نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۲- شماره ٤- پیاپند ۱۲۵ زمستان ۹۸
Archive of SID

ارزیابی عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای (*Zea mays L.*) در واکنش به محلول پاشی عناصر ریزمغذی در شرایط تنش کم آبی

Evaluation of quantitative and qualitative yield of maize (*zea mays* L.) in response to micronutrient spraying under water stress conditions

اسماعیل حلیمیان[۱]، مانی مجدم[۲*]، نازلی دروگر[۳]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲. استادیار، گروه زراعت، واحداهواز، دانشگاه آزاداسلامی، اهواز، ایران، (نگارنده مسئول)
۳. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۱۱/۲٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰٦ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2019.120681.1254

چکیده

حلیمیان،ا.، مجدم، م.، دروگر،ن.، ارزیابی عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای (*Zea mays L.*) در واکنش به محلول پاشی عناصر ریزمغذی در شرایط تنش کم آبی
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۲ - شماره ٤- پیاپند ۱۲۵ زمستان ۹۸ صفحه: ۱۵-۰۱

به منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی دانه ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ در واکنش به محلولپاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی در شرایط تنش کم آبی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۵ در شهرستان اهواز به صورت کرتهای یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء گردید. تیمارهای آزمایش شامل تنش کم آبی در سه سطح (٦۰، ۹۰ و ۱۲۰) میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در کرتهای اصلی و محلولپاشی کود کامل ریزمغذی در سه سطح (عدم محلولپاشی، محلولپاشی دو در هزار و محلولپاشی پنج در هزار) در کرتهای فرعی بودند. نتایج نشان داد که تنش کم آبی و محلولپاشی عناصر ریزمغذی تأثیر معنیداری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، شاخص کلروفیل، درصد آهن و روی دانه دارد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب با میانگین (۵۷۵۰/۸ کیلوگرم در هکتار) و (٤۱٤۰/۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ٦۰ و۱۲۰ میلیمتر تبخیر از تشت بدست آمد. در این آزمایش محلولپاشی عناصر ریزمغذی موجب افزایش به ترتیب ۲۹ و ۳۱ درصدی آهن و روی دانه گردید. براساس نتایج حاصل از این آزمایش به منظور دستیابی به حداکثر عملکرد پروتئین و دانه، کشت گیاه ذرت با محلولپاشی عناصر ریزمغذی روی و آهن به میزان دو در هزار در تیمار ٦۰ میلیمتر تبخیر مناسب پیشنهاد میشود.

واژه های کلیدی: شاخص کلروفیل، عملکرد دانه، درصد آهن، عملکرد پروتئین

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: manimojaddam47@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه:

ذرت با نام علمی (*Zea mays* L) یکی از غلات گرم سیری و از خانواده گندمیان (گرامینه) متعلق به گیاهان تک لپه می باشد. ذرت پرمحصول ترین غله ی دنیا به حساب می آید، میزان تولید جهانی ذرت بالغ بر یک میلیارد تن است و رتبه اول را به لحاظ تولید داراست (FAO, 2015). ذرت به دلیل اهمیت بالایی که در تغذیه انسان و دام داشته و سازگاری گسترده ای نیز با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می شود (Normohamadi *et al.,* 2010).

آب یک عامل کلیدی در تولید محصولات زراعی است. عملکرد محصولات زراعی در بسیاری از مناطق توسط تنش‌های محیطی زنده یا غیرزنده محدود شده و به همین دلیل اختلاف قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه محصولات زراعی مشاهده می‌شود (Tabatabaei *et al.,* 2015). رطوبت کم در هر یک از مراحل مختلف رشد موجب کاهش جذب آب، عناصرغذایی، کاهش نقل و انتقال عناصر در داخل گیاه و نهایتاً کاهش عملکرد دانه یا محصول نهایی می‌شود. استفاده بهینه از آب دارای اهمیت بسزائی می باشد بخصوص در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک بر آن حاکم است که حدود دو سوم مساحت ایران را در بر می گیرد (Ghotavi *et al.,* 2011). در همین راستا گزارش نمودند که اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه ذرت معنی دار و متوسط بالاترین عملکرد دانه ۱۰۰۸ گرم در مترمربع بود و تنش خشکی منجر به کاهش ۳۳ درصدی عملکرد دانه شد(Greaves & Wang, 2017). علاوه بر این خسارت ناشی از تنش خشکی، به شدت و مدت تنش و همچنین زمان وقوع آن بستگی دارد. حساس ترین مرحله رشدی ذرت به تنش خشکی، مرحله گرده افشانی می باشد و لازم است تمامی تمهیدات در مزرعه به منظور عدم بروز تنش طی این دوره اندیشیده شود (Telen, 2007). مکانیسم های جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان، نظیر، جریان توده ای، انتشار و یا جذب و انتقال به وسیلهٔ پدیدهٔ اسمز همگی، کم و بیش تابعی از مقدار رطوبت موجود در خاک و ریشه می باشد و در صورت نقصان رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحول می گردد. اگر چه بعضی از این سیستم های انتقالی عناصر، نظیر انتشار، به مقدار رطوبت کمتری جهت جذب عناصر غذایی نیازمند بوده و در این راستا، با کاهش رطوبت تا آستانه بحرانی، باز هم، روند جذب و انتقال بعضی از عناصر غذایی توسط ریشه ادامه می یابد. اما از سوی دیگر، جریان توده ای وابستگی زیادی به مقدار رطوبت داشته و در صورت کاهش رطوبت، عناصری که بوسیله این جریان انتقال می یابند، روند جذب منفی نشان می دهند (Taiz & Zeiger, 1998).

در بررسی اثر تنش خشکی بر ذرت مشاهده شد که علاوه بر عملکرد، ویژگی های کیفی ذرت نیز تحت تأثیر تنش قرار می گیرد، به طوری که میزان پروتئین افزایش و

www.SID.ir

Archive of SID

نشاسته کاهش یافت (Farley & Coot, 1998). پژوهشگران در آزمایشات جداگانه بر روی ذرت و گندم به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی موجب افزایش درصد پروتئین دانه نسبت به شرایط مطلوب آبیاری گردید، آن ها دلیل این امر را کاهش انتقال مواد فتوسنتزی اعلام نمودند که باعث کاهش نسبت حجم آندوسپرم نشاسته‌ای به کل حجم دانه می شود و از آنجائی که درصد پروتئین در پوسته و جنین نسبت به آندوسپرم نشاسته‌ای بیشتر است لذا درصد پروتئین دانه در شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد (Daniel & Triboi, 2008). به گزارش دیگر پژوهشگران کمبود آب ۱۸ تا ۲۰ روز قبل از گرده افشانی موجب ۱۵ تا ۲۵ درصد کاهش عملکرد دانه ذرت شد کمبود آب طی گرده افشانی و در طول دوره پرشدن دانه به ترتیب ۹۰ و ۲۵ تا ۴۰ درصد عملکرد دانه را کاهش داد. کمبود آب در زمان گرده افشانی درصد سقط جنین را افزایش می دهد و می تواند تشکیل بذر ذرت را کاملاً متوقف سازد (Ma *et al*., 2012).

کشاورزان برای افزایش عملکرد در واحد سطح یکی از روش های کوددهی رایج شامل مصرف خاکی، از طریق آبیاری، اختلاط با بذر و محلول پاشی را مورد استفاده قرار می دهند که محلول پاشی برگی یکی از روش های سریع در رفع نیاز کودی بوده که در این روش در مصرف کود نیز صرفه جویی می گردد و در اثر آن علاوه بر جنبه مثبت اقتصادی، محیط زیست از آلودگی شیمیایی حفظ شده که این امر در راستای تحقق کشاورزی پایدار بسیار مؤثر می باشد (Malcoti & Tehrani, 2008). مصرف برگی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بهتر از مصرف خاکی می تواند در افزایش عملکرد گیاه مؤثر واقع شود (Cakmak, 2000). محققین در مطالعات خود بیان نمودند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی می تواند نقش معنی داری را در بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین ذرت داشته باشد. به گونه ای که بیشترین عملکرد دانه (۶۶۷۹/۰۶ کیلوگرم در هکتار) از تیمار محلول پاشی با کود میکرو و کمترین عملکرد دانه (۶۲۳۸ /۴۳ کیلوگرم در هکتار) به تیمار شاهد تعلق گرفت (Motaei *et al*., ۲۰۱۵). در خصوص محلول پاشی عنصر ریزمغذی روی (محلول پاشی روی، کلات روی، سولفات روی و عدم محلول پاشی روی) بر عملکرد ذرت دانه ای تحت تنش آب (۵۰ و ۶۰ و ۷۰ درصد براساس ظرفیت زراعی) نشان دادند که بیشترین درصد پروتئین دانه از تیمار محلول پاشی روی بدست آمد و همچنین بیشترین عملکرد دانه از تیمار عدم تنش خشکی حاصل گردید (Sheykhbagloo *et al.,* 2008). عناصر ریزمغذی نظیر روی و آهن با افزایش فتوسنتز و بهبود دوام سطح برگ باعث افزایش عملکرد دانه می شوند. جذب عناصر غذایی بیشتر توسط گیاه، رشد و نمو و فعالیت های بیوشیمیایی گیاه را افزایش می دهد و این امر موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه می شود. در این رابطه، تأثیر مثبت عناصر ریزمغذی (نظیر روی) در بهبود رشد و افزایش عملکرد را نیز گزارش کرده اند (Parmer *et al*., 2000).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به شرایط مناسب خوزستان برای کشت ذرت دانه ای و نبود تحقیقات کافی براساس جستجوی کتابخانه ای در زمینه تاثیر عناصر ریزمغذی بر این گیاه، این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد کمی و کیفی دانه ذرت در واکنش به محلول پاشی عناصر ریزمغذی تحت تنش کمبود آبی اجرا شد.

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Physicochemical properties of the soil at experimental location

عمق خاک Soil depth	آهن Fe (ppm)	روی Z (ppm)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	اسیدیته pH	شنی Sandy	لای Silty	رس Clay	بافت خاک Soil texture
0-30	1.9	0.63	9.4	151	4.8	7.2	21	37	42	لومی رسی Clay loam

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۵ در شهرستان اهواز با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی با ارتفاع ۲۲/۵ متر از سطح دریا انجام گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

این آزمایش بصورت کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. بطوری که آبیاری در سه سطح (۶۰، ۹۰ و ۱۲۰) میلی متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در کرت های اصلی و محلول پاشی کود کامل ریزمغذی (کود مایع میکرو حاوی عناصر ریزمغذی روی، آهن) در سه سطح (عدم محلول پاشی، محلول پاشی دو در هزار و محلول پاشی پنج در هزار) در کرت های فرعی ارزیابی گردید. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کشت به طول پنج متر، فاصله ردیف ها از هم ۷۵ سانتی متر و فاصله بذور روی ردیف ۱۸ سانتی متر با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته بود. بین کرت های اصلی یک و نیم متر و فاصله بین کرت های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. عملیات آماده کردن زمین شامل شخم با گاو آهن برگردان دار و تکمیل آن با دیسک دو طرفه عمود بر هم و عملیات تسطیح با ماله و ایجاد نهر و جوی پشته با فاصله ی ۷۵ سانتی متر بود. کود پایه بکار برده شده در مزرعه شامل کود نیتروژن از منبع اوره بصورت تقسیط در دو مرحله (۵۰ درصد هم زمان با کاشت و ۵۰

www.SID.ir

Archive of SID

درصد در مرحله شش برگی بصورت سرک) و کود فسفر نیز براساس ۹۰ کیلوگرم فسفر خالص از منبع سوپرفسفات تریپل در هنگام تهیه زمین بود. بعد از آماده‌سازی زمین، کاشت بذر در اوایل مرداد ماه ۱۳۹۵ به صورت دستی روی پشته ها در عمق چهار سانتی متری خاک انجام شد. رقم مورد استفاده سینگل کراس ۷۰۴ بود. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. آبیاری های بعدی با توجه به تشت تبخیر از مرحله ۴ تا ۶ برگی پذیرفت. گیاهچه های ذرت در مرحله ۴ برگی کامل، تنک و کنترل علف های هرز به صورت وجین دستی انجام شد. شاخص کلروفیل (عدد اسپاد) با دستگاه کلروفیل سنج، مدل (SPAD- 502)، با متوسط پنج برگ بلال از هر کرت در زمان گلدهی اندازه گیری شد. برای اندازه گیری میزان پروتئین دانه نیز با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین موجود در دانه بدست آمد (Jones *et al.*, 1991). عمکرد پروتئین دانه نیز از حاصلضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه حاصل شد (Keeney & Nelson, 1982). برای اندازه گیری مقدار عناصر آهن، روی، ابتدا نمونه به مدت ۶ تا ۱۲ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد در کوره قرار داده شد تا به خاکستر تبدیل شود. سپس نمونه را بیرون آورده ابتدا چند قطره آب مقطر به آن اضافه و به مدت یک ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. پس از آن نمونه را در بالن ۵۰ سی سی با آب مقطر به حجم رسانده و با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Perkin 400) و نصب لامپ مخصوص برای هر عنصر میزان جذب در طول موج های ۳/۲۴ نانومتر آهن و ۹/۲۱ نانومتر روی قرائت گردید (Emami, 1996). جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی پس از حذف ۰/۵ متر از دو انتهای خطوط، تمامی بلال های موجود در سه خط میانی به طول دو متر بصورت دستی برداشت و پس از خشک شدن در آون جداسازی دانه ها بصورت دستی انجام گرفت و بوجاری با رطوبت ۱۴ درصد وزن شد.

تجزیه واریانس داده ها توسط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد دانه در بلال

تعداد دانه در بلال تحت تأثیر تنش آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آن ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲).

برهمکنش تنش آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر تعداد دانه در بلال نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بلال به تیمار ۶۰ میلی متر تبخیر از تشت و محلول پاشی دو در هزار و کمترین تعداد دانه در بلال به تیمار ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشت و عدم محلول پاشی تعلق گرفت (جدول ۳). محلول پاشی عناصر ریزمغذی موجب کاهش خسارت ناشی از تنش بر تعداد دانه در بلال گردید (Greaves & Wang, 2017).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ذرت

Table 2. Analysis of variance for grain yield and related traits in maize

منابع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares						
		تعداد دانه در بلال Number of grains per ear	شاخص کلروفیل Chloro phyll index	عملکرد دانه Grain yield	درصد پروتئین Percentage of protein in grain	عملکرد پروتئین Protein yield	درصد روی Percentage of Zn in grain	درصد آهن دانه Percentage of Fe in grain
تکرار Replication	2	1038.1	5.02	4666	0.924	14.74	22.85	1758.54
تنش آبیاری Irrigation stress(A)	2	15160.3**	98.54**	59896*	1.83*	1117.81*	519**	9140.09**
خطای اصلی Ea	4	190.6	0.34	641	0.249	145.3	14.66	522.73
ریزمغذی Micronutrient (B)	2	2524.8**	18.19**	12746*	0.821*	1000.03*	466.14**	8923.71**
تنش آبیاری ×ریزمغذی A×B	4	6790.8**	0.57^{ns}	6287**	0.05^{ns}	95.02^{ns}	7.33^{ns}	420.44^{ns}
خطای فرعی Eb	12	210.9	1.65	363	0.108	70.1	10.3	496.17
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	3.38	3.54	3.82	3.64	17.58	9.6	13.72

ns، *، **: به ترتیب غیرمعنیدار و معنیدار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: not–significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

در شرایط تنش شدید به دلیل شکل گیری ضعیف اندام های زایشی و به تبع آن گرده افشانی نامناسب تعداد دانه در بلال کاهش معنی داری نشان داد (Telen, 2007). نتایج سایر پژوهشگران نیز حاکی از کاهش تعداد دانه در بلال تحت تنش کمبود آب است (Alizadeh, 1994). محلول پاشی با عناصر ریزمغذی نظیر روی به دلیل تأثیر مثبت بر شاخص سطح برگ و جذب بهتر بعضی عناصر مانند نیتروژن، باعث افزایش فعالیت های حیاتی گیاه، افزایش جذب نیتروژن، افزایش اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه در بلال و در نهایت فتوسنتز می شود (Mosavifeyzabadi *et al.,* 2013). همچنین، محققان اظهار داشتند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی به دلیل رفع کمبود و اثر تغذیه ای خود باعث افزایش تعادل در رشد، تنظیم فرآیندهای نمو در گیاه گردید و همین امر منجر به افزایش تعداد دانه در بلال و در نهایت بهبود عملکرد دانه گردید (Karimi *et al.,* 2012). در پژوهشی دیگر بیشترین تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله با مصرف کود ریزمغذی آهن و روی به دست آمد. این امر ضرورت استفاده از عناصر ریزمغذی برای بهبود رشد گیاه در مقایسه با شاهد بدون مصرف این عناصر را نشان می دهد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات تنش آبی و عناصر ریزمغذی بر صفات مورد مطالعه در ذرت

Table 3. Mean comparison for the effects of irrigation stress and micronutrient fertilizer application on the studied traits of maize

	Treatments	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	درصد پروتئین Percentage of protein in grain	عملکرد پروتئین Protein yield($g.m^{-2}$)	روی دانه Grain Zn content (mg.kg)	آهن دانه Grain Fe content (mg.kg)
تنش آبی Irrigation stress	۶۰ میلیمتر تبخیر از تشت 60 mm evaporation from the pan	53.38 a	8 c	46.06 a	37.82 a	171.1 a
	۹۰ میلیمتر تبخیر از تشت 90 mm evaporation from the pan	50.5 b	9.14 b	45.87 a	32.06 b	160.41 b
	۱۲۰ میلیمتر تبخیر از تشت 120 mm evaporation from the pan	46.78 c	10.02 a	41.51 b	30.33 c	155.33 c
عناصر ریزمغذی Micronutrient fertilizer	عدم محلولپاشی (شاهد) No spraying (control)	48.69 b	8.53b	38.86b	25.35b	124.71 b
	دو در هزار 2 per a thousand	50.47 a	9.28a	47.16 a	37.09 a	179.58 a
	پنج در هزار 5 per a thousand	51.5 a	9.31a	48.75 a	37.77 a	188.55 a

میانگینهای دارای حروف مشابه اختلاف معنیداری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% probability level.

(Fathi & Enayat Gholizadeh, 2009).

شاخص کلروفیل

شاخص کلروفیل تحت تأثیر تنش آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد، اما برهمکنش این دو عامل تفاوت معنی داری را بر شاخص کلروفیل نشان نداد (جدول ۲). با افزایش شدت تنش خشکی، سنتز کلروفیل کاهش یافت بطوری که بیشترین شاخص کلروفیل از تیمار ۶۰ میلی متر تبخیر و کمترین شاخص کلروفیل از تیمار ۱۲۰ میلی متر تبخیر بدست آمد (جدول ۴).

حداکثر شاخص کلروفیل در مرحله گلدهی، به تیمار ۶۰ میلی متر تبخیر به دلیل تأمین مناسب

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرمتقابل تنش آبی و عناصر ریزمغذی بر صفات مورد مطالعه در ذرت

Table 4. Mean comparison of the interaction effects of irrigation stress and micronutrient fertilizer application on the studied traits of maize

تنش آبی Irrigation stress	عناصر ریزمغذی Micronutrient fertilizer	تعداد دانه در بلال Number of grains per ear	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
۶۰ میلیمتر تبخیر از تشت 60 mm evaporation from the pan	عدم محلولپاشی No spraying	446.66 b	5020.67 b
	دو در هزار 2 per a thousand	463.33 a	6050.82 a
	پنج در هزار 5 per a thousand	491.66 a	6530.48 a
۹۰ میلیمتر تبخیر از تشت 90 mm evaporation from the pan	عدم محلولپاشی No spraying	410.6 c	4550.86 c
	دو در هزار 2 per a thousand	433.3 b	5060.9 b
	پنج در هزار 5 per a thousand	456.6 a	5240.46 a
۱۲۰ میلیمتر تبخیر از تشت 120 mm evaporation from the pan	عدم محلولپاشی No spraying	373.33 b	3870.39c
	دو در هزار 2 per a thousand	380 b	4050.17 b
	پنج در هزار 5 per a thousand	403.3 a	4400.47 a

میانگینهای دارای حروف مشابه اختلاف معنیداری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% probability level.

آب و مواد غذایی و عدم ایجاد بیماری ها اختصاص یافت، زیرا به نظر می رسد در این شرایط گیاه با تولید حجم سبزینه ای بالا توانسته شاخص کلروفیل بالایی تولید نماید که این امر باعث سبزمانی بیشتر برگ و در نتیجه دوام سطح برگ می گردد (Lindquit *et al*., 2005). از طرفی تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ و کاهش نرخ فتوسنتزی به دلیل محدودیت های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگیزه های فتوسنتزی به خصوص، کلروفیل ها می گردد (Earl & Davis, 2003). نتایج نشان داد که بیشترین شاخص کلروفیل مربوط به تیمار محلول پاشی دو در هزار که با تیمار پنج در هزار تفاوت معنی داری نداشت و کمترین شاخص کلروفیل به تیمار عدم محلول پاشی (شاهد) اختصاص یافت (جدول ۳). به نظر می رسد بیشتر بودن شاخص کلروفیل در تیمارهای محلول پاشی با عناصر ریزمغذی به این علت باشد که عناصر آهن و روی باعث فعال سازی پروتئین سنتتازهای مسیر بیوسنتز کلروفیل و

www.SID.ir

Archive of SID

برخی از آنزیم ها نظیر آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز می شود به طوری که برای سنتز کلروفیل و تشکیل کربوهیدرات ها لازم و ضروری است که مطالعات (Pandey *et al*., 2006) این نتایج را تأیید نمود. پژوهشگران دیگر گزارش نمودند که کاربرد عناصر ریزمغذی باعث افزایش محتوی کلروفیل و شدت فتوسنتز در برگ ها، افزایش تجمع ماده خشک در گیاه، بهبود انتقال مواد فتوسنتزی از اندام های رویشی به اندام های زایشی می شود (Nasef *et al*., 2006) که این نتایج با یافته های این تحقیق مطابقت داشت.

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر تنش آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی و برهمکنش آن ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). برهمکنش تنش آبیاری و محلول پاشی ریزمغذی بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به تیمار ۶۰ میلی متر تبخیر و محلول پاشی دو در هزار (۶۰۵۰/۸۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد دانه به تیمار ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشت و عدم محلول پاشی (۳۸۷۰/۳۹ کیلوگرم در هکتار) تعلق گرفت (جدول ۳). در این آزمایش محلول پاشی عناصر ریزمغذی موجب کاهش خسارت ۳۸ درصدی ناشی از تنش خشکی بر عملکرد دانه گردید. در این رابطه محققین نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه از تیمار محلول پاشی و عدم تنش خشکی به میزان۹۴۳۸ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید (Ghotavi *et al*., 2011) که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. از سوی دیگر تنش خشکی موجب کاهش انتقال مواد غذایی از برگ ها و سایر قسمت های بوته به دانه می شود و با توجه به این که تنش خشکی رسیدن دانه ها را تسریع می کند این عکس العمل علاوه بر کاهش فتوسنتز موجب نقصان عملکرد دانه در غلات می گردد که این نتایج با یافته های حاصل از آزمایش (Graham & Webb, 1991) مطابقت داشت. علاوه بر این گزارش شد تیماری که آهن و روی را توام دریافت نموده بیشترین عملکرد دانه را دارا می باشد که به دلیل تاثیر مثبت روی در بیوسنتز اکسین و تأثیر آهن در افزایش فتوسنتز و رشد قابل انتظار می باشد (Soleymani & Shahrajabian, 2016) که نتایج این تحقیق را تأیید نمود.

درصد پروتئین

درصد پروتئین تحت تأثیر تیمار آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. برهمکنش تیمار آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر درصد پروتئین مؤثر بود ولی از روندی یکسان برخوردار بود و از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نشان نداد (جدول ۲). بیشترین درصد پروتئین از تیمار ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشت و کمترین درصد پروتئین مربوط به تیمار ۶۰ میلی متر تبخیر از تشت بود (جدول ۴).

به هنگام بروز تنش کم آبی شدت تنفس افزایش یافته و جذب مواد تقلیل و در نتیجه هیدرات های کربن ذخیره شده کاهش و

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین افزایش می‌یابد (Normohamadi *et al.,* 2010) که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. همچنین بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار محلول پاشی دو در هزار که با تیمار پنج در هزار تفاوت معنی داری نداشت و کمترین درصد پروتئین به تیمار عدم محلول پاشی (شاهد) اختصاص یافت (جدول ۳). اولین علائم احتمالی کمبود ریزمغذی آهن و روی، کاهش زیاد در سطوح RNA و مقدار ریبوزوم سلول هاست. این کاهش در ساخته شدن RNA منجر به جلوگیری از تشکیل پروتئین می شود در صورتی که مقدار گلوکز، نیتروژن غیرپروتئینی و DNA نسبتاً افزایش می یابد. همچنین این عناصر در فعالیت های دهیدروژناز و پروتیناز دخالت دارد و بدین وسیله نقش کلیدی در تولید پروتئین ایفا می نماید (Marschner, 1995). تحقیقات نشان می دهد مصرف برخی از عناصر ریز مغذی و از همه مهم تر عنصر روی باعث افزایش پروتئین خام در اندا م های هوایی و دانه ذرت می شود (Sharafi *et al.,* 2002). علاوه بر این نتایج مطالعات بسیاری حاکی از آن است که مصرف کودهای حاوی عناصر ریزمغذی می تواند مقاومت گیاهان به تنش های محیطی همچون خشکی را افزایش دهد (Baybordi, 2004).

عملکرد پروتئین

عملکرد پروتئین تحت تأثیر تیمار آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. اما برهمکنش آن ها بر عملکرد پروتئین تفاوت معنی داری را نشان نداد (جدول ۲). بیشترین عملکرد پروتئین از تیمار ۶۰ میلی متر تبخیر و کمترین درصد پروتئین مربوط از تیمار ۱۲۰ میلی متر تبخیر حاصل شد (جدول ۴).

به نظر می رسد بیشتر بودن عملکرد پروتئین در تیمار آبیاری ۶۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر بدلیل بیشتر بودن عملکرد دانه باشد. همچنان که پژوهشگران اظهار داشتند عملکرد پروتئین تابعی از دو مؤلفه، درصد پروتئین و عملکرد دانه است و تغییرات عملکرد پروتئین اساساً مربوط به تغییرات عملکرد دانه می باشد (Ghotavi *et al.,* 2011) که این نتایج با یافته های حاصل از این تحقیق مطابقت داشت. برخی از محققین بیان کردند که به هنگام بروز تنش خشکی شدت تنفس افزایش یافته و جذب مواد تقلیل و در نتیجه هیدرات های کربن ذخیره شده کاهش و عملکرد پروتئین به علت افزایش درصد پروتئین کاهش می‌یابد (Normohamadi *et al.,* 2010).

بیشترین عملکرد پروتئین مربوط به تیمار محلول پاشی دو در هزار (۴۷/۱۶ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد پروتئین به تیمار عدم محلول پاشی (۳۸/۸۶ گرم در مترمربع) اختصاص یافت (جدول ۳). در بیان علت افزایش در محتوی پروتئین بذور با کاربرد عناصر ریزمغذی روی و آهن باید گفت که این عناصر به طور مستقیم در هر دو پروسه بیان ژن و سنتز پروتئین نقش دارند. محققان به این نتیجه رسیدند که شاید کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم های آنتی اکسیدان می شود که در نتیجه باعث صدمات اکسیداتیو به مولکول های پروتئین، کلروفیل و اسیدهای

www.SID.ir

Archive of SID

نوکلئیک می شود و همین امر باعث کاهش عملکرد پروتئین در گیاه می گردد (Cakmak, 2000). تحقیقات نشان می دهد مصرف برخی از عناصر ریزمغذی و از همه مهم تر عنصر روی، باعث افزایش پروتئین خام در اندام های هوایی و دانه ذرت می شود (Ghotavi *et al.*, 2011).

غلظت آهن دانه

غلظت آهن دانه تحت تأثیر تیمار آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. اما برهمکنش تیمار آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر غلظت آهن دانه تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲). بیشترین غلظت آهن دانه از تیمار ۶۰ میلی متر تبخیر و کمترین غلظت آهن دانه مربوط به تیمار ۱۲۰ میلی متر تبخیر بود (جدول ۴).

غلظت عناصر در دانه با تشدید تنش کم آبی کاهش یافت، علت این امر کاهش شدید عملکرد دانه با افزایش شدت تنش خشکی است که موجب کاهش حجم دانه و در نتیجه افزایش غلظت و کاهش کل جذب عناصر در دانه گردیده است که این نتایج با یافته های (Graham & Webb, 1991) مطابقت دارد. هر چه مقدار رطوبت خاک افزایش یابد جذب عناصرریزمغذی مانند آهن، روی و فسفر بیشتر صورت می پذیرد زیرا جذب این عناصر ارتباط نزدیکی با میزان رطوبت قابل دسترس گیاه دارد (Greaves & Wang, 2017).

بیشترین غلظت آهن دانه مربوط به تیمار محلول پاشی پنج در هزار و کمترین غلظت آهن دانه به تیمار عدم محلول پاشی (شاهد) اختصاص یافت (جدول ۳). محلول پاشی عناصر ریزمغذی به صورت ترکیبی، باعث افزایش میزان عنصر آهن در دانه شد (Riazi & Haghnia, 2008). بر طبق اظهارات محققین محلول پاشی آهن و روی غلظت این عناصر در دانه را به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین بیشترین میزان آهن دانه در تیمار محلول پاشی و کمترین میزان آهن در دانه در تیمار شاهد بود (Saeedi Abooshaghi & Yadavi, 2016).

غلظت روی دانه

غلظت روی دانه تحت تأثیر تیمار آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. ولی اثر متقابل تیمار آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر غلظت روی دانه تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲). بیشترین غلظت روی از تیمار ۶۰ میلی متر تبخیر از تشت و کمترین غلظت روی مربوط به تیمار ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشت بود (جدول ۴). غلظت کلیهٔ عناصر در شرایط مطلوب رطوبتی در حد کفایت بوده است، ولی تنش خشکی موجب کاهش غلظت تمام عناصر ضروری فوق شده است. در شرایط تنش کمبود آب به علت محدودیت جذب عنصر روی، میزان این عنصر در دانه کاهش می یابد (Rafiee *et al.*, 2004). در واقع کاهش جریان توده ای آب ناشی از تنش کمبود آب موجب اخلال در جذب عناصر توسط گیاه می گردد. غلظت

www.SID.ir

Archive of SID

عناصر در دانه با تشدید تنش خشکی کاهش یافت، علت این امر کاهش شدید عملکرد دانه با افزایش شدت تنش خشکی است که موجب کاهش حجم دانه و در نتیجه افزایش غلظت و کاهش کل جذب عناصر در دانه گردیده است که این نتایج با یافته های (Graham & Webb, 1991) مطابقت داشت. بیشترین غلظت روی مربوط به تیمار محلول پاشی پنج در هزار و کمترین غلظت روی به تیمار عدم محلول پاشی (شاهد) اختصاص یافت (جدول ۳). میزان عناصر ریزمغذی در دانه بستگی به مقدار جذب این عناصر به وسیله ریشه در طی مرحله توسعه دانه و انتقال مجدد این عناصر از بافت گیاه به دانه از طریق آوند آبکش دارد و مقدار انتقال مجدد از این طریق بستگی زیادی به حرکت هر عنصر در آوند آبکش دارد و عنصر روی انتقال مجدد قابل توجهی از برگ ها به دانه دارد (Graham & Webb, 1991). نتایج تأثیر مثبت عناصر ریزمغذی بر جذب روی و آهن دانه توسط سایر محققین (Saeedi Abooshaghi & Yadavi, 2016; Motaei *et al*., 2015) گزارش شده است.

نتیجه گیری

از آنجا که در بحث تولید گیاهان زراعی، ارزش واقعی به کیفیت محصول وابسته است در این تحقیق مشخص گردید که محلول پاشی عناصر ریزمغذی نقش مهمی در رشد و نمو گیاه ذرت دارد و همچنین با توجه به اینکه بیشترین مقادیر عملکرد دانه و پروتئین به عنوان عملکرد کمی و کیفی از استعمال کود روی و آهن که از عناصر ریزمغذی محسوب می شوند به دست آمد، احتمالاً می توان نتیجه گرفت که با استفاده از چنین کودهایی می توان بهترین شرایط را جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاه ذرت فراهم نمود. با توجه به محدودیت جذب عناصر ریزمغذی آهن و روی در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک محلول پاشی عناصر جهت بالا بردن میزان عناصر ریزمغذی در گیاه یک روش منطقی کاربرد کود می باشد. در مجموع نتایج حاصل از این تحقیق می توان بیان نمود که به منظور دست یابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی، کشت گیاه ذرت با محلول پاشی عناصر ریزمغذی به میزان دو در هزار در شرایط رطوبتی مناسب پیشنهاد می گردد زیرا خاک های استان خوزستان به علت قلیایی بودن دارای کمبود عناصر میکرو هستند بنابراین محلول پاشی عناصر ریزمغذی در شرایط آبیاری مطلوب توانست کمبود این عناصر را جبران نماید. گرچه همان طور که انتظار می رفت بیشترین عملکرد دانه در تیمار بدون محدودیت آبی با محلول پاشی عناصر ریزمغذی بدست آمد لیکن در شرایط محدودیت منابع آبی تنش ملایم رطوبتی یعنی تیمار ۹۰ میلیمتر تبخیر از تشتک بهمراه تیمار محلول پاشی عناصر میکرو با غلظت ۲ در هزار می تواند توصیه گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

References:

Alizadeh, A. 1994. *Principles of Irrigation Systems Design (translation)*. Astan Quds Razavi Publishing House. 539 p. (In Persian).

Baybordi, A. 2004. Effect of iron, manganese, zinc and copper on wheat quality and quantity under salinity stress. *Journal of Soil and Water*, 17: 140-150. (In Persian).

Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytology*, 146: 185-205.

Daniel, C., and Triboi, E. 2008. Changes in wheat protein aggregation during grain development: effects of temperature and water stress. *European of Journal Agronomy*, 16: 1-12.

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

Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. *Journal of Research Organ Education and Agricultural Extension,* 982: 11-28.

FAO. 2015. FAO Food and Agricultural commodities production. *Available online at: http://www.faostat.fao.org/site/339/default/aspex/.*

Farley, O. R., and Coot, W. J. 1998. Temperature and soil water effects on maize growth, development, yield and forage quality. *Crop Science,* 36:341-348.

Fathi, GH., and Enayat Gholizadeh, M.A. 2009. Effect of iron, zinc and copper mineral fertilizers on growth and yield of barley cultivars in Khuzestan climate. *Journal of Physiology of Crop Plants, Islamic Azad University, Ahvaz Branch*, 1 (1): 16-23. (In Persian).

Ghotavi, H, Moafporian, G.H., and Bahrani, A. 2011. Effect of zinc sulfate spraying and irrigation intervals on yield, yield components and corn protein content. *Journal of Plant Ecophysiology*, 4 (1): 80-92. (In Persian).

Graham, R. D., and Webb, M. J. 1991. Micronutrients and plant disease resistance and tolerance in plants. *In micronutrients in agriculture, edited by J. J. Mortvedt, F. R. Cox, L. M. Shuman and R. M. Welch, pp. 329- 370. Madison*, WI: Soil Sience Sosiety of America Book Series No. 4.

Greaves, G. E., and Wang, Y. 2017. Yield response, water productivity, and seasonal water production functions for maize under deficit irrigation water management in southern Taiwan, *Plant Production Science,* 20(4): 353-365.

Jones, H. G. 1980. Interaction and integration of adaptive response to water stress. *Royal science Society of London,* Series B 273:193-205.

Jones, J., Wolf, B., and Mills, H. A. 1991. Plant Analysis Handbook, Micro-macro. Publishing, Inc, Athens, GA.

www.SID.ir

Archive of SID

Karimi, Z., Nasrollahzadeh Asl, A., Jalili, F., and Valiolou, R. ۲۰۱۲. Effect of fertilizer phosphate fertilizer -۲ and spraying of micronutrient elements on yield and yield components of corn grain ۷۰۴. *Journal of Agricultural Sciences,* ۱۵)۴): ۴۳-۳۳. (In Persian).

Keeney, D. R., and Nelson, D. W. 1982. *Nitrogen in organic forms. PP. 643-698. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (Eds.)*, Method of soil analysis. Part II.

Lindquist, J. L., Arkebauer, J. T., Walters, T. D., Cassman, G. K., and Dobermann, A. 2005 Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. *Agronomy Journal*, 97:72- 78.

Ma, B. L., Subedi, K. D., Stewart, D. W., and Dwyer, L. M. 2012. Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dualpurpose corn hybrids. *Agronomy of Journal,* 98:922-929.

Malcoti, M. G., and Tehrani, M. M., 2008. *The role of micronutrients in increasing the yield and improving the quality of agricultural products*, Tarbiat Modares University, 292 p. (In Persian).

Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants. Second edition*, Academic Press Inc London. 891 pp.

Mosavifeyzabadi, H., Vazin, F., and Hassanzadehdelouei, M. 2013. Effects of nitrogen and zinc spray on yieldof corn (*Zea mays* L.) in drought stress. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 3(155): 329-39.

Motaei, S., Amirinia, R., Tajbakhsh, M., and Abdollahi Mandolkhani, B. 2015. Effect of iron, zinc and manganese and their method of application on phenology, yield and quality of sweet corn grain. *Journal of Production and Processing of Crop and Gardening*, 4 (11): 230-240. (In Persian).

Nasef, M.A., Badran, N. M., and Abd El-Hamide, A. F. 2006. Response of peanut to foliar spray with boron and/or rhizobium inoculation. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(12): 1330-1337.

Normohamadi, G.H., Siadat, A.S., Kashsni, A. 2010. *Crop Growing.* Shahid Chamran University of Ahvaz Publications. 446 p. (In Persian).

Pandey, N., Pathak, G. C., and Sharma, C. P. 2006. Zinc is critically required for pollen function and fertilization inlentil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 20: 89-96.

Parmer, D. K., Sharma, P. K., and Sharma, T. R. 2000. Integrated nutrient supply system for 'DPP 68' vegetable pea (Pisum sativum var arvense) in dry temperate zone of Himachal Pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 68(2): 68-86.

www.SID.ir

Archive of SID

Rafiee, M., Nadian, H., Normohammadi, G.H., and Karimi, M. 2004 Effects of drought stress and zinc and phosphorus on total concentration and concentration of elements in corn. *Journal of Agricultural Science of Iran*, 35 (1): 235-243. (In Persian).

Riazi, H., and Haghnia, G. H. 2008. *Principles and Views of Plant Nutrition, compiled by Emanuel Epstein.* Isfahan University Press. p. 259 (In Persian).

Saeedi Abooshaghi, R. A., and Yadavi, A. R. 2016. The effect of iron and zinc irrigation and irrigation levels on quantitative and qualitative characteristics of red bean. *Journal of Iranian Cereals Research,* 6 (1): 54-65. (In Persian).

Sharafi, S., Taj Bakhsh, M., Majidi, M., and Pourmireza, A. 2002. Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two cultivars of forage corn in Urmia. *Water and Soil Journal,*12: 85-94. (In Persian).

Sheykhbagloo, N., Hassanzadeh Gorttapeh, A., Baghestani, M., and Zand, B. 2008. Study the effect of Zinc foliar application on the quantitative and qualitative yield of grain corn under water stress. *International Journal Crop Plant*, 2(2): 59-74.

Soleymani, A., and Shahrajabian, M. H. 2016. The effects of Fe, Mn and Zn foliar application on yield, ash and protein percentage of forage sorghum in climatic condition of esfahan. *International Journal of Biology*, 4(3): 92-97.

Tabatabaei, S. A., Shakeri, A., and Nasiri, H. 2015. The effect of different irrigation methods and manure manifestations on sorghum single cullet cultivar 704. *Iranian Agricultural Research Center*, 12 (4): 766-775. (In Persian).

Taiz, L., and Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology (2nd ed). Sinaye Associates Inc.* Publisher Sonderland Massachusetts.757p.

Telen, K. 2007. *Assessing drought stress effects on corn yield. Field Crop Advisory Team Alert Newsletter*. Michigan State Univ.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Agronomic Traits and Corn Grain Quality in Response to Micronutrient Spraying under Irrigation Lack Stress

Esmaeil Halimiyan[1], Mani Mojaddam[2*], Nazli Derogar[3]

1. M.Sc. graduated student of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Prof., Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. (Corresponding author)
3. Young Researchers and Elite Club, Islamic University, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Received: February 2018 Accepted: February 2020 - DOI: 10.22092/aj.2019.120681.1254

Extended Abstract

HALIMIYAN, E., MOJADDAM, M., Derogar, N., Evaluation of Agronomic Traits and Corn Grain Quality in Response to Micronutrient Spraying under Irrigation Lack Stress
Applied Research in Field Crops Vol 32, No. 4, 2020 1-3: 01-15(in Persian)

Introduction: Maize (*Zea mays L.*) is a tropical cereal from the family of grasses (Gramineae) belonging to monocotyledonous plants. It is one of the strategic crop plants due to a number of reasons including its high importance in human nutrition and animal feeding as well as its wide adaptability to temperate and tropical climatic zones (Normohamadi *et al*., 2010). Water is a key element in crop production. Crop yields are restricted by both biotic and abiotic stresses in many regions of the world, which in consequence leads to a considerable difference between crop potential and actual yields. Moisture shortage at any crop growth stages can cause reduced water and nutrients absorption and limited translocation of photosynthates, ultimately leading to reduced grain or final yield. The optimal use of water in agricultural production is of great importance, particularly, in the regions where arid and semi-arid climate conditions are dominant, which comprise two-thirds of Iran`s land area. The pollination stage of maize development is the most susceptible to drought stress. Water deficit stress at pollination stage can cause increased percentage of aborted fertilized ovules. (Ma *et al.*, 2012). Since Khuzestan has suitable condition for grain maize production and because of lack of study on the effect of micronutrients on maize yield performance,

Email address of the corresponding author: manimojaddam47@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

this study was conducted to evaluate quantitative and qualitative yields of maize in respons to foliage spraying of micronutrients under water stress conditions

Materials and Methods: This research was carried out in 2016 in Ahvaz with a longitude of E 48°40′ and a latitude of N 31°20′ at an elevation of 22.5 m above sea level . The experimental layout was split split plot in a randomized complete block design with three replications. The treatments included three levels of irrigation stress: 60, 90 and 120 mm evaporation from class A evaporation pan in the main plots and spraying of complete micronutrient fertilizers in three levels (non-spraying, foliar spray of 2 per a thousand and 5 per a thousand) in the sub plots. Each experimental plot consisted of six 5-m long rows spaced 75 cm apart. The distance between seeds on row was 17 cm and plant density was 75000 plants/ha. The data were subjected to variance analysis using SAS statistical software (9.1 version) and means of data were compared by Duncan test at 5 % probability level.

Results and Discussion: The results showed that irrigation stress and micronutrient spraying had a significant effect on maize yield, grain no/ear, chlorophyll index, protein yield, percentage of iron and zinc in grain.The highest (5750.8 kg/ha) and the lowest (4140.3 kg/ha) grain yields were respectively obtained from 60 mm and 120 mm evaporation rates from the pan. The main cause of grain yield reduction under drought stress treatments could be attributed to the decreased number of seeds per ear. Water deficit stress reduces the transfer of photosynthetic materials from the leaves to the other plant parts, particularly, to the grains. Water stress accelerates grain maturity, and as a consequence, in addition to decreasing photosynthesis, it leads to reduced grain yield. The maize grain yield was also affected by interaction of irrigation and micronutrient application at the 1 % probability level. The highest grain yield of 6050.82 kg/ha was obtained with the evaporation rate of 60 mm and micronutrient spray of 2 per a thousand. The lowest grain yield of 3870.39 kg/ha was related to the evaporation rate of 60 mm with no micronutrient application. In this experiment, spray of micronutrient fertilizer decreased the yield reduction arising from irrigation stress by 38 %. The maize grain protein content was impacted by the irrigation treatments and micronutrient fertilizer application at the 5 % probability level. It is reported that zinc and iron micronutrients can positively contribute to the maize grain yield and grain protein content, especially under water deficit conditions (Ghotavi et al., 2011).

Conclusion: The results of this study showed that soluble micronutrient elements alleviated the grain yield damage of maize due to irrigation stress. Reduced uptake of iron and zinc by plants in the arid and semi-arid soils necessitates the foliar

www.SID.ir

Archive of SID

spraying of elements to increase the quantities of micronutrient elements in the plant.

Keywords: Chlorophyll index, grain yield, iron percentage, protein yield

References:

Ghotavi, H, Moafporian, G.H., and Bahrani, A. 2011. Effect of zinc sulfate spraying and irrigation intervals on yield, yield components and corn protein content. Journal of Plant Ecophysiology, 4 (1): 80-92. (In Persian).

Ma, B. L., Subedi, K. D., Stewart, D. W., and Dwyer, L. M.2012 . Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dualpurpose corn hybrids. Agronomy of Journal, 98:922-929.

Normohamadi, G.H., Siadat, A.S., Kashsni, A. 2010. Crop Growing. Shahid Chamran University of Ahvaz Publications. 446 p. (In Persian).

www.SID.ir