Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۷
۵۶۱-۵۶۸
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.456.1091

اثر رژیم‌های آبیاری سطحی و سولفات روی بر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد ارقام ذرت شیرین در اراک

بابک پیکرستان[۱]، مهرداد یارنیا[۲]، حمید مدنی[۳]*

۱. مربی، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۲۶

چکیده

به‌منظور بررسی شاخص‌های رشد و کلروفیل دو هیبرید ذرت شیرین چیس و چلنجر در شرایط کم‌آبیاری و محلول‌پاشی با ترکیبات حاوی عنصر روی، آزمایشی به‌صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام شد. تیمار الگوی آبیاری در کرت‌های اصلی شامل آبیاری کامل مزرعه یا کلیه جویچه‌ها (شاهد)، آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها، آبیاری یک‌درمیان متناوب جویچه‌ها و در کرت‌های فرعی تیمار محلول‌پاشی با عنصر روی شامل عدم محلول‌پاشی (شاهد)، کاربرد سولفات روی زینک درآپ (دو در هزار لیتر)، کاربرد سولفات روی زینک فست (دو در هزار لیتر) و دو هیبرید ذرت به‌صورت فاکتوریل قرار گرفتند. نتایج نشان داد تأثیر الگوهای آبیاری، محلول‌پاشی روی، رقم و برهمکنش آن‌ها بر شاخص‌های رشد، میزان کلروفیل و کاروتنوئید در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بالاترین میزان شاخص سطح برگ، شاخص رشد و میزان کلروفیل درروش آبیاری کامل با میزان ۳/۷۶، ۵۰/۶۶ ٪ و ۰/۸۹۲ میلی‌گرم بر گرم مشاهده گردید که تفاوت معنی‌دار ۱۲/۹۸، ۸/۴۱ و ۱۶/۶۴ درصدی نسبت به روش آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها داشت اما با آبیاری تناوبی تفاوت معنی‌دار نداشت. بالاترین شاخص سطح برگ، شاخص رشد و میزان کلروفیل در تیمار کاربرد زینک فست به میزان ۳/۸۶۸، ۵۰/۲۰ ٪ و ۰/۸۸۷ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد درحالی‌که در تیمار عدم کاربرد روی این میزان ۳/۴۱۲، ۵۰/۰۸ ٪ و ۰/۵۹۵ میلی‌گرم بر گرم کاهش یافت یعنی ۱۵/۳۸، ۱۱/۲۱ و ۱۹/۹۴ ٪ افت نشان داد. بر اساس نتایج این تحقیق، در شرایط کم‌آبی، استفاده از الگوی آبیاری تناوبی و محلول‌پاشی با زینک‌فست در تولید ذرت شیرین رقم چلنجر قابل توصیه است.

***واژه‌های کلیدی:* الگوی آبیاری، ذرت، روی، شاخص برداشت، کلروفیل**

مقدمه

استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی و به‌ویژه آب در کشورهای گرم و خشک مشابه ایران، باعث ایجاد کشاورزی پایدار و تولید مطمئن غذای جمعیت رو به رشد خواهد شد (Ashraf et al., 2009). استفاده از شیوه کم‌آبیاری و روش‌های مختلف اجرایی آن می‌تواند به مدیریت مزرعه در افزایش بهره‌وری آب و تعیین الگوی بهینه کشت کمک کند (Friedrik, 2012, Benjamin, 2007). در جهان کشاورزی فاریاب درصد قابل توجهی از سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده که با توجه به شرایط اقلیمی، خاک، آب و گیاه بایستی از روش‌هایی استفاده کرد که راندمان آبیاری بالایی دارد و تلفات آب به حداقل می‌رسد (Anderson et al., 2012). بررسی‌ها نشان داده است شیوه‌های کم‌آبیاری ذرت به روش جویچه‌ای تا زمان شروع گلدهی منجر به کاهش معنی‌داری در رطوبت دانه نمی‌گردد، ضمن آنکه با کم‌آبیاری به روش جویچه‌ای یک‌درمیان متناوب می‌توان

* نگارنده پاسخگو: حمید مدنی. پست الکترونیک: h-madani@iau-arak.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

تا۳۰٪ نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای کامل در مصرف آب صرفه‌جویی نمود (Soleymanifard et al., 2011).

تحقیقات بر روی کم‌آبیاری در ذرت علوفه‌ای نشان داد، به ازای کاهش ۵۵٪ آب مصرفی در آبیاری به شیوه تناوبی در جویچه‌ها، رطوبت و پروتئین دانه کاهش معنی‌دار نداشت(Shirazi et al., 2013). سایر بررسی‌ها نشان داد شیوه‌های کم‌آبیاری در ذرت به روش جویچه‌ای تا ابتدای مرحله گلدهی منجر به کاهش معنی‌دار در میزان رطوبت دانه‌ها نمی‌گردد.

مقدار عنصر روی در بذر نقش فیزیولوژیکی بسیار مهمی را در طول جوانه‌زنی و رشد سریع جوانه دارد (Cakmak, 2008). نقش مهم عنصر غذایی روی در متابولیسم انسان و گیاه موجب می‌شود تا کمبود آن در تغذیه، عوارض شدید در متابولیسم بدنی و عصبی انسان به‌خصوص در گروه‌های سنی هدف شامل نوجوانان و جوانان که مصرف تازه خوری دانه این گیاه را دارند ایجاد کند (Soleimani et al., 2014). همچنین برخی بررسی‌ها نشان داده است عنصر روی در فعالیت‌های آنزیم‌های گیاهی و تأثیر بر خصوصیات مختلف رشد ذرت نقش اساسی دارد و بروز ضعف عمومی در رشد و ایجاد پاکوتاهی از علائم کمبود این عنصر است (Sawan et al., 2001). کاربرد سولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی باعث تجمع نسبی این عنصر در برگ گیاه ذرت علوفه‌ای و افزایش عملکرد و شاخص برداشت به ترتیب به میزان ۲۲٪ و ۷٪ گردید (Armit et al.,2012). کاربرد سولفات روی به‌صورت محلول پاشی طی دو مرحله شش و ۱۱ برگی باعث افزایش ۱۷ درصدی در میزان رطوبت دانه و ۲۳٪ در میزان پروتئین دانه های ذرت گردید (Soleimani et al., 2014). نتایج یک تحقیق نشان داده است که کاربرد عنصر روی"زینک فست" به صورت محلول‌پاشی در ذرت علوفه‌ای باعث کاهش میزان پرولین در برگ‌های ذرت گردید (Grotz et al., 2006).

در ذرت علوفه‌ای اثرات کاهش محتوای پروتئین دانه در اثر کم‌آبیاری حاصل از اصلاح شیوه آبیاری دو در میان جویچه‌ای و سه در میان جویچه‌ای با کاربرد سولفات روی از نوع زینک فست در مرحله‌های سه، هفت و ۱۱ برگی جبران شد (Cakmak, 2008). همچنین کاربرد کود حاوی سولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی زینک درآپ در دو مرحله ۵ و ۱۰ برگی باعث افزایش شاخص‌های عملکرد ذرت دانه‌ای گردید (Panley et al., 2006).

هدف اصلی از انجام این تحقیق مطالعه الگوهای مختلف جهت آبیاری جویچه‌ای جهت حصول کاربردی مناسب‌ترین روش کم‌آبیاری و کاربرد عنصر روی در تولید و بهینه‌سازی کیفیت دانه با تأکید بر مطالعه شاخص‌های رشد و سبزینه‌ای ذرت شیرین بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت دو سال در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌صورت آزمایش مزرعه‌ای و به‌صورت اسپیلت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک (مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۸ دقیقه طول شمالی و ۳۴ درجه و ۳ دقیقه عرض شرقی و ارتفاع ۱۷۱۱ متر از سطح دریا) انجام شد.

به منظور بررسی تفاوت الگوهای آبیارس مبتنی بر شیوه کم‌آبیاری و محلول‌پاشی با ترکیبات حاوی عنصر روی بر شاخص‌های رشد و سبزینه‌ای ذرت شیرین این بررسی طی دو سال انجام گردید. 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 محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس تحقیقات موجود حد بحرانی عنصر روی در خاک‌های لومی معادل یک میلی‌گرم بر کیلوگرم است (Panley et al., 2006).

در این بررسی تیمار الگوی آبیاری (I) شامل آبیاری کامل مزرعه (I_1) یا کلیه جویچه‌ها (شاهد)، آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها (I_2) و آبیاری یک‌درمیان متناوب جویچه‌ها (I_3) در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. تیمار محلول‌پاشی با عنصر روی (Zn) شامل عدم محلول‌پاشی (شاهد یا Zn_1)، کاربرد سولفات روی زینک فست[1] (Zn_2) کاربرد سولفات روی زینک درآپ[2] (Zn_3) و دانه دو هیبرید ذرت (V) شامل هیبرید چیس (V_1)[3] و چلنجر (V_2)[4] با قوه

---

۱. (Zinc Fast) محصول شرکت سیفو (چیفو) ایتالیا با فرمول $ZnSO_4$ دارای درجه خلوص ۱۳/۳٪ وزنی عنصر روی و دارای قابلیت ۸۵٪ حلالیت

۲. (Zinc Drop) محصول شرکت دارانو اسپانیا با فرمول $ZnSO_4$ دارای درجه خلوص ۶/۲۲٪ وزنی عنصر روی و دارای قابلیت ۷۵٪ حلالیت

3. Chase

4. Callenger

www.SID.ir

Archive of SID

نامیه ۹۷٪ به ترتیب از انواع ذرت شیرین[5] و فوق شیرین[6] در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

هیبریدهای ذرت (V) شامل هیبرید چیس (V1) و چلنجر (V2) به‌عنوان ذرت شیرین[7] و فوق شیرین[8] از ارقام زودرس آمریکایی تولیدی شرکت سمینیس[9] دارای بلال‌های یکنواخت و بلند با قوه نامیه بذر ۹۷٪ و مناسب برای مصرف تازه خوری، کنسروی و منجمد با عیار قند بالا و رایج منطقه استان مرکزی از شرکت بذر فلات تهیه شد.

برای تعیین دور آبیاری از میزان تبخیر ۷۰ میلی‌متر آب از تشتک تبخیر کلاس A و برای تعیین میزان آب آبیاری از شیوه استفاده کنتور حجمی استفاده شد (Soleimani et al., 2014). محلول‌پاشی با ترکیبات حاوی روی با غلظت ۲ در هزار به ترتیب در مرحله هفت برگی و دوازده برگی انجام شد (Cakmak, 2008). در زمین های مورد آزمایش در هر دو سال به نجوی انتخاب شد تا در سال زراعی قبل آیش بوده و در پاییز سال قبلاز انجام آزمایش های مزرعه‌ای با استفاده از گاوآهن برگردان دار، زمین مورد نظر شخم و در بهار جهت تسطیح زمین از دو دیسک عمود برهم استفاده گردید (William et al., 2013).

کاشت به‌صورت دستی در تاریخ ۲۰ اردیبهشت‌ماه هر سال در کرت هایی به طول ۵ متر شامل ۵ ردیف کشت با فاصله پنج سانتیمتر انجام و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت کامل و با دست انجام گرفت. برای تعیین شاخص‌های رشد و سبزینه‌ای در مرحله خمیری سخت برداشت برگ متصل به بلال به‌صورت دستی و به تعداد ۱۰ نمونه در هر کرت آزمایشی انجام شد (Soleimani et al., 2014; Sawan, 2001). سنجش میزان کلروفیل a و b و کارتنوئیدها در برگ ها نیز به روش بیتس و همکاران (Bates et al., 1973) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد اثر الگوی آبیاری، عنصر روی، هیبرید و برهمکنش آن‌ها بر این صفات در سطح احتمال ۱ و ۵٪ معنی‌دار گردید، اما اثر سال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). در بررسی اثر متقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین LAI به تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر ($I_3Zn_3V_2$) با میانگین ۳/۴۲۷ و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، بدون روی و هیبرید چلنجر ($I_2Zn_2V_2$) با میانگین ۳/۲۰۳ تعلق گرفت در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از پژوهش صالحیان و همکاران (Salehian et al.,2014) و مویسون و همکاران (Moison et al., 2006) منطبق است. بیشترین سرعت رشد گیاه در مرحله خمیری به مقدار ۳/۱۸۶ در اثر تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر ($I_3Zn_3V_2$) و کمترین مقدار به تیمار آبیاری یک‌درمیان، بدون محلول پاشی و هیبرید چیس ($I_2Zn_1V_1$) با مقدار ۳/۲۰۳ گرم بر مترمربع در درجه روز رشد بدست آمد. تنش خشکی در آبیاری جویچه‌ای با تحت تأثیر قرار دادن درجه باز شدن روزنه‌ها و کاهش فعالیت آنزیم‌ها می‌تواند میزان سرعت رشد محصول را کاهش داده و از این راه به‌طور مستقیم موجب کاهش وزن هر دانه (ظرفیت مقصد فیزیولوژیک) شود منطبق است (Aston et al., 2014; Ayad et al., 2003). سرعت رشد گیاه با محلول‌پاشی روی تا یک حد مشخصی افزایش می‌یابد (Balnus et al., 2015).

بیشترین سرعت رشد نسبی به تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر ($I_3Zn_3V_2$) با میانگین ۰/۱۸۹ عدد و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، زینک درآپ و هیبرید چیس ($I_2Zn_2V_1$) با میانگین ۰/۸۹ تعلق گرفت. نتایج این تحقیق با نتایج فردریک و همکاران (Fredrick et al., 2012)، امام و ثقه‌الاسلامی (Emam and Seghateleslami, 2005) و اسکات و همکاران (Scot et al., 2009) منطبق است.

در مرحله خمیری بررسی NAR، بیشترین مقدار گرم بر مترمربع در درجه روز رشد به تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر ($I_3Zn_3V_2$) با میانگین ۱/۷۳ و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، بدون روی و هیبرید چیس ($I_2Zn_1V_1$) با میانگین ۱/۲۱ گرم بر مترمربع در درجه روزرشد تعلق گرفت که با ۴۹/۹۷٪ در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. نتایج این تحقیق با گزارش‌های پیرسون و همکاران (Pierson et al., 2012)، مجیدیان و همکاران (Majidian et al., 2014)، راکرز و همکاران

[5]. Sweet corn
[6]. Super Sweet corn
[7]. Sweet corn
[8]. Super sweet corn
[9]. Seminis

www.SID.ir

Archive of SID

(Raker et al., 2013) و سالاردینی و همکاران (Salardini, et al. 2004) منطبق است.

بیشترین مقدار کلروفیل a به تیمار آبیاری کامل، زینک فست و هیبرید چلنجر ($I_1Zn_3V_2$) با میانگین ۰/۹۹۵ و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، زینک درآپ و هیبرید چیس ($I_2Zn_2V_1$) با میانگین ۰/۵۹۸ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر تعلق گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند که نشانگر آن است با افزایش تنش از تیمار آبیاری کامل که دارای بالاترین مقدار است میزان سبزینه در تیمارهای با تنش بالا کاهش یافته است.

جدول ۱. وضعیت و مشخصات خاک مزرعه

Table 1. Soil physical and chemical characteristics.

سال Year	بافت خاک texture	درصد % رس clay	سیلت silt	شن sand	قسمت در میلیون ppm مس Cu	منگنز Mn	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	درصد % مواد آلی OC	اشباع SP	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC
2014	لومی Lome	30	32	38	1.21	6.12	0.87	1.24	388	25	0.17	1.38	33	8	1.33
2015	لومی Lome	33	31	36	1.23	6.21	0.89	1.33	354	26	0.16	1.31	35	8	1.36

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر الگوهای آبیاری و کود روی فیزیولوژی رشد ارقام ذرت شیرین

Table 2. Analysis of variance results of irrigiation patterns and Zn fertilizer on sweet corn genotypes physiological growth

			میانگین مربعات MS							
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی D.F	شاخص سطح برگ LAI	سرعت رشد محصول CGR	سرعت رشد نسبی RGR	سرعت جذب خالص NAR	شاخص برداشت HI	کلروفیل a Cla	کلروفیل b Clb	کاروتنوئید Carotenoid
Year (Y)	سال	1	0.21^{ns}	4.23$^{n.s}$	12.12$^{n.s}$	0.72$^{n.s}$	5234.22$^{n.s}$	0.031^{ns}	2.003^{ns}	0.003^{ns}
Rep	تکرار (سال)	2	0.41^{ns}	5.17$^{n.s}$	22.72$^{n.s}$	0.78$^{n.s}$	5893.01$^{n.s}$	0.001^{ns}	0.003^{ns}	0.006^{ns}
Irrigiation (I)	الگوی آبیاری	2	1.03**	1657.09**	201.7**	10.56**	155.38**	0.23**	0.034**	0.022*
I.Y	الگوی آبیاری×سال	2	0.12^{ns}	3.18$^{n.s}$	20.62$^{n.s}$	0.25$^{n.s}$	4293.01$^{n.s}$	0.042^{ns}	12.03^{ns}	0.002^{ns}
Error (a)	خطای اصلی	8	0. 32	48.02	1.56	0.31	2.58	0.004	0.002	0.008
Zn	محلول‌پاشی	2	0.96**	48.018	220.2**	12.44**	112.23**	0.06**	0.007**	0.005*
Zn.Y	محلول‌پاشی × سال	2	0.11^{ns}	4.19$^{n.s}$	18.70$^{n.s}$	0.18$^{n.s}$	4294.12$^{n.s}$	0.001^{ns}	8.043^{ns}	0.012^{ns}
I.Y	آبیاری× محلول‌پاشی	4	0.10**	85.19**	39.98**	2.85**	111.36**	0.003**	0.006**	0.002**
I.Y. Zn	سال×آبیاری× محلول‌پاشی	4	0.10^{ns}	4.16$^{n.s}$	1.72$^{n.s}$	0.10$^{n.s}$	6313.21$^{n.s}$	0.001^{ns}	9.00^{ns}	0.36^{ns}
Variety (V)	رقم	1	0.94**	87.28**	4.86**	0.669**	216.00**	0.306**	0.06**	0.009**
V.Y	سال×رقم	1	0.20^{ns}	3.18$^{n.s}$	8.754$^{n.s}$	0.33$^{n.s}$	6123.26$^{n.s}$	0.021^{ns}	10.02^{ns}	0.16^{ns}
I.V	الگوی آبیاری×رقم	2	0.23**	73.59**	4.00**	0.39**	124.46**	0.041*	0.012**	0.002**
Y.I.V	سال×الگوی آبیاری×رقم	2	0.21^{ns}	3.16$^{n.s}$	8.021$^{n.s}$	0.26$^{n.s}$	8294.12$^{n.s}$	0.021^{ns}	13.03^{ns}	0.0204^{ns}
V.Zn	محلول‌پاشی×رقم	2	0.13**	89.94**	6.63**	0.45**	120.04**	0.007**	0.022**	0.002**
I. V.Zn	سال×محلول‌پاشی×رقم	2	0.11^{ns}	6.20$^{n.s}$	14.72$^{n.s}$	0.37$^{n.s}$	4014.18$^{n.s}$	0.003^{ns}	11.12^{ns}	0.226^{ns}
V.Zn.I	آبیاری×محلول‌پاشی×رقم	4	0.11**	67.15**	2.19**	0.42**	136.08**	0.021**	0.002**	0.002**
Y.I.Zn.V	سال×آبیاری×محلول‌پاشی×رقم	4	0.10^{ns}	6.13$^{n.s}$	11.114$^{n.s}$	0.96$^{n.s}$	52354.12$^{n.s}$	0.011^{ns}	10.04^{ns}	0.115^{ns}
Error (b)	خطای فرعی	68	0.01	0.35	0.61	0.09	1.30	0.002	0.0003	0.003
Cv%	درصد ضریب تغییرات		*12.63*	*13.68*	*13.41*	*17.28*	*11.09*	*6.12*	*4.67*	*7.12*

*و **به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns: غیر معنی‌دار

* and **: significant at 5 and 1% level and ns: non-significant

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای الگوی آبیاری، محلول‌پاشی روی و هیبریدهای ذرت شیرین

Table 3. Mean comparison of studied traits influenced by irrigation pattern, zinc spraying and sweet corn hybrids treatments

تیمار Teatments	شاخص سطح برگ LAI	سرعت رشد محصول CGR ($g/m^2/GDD$)	سرعت رشد نسبی RGR ($g/g/GDD$)	سرعت جذب خالص NAR ($g/m^2/GDD$)	شاخص برداشت HI (%)	کلروفیل a Cla (g/gfw)	کلروفیل b Clb (g/gfw)	کاروتنوئید Ccarotenoid (g/gfw)
Year 1	3.759 a	3.019 a	0.142 a	1.77 a	50.235 a	0.821 a	0.412 ۰ a	0.301 a
Year 2	3.766 a	3.138 a	0.139 a	1.74 a	50.186 a	0.756 a	0.402 a	0.298 a
I_1	3.766 a	3.138 a	0.142 a	1.77 a	50.633 a	0.895 a	0.477 a	0.319 a
I_2	3.334 b	3.086 b	0.105 b	1.27 b	46.893 b	0.679 b	0.412 b	0.275 b
I_3	3.730 a	3.153 a	0.153 a	1.65 a	52.688 a	0.887 a	0.476 a	0.309 a
Zn_1	3.412 c	3.112 c	0.123 c	1.31 c	50.008 b	0.595 c	0.377 c	0.219 c
Zn_2	3.422 b	3.114 b	0.122 b	1.47 b	50.003 b	0.679 b	0.412 b	0.275 b
Zn_3	3.868 a	3.151 a	0.155 a	1.73 a	50.203 a	0.887 a	0.476 a	0.309 a
V_1	3.211 b	3.84 b	0.134 b	1.41 b	42.067 b	0.779 b	0.412 b	0.285 b
V_2	3.610 a	3.125 a	0.143 a	1.68 a	50.075 a	0.891 a	0.476 a	0.311 a
I_1Zn_1	3.564 c	3.112 c	0.115 d	1.63 b	50.477 d	0.895 a	0.477 a	0.319 a
I_1Zn_2	3.602 c	3.118 c	0.125 b	1.61 b	50.728 d	0.865 a	0.412 b	0.310 a
I_1Zn_3	4.250 a	3.185 a	0.185 a	1.71 a	50.693 d	0.841 b	0.476 a	0.309 a
I_2Zn_1	3.312 e	3.097 a	0.125 c	1.32 ef	47.103 e	0.645 d	0.377 c	0.219 c
I_2Zn_2	3.210 d	3.080 e	0.95 ef	1.28 g	46.548 f	0.683 c	0.312 e	0.225 d
I_2Zn_3	3.423 a	3.082 a	0.95 ef	1.33 e	47.027 e	0.695 bc	0.326 d	0.229 d
I_3Zn_1	3.610 c	3.128 b	0.128 c	1.59 cd	52.443 c	0.875 a	0.412 b	0.305 b
I_3Zn_2	3.485 e	3.145 e	0.145 bc	1.61 b	52.732 b	0.872 a	0.476 a	0.311 a
I_3Zn_3	4.253 a	3.185 a	0.185 a	1.72 a	52.888 a	0.888 a	0.476 a	0.306 a
I_1V_1	3.862 b	3.139 bc	0.143 c	1.58 cd	50.569 c	0.865 a	0.412 b	0.319 a
I_1V_2	3.670 ef	3.138 f	0.140 de	1.64 b	50.697 c	0.841 b	0.416 a	0.315 a
I_2V_1	3.210 gh	3.091 g	0.107 f	1.31 ef	47.071 e	0.645 d	0.377 c	0.229 b
I_2V_2	3.459 ab	3.082 b	0.103 g	1.38 e	46.714 e	0.683 c	0.312 e	0.225 b
I_3V_1	3.760 c	3.151 c	0.151 b	1.65 b	52.562 b	0.872 a	0.326 d	0.311 a
I_3V_2	4.212 a	3.154 a	0.154 a	1.69 a	52.813 a	0.888 a	0.421 a	0.216 c
Zn_1V_1	3.508 e	3.117 e	0.120 cd	1.32 g	49.964 d	0.675 d	0.321 c	0.219 c
Zn_1V_2	3.175 g	3.108 gh	0.126 c	1.38 f	50.051 c	0.651 d	0.316 c	0.315 a
Zn_2V_1	3.521 ef	3.114 de	0.124 d	1.54 e	49.990 d	0.755 c	0.377 c	0.229 b
Zn_2V_2	3.623 cd	3.115 c	0.119 ef	1.59 cd	50.016 c	0.793 c	0.312 e	0.225 b
Zn_3V_1	3.803 ab	3.150 cd	0.157 a	1.63 b	50.248 b	0.882 a	0.426 a	0.311 a
Zn_3V_2	3.932 a	3.151 a	0.153 a	1.71 a	50.158 a	0.898 a	0.429 a	0.316 a

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک‌اند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ ندارند .آبیاری (I): I_1= آبیاری کلیه جویچه‌های آبیاری (شاهد)، I_2 = آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها، I_3= آبیاری یک‌درمیان متناوب جویچه‌ها. محلول‌پاشی کود (Zinc): Zn_1 = محلول‌پاشی با آب (شاهد)، Zn_2 = زینک درآپ، Zn_3 = زینک‌فست. ارقام ذرت شیرین: V_1 = رقم ذرت شیرین Chase، V_2 = رقم ذرت فوق شیرین Challenger.

Mean values, followed by the same letters within each column are not significantly using Duncan's multiple rang test at P=0.05. Irrigation I_1: full irrigation (control), I_2: every other furrow irrigation I_3: alternative every other furrow irrigiation. Zinc foliar application, Zn_1: no zinc spray (control), Zn_2: application of drop zinc sulfate (2‰ lit), Zn_3: Fast zinc sulfate (2‰ lit), Sweet corn hybrids,V_1: Chase, V_2: Challenger.

یافته‌های تحقیق حاضر مطابق با نتایج امام و تقه الاسلام (Emam and Seghateleslami, 2005)، قطوی و همکاران (Ghatavi et al., 2012)، کاکیر و همکاران (Cakir et al., 2004) و هاری‌ناسوت و همکاران (Harinasot et al., 2006) است که اعلام کردند تنش خشکی باعث کاهش کلروفیل تا ۱۸/۵ درصد می‌گردد. پرتی و همکاران (Pretty et al., 2010) و نیری خمسی و همکاران (Nayeri Khamsi et al., 2007) افزایش غلظت کلروفیل، با مصرف سولفات روی در ذرت را اثبات نمودند.

در بررسی اثر متقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین مقدار کلروفیل b به تیمار آبیاری متناوب، زینک فست و هیبرید چلنجر ($I_3Zn_3V_2$) با میانگین ۰/۴۹۱ و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، زینک درآپ و هیبرید چیس ($I_2Zn_2V_1$) با میانگین ۰/۳۰۱ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر تعلق

www.SID.ir

Archive of SID

گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند که نشانگر آن است با افزایش تنش میزان کلروفیل b کاهش‌یافته به‌طوری‌که در شیوه آبیاری یک‌درمیان، میزان کلروفیل b به حداقل میزان خود در ارقام رسیده است. بالنوس و همکاران (Balnus et al., 2015) و سلیمانی و همکاران (Soleimani et al., 2014) نیز این نتایج را تأیید کردند. بیشترین مقدار کاروتنوئید به تیمار آبیاری کامل، زینک فست و هیبرید چلنجر ($I_1Zn_3V_2$) با میانگین ۰/۳۱۳ و کمترین به تیمار آبیاری یک‌درمیان، زینک درآپ و هیبرید چیس ($I_2Zn_2V_1$) با میانگین ۰/۲۱۰ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر تعلق گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. تنش کم‌آبی سبب کاهش ۳۰٪ کاروتنوئید در گیاه ذرت گردید (Taddayon and Ehsanzedeh, 2009).

جدول ۴. مقایسه میانگین مرکب اثرات متقابل صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای الگوی آبیاری، محلول‌پاشی روی و هیبریدهای ذرت شیرین

Table 4. Mean comparisons of combined interaction effects of studied traits influenced by irrigation pattern, zinc spraying and sweet corn hybrids treatments

تیمار Treatment	کاروتنوئید Ccarotenoid (g/gfw)	کلروفیل b Clb (g/gfw)	کلروفیل a Cla (g/gfw)	شاخص برداشت HI (%)	سرعت جذب خالص NAR ($g/m^2/GDD$)	سرعت رشد نسبی RGR (g/g/GDD)	سرعت رشد محصول CGR ($g/m^2/GDD$)	شاخص سطح برگ LAI
$I_1Zn_1V_1$	3.875 d	3.113 d	0.170 cd	1.61 de	50.487 c	0.895 a	0.477 c	0.299 c
$I_1Zn_1V_2$	3.420 g	3.110 f	0.110 i	1.59 f	50.467 c	0.865 g	0.478 c	0.301 c
$I_1Zn_2V_1$	3.667 ef	3.123 gh	0.130 de	1.62 de	50.560 c	0.941 b	0.476 c	0.309 cd
$I_1Zn_2V_2$	3.537 i	3.113 i	0.120 gh	1.63 de	50.897 c	0.945 b	0.465 d	0.308 cd
$I_1Zn_3V_1$	4.160 bc	3.180 c	0.180 a	1.68 c	50.660 d	0.983 a	0.491 a	0.312 a
$I_1Zn_3V_2$	4.053 cd	3.190 bc	0.180 a	1.69 c	50.727 c	0.995 a	0.498 a	0.311 a
$I_2Zn_1V_1$	3.203 jk	3.117 bc	0.120 gh	1.28 j	47.167 e	0.675 h	0.331 h	0.215 h
$I_2Zn_1V_2$	3.537 i	3.077 gh	0.130 f	1.41 i	47.040 g	0.612 i	0.322 i	0.212 i
$I_2Zn_2V_1$	3.502 i	3.076 i	0.100 j	1.43 i	46.710 f	0.598 a	0.341 g	0.213 g
$I_2Zn_2V_2$	3.203 jk	3.084 j	0.90 jk	1.46 hi	46.387 h	0.674 h	0.324 i	0.212 i
$I_2Zn_3V_1$	3.227 jk	3.081 k	0.100 j	1.48 h	47.337 e	0.611 i	0.311 j	0.209 j
$I_2Zn_3V_2$	3.637 i	3.084 g	0.90 jk	1.52 g	46.717 f	0.567 jk	0.311 j	0.211 j
$I_3Zn_1V_1$	3.463 j	3.120 bc	0.120 gh	1.63 d	52.240 b	0.879 a	0.441 f	0.293 ef
$I_3Zn_1V_2$	3.757 hi	3.137 gh	0.137 ef	1.65 c	52.647 b	0.815 a	0.443 f	0.294 ef
$I_3Zn_2V_1$	3.797 hi	3.143 hi	0.143 bc	1.66 c	52.700 a	0.876 e	0.445 f	0.292 ef
$I_3Zn_2V_2$	3.237 a	3.147 a	0.147 de	1.66 c	52.763 a	0.845 f	0.455 de	0.289 de
$I_3Zn_3V_1$	4.120 bd	3.180 bc	0.180 b	1.71 b	52.747 a	0.987 a	0.488 b	0.298 b
$I_3Zn_3V_2$	4.227 a	3.186 a	0.189 a	1.73 a	53.030 a	0.997 a	0.491 a	0.299 a

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک‌اند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ ندارند. آبیاری (I): I_1= آبیاری کلیه جویچه‌های آبیاری (شاهد)، I_2 = آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها، I_3= آبیاری یک‌درمیان متناوب جویچه‌ها. محلول‌پاشی کود (Zinc): Zn_1 = محلول‌پاشی با آب (شاهد)، Zn_2 = زینک درآپ، Zn_3 = زینک فست. ارقام ذرت شیرین: V_1 = رقم ذرت شیرین Chase، V_2 = رقم ذرت فوق شیرین Challenger.

Mean values, followed by the same letters within each column are not significantly using Duncan's multiple rang test at P=0.05. Irrigation, I_1: full irrigation (control), I_2: every other furrow irrigation, I_3: alternative every other furrow irrigiation. Zinc foliar application, Zn_1: no zinc spray (control), Zn_2: application of drop zinc sulfate (2‰ lit), Zn_3: Fast zinc sulfate (2‰ lit), Sweet corn hybrids,V1: Chase, V2: Challenger.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که الگوی آبیاری یک‌درمیان در جویچه‌ها، موجب کاهش میزان و روند تغییرات شاخص‌های رشد در طول زمان و میزان عددی شاخص سبزینه‌ای در ارقام ذرت شیرین و فوق شیرین گردید. اعمال الگوی آبیاری متناوب دوطرفه متوالی در جویچه‌ها با تأثیر بر ریشه‌ها موجب جذب مؤثرتر آب آبیاری و در نتیجه کاهش مصرف آب گردید. با مطالعه برهمکنش بین الگوهای آبیاری، روی و هیبریدهای ذرت می‌توان به این نتیجه رسید که در شرایط کم آبیاری و بدون کم آبیاری هیبرید چلنجر که از هیبریدهای ذرت فوق شیرین است دارای ثبات نسبی بهتری از نظر شاخص‌های رشد بوده و بنابراین با توجه به دوره رشد نسبتاً کوتاه آن می‌تواند به عنوان کشت دوم پس از برداشت محصولاتی همچون گندم و جو پاییزه در الگوی کشت مزارع منطقه مورد بررسی مطرح و ترویج شود. همچنین با اعمال شیوه کم آبیاری میزان افت عملکرد در این هیبرید نسبت به هیبرید چیس کمتر بوده و کاربرد عنصر روی به صورت زینک فست نیز توانست با افزایش شاخص‌های رشد و سبزینه‌ای بر ثبات عملکرد دانه قابل کنسرو ذرت شیرین نقش مثبت و اثر افزایشی داشته باشد که این ارقام را برای مصرف تازه خوری و کنسروی به خصوص در طرح‌های سلامت مورد توجه قرار می‌دهد.

منابع

Anderson, A., Kara, S., 2012. The effect of boron (B) application on the nutrient contents of maize in zinc (Zn) deficient soils. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2, 1-4.

Armit, J., Zieinal, M., Rostami, A., Chogun, R., 2012. Study of drought resistance in commercially late maturing dent corn hybrids. Iranian Journal of Agricultural Science 31: 891-907. [In Persian with English Summary].

Ashraf, M., 2009. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. Biotechnology Advances. 27, 84-93.

Aston, O., Shirak, H., Nels, K., Sevy, M., Amerian, R., 2014. 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. [In Persian with English Summary].

Ayad, H., Davis, R., 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation, use efficiency and yield of maize. Agronomy Journal. 95, 688-696.

Balnus, E., Rinaldi, M., 2015. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Research. 105, 202-210.

Bates, I.S., Waldren, R., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39, 205-207.

Benjamin, D., Ritchie, T., 2007. Short-and long-term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. Agronomy Journal. 84, 107-113.

Cakir, N., 2004. Cereal Production. 3rd ed., Shiraz University Press, 190 p. [In Persian].

Cakmak, M., 2008. Handbook of Plant and Crop Physiology. Second Edition, Marcel Dekker Inc., New York, 997p.

Emam, Y., Seghateleslami, M.J., 2005. Crop Yield, Physiology and Processes. Shiraz University Press, 593p. [In Persian].

Friedrik, R., 2012. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research. 89, 1-16.

Ghatavi, R., Kiniry, F., Arkin, F., 2012. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agronomy Journal. 81, 61-65. [In Persian with English Summary].

Grotz, S., Jones, F., Crookston, M., 2006. Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. Crop Science. 27, 726-730.

Harinasot, M., Jaafari, F., Mollahosseini, R., 2006. The effects of drought stress and plant density on yield and some agronomic traits of maize (SC 301). Journal of Research in Agricultural Science 2: 13-24.

Majidian, M., Ghadiri, A., 2014. Effect of water stress and different levels of nitrogen fertilizer during different growth stages on grain yield,

www.SID.ir

Archive of SID

yield components, water use efficiency and some physiological characteristics of corn (*Zea mays* L). Iranian Journal of Agricultural Science. 33, 521-533. [In Persian with English Summary].

Moison, M., Sharifi, A., 2006. Drought responses of tropical corn. I. Leaf area and yield components in field. Maydica. 35, 221-226.

Nayeri Khamsi, M.R., Emam, Y., 2007. Cultural management under drought stress. National Drought Seminar, Issues and Mitigation, 13-15 May, College of Agriculture, Shiraz University. pp. 156-171. [In Persian].

Panley, O., Shaw, A., 2006. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agronomy Journal. 52, 272-274.

Pierson, J.O., Tarkalson, D., Irmak, S., Davison, D., 2012. 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.

Pretty, S.R., Pandi, A., Nezak, A., 2010. 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), 69-77. [In Persian with English Summary].

Rakers, J., 2013. Physiological bases for yield differences in selected maize cultivars from Central America. Field Crops Research. 42, 69-80.

Salardini, H., Moradi, R., Saed, A., 2004. Investigation of drought stress in different stages on yield and yield components of four maize hybrids. 1st International Conference on Water Recourses, Iran, P.6. [In Persian].

Salehian, Kh., Mazaheri, D., Peyghambari, E., 2014. Effect of four irrigation intervals on three sunflower cultivars. Desert. 9(2), 255–266. [In Persian with English Summary].

Sawan, A., Ojha, N., 2001. Principles of Agricultural Engineering.Vol. II, Jain Brothers Publisher, New Delhi, 320p.

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

Shirazi, F., Allahdadi, G., Akbari, M., Behbahani, R., 2013. Impact of super absorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.), under drought stress condition. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10(23), 4190-4196. [In Persian with English Summary].

Soleimani, H., Asuirn, C., 2014. Genotypic differences of maize in grain yield response to deficit irrigation. Agricultural Water Management. 98, 801-807. [In Persian with English Summary].

Soleymanifard, A., Pourdad, R., Naseri, A., 2011. Effect of planting patternon honological characteristics and growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in rainfed conditions. Iranian Journal of Crop Sciences. 13(2), 282-298. [In Persian with English Summary].

Taddayon, J., Ehsanzedeh, M., 2009. Study of relationship of some growth indices and yield of five corn hybrids at two irrigation regime in Esfahan region. Journal of Agricultural Science and Technology. 41, 261-272. [In Persian with English Summary].

William, J., Westgate, M., 2013. Maize kernel set at low water potential. I: Sensitivity to reduce assimilates during early kernel growth. Crop Science. 31, 1189-1195.

www.SID.ir