

تأثیر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد و غنی سازی 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 به منظور بررسی اثر متقابل کم آبیاری و تأثیر محلول روی بر غنی سازی دانه ارقام ذرت شیرین در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به صورت اسپلت پلات فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک انجام شد. سطوح الگوی آبیاری شامل (آبیاری کلیه جویچه ها (شاهد)، آبیاری یک درمیان جویچه ها، آبیاری یک در میان متناوب جویچه ها) به عنوان کرت های اصلی و سطوح محلول پاشی روی (عدم محلول پاشی (شاهد محلول پاشی آب)، کاربرد سولفات روی زینک درآپ دو در هزار، کاربرد سولفات روی زینک فست دو در هزار) به عنوان کرت های فرعی و ارقام هیبرید ذرت (شیرین و فوق شیرین) به عنوان کرت های فرعی - فرعی در نظر گرفته شدند. صفات مورد بررسی 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 در هیبرید چلنجر و کمترین به تیمار آبیاری یک درمیان، محلول پاشی شاهد در هیبرید 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، محلول پاشی شاهد در هیبرید چیس تعلق گرفت که در سطح یک درصد اختلاف معنی دار داشتند. بیشترین اثرات متقابل تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و رقم چلنجر و کمترین به تیمار آبیاری یک درمیان، زینک درآپ و رقم چلنجر تعلق گرفت. بر طبق نتایج تحقیق، در شرایط کم آبی، استفاده از الگوی آبیاری تناوبی و محلول پاشی زینک فست در رقم چلنجر قابل توصیه است.

واژه های کلیدی: الگوی آبیاری، پرولین، ذرت شیرین، هیبرید، روی

مقدمه

مصرف آب کم تر می شود و همچنین عملکرد بالا از نظر اقتصادی جایگزین بسیار مناسبی برای کشت های تابستانه خواهد بود (Adiloglu et al., 2006). کشت گیاهان تابستانه به دلیل محدودیت منابع آبی همواره با خطر کاهش قابل توجه تولید همراه است. برای تعدیل این شرایط، پژوهشگران در حوزه های مختلف روش های مختلفی از جمله کاهش دوره رشد، مدیریت

ذرت شیرین از جهش ژنتیکی ذرت معمولی حاصل شده و به طور عمده به منظور میوه آن (بالال) در تابستان به عنوان کشت دوم محسوب می گردد. با توجه به دور ه رشد کوتاه (حدود ۷۵ روز) که منجر به

*نویسنده مسئول: B_paykarestan@pnu.ac.ir

کرد. Evelin و همکاران (۲۰۱۴) اعلام نمودند توسعه ریشه، تعداد ریشه اولیه، وزن خشک ریشه و تراکم ریشه گیاه ذرت در تیمار آبیاری یک در میان متغیر به طور معنی داری بیش تر از تیمارهای یک در میان ثابت و مرسوم بود. کم آبیاری وزن خشک ریشه و ارتفاع گیاه را در دو تیمار یک در میان 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 یک در میان نیمه متغیر و کامل از نظر 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 می شود تا مقدار افت آب در اثر تبخیر و نفوذ عمقی کاهش یافته و به همین دلیل، عملکرد تحت تأثیر قرار نمی گیرد و در نتیجه کارایی مصرف آب افزایش می یابد. طبق نتایج تحقیق آنها، کاهش مصرف آب در آبیاری متناوب، بدون کاهش در عملکرد معنی دار ذرت نسبت به آبیاری کامل حدود ۶۶ درصد بود. Kaman و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند مصرف سولفات روی در مزارع با خاک های 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 به صورت محلول پاشی از صفر به ۱/۵ لیتر در هکتار در افزایش ارتفاع بوته اثر معنی داری داشت. ارتفاع بوته در تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار و ۳ لیتر در هکتار به ترتیب ۲۴۳ و ۲۵۱ سانتی متر بودند. نتایج تحقیق Ghatavi و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد ارتفاع بوته تحت تأثیر تعداد گره ها و فواصل میان گره ه است که تعداد گره ها به فراهم بودن عناصر غذایی مانند

کم آبیاری، مدیریت بستر بذر و... را مورد بررسی قرار می دهند. استفاده از فناوری کم آبیاری و روش های اجرایی آن در نظام آبیاری مرسوم کشور می تواند به مدیریت مزرعه در افزایش بهره وری آب و تعیین الگوی بهینه کشت کمک کند (Ahmadi et al., 2013). مدیریت کم آبیاری در افزایش بهره وری آب برای محصولات مختلف بدون ایجاد کاهش شدید عملکرد، موفقیت آمیز بوده است (Anderson et al., 2012). Ashraf و همکاران (۲۰۱۲) چهار روش آبیاری جویچه ای (مرسوم منطقه، برنامه ریزی شده، یک در میان و آبیاری جویچه ای 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 برنامه ریزی صورت گرفته، در مقایسه با آبیاری مرسوم منطقه بیش تر است به طوری که این مقادیر در آبیاری جویچه ای یک در میان بیش تر از آبیاری جویچه ای با دو ردیف کشت روی پشته و هر دو بیش تر از آبیاری جویچه ای معمولی بوده و با وجود کاهش مصرف آب به میزان ۵۰ درصد در آبیاری جویچه ای یک در میان، میزان عملکرد محصول کاهش نیافته است. Cakmak و همکاران (۲۰۰۸) در آبیاری گیاه سورگوم، 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 ۴۵ 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. Shahbaz و همکاران (۲۰۰۷) اعلام کردند کم آبیاری ذرت به روش جویچه ای تا زمان شروع گلدهی منجر به کاهش معنی داری در عملکرد ذرت نخواهد شد ضمن آنکه با کم آبیاری به روش جویچه ای یک در میان متناوب می توان تا ۳۰٪ نسبت به روش آبیاری جویچه ای کامل در مصرف آب صرفه جویی

تیمارهای آزمایشی شامل سطوح الگوی آبیاری (I) در سه سطح آبیاری کامل جویچه‌ها (I₁)، آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها (آبیاری به صورت ثابت فقط جویچه‌های فرد) (I₂) و آبیاری یک‌درمیان متناوب جویچه‌ها (آبیاری به صورت دوره‌ای یک هفته جویچه‌های فرد و هفته بعدی جویچه‌های زوج) (I₃) به عنوان عامل اصلی بودند (Payero et al., 2009). تیمار محلول پاشی با سولفات روی (Zn) در سه سطح شامل محلول پاشی با آب (Zn₁) به عنوان تیمار شاهد، محلول پاشی سولفات روی از منبع فست^۱ (ساخت سیفو ایتالیا (دارای درجه خلوص ۳/۱۳٪ وزنی و ۸۵٪ حلالیت (Zn₂) و محلول پاشی با سولفات روی درآپ) ساخت دارانو اسپانیا (با درجه خلوص ۶/۲۲ درصد وزنی و ۷۵٪ حلالیت (Zn₃) انجام شد (Rahnama et al., 2006). هیبریدهای ذرت (V) شامل هیبرید چیس (V1)^۲ و چلنجر (V2)^۳ به عنوان ذرت شیرین^۴ و فوق شیرین^۵ ارقام زودرس^۶ بودند (Rakers et al., 2013). محلول پاشی سولفات روی به مقدار ۲ در هزار طی دو مرحله به ترتیب در مرحله هفت برگی و دوازده برگی انجام شد (Ghatavi et al., 2012). برای تعیین شاخص‌های رشد دو هفته قبل از رسیدگی کامل و از زمان رسیدگی کامل نمونه برداری صورت گرفت (Layer et al. 2003). برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از تانسومتر و بلوک‌های گچی استفاده شد. برای تعیین مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم از دستگاه صفحه فشاری^۷ استفاده شد (Friedrick et al., 2012). هم‌زمان با کاشت، تانسومترها و بلوک‌های گچی نیز در عمق ۳۵

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 محلول پاشی 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 محلول پاشی سولفات روی در شرایط کم‌آبیاری تأثیر مثبتی بر رشد عملکرد و وزن صد دانه گیاهان دارد (Nouri Azhar et al., 2007). غنی سازی 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 غنی سازی دانه با عنصر روی و تأثیر متقابل آن با الگوهای آبیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به صورت 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 به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه برداری از خاک مزرعه انجام و مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

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

این تحقیق توسط نرم افزار MSTATC و نمودارها با نرم افزار EXCEL رسم گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

سانتیمتری زمین نصب شدند. مقدار آب آبیاری از طریق کتور آب نصب شده در محل انتقال آب به مزرعه با دقت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد (Kaman et al., 2011). نتایج حاصل از صفات مورد بررسی در

جدول ۱: وضعیت و مشخصات خاک مزرعه

درصد	قسمت در میلیون											درصد		
سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	هدایت الکتریکی		
اسیدیتته	درصد اشباع	درصد مواد آلی	نیترژن	فسفر	کلسیم	آهن	روی	بوره	منگنز	سولفور	زینک	اسیدیتته		
۱۳۹۳	لومی	۳۲	۳۸	۱/۲۱	۶/۱۲	۱/۲۱	۱/۲۱	۳۸	۳۲	۳۸	۳۲	۳۳	۸/۱۰	۱/۳۳
۱۳۹۴	لومی	۲۳	۳۱	۳۶	۱/۲۳	۶/۲۱	۱/۲۲	۳۶	۳۱	۳۶	۳۱	۳۵	۸/۰۱	۱/۳۶

موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد (Ghatavi et al., 2012). غلظت پرولین برحسب میلی گرم بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد (Scot et al., 2009)

مقدار رطوبت در دانه: به منظور 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: به منظور 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 حاصل ضرب غلظت عناصر جذب شده توسط دانه در عملکرد دانه به دست آمد (Rakers et al., 2014).

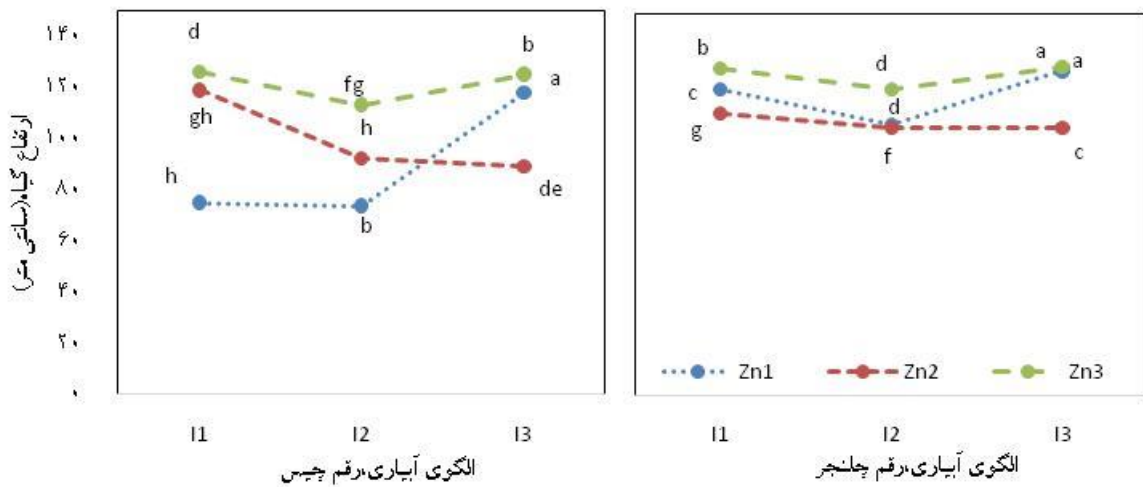
مقدار پروتئین دانه: برای تعیین مقدار پروتئین دانه ذرت شیرین، از دستگاه آنالیز گر اینفراماتیک ۸۶۰۰ بر اساس استانداردهای انجمن بین‌المللی شیمی غلات استفاده شد (Scot et al., 2009).

مقدار پرولین در برگ: برای اندازه‌گیری پرولین، ابتدا ۰/۲ گرم از برگ وزن شد و سپس ۳ میلی لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ به آن اضافه و ساییده شد. عصاره‌های حاصل در دور ۱۸۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتیفیوژ شد سپس ۲ میلی لیتر از عصاره جدا و به تمام آن‌ها ۲ میلی لیتر معرف ناین هیدرین و ۲ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال اضافه شد. محلول حاصل به مدت یک ساعت در بن ماری دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از سرد کردن لوله‌ها به هر کدام مقدار ۴ میلی لیتر تولوئن اضافه شد و لوله‌ها به مدت ۲۰ ثانیه با استفاده از دستگاه ورتکس تکان داده شد (Bates et al., 1973). پس از آن فاز رویی که قرمز رنگ و حاوی پرولین محلول در تولوئن بود برداشته شد و هم‌زمان با نمونه‌های استاندارد در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار گرفت و اعداد در طول

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).

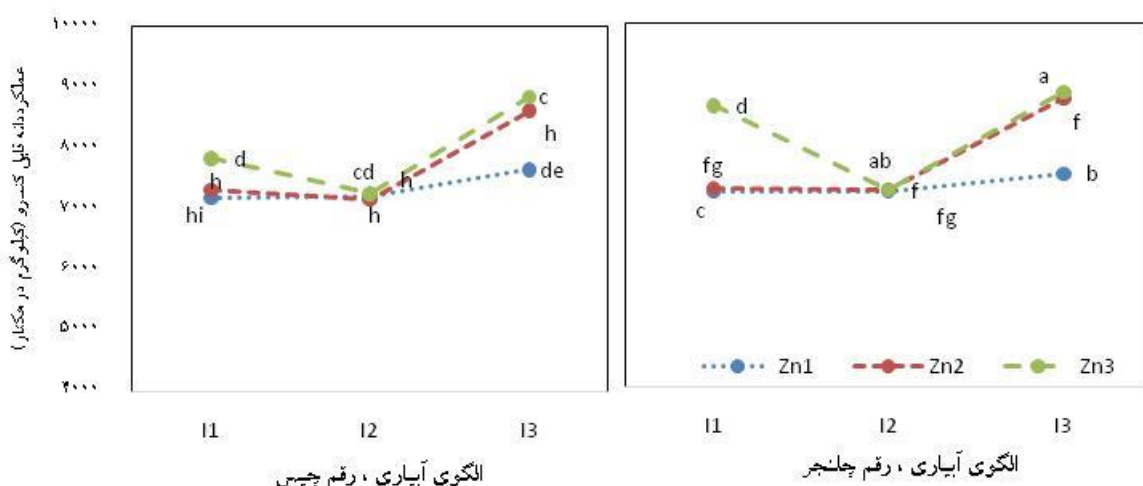


شکل ۱: مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی

داد تنش بر هیبریدها اثر منفی داشته است. نتایج نشان داد مقدار عملکرد قابل برداشت در تیمارهای با کم‌آبی بیشتر به شدت کاهش می‌یابد به طوری که در آبیاری یک در میان مقدار عملکرد به حداقل مقدار در ارقام رسیده است. در تیمار آبیاری تناوبی به نظر می‌رسد با آبیاری دوطرفه ریشه‌ها، ذرت توانسته ثبات عملکرد را حفظ نموده و از آثار تنش در مقدار عملکرد کاسته است (شکل ۲).

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^۱ با میانگین ۸۸۷۷/۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، محلول‌پاشی شاهد و هیبرید چیس^۲ با ۷۲۱۸/۳ کیلوگرم در هکتار تعلق گرفت. نتایج نشان

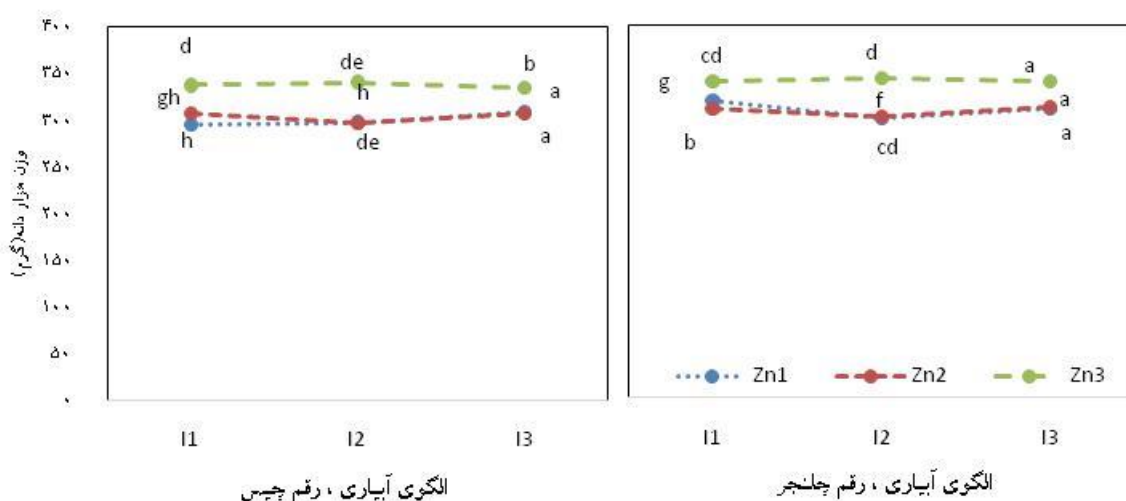
1 - I3ZN3V2
2 - I2ZN1V1



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

در وزن هزار دانه مشاهده گردید که اختلاف معنی داری 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 یک درمیان، بدون محلول پاشی و هیبرید چیس با مقدار ۲۹۸/۴ گرم اختصاص یافت (شکل ۳).

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان داد تفاوت بین الگوهای آبیاری سطح احتمال یک درصد معنی دار بود اما تغییر سال در این تیمار اثر معنی دار نداشت (جدول ۲). در بین تیمارهای روی بالاترین وزن هزار دانه به زینک فست و کمترین به تیمار شاهد بدون محلول پاشی با مقادیر ۳۳۲/۵ و ۳۰۵/۵۴ گرم اختصاص یافت به مقدار ۸/۸۵٪ افزایش



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

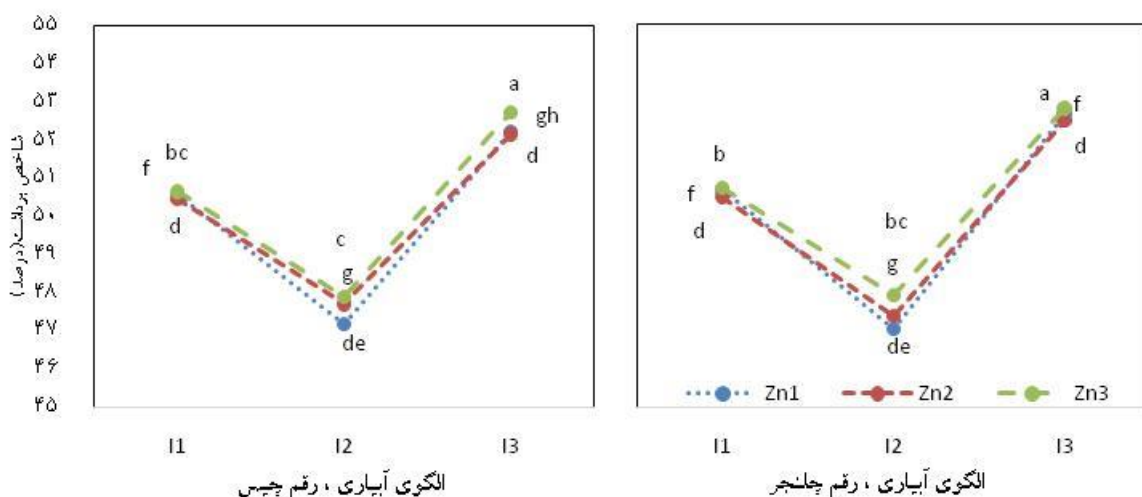
جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای الگوی آبیاری، محلول پاشی روی و هیبریدهای ذرت شیرین

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییر
پرو لین در برگ	مقدار روی در دانه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	ارتفاع گیاه		
۴/۳ ^{ns}	۰/۰۳۵ ^{ns}	۵۰/۴۸۷ ^c	۱۱/۲۲ ^{ns}	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ ^{ns}	۲۲/۴۴ ^{ns}	۱	سال
۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۵۰/۴۶۷ ^c	۵۶۴/۰۱۸ ^{ns}	۷۲۰۲۵۱۵/۷۰ ^{ns}	۳۶/۲۲ ^{ns}	۲	تکرار (سال)
۸۶/۴ ^{**}	۰/۲۹ ^{**}	۵۰/۵۶۰ ^c	۲۰۶/۶۲۳ ^{**}	۹۹۱۲۴۱۷۲/۶۶ ^{**}	۴۶۳/۳۱ ^{**}	۲	الگوی آبیاری
۸/۷۶	۰/۰۱۷ ^{ns}	۵۰/۸۹۷ ^c	۱۰/۷۸ ^{ns}	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ ^{ns}	۲۳/۳۴ ^{ns}	۲	الگوی آبیاری * سال
۱/۱۰۲ ^{ns}	۲/۱۵۶	۵۰/۶۶۰ ^d	۱۰/۰۹۵	۵۱۲۳۰۴۲	۶/۱۹	۸	خطای اصلی
۲۵/۳ ^{**}	۱۷۴/۵۱۵ ^{**}	۵۰/۷۲۷ ^c	۴۳۱۸/۶۹۴ ^{**}	۳۵۹۲۵۴۷۹/۲۰ [*]	۲۰۰۴/۲ ^{**}	۲	محلول پاشی
۳/۱۰۸ ^{ns}	۰/۰۳۶ ^{ns}	۴۷/۱۶۷ ^e	۸/۴۱ ^{ns}	۳۶۹۸۷۵۴۰۴۶/۹۰ ^{**}	۲/۲۲۴ ^{ns}	۲	محلول پاشی x سال
۱۶/۸ ^{**}	۲۱۹/۴۷۱ ^{**}	۴۷/۰۴۰ ^g	۵۴۱/۰۷۴ ^{**}	۲۵۶۴۸۵۴۰۴۱/۱ ^{**}	۸۴۲/۵۶ ^{**}	۴	آبیاری * محلول پاشی
۴/۰۸ ^{ns}	۰/۰۱۵ ^{ns}	۴۶/۷۱۰ ^f	۷/۲۲ ^{ns}	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ ^{ns}	۳/۸۴۱ ^{ns}	۴	سال * آبیاری * محلول پاشی
۱۷/۷۳ ^{**}	۲۵۱/۵۴۹ ^{**}	۴۶/۳۸۷ ^b	۴۰۱/۴۳۴ ^{**}	۲۳۶۵۲۴۱۹۵/۳۰ ^{**}	۱۵۶ ^{**}	۱	رقم
۰/۲۰۸ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۴۶/۳۳۷ ^e	۶/۷۷ ^{ns}	۳۶۹۸۳۲۵/۷۶ ^{ns}	۳/۲۵۸ ^{ns}	۱	سال * رقم
۴۱/۳ ^{**}	۴۱۴/۰۷۷ ^{**}	۴۶/۷۱۷ ^f	۷۱/۴۰۱ ^{**}	۹۹۸۷۳۸۱۴۹/۱ ^{**}	۶۰/۳۹ ^{**}	۲	الگوی آبیاری * رقم
۳/۲۲ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۵۲/۲۴۰ ^b	۷/۵۴ ^{ns}	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ ^{ns}	۲/۳۶۵ ^{ns}	۲	سال * الگوی آبیاری * رقم
۱۸/۸۸ ^{**}	۳۰۲/۷۹۲ ^{**}	۵۲/۶۴۷ ^b	۵۰۸/۳۴۶ ^{**}	۹۵۸۷۳۲۵۷۴/۰۱ ^{**}	۴۳۶/۷۷ ^{**}	۲	محلول پاشی * رقم
۴/۰۲ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۵۲/۷۰۰ ^a	۶/۲۴ ^{ns}	۸۱۰۹۳۲۵/۹۰ ^{ns}	۲/۱۴۵ ^{ns}	۲	سال * محلول پاشی * رقم
۱۷/۷۳ ^{**}	۲۳۱/۲۵ ^{**}	۵۲/۷۶۳ ^a	۴۸۶/۴۸۳ ^{**}	۱۲۵۸۷۸۱۵۹/۰۲ ^{**}	۵۵۹/۱۱ ^{**}	۴	آبیاری * محلول پاشی * رقم
۴/۱۱ ^{ns}	۰/۵۴۱	۵۲/۷۴۷ ^a	۷/۵۵ ^{ns}	۷۸۵۲۳۲۷۵۰ ^{ns}	۲/۱۲۳ ^{ns}	۴	سال * آبیاری * محلول پاشی * رقم
۱/۵۱۴	۰/۰۸۷	۵۲/۰۳۰ ^a	۱/۶۵۵	۲۳۱۰۳۳۲	۱/۱۳۷	۶۸	خطای فرعی
۹/۹۶	۸/۲۴		۸/۴۱	۱۲/۵۵	۸/۹۴		ضریب تغییرات

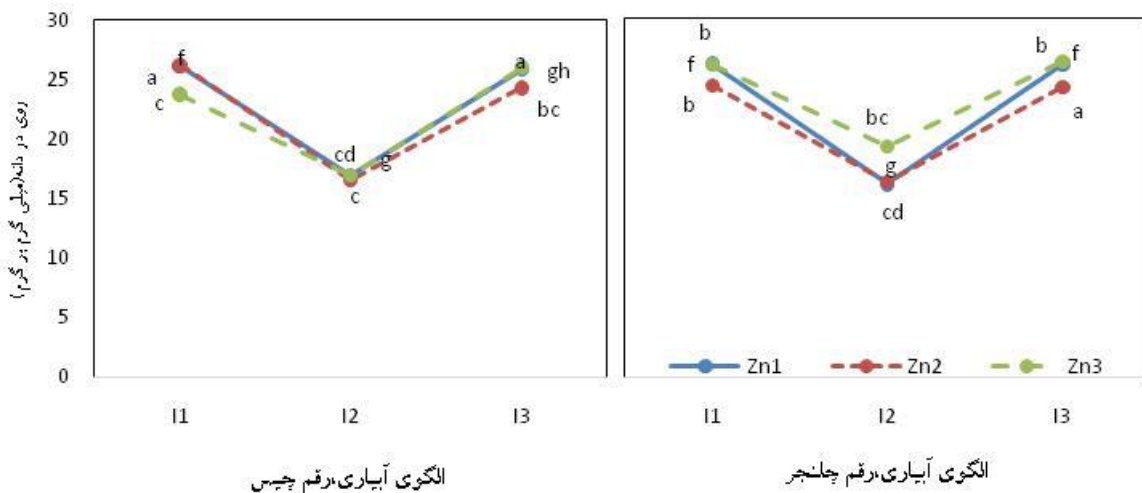
ns, * و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ درصد و یک درصد می باشند.

محلول پاشی اختصاص یافت که دارای افت ۱۹/۵۰ درصدی در شاخص برداشت است و در سطح یک درصد معنی دار شده است. هیبرید چلنجر نسبت به هیبرید چیس دارای ۱۱/۱ یک درصد شاخص برداشت بالاتر می باشد. در بررسی اثر متقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین شاخص برداشت به تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر با میانگین ۵۳/۰۳۰ و کمترین به تیمار آبیاری یک درمیان، بدون روی و هیبرید چلنجر با میانگین ۴۶/۳۸۷ تعلق گرفت در سطح یک درصد اختلاف معنی دار داشتند (شکل ۴).

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 یک درمیان به دست آمد (جدول ۳). شاخص برداشت در آبیاری یک در میان نسبت به شاهد ۱۵/۲۱٪ کاهش نشان می دهد. در تیمارهای روی بیشترین شاخص برداشت به محلول پاشی زینک فست با مقدار ۵۰/۲۰۳٪ در مقابل ۴۲/۰۰۸٪ بدون



شکل ۴: بررسی شاخص برداشت در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی



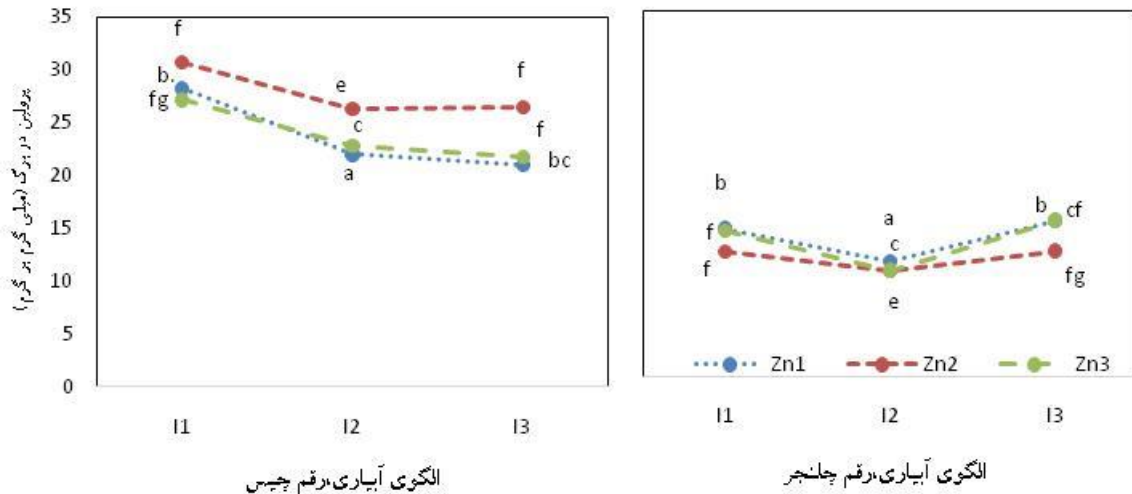
شکل ۵: بررسی مقدار روی در دانه در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول‌پاشی روی

یک‌درمیان، محلول‌پاشی شاهد و هیبرید چیس^۲ با ۱۷/۱۲ میلی‌گرم بر گرم تعلق گرفت که در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. مقدار روی در آبیاری یک‌درمیان به مقدار ۲۴ درصد نسبت به آبیاری شاهد افت نشان داد ولی در تیمار آبیاری تناوبی اثر معنی‌دار مشاهده نگردید (شکل ۵).

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 اثر متقابل تیمارها مشاهده شد که بیشترین مقدار به تیمار آبیاری تناوبی، زینک فست و هیبرید چلنجر^۱ با میانگین ۲۶/۲۸ میلی‌گرم بر گرم و کمترین به تیمار آبیاری

کمترین به تیمار آبیاری یک درمیان، محلول زینک در آپ در هیبرید چلنجر با ۱۲/۷۳ میلی گرم بر گرم تعلق گرفت که در سطح یک درصد اختلاف معنی دار داشتند (شکل ۶).

مقدار پرولین در برگ: 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 میلی گرم بر گرم و



شکل ۶: بررسی مقدار پرولین در برگ در ارقام ذرت شیرین در الگوهای آبیاری مختلف و محلول پاشی روی

بحث

در بررسی اثرات آبیاری تناوبی، محلول پاشی 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 (۲۰۰۶) 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 می شود، لذا طول میانگره های ساقه و در نتیجه ارتفاع بوته تحت تأثیر خشکی کاهش می یابد. در بررسی تحقیقات Evelin و همکاران (۲۰۱۴) مشخص شد اعمال تنش خشکی در مرحله رشد رویشی باعث کاهش معنی دار ارتفاع

ساقه خواهد شد. Friedrick و همکاران (۲۰۱۲) نیز اعلام کردند تنش خشکی در مرحله رشد رویشی ممکن است موجب آسیب به آغازه های 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 محلول پاشی با افت عملکرد همراه است که نشان از تأثیر آبیاری مناسب در جذب عنصر روی در گیاه دارد زیرا با تنش مقدار جذب این عنصر کاهش می یابد که با تحقیق Scot و همکاران (۲۰۰۹) که اعلام نمودند در تیمارهای ۱۵ و ۲۵ روزه آبیاری

al., 2006). به علاوه، کوتاه شدن دوره رشد دانه و در نتیجه 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 نتایج Ahmadi 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 سایر پژوهشگران 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 گل دهی دانسته‌اند. یافته‌های این تحقیق در مورد هیبریدها ذرت شیرین با نتایج Kaman و همکاران (۲۰۱۱) این موضوع می‌تواند به دلیل 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، به دلیل تسهیم بیشتر مواد پرورده به سود دانه‌ها مطلوب ترند و این موضوع را می‌توان به رشد کمتر شاخساره، تعرق کمتر و استفاده بهتر از آب نسبت داد. تنش آبی در آبیاری یک‌درمیان تأثیر 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. می‌توان 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 می‌دهد که با نتایج Lutss 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 مقصد فیزیولوژیک) شود منطبق است

کاهش معنی دار وزن هزار دانه در تیمار تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه را می‌توان به پدید آمدن دانه‌های چروکیده با وزن کمتر که در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده نسبت داد (Payero et al., 2009). تأثیر کمبود آب در این مرحله موجب کاهش فتوسنتز جاری گیاه، کاهش میزان مواد پرورده و در 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. محلول پاشی 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

به‌طور کلی، 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 در نتیجه کاهش اثرات تنش گردید. با مطالعه 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. به‌طور کلی، 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 بهتر عنصر روی در گیاه دارد که Sanders و همکاران (۲۰۱۴) نیز آن را گزارش نمودند. همچنین بررسی مقدار روی در دانه نشان از جذب بالاتر روی در رقم چلنجر دارد. در محلول پاشی در کلیه سطوح با انجام محلول پاشی سولفات روی افزایش مقدار روی در دانه مشاهده شد اما تیمار زینک فست در رقم چیس تاثیر کمتری نسبت به رقم چلنجر داشت که می‌تواند 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 باشد که با نتایج Lutss و همکاران (۲۰۱۲) منطبق است. Scot و 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 (۲۰۱۴) اعلام کردند آبیاری تناوبی سبب کاهش ۳ درصدی جذب روی گیاه ذرت در تیمارهای با محلول پاشی روی گردید در حالی که حجم آب مصرفی به مقدار ۴۴ 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 در نهایت 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 افزایش یافته به‌طوری‌که در آبیاری یک‌درمیان مقدار پرولین تا ۳ یک درصد افزایش یافته است. در تیمار آبیاری تناوبی به نظر می‌رسد تنش به علت آبیاری 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. *Agricultural Water 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 resistance. *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. *European 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.

Archive of SID