع توسط سایرپژوهشگران مانند Ashraf و همکاران (۲۰۱۲) گزارش مشابه گردیده است. Ghatavi و همکاران (۲۰۱۲) علت این کاهش را حساسیت گیاه ذرت به تنش خشکی در مرحله بحرانی گل‌دهی دانسته‌اند. یافته‌های این تحقیق در مورد هیبریدها ذرت شیرین با نتایج Kaman و همکاران (۲۰۱۱) این موضوع می‌تواند به‌دلیل حساسیت کمتر این هیبرید نسبت به تنش خشکی در مراحل رویشی و زایشی باشد. Layer و همکاران (۲۰۰۳) نیز نتیجه مشابهی به دست آوردند که هیبریدهای دارای شاخص برداشت زیادتر، به‌دلیل تسهیم بیشتر مواد پرورده به سود دانه‌ها مطلوب ترندو این موضوع را می‌توان به رشد کمترشاخساره، تعرق کمتر و استفاده بهتر از آب نسبت داد. تنش آبی در آبیاری یک‌درمیان تاثیر ۳۳ درصدی در جذب روی در ذرت، تنش باعث کاهش جذب روی میگردد منطبق است. در محلول‌پاشی در کلیه سطوح با انجام محلول‌پاشی سولفات روی افزایش عملکرد دانه مشاهده شد اما در تیمار زینک فست در سطح آبیاری یک‌درمیان افت عملکرد مشاهده شد. می توان به این نتیجه رسید که محلول‌پاشی روی باعث افزایش عملکرد میگردد اما در حالت زینک فست بدلیل افزایش ساختار سبزینه ای و افزایش بیوماس گیاه در رشد زایشی در حالت تنش با کمبود منبع مواجه شده و افت عملکرد را نشان می دهد که با نتایجLutss و همکاران (۲۰۱۲) منطبق است. در حالت تنش محلول‌پاشی با زینک فست برای افزایش عملکرد دانه نامناسب ولی در حالت آبیاری کافی مناسب است. با بررسی شیب افت عملکرد در حالت آبیاری یک‌درمیان میتوان دریافت که رقم چلنجر در الگوهای مختلف آبیاری دارای عملکرد بالاتری نسبت به رقم چیس می باشد که Ahmadi و همکاران (۲۰۱۳) نیز همین نتیجه را در ذرت آجیلی گزارش کردند.

نتایج این تحقیق با نتایج Ahmadi و همکاران (۲۰۱۳) که اعلام نمودند تنش خشکی در آبیاری جویچه ای با تحت تأثیر قرار دادن درجه باز شدن روزنه‌ها، کاهش فعالیت آنزیم‌های چرخه کالوین، می‌تواند میزان تولید مواد پرورده را به میزان زیادی کاهش داده و از این راه به‌طور مستقیم موجب کاهش وزن هر دانه (ظرفیت مقصدفیزیولوژیک) شود منطبق است

کاهش معنی دار وزن هزار دانه در تیمار تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه را می توان به پدیدآمدن دانه‌های چروکیده با وزن کمتر که در سایر پژوهش‌ها نیزگزارش شده نسبت داد (Payero et al., 2009). تأثیر کمبود آب در این مرحله موجب کاهش فتوسنتز جاری گیاه، کاهش میزان مواد پرورده ودر نتیجه چروکیدگی دانه‌های ذرت خواهد شد (Rahnama et

اثر منفی بگذارد که حداکثر مقدار افزایش ۳/۵۹ درصد بوده است. Rakers و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند گیاهان برای مقابله با اثرات تنش، املاح سازگار مانند پرولین و ترکیبات آمونیومی را به‌منظور تنظیم اسمزی در سلول تجمع می‌دهند مطابقت دارد. محلول‌پاشی روی باعث کاهش مقدار پرولین گردید.Payero و همکاران (۲۰۰۹) اعلام نمودند که حضور روی در شرایط تنش خشکی از طریق افزایش غلظت داخل سلول و افزایش تحمل گیاه به تنش، باعث کاهش پرولین می‌شود.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی، نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که آبیاری یک‌درمیان موجب کاهش شاخص‌های فیزیولوژیک دانه گردید در حالی که اعمال الگوی آبیاری متناوب به دلیل آبیاری دوطرفه متوالی ریشه‌ها باعث جذب مؤثرتر آب آبیاری و درنتیجه کاهش اثرات تنش گردید. بامطالعه برهمکنش بین الگوهای آبیاری، روی و هیبریدهای ذرت به این نتیجه رسیدیم که در شرایط تنش خشکی و بدون تنش هیبرید چلنجر که از هیبریدهای ذرت فوق شیرین تازه وارد به ایران و منطقه استان مرکزی است دارای ثبات عملکرد مناسبی (عملکرد دانه) بود؛ بنابراین با توجه به دوره رشد کوتاه آن به‌عنوان کشت دوم پس از برداشت محصولاتی همچون گندم و جو پاییزه در منطقه قابل ترویج است زیرا با اعمال تنش نیز افت عملکرد آن نسبت به هیبرید چیس کمتر بوده است. به‌طورکلی، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق غنی‌سازی فیزیولوژیک دانه در رقم چلنجر برای مصرف تازه خوری ذرت شیرین و همچنین مصرف کنسروی با ترکیبات سولفات روی از نوع زینک فست در منطقه استان مرکزی و اراک قابل توصیه است.

رقم چیس و تاثیر ۲۶ درصدی در رقم چلنجر دارد که نشان از رابطه مستقیم مقدار آبیاری در جذب بهترعنصر روی در گیاه دارد که Sanders و همکاران (۲۰۱٤) نیز آن را گزارش نمودند. همچنین بررسی مقدار روی در دانه نشان از جذب بالاتر روی در رقم چلنجر دارد. در محلول‌پاشی در کلیه سطوح با انجام محلول‌پاشی سولفات روی افزایش مقدار روی در دانه مشاهده شد اما تیمار زینک فست در رقم چیس تاثیر کمتری نسبت به رقم چلنجر داشت که می تواند بدلیل کاهش عملکرد بیوماس و عدم جذب مناسب بدلیل کمبود سینک باشد. جذب مقدار روی در کاربرد زینک دراپ در رقم چیس بالاتر است در حالی که جذب زینک فست در رقم چلنجر بالاتر است که میتواند بدلیل مقدار حلالیت کمتر زینک فست نسبت به زینک دراپ باشدکه با نتایجLutss و همکاران (۲۰۱۲) منطبق است. Scotو همکاران (۲۰۰۹) اعلام نمودند افزایش سطح تنش از دوره ۱۰ به ۱۵ روز آبیاری، باعث افت ۳۱ درصدی در جذب روی می‌شود. Reynold و همکاران (۲۰۱٤) اعلام کردند آبیاری تناوبی سبب کاهش ۳ درصدی جذب روی گیاه ذرت در تیمارهای با محلول‌پاشی روی گردید درحالی‌که حجم آب مصرفی به مقدار ٤٤ درصد کمتر شد.Lutss و همکاران (۲۰۱۲) اعلام کردند هرگونه تنش، از قبیل خشکی و شوری، منجر به تأخیر در ابریشم‌دهی، تولید دانه گرده و درنهایت کاهش عملکرد قابل کنسرو می‌گردد، به‌طوری‌که ممکن است اصلاً در سطح بلال دانه تشکیل نشود.

پیرو نتایج مربوط به مقدار پرولین، مقدار پرولین در تیمارهای با تنش بالا به‌شدت افزایش‌یافته به‌طوری‌که در آبیاری یک‌درمیان مقدار پرولین تا ۳ یک درصد افزایش‌یافته است. در تیمار آبیاری تناوبی به نظر می‌رسد تنش به علت آبگیری مناسب ریشه‌های ذرت، نتوانسته بر روی مقدار پرولین برگ

References

Adiloglu, A. Talian, D.D. Abin, S. Davison, D. and Petersen, J.L. (2006). The Effect of Boron (B) Application on the growth and nutrient contents of maize in zinc (Zn) deficient soils. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2:1-4

Ahmadi, J. Zieinal, H. Rostami, M.A. and Chogun, R. (2013). Study of drought resistance in commercially late maturing dent corn hybrids. Iranian Journal of Agricultural Science. 31: 891-907. (In Persian).

Anderson, O. Flix, E. Hani, H.A. and Maarton, D. (2012). Effect of water stress and different nitrogen rates on phenology, growth and development of corn. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 14:116-12.

Ashraf, M. Arno, E. Beling, H.A. and Santos, D. (2012). Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. Biotechnology Advances. 27:84-93.

Bates, S. Waldern, R.P. and Teare, E.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soli. 39: 205-207.

Cakmak, M. Kapoor, R. and Mukerji, K.G. (2008). Handbook of Plant and Crop Physiology.Second Edition, Marcel Dekker Inc. New York,P. 997.

Ernest, E.D. and Rinaldi, M. (2013). Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Research. 105: 202-210.

Evelin, H. Kapoor, R. and Giri, B. (2014).the effect of drought stress in alleviation of saltstress: A review. Annals of Botany.104: 1263–1280.

Friedrik, R. Shimada, Y. Asami T. Fujioka, S. and Yoshida, S. (2012). Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research. 89: 1-16.

Ghatavi, R.F. Jackson, B.C. Kiniry, J.R. and Arkin, G.F. (2012). Water deficit timing effects on yield components in maize.Agronomy Journal. 81: 61-65.

Kaman, H. Kirda, C. and Sesveren, S. (2011). Genotypic differences of maize in grain yield response to deficit irrigation.AgriculturalWater Management. 98: 801-807.

Layer, E.J. and Clegg, M.O. (2003). Using corn maturity to maintain grain yield in the presence of late season drought. Journal of Production Agriculture. 12: 400-405.

Loongenecker, S.R. Jones, J. and Crookston, R.K. (2009). Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. Crop Science. 27: 726-730.

Lutts, S. Kinet, J.M. and Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity rsistance.Annals of Botany. 78: 389-398.

Nouri azhar, J. and Ehsanzedeh, P. (2007). Study of relationship of some growth indices and yield of five corn hybrids at two irrigation regime in Esfahan region. Biology and Fertility of Soils. 38: 170–175.

Payero, J.O. Tarkalson, D.D. Irmak, S. Davison, D. and Petersen, J.L. (2009). Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, and water use efficiency and dry mass. Agricultural Water Management. 96: 1387-1397.

Rahnama, S.R. Parsa, M. Nezami, A. and Ganjeali, A. (2006). The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Pulses Research. 1(2): 69-72.

Rakers, J. Bressan, R. A. Zhu, J. K. and Bohnert, H. J. (2013). Physiological bases for yield differences in selected maize cultivars from Central America. Field Crops Research. 42: 69-80.

Reynold, P. and Westgate, M.E. (2014). Water deficit affects receptivity of maize silks.Crop Science. 33: 278-182.

Sanders, O.T.R. and Shaw, M. (2014). Temperature and soil water effects on maize growth, development,

yield and forage quality.Crop Science. 36: 341-348.

Scot, P. and Aboudrare, A. (2009). Adaptation of crop management to water-limited environment. Europeanm Journal of Agronomy. 21: 433-446.

Shahbaz, M. Ashraf, M. (2007). Influence of exogenous application of Brassinosteroid on growth and mineral nutrients of corn under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 39:513-522.

Soleymanifard, A. Pourdad, S.S. Naseri, R. and Mirzaei, A. (2011). Effect of drought stress on growth indices of sweet corn in rainfed conditions. Pakistan Journal of Botany. 47:327–340.