

تأثیر محلول پاشی روی و بر روی خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای (KSC 704)

کیانوش صفری^۱، فرهاد صادقی^۲ و احمد قنبری^۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی کود روی و بر روی خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای، آزمایشی با دو عامل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در منطقه سرپل‌ذهاب انجام شد. عامل اول عنصر روی در چهار سطح (صفر، ۰/۷، ۱/۴ و ۲/۱ کیلوگرم در هکتار) و عامل دوم عنصر بر در چهار سطح (صفر، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد. اثر عامل‌های روی و بر برای صفات قطر ساقه، شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه، تعداد دانه در هر ردیف بلال، مقدار روی و بر موجود در دانه، درصد و عملکرد پروتئین و عملکرد دانه از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بودند. با افزایش مقدار مصرف عنصر روی قطر ساقه، شاخص سطح برگ، تعداد دانه در هر ردیف بلال، وزن هزار دانه، مقدار روی و بر موجود در دانه، درصد پروتئین و عملکرد دانه افزایش یافتند. بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه به تیمارهای مصرف کود روی به میزان ۲/۱ کیلوگرم در هکتار و بدون مصرف کود روی به ترتیب با ۹/۵۶۰ و ۸ تن در هکتار تعلق داشت. تیمار کود بر در سطح ۰/۶ کیلوگرم در هکتار روی صفات قطر ساقه با ۲۸/۹ میلی‌متر، سطح برگ با ۳/۸۹، عمق دانه با ۱۱/۶۷ میلی‌متر، تعداد دانه در ردیف با ۴۱ دانه و عملکرد دانه با ۹/۴۳ تن در هکتار بیشترین تأثیر را نشان داد. برهمکنش کود روی و بر نشان داد، که تیمار مصرف ۲/۱ کود روی × مصرف ۰/۶ کیلوگرم در هکتار کود بر برای کلیه صفات از جمله عملکرد دانه با ۱۰/۹۳ تن در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، بر، روی، کیفیت، عملکرد دانه، محلول پاشی

✓ تاریخ دریافت: ۹۳/۰۴/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۳۰

^۱ - دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، کردستان، دانشگاه کردستان - ایران.

^۲ - عضو هیأت علمی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه - ایران (نویسنده مسئول). fsadeghi40@yahoo.com.

^۲ - گروه زراعت، زابل، دانشگاه دانشکده کشاورزی، زابل - ایران.

مقدمه

در سطح گسترده‌ای از خاک‌های زراعی دنیا کمبود عنصر روی و تاثیر منفی آن روی کمیت و کیفیت محصولات مختلف گزارش شده است (Harris et al., 2008). در بررسی‌های متعددی تاثیر عنصر روی بر رشد فیزیولوژی گیاهان زراعی از مرحله جوانه‌زنی تا محصول‌دهی مشخص شده است (Malakouti et al., 2009). روی عنصری است که باعث اصلاح pH خاک، افزایش مواد آلی خاک و افزایش مقدار روی در دانه تولیدی و افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌شود (Wei, 2006). از میان کودها، روی نقش بسیار مهمی در تنظیم روزنه‌ها، تعادل یونی در سیستم‌های گیاهی ایفا می‌کند. روی باعث کاهش اثر تنش‌ها و بویژه تنش رطوبتی در گیاه می‌شود (Babaeian et al., 2010). در اثر مصرف کود روی و جذب مقدار مناسب این عنصر توسط گیاه از طریق سنتز هورمون اکسین، ماده خشک در گیاه افزایش می‌یابد. این به دلیل افزایش تنظیم روزنه و کلروفیل، افزایش فعالیت کربوکسیلاز اینول پیروات و کربوکسیلاز بی-فسفات و کاهش غلظت و تجمع سدیم در

ذرت (*Zea mays* L.) از محصولات راهبردی و سومین غله مهم دنیا بعد از گندم و برنج می‌باشد و به منظور تغذیه دام، مواد اولیه کارخانجات و مصرف انسان کشت و کار می‌شود (Malvar et al., 2008). خاک‌های زراعی کشور ایران فقیر از مواد آلی بوده و در تمام مناطق خشک و نیمه خشک خاک‌ها آهکی هستند. در این شرایط عدم تعادل عناصر غذایی در خاک بر رشد و نمو گیاهان زراعی تاثیر منفی می‌گذارد. به منظور رشد مطلوب گیاه و افزایش عملکرد و کیفیت محصول باید عناصر ریزمغذی و بویژه روی و آهن به صورت محلول‌پاشی در مزارع ذرت استفاده شود (Khalili Mahaleh and Roshdi, 2008; Malakouti et al., 2009). عناصر ریزمغذی نقش فعالی در چرخه سوخت‌وساز گیاه ذرت از قبیل تشکیل و توسعه دیواره سلولی برگ‌ها که در امر فتوسنتز و تعرق دخالت مستقیم [po] دارند، ایفا می‌نمایند. همچنین فعالیت‌هایی مانند تثبیت نیتروژن، فعالیت آنزیمی و تامین نیاز عناصر غذایی بافت‌های گیاهی را مرتفع می‌نمایند (Das, 2000).

گیاهان است. در شرایط تامین مناسب عنصر بر، گیاه از یک سیستم ریشه‌ی قوی و گسترده برخوردار و توان استفاده آن از آب و مواد غذایی به بیشترین مقدار و تولید محصول ایده‌ال و مناسب خواهد بود (Saleem et al., 2011). کمبود عنصر بر در گیاه روی سیستم آوندی، توسعه ریشه، انتقال مواد قندی، سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها، سنتز اسیدهای نوکلئیک و رشد دانه کرده در لوله خامه تاثیر منفی می‌گذارد (Gunes et al., 2007). غلظت بیش از نیاز بر در گیاه باعث ایجاد مسمومیت می‌گردد و مقدار باروری و تلقیح ذرت را کاهش می‌دهد (Mahler, 2010). کمبود و یا بیش‌بود عنصر بر در گیاه ذرت باعث اختلال در جذب سایر عناصر از جمله روی، آهن، مس و منیزیم می‌شود. کمبود عنصر بر نظم و ترتیب دانه‌های بلال را به هم زده و حالت ناهماهنگی و باعث عدم پرشدن ظرفیت کامل دانه تشکیلی در بلال می‌شود (Panhwar et al., 2011).

با توجه به اهمیت محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی و بر در افزایش عملکرد و کیفیت محصول ذرت، در این پژوهش تلاش

بافت گیاهی است. در شرایط مصرف مناسب عنصر روی کارایی و جذب عناصر نیتروژن و فسفر در گیاه نیز افزایش می‌یابد (Khalili Mahaleh and Roshdi, 2008). ملکوتی و همکاران (Malakouti et al., 2009) گزارش نمودند، کاربرد عناصر روی، منیزیم، بر و مس در خاک‌های زراعی، باعث افزایش تولید محصول ذرت می‌شود. افزایش عنصر روی در خاک علاوه بر حل مشکل کمبود این عنصر در خاک، روی رشد گیاه، کمیت و کیفیت محصول نیز تاثیر مثبت دارد (Prasad, 2012). البدوی و محسن (El-Badawy and Mehasen, 2011) گزارش نمودند مصرف عنصر روی در خاک تاثیر زیادی در افزایش عملکرد ذرت دارد. همچنین محلول‌پاشی این عنصر بر عملکرد و کیفیت دانه ذرت مفید و موثر است.

کمبود عنصر بر در سطح گسترده‌ای از زمین‌های زراعی جهان دیده می‌شود، در نتیجه این مشکل کاهش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی را در پی داشته است (Tariq and Rafiullah., 2008). بر یکی از عناصر ضروری برای رشد و نمو طبیعی

صورت دقیق بررسی شود.

شد اثر سطوح مختلف عناصر روی و بر روی خواص کمی و کیفی محصول دانه‌ی ذرت به

مواد و روش‌ها

و ارتفاع ۵۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، زمین مورد آزمایش با کمبود عناصر ریزمغذی روی و بر مواجه بود (جدول ۱).

این آزمایش در شرایط کشت دوم بعد از برداشت گندم در منطقه‌ی سراب گرم واقع در مزرعه مرکز آموزش کشاورزی شهرستان سرپل ذهاب با طول جغرافیایی ۴۵ دقیقه و ۵۲ درجه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۴ دقیقه

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Chemical properties of soil in farm soil

عمق نمونه برداری (Soil sampling depth) (cm)	pH	هدایت الکتریکی (Electrical conductivity) (ds.m ⁻¹)	کربن آلی Organic carbon (%)	آهن	پتاسیم	فسفر
				(Fe)	(K)	(P)
میلی گرم بر کیلوگرم (mgkg ⁻¹)						
0-30	7.5	0.75	0.92	10.2	320	9.0
31-60	7.0	0.50	0.45	8.8	268	5.5

ادامه جدول ۱ Continue Table 1

عمق نمونه برداری (Soil sampling depth) (cm)	بر (B)	روی (Zn)	مس (Cu)	منگنز (Mn)
	(میلی گرم در کیلوگرم) (mgkg ⁻¹)			
0-30	4.2	0.94	8.2	13.1
31-60	3.9	0.75	8.0	12.2

با دو عامل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اول عنصر روی در چهار سطح (صفر، ۰/۷، ۱/۴ و ۲/۱ کیلوگرم در هکتار) و

به منظور بررسی تأثیر دوبار مملول پاشی عناصر روی و بر (در مرحله ۸-۷ برگی و قبل از ظهور گل تاجی) روی خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای رقم KSC 704، آزمایشی

پس از کاشت در ۱۲ تیرماه صورت گرفت. در مرحله ۵-۴ برگی ذرت، عملیات تنک کردن بوته‌ها و وجین انجام گردید. به منظور مبارزه با آفات مکنده و پروانه‌ای در مرحله ۸-۵ برگی از سم متاسیستوکس ۲۵ درصد (اوکسی دی متون متیل) و زلون (فوزالون) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد.

اندازه‌گیری صفات زراعی و اجزای عملکرد شامل قطر ساقه، شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف بلال بود که از طریق انتخاب ۱۰ بوته تصادفی با برداشت تصادفی از خطوط وسط هر کرت آزمایشی انجام شد. برای محاسبه شاخص سطح سنج برگ از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (leaf area meter) مدل CI202 ساخت CID کشور آمریکا در فاصله زمانی ۳۰ تا ۱۰۵ روز پس از کشت، در شش مرحله با فاصله زمانی ۱۵ روزه اندازه‌گیری شده و سپس شاخص سطح برگ (LAI) با استفاده از روش واتسن (Watson, 1952) محاسبه شد. برای برآورد عملکرد دانه مساحت شش مترمربع از هر کرت آزمایشی با حذف خطوط

عامل دوم عنصر بر نیز در چهار سطح (صفر، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ کیلوگرم در هکتار) در نظر گرفته شد. پس از برداشت گندم، کاه و کلش سطح مزرعه تا حدود ۷۰ درصد جمع‌آوری و سپس مزرعه آبیاری شد. توصیه کودهای شیمیایی بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) انجام و مقدار مصرف کود فسفات (P_2O_5) از منبع فسفات آمونیوم و پتاسیم (K_2O) و نیتروژن (N) از منبع اوره به ترتیب برابر ۱۵۰، ۵۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بودند. کود اوره به صورت تقسیط در سه مرحله رشد و نمو مزرعه (آبیاری اول، مرحله ۷ تا ۸ برگی و یک هفته قبل از مرحله‌ی ظهور گل تاجی) استفاده شد. به منظور مهار علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ، ۱۴ روز قبل از کاشت علف‌کش ارادیکان (EPTC) به مقدار ۶/۵ لیتر در هکتار با خاک به وسیله دیسک سبک مخلوط شد. مشخصات هر کرت شامل، شش ردیف کاشت ذرت با فاصله ۷۵ سانتیمتر و فاصله بوته روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر (تراکم ۷۴ هزار بوته در هکتار) به طول ۶/۵ متر بود. عملیات آبیاری اول به صورت جوی پشته‌ای (نشستی)

(AAS) مدل Analyst 700 و روش
 آزومتین-اچ اندازه‌گیری شدند (Bingham, 1982). داده‌های حاصله با استفاده از نرم افزار
 MSTAT-C تجزیه شدند و میانگین‌ها با
 استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج
 درصد مقایسه شدند.
 در دانه و درصد پروتئین دانه در سطح احتمال
 پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

کناری و حاشیه برداشت شد (Anonymous, 1981-1999). اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه
 بر اساس روش کج‌جدال (Kenkel, 1994) و
 غلظت عناصر غذایی روی و بر به ترتیب به
 روش جذب اتمی شعله‌ای یا فلیم‌فتمتری با
 دستگاه Atomic Absorption Spectroscopy

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری
 نشان داد اثر تیمارهای روی و بر برای صفات
 قطر ساقه، شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه،
 تعداد دانه در ردیف، مقدار بر و روی موجود
 در دانه ذرت، درصد پروتئین دانه، عملکرد
 پروتئین و عملکرد دانه دارای اختلاف
 معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و برای
 صفت قطر بلال در سطح احتمال پنج درصد
 معنی‌دار بودند. برهمکنش این عامل‌ها برای
 صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف،
 صفات غلظت بر در دانه، عملکرد پروتئین دانه
 و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و
 برای صفت شاخص سطح برگ، غلظت روی

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

در آزمایش تاثیر محلول روی و بر

Table 2. Analysis of variance of yield and yield components for effect of zinc and boron spray

منبع تغییر ANOVA	درجه آزادی (d.f.)	قطر ساقه (STD)	سطح برگ (LAI)	وزن هزار دانه (TKW)	تعداد دانه در ردیف (K/R)	غلظت روی (ZnCon)	غلظت بر (BCon)	پروتئین دانه (Seed P)	عملکرد پروتئین (PYLD)	عملکرد دانه (YLD)
بلوک	2	0.88 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.2 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.001 ^{ns}
کود روی	3	32.44 ^{**}	1.03 ^{**}	110.1 ^{**}	122.1 ^{**}	0.28 ^{**}	10.62 ^{**}	9.24 ^{**}	146.24 ^{**}	5.00 ^{**}
کود بر	3	16.3 ^{**}	0.93 ^{**}	105.1 ^{**}	102.1 ^{**}	0.15 ^{**}	3.25 ^{**}	45.47 ^{**}	51.88 ^{**}	5.82 ^{**}
روی × بر	9	1.42 ^{ns}	0.08 [*]	9.50 ^{**}	9.54 ^{**}	0.02 [*]	0.41 [*]	1.42 ^{**}	0.93 [*]	0.5 ^{ns}
خطا	30	1.32	0.03	2.21	2.31	0.002	0.12	0.29	0.38	0.51
ضریب پراکنش CV(%)	-	4.29	4.66	5.6	3.95	5.25	3.47	5.51	2.22	8.26

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ می باشند

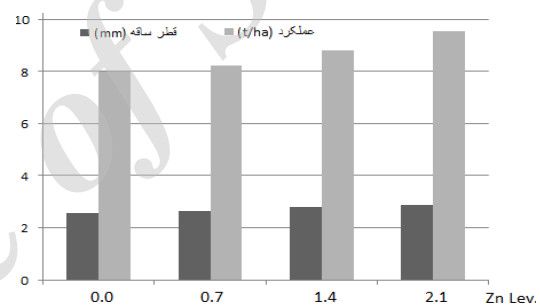
ns, * and ** , Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

STD= Stem Diameter, LAI= Leaf area index, TKW= Thousand Kernel Weight, K/R= Kernel per Row, Zn Con=Zinc concentration, B Con= Boron concentration, Seed P=Seed protein content, PYLD= Protein Yield and YLD= Grain Yield.

(۲/۱ لیتر در هکتار) در این بررسی بود. لازم به یادآوری است که عنصر روی به تنهایی باعث این همه اثربخشی روی خصوصیات کمی و کیفی دانه نیست، بلکه در حضور این عنصر، گیاه قادر خواهد بود که سایر عناصر را به آسانی جذب نماید (Prasad, 2012). در این راستا، دورنیسکو و همکاران (Dornescu *et al.*, 1992) نشان دادند مصرف عنصر روی به روش مخلول پاشی با غلظت‌های مناسب باعث افزایش عملکرد ۱۳ تا ۱۹ درصد در گندم، ۱۴ تا ۲۵ درصد در ذرت و ۳۰ تا ۵۰ درصد در آفتابگردان می‌شود. عنصر روی یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز آنزیم‌های موثر در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها بوده، در افزایش مقدار تنظیم کننده‌های رشد و کمک به متابولیسم مواد، تاثیر بر واکنش‌های انتقال الکترون در چرخه کربس، شرکت در تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی و متابولیسم مواد هیدروکربن، پروتئین، انتقال آنها و بر فرآیندهای زایشی، وزن و افزایش عملکرد و کیفیت دانه نقش مهمی دارد (Seifi Nadergholi *et al.*, 2011).

تیمار ۰/۶ کیلو گرم در هکتار مصرف کود بر در مقایسه با سایر سطوح بر مورد

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش مقدار مصرف عنصر روی، صفات قطر ساقه و عملکرد دانه افزایش یافتند. بیشترین و کمترین قطر ساقه و عملکرد دانه به تیمارهای کود روی در سطح ۲/۱ کیلوگرم در هکتار و بدون مصرف کود روی به ترتیب با (۲۸/۶۹ و ۲۵/۵۸ میلی‌متر) و (۹/۵۶۰ و ۸/۰۰ تن در هکتار) تعلق داشت (شکل ۱).



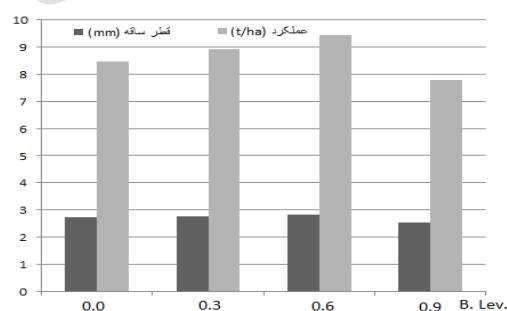
شکل ۱- اثر مقادیر مختلف کود روی (کیلوگرم در هکتار) بر صفات قطر ساقه و عملکرد دانه

با توجه به نتایج یاد شده با افزایش مقدار مصرف کود روی مخلول در مزرعه، مقدار صفات کمی و کیفی دانه ذرت افزایش نشان داد. می‌توان نتیجه گرفت که مصرف عنصر روی در مزرعه ذرت مانند عناصر پرمصرف یک ضرورت است. همچنین مشخص شد، با توجه به شرایط موجود در این آزمایش نیاز مزرعه ذرت به مخلول روی بیش از مقدار بکار رفته از بیشترین سطح مصرف روی

آمده است، کمبود و یا بیش بود عنصر بر در گیاه ذرت باعث اختلال در جذب سایر عناصر از جمله روی، آهن، مس و منیزیم می شود (Panhwar et al., 2011).

برهمکنش سطوح روی و بر روی صفات اندازه گیری شده نشان داد که تیمار مصرف ۲/۱ کود روی × مصرف ۰/۶ کیلوگرم در هکتار کود بر نسبت به سایر تیمارها برتری داشت و به ترتیب برای صفات قطر ساقه، سطح برگ، تعداد دانه در ردیف، مقدار روی و بر موجود در دانه ذرت، درصد پروتئین دانه، عملکرد پروتئین و عملکرد دانه برابر با ۲۹/۶۸ میلی متر، ۴/۵، ۴۷/۵ سانتی متر، ۳۴/۸ و ۹/۰۷ میلی گرم در کیلوگرم، ۱۱/۸۱ درصد، ۱/۲۸ تن در هکتار و ۱۰/۹۳ تن در هکتار بود. کمترین مقدار بدست آمده برای صفات یاد شده از جمله عملکرد دانه با ۷/۶ تن در هکتار به تیمار بدون مصرف کود روی × مصرف ۰/۹ کیلوگرم در هکتار کود بر تعلق گرفت (جدول ۳). با توجه به تیمارهای برهمکنش روی و بر به ویژه تیمار مصرف ۲/۱ کود روی × مصرف ۰/۶ کیلوگرم در هکتار کود بر مشاهده شد که کمبودها در گیاه ذرت بر طرف شده و عملکرد افزایش یافت. بر طبق قانون عامل محدود کننده

بررسی، روی صفات اندازه گیری شده (قطر ساقه با ۲۸/۰۹ ملی متر و عملکرد دانه با ۹/۴۳ تن در هکتار) بیشترین تاثیر را داشت. تاثیر این سطح کود بر روی عملکرد دانه ذرت نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود بر) با ۸/۴۶ تن در هکتار حدود یک تن در هکتار افزایش عملکرد نشان داد. با افزایش مصرف کود بر (۰/۹ کیلوگرم در هکتار) از مقدار صفات تحت بررسی کاسته شد. بنابراین حد بهینه مصرف بر به صورت سرک در مزارع ذرت در حدود ۰/۵ تا ۰/۶ لیتر در هکتار است (شکل ۲).



شکل ۲- اثر مقادیر مختلف کود بر (کیلوگرم در هکتار) روی صفات قطر ساقه و عملکرد دانه

نتیجه فوق با نتایج سایر محققین همخوانی دارد. ماهلر (Mahler, 2010) گزارش کرد، عنصر بر یکی از عناصر ضروری در گیاه ذرت می باشد. از طرفی غلظت بیش از نیاز آن در گیاه باعث ایجاد مسمومیت می گردد و مقدار باروری و تلقیح ذرت را کاهش می دهد. در گزارش دیگری

(Nadergholi et al., 2011 Seifi) گزارش نمودند، افزایش شاخص سطح برگ به دلیل محلول پاشی عنصر روی به علت افزایش اسید آمینه تریپتوفان و هورمون رشد ایندول استیک است که از عوامل اصلی توسعه و گسترش سطح برگ ذرت می‌باشند. همچنین در بررسی دیگری گزارش شد، شاخص سطح برگ در مزرعه‌ی ذرت با استفاده از محلول پاشی عنصر روی باعث افزایش سطح برگ و مقدار فتوسنتز خالص در گیاه ذرت شده است. این شرایط زمانی در مزرعه به-خوبی قابل نمایش بود که محلول پاشی در اوایل رشد رویشی گیاه ذرت انجام شده بود (Safyan et al., 2012).

بلاکمن و کمینه لیبیک (Gorban et al., 2011) رشد گیاه تحت تاثیر آن عنصر غذایی است که گیاه برای آن محدودیت داشته باشد، بنابراین اگر گیاهی در شرایط مطلوب رشدی از نظر یک یا چند عنصر کم مصرف در محدودیت باشد، استفاده از کودهای پرمصرف ازت، فسفر و پتاس تأثیری در افزایش عملکرد نداشته و گاهی باعث کاهش عملکرد نیز خواهد شد (Khalili Mahaleh and Roshdi, 2008). عنصرهای روی و بر از اجزای ضروری آنزیم‌هایی نظیر دهیدروژن‌آز، پروتئین‌آز، و پپتیدآز هستند که در متابولیسم کربوهیدرات، پروتئین و چربی نقش ایفا می‌کنند (Das, 2000). شعیب و سعید (Shoeib and El Sayed, 2003) گزارش نمودند، عناصر ریزمغذی مانند روی و بر نقش‌های بیولوژیکی و تعادلی مختلفی بر کیفیت و کمیت محصول ذرت دارند.

کاربرد روی برای شاخص سطح برگ تاثیر معنی‌داری داشت. در بررسی‌های سایر پژوهش‌گران نیز بر تاثیر محلول پاشی کود روی بر افزایش شاخص سطح برگ، طول دوره سبز ماندن برگ، گسترش برگ و افزایش عمل فتوسنتز ذرت تاکید شده است. در این راستا صیفی‌نادرقلی و همکاران

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در آزمایش تاثیر محلول روی و بر

Table 3- Mean comparison yield and yield components for effect of zinc and boron spray

عملکرد دانه (YLD) (t/ha)	عملکرد پروتئین PYLD (tha ⁻¹)	پروتئین دانه Seed P (%)	غلظت بر B Con (mg/kg)	غلظت روی Zn Con (mg/kg)	تعداد دانه در ردیف (K/R)	وزن هزار دانه (TKW) (gr)	شاخص سطح برگ (LAI)	قطر ساقه (STD) (mm)	تیمار (treat) (kgha ⁻¹)
7.87 g- i	0.70h- j	8/87gh	7/20 hi	24/60h	32.2g- i	264.2g- i	3.23gh	25.28e	Zn ₁ ×B ₁
8.10e-i	0.72h- j	8/92gh	10/27cd	25/3gh	35.2e- i	265.2e- i	3.37f-h	25.75e	Zn ₁ ×B ₂
8.46e- g	0.76g- i	9/06fg	11/47b	25/73g	36.8e- g	266.8e- g	3.50e-g	26.31de	Zn ₁ ×B ₃
7.60 i	0.65 j	9/56i	13/17a	21/80 i	33.1 i	263.1 i	3.13h	25.00e	Zn ₁ ×B ₄
8.10e-i	0.75g- i	9/25f	8.00gh	25/73g	35.2e- i	265.2e- h	3.33f-h	26.22de	Zn ₂ ×B ₁
8.35e- h	0.77gh	9/27f	9/47de	26/87ef	36.3e- h	266.3e- g	3.43f-h	26.69c- e	Zn ₂ ×B ₂
8.72de	0.83fg	9/50e	10/90bc	27/90e	37.9de	267.9de	3.60d-f	27.20b- e	Zn ₂ ×B ₃
7.72hi	0.68ij	8/81h	12/83a	22/40i	33.6hi	263.6hi	3.17h	25.30 e	Zn ₂ ×B ₄
8.57ef	0.87ef	10/17d	7/80g-i	27/83e	37.3ef	267.3ef	3.57d-f	28.20a- d	Zn ₃ ×B ₁
9.21cd	0.94de	10/19d	8/43fg	29/63d	40.1cd	270.1d	3.80c-e	28.54a- c	Zn ₃ ×B ₂
9.60bc	1.00cd	10/48c	10/07cd	31/13c	41.7bc	271.7bc	3.97bc	28.57ab	Zn ₃ ×B ₃
7.83g-i	0.72h- j	9/19f	11/67b	26/1fg	34.1g- i	264.1g- i	3.37f-h	25.52 e	Zn ₃ ×B ₄
9.29cd	1.05 c	11/27b	7/60g-i	31/10c	40.4cd	270.4c	3.93cd	29.20ab	Zn ₄ ×B ₁
10.00b	1.14b	11/33b	6/90 i	33/10b	43.7b	273.5b	4.17b	29.60a	Zn ₄ ×B ₂
10.93a	1.28a	11/81a	9/07 ef	34/80a	47.5a	277.5a	4.50a	29.68a	Zn ₄ ×B ₃
8.00fg- i	0.76g- i	10.48c	10.80bc	29.93 d	34.8f-i	264.8f- h	3.3f-h	25.90 e	Zn ₄ ×B ₄

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Mean in each column followed by similar letters are not significantly different 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

STD= Stem Diameter, LAI= Leaf area index, TKW= Thousand Kernel Weight, K/R= Kernel per Row, Zn Con=Zinc concentration, B Con= Boron concentration, Seed P=Seed protein content, PYLD= Protein Yield and YLD= Grain Yield.

و مصرف کود روی به مقدار ۰/۷، ۱/۴ و ۲/۱ کیلوگرم به ترتیب عبارتند از تیمار بدون مصرف Zn₁، Zn₂، Zn₃ و Zn₄ در هکتار

Zn₁، Zn₂، Zn₃ and Zn₄ include the without fertilizer and use 0.7, 1.4 and 2.1 kg per/ ha of zinc treatments.

و ۰/۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب عبارتند از بدون مصرف و مصرف کود بر در سطح ۰/۳، ۰/۶ و B₁، B₂، B₃ و B₄ در هکتار

B₁، B₂، B₃ and B₄ include the without fertilizer and use 0.3, 0.6 and 0.9 kg per/ ha of born treatments.

وزن هزار دانه، عملکرد دانه و پروتئین افزایش یافت. در همین راستا تاهیر و همکاران (Tahir *et al.*, 2009) و کانوال و همکاران (Kanwal *et al.*, 2010) گزارش نمودند، افزایش طول دانه، قطر بلال و وزن هزار دانه در تیمار مصرف مقدار بیشتر عنصر روی محصول بیشتری نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود روی) تولید نمود.

اثر سطوح مختلف مصرف کود روی بر صفت مقدار روی موجود در دانه ذرت تاثیر مثبت و معنی داری نشان داد. یعنی با افزایش مقدار مصرف روی در مزرعه، مقدار روی موجود در دانه ذرت نیز افزایش نشان داد. در گزارش سایر محققین نیز آمده است که استفاده از عناصر ریزمغذی و بویژه عنصر روی باعث افزایش مقدار روی موجود در بذر و افزایش عملکرد دانه می شود (Soleimani *et al.*, 2012).

بیشترین مقدار پروتئین و محصول دانه ذرت تولیدی به تیمارهای مصرف ۲/۱ کیلوگرم کود روی × مصرف ۰/۶ کیلوگرم در هکتار کود بر و مصرف ۲/۱ کیلوگرم در

از مزایای ذخیره‌ی عنصر روی در گیاه ذرت که در طول زمان شکل‌گیری و تشکیل دانه ذرت و حتی قبل از این مرحله به مقدار مناسب جذب گیاه شده باشد، به نوبه خود منجر افزایش جذب عنصر نیتروژن توسط ریشه ذرت در مرحله تشکیل دانه‌ی ذرت می‌گردد، این چرخه به افزایش تعداد و وزن دانه ذرت می‌انجامد و باعث افزایش عملکرد دانه ذرت در واحد سطح می‌شود (Siddiqui *et al.*, 2009).

بیشترین وزن هزار دانه به تیمارهای مصرف ۲/۱ کیلوگرم کود روی × مصرف ۰/۶ کیلوگرم در هکتار کود بر و مصرف ۲/۱ کیلوگرم در هکتار کود روی تعلق گرفت. افزایش وزن هزار دانه با افزایش طول دانه و افزایش قطر بلال همسو بود.

با مصرف عناصر روی و بر، تسهیل در امر جذب سایر عناصر توسط بوته ذرت اتفاق افتاد و پیرو آن صفات تعداد دانه در بلال و

مطلوب گیاه و افزایش عملکرد و کیفیت ذرت باید عناصر ریزمغذی و به‌ویژه روی به صورت محلول‌پاشی در مزارع ذرت استفاده شود. عناصر ریزمغذی مانند روی و بر نقش‌های بیولوژیکی مختلفی بر کیفیت و کمیت محصولات گیاهی ایفا می‌نمایند (Jaleel et al., 2009). همپنین گزارش شد، مصرف محلول روی در مزرعه ذرت باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شود (Kanwal et al., 2010).

به‌طورکلی انجام محلول‌پاشی عناصر روی و بر به مقدار لازم در دو مرحله اولیه و حساس رشد گیاه ذرت باعث رشد مناسب مزرعه ذرت می‌شود. مزرعه‌ی با رشد مناسب از ریشه‌های گسترده و عمیق برخوردار بوده و قادر به جذب بیشتر آب و عناصر غذایی و فتوسنتز بیشتر است. در این شرایط مزرعه‌ی ذرت ضمن بهره‌وری لازم از کلیه‌ی نهادهای مصرفی از توان عملکرد کمی و کیفی بالایی برخوردار است.

هکتار کود روی تعلق گرفت. لازم به یادآوری است که در این تیمارها بیشترین مقدار محلول کود روی در دو مرحله حساس رشد گیاه ذرت مصرف گردید. افزایش مقدار پروتئین و محصول دانه ذرت در شرایط مصرف کود روی تنها (۲/۱ کیلوگرم در هکتار کود روی) نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود روی) در حدود ۱۹/۵ درصد و افزایش محصول پروتئین در حدود ۳۸/۸ درصد بود. این وضعیت در تیمار مصرف ۲/۱ کود روی \times مصرف ۰/۶ کیلوگرم در هکتار کود بر برای عملکرد دانه و محصول پروتئین تولیدی به ترتیب برابر با ۴۷/۷ و ۸۲/۸ درصد بود. نتایج فوق نشان داد که هنگامی گیاه ذرت از تعادل جذب عناصر مناسبی برخوردار باشد و این جذب مناسب در حضور مصرف کود روی در مزرعه ایجاد شده است. باعث افزایش کیفیت و کمیت محصول با یک روند تصاعدی خواهد شد. این نتیجه با نتایج سایر محققین همخوانی دارد (Ghaffari et al., 2011).

خلیلی محله و رشدی (Khalili Mahaleh and Roshdi, 2008) گزارش نمود، برای رشد

می‌انجامد و باعث کاهش محصول مزرعه و عدم بهره‌وری لازم از آب و سایر نهاده‌های مصرفی می‌شود. بنابراین با توجه به نتیجه بدست آمده و افزایش عملکرد، توصیه می‌شود در مناطق ذرت‌کاری از کودهای ریز مغذی و بویژه کود محلول روی و بر در دو مرحله رشد سریع گیاه و قبل از ظهور گل تاجی استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همیاری و بذل توجه آقای مهندس کیومرث صادقی در تهیه زمین و آب جهت اجرای این آزمایش در منطقه‌ی گرمسیری سرپل ذهاب سپاسگزاری می‌شود

نتیجه‌گیری کلی

خاک‌های استان و حتی منطقه غرب کشور بیشتر از نوع آهکی با pH بالا هستند و خیلی فقیر از عناصر ریزمغذی و بویژه عنصر روی می‌باشند. این شرایط باعث شده در روند کشت محصولات مختلف کشاورزی بویژه کشت ذرت که از محصولات پرتوقع و پرمحصول می‌باشد، در مراحل مختلف رشد و نمو مزرعه اختلالات جدی در جذب عناصر رخ دهد. عدم تعادل و هماهنگی در عناصر قابل دسترس گیاه به رشد نامطلوب مزرعه

References

منابع مورد استفاده

- ✓ Anonymous. 1981-1999. Annual breeding Reports of the corn and forage crops, Seed and Plant Improvement Institute, Publication of seed Plant Improvement Institute. Pages 226.
- ✓ Babaeian, M., M. Heidari and A. Ghanbari. 2010. Effect of water stress and foliar micronutrient application on physiological characteristics and nutrient uptake in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (4): 311-391.
- ✓ Bingham, F.T. 1982. Boron. In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Am. Soc. Argon. Madison, WI. pp. 431-448.
- ✓ Dass, DK. 2000. Micronutrients: their behavior in soils and plants. Kaylan Publishers, New Delhi, India, 307 p.
- ✓ Dornescu, D., Z. Istrait and L.Tiganas. 1992. Studies on the Utilization of foliar Fertilizer by main crops. Correction Agronomic in Mod ova. 25: 1, 129-143.
- ✓ El-Badawy, M. El. M. and S.A.S. Mehasen. 2011. Multivariate analysis for yield and its components in maize under zinc and nitrogen fertilization levels. Aust. J. Basic & Appl. Sci. 5(12): 3008-3015.
- ✓ Jaleel, C.A., P. Manivanannan, A.M. Wahid, H.J. Froog, R. AL-Juburi and R. Somasundaram. 2009. Drought stress in plant: A review on morphological characterizes and pigments composition. Int. J. Agric. Biol. 11: 100-105.
- ✓ Ghaffari, A., A. Ali, M. Tahir, M. W aseem, M. Ayub, A. Iqbal and A.U. Mohsin. 2011. Influence of integrated nutrients on growth, yield and quality of maize (*Zea mays* L.). Am. J. Plant Sci. 2: 63 -69.
- ✓ Gorban, A.N., L.I. Pokidysheva, E.V. Smirnova and T.A. Tyukina. 2011 [Law of the Minimum Paradoxes](#), Bull Math Biol 73(9): 2013-2044.
- ✓ Gunes, A., A. Inal, M. Alpaslan, F. Eraslan, EG. Bagci and N. Cicek. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. Plant Physiol. 164:728–736.
- ✓ Harris, D., D. Rashid, G. Miraj, M. Arif and H. Shah. 2007. ‘On-farm’ seed priming with zinc sulphate solution – a cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. Field Crops Research. 102: 119-127.
- ✓ Kanwal, S., Rahmatullah, A.M. Ranjha and R. Ahmad. 2010. Zinc partitioning in maize grain after soil fertilization with zinc sulfate. Int. J. Agric. Biol. 12: 299-302.
- ✓ Kenkel, J. 1994. Analytical Chemistry for Technicians, 2nd ed.; Lewis: Boca Raton, FL, pp 289–297.
- ✓ Khalil Mahaleh, J. and M. Roshdi. 2008. Effect of low -used elements spraying on qualitative and quantitative properties of silo corn 704 in Khoy, Seed and Plant, 24, pp. 281-293.
- ✓ Mahler, RL. 2010. Boron in Idaho agricultural experiment station. From <http://www.cals.uidaho.edu/edcomm/pdf/CIS/CIS1085.pdf>. Accessed on 22/6/2011.

- ✓ Malakoui, M.J., B. Keshavarz and N. Karimian. 2009. A comprehensive approach towards identification of nutrient deficiencies and optimal fertilization for sustainable agriculture. Tarbiat Modarres University Publ.755.
- ✓ Malvar, R.A., P. Revilla, J. Moreno-González, A. Butron, J. Sotelo and A. Ordóñez. 2008. of Quality and Agronomic Performance. *Crop Sci.*, 48(4): 1373-1381.
- ✓ Panhwar, Q. A., O. Radziah, Y.M. Khanif and U.A. Naher. 2011. Application of boron and zinc in the tropical soils and its effect on maize (*Zea mays* L.) growth and soil microbial environment *Australian Journal of Crop Sciences*. 5(12):1649-1654.
- ✓ Prasad, R. 2012. Micro mineral nutrient deficiencies in humans, animals and plants and their amelioration. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India*. 82: 225-233.
- ✓ Safyan, N., M.R. Naderidarbaghshahi and B. Bahari. 2012. The effect of microelements spraying on growth, qualitative and quantitative grain corn in Iran. *Int. R. J. Appl. Basic Sci.* 3(S): 2780-2784
- ✓ Saleem, M., Y. M. Khanif, F. Ishak, A.W. Samsuri and B. Hafeez. 2011. Importance of Boron for Agriculture Productivity: A Review. *Int Res J Agric Sci Soil Sci*. 1(8):293-300.
- ✓ Seifi-Nadergholi, M., M. Yarnia and K.F. Rahimzade. 2011. Effect of zinc and manganese and their application method on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Middle-East J. Sci. Res.* 8(5): 859-865.
- ✓ Siddiqui, M.H., F.C. Oad, M. K. Abbasi and A.W. Gandahi. 2009. Zinc and boron fertility to optimize physiological parameters, nutrient uptake and seed yield of sunflower. *Sarhad J.Agric.*25(1): 53-57
- ✓ Shoeib, M. M. and A. El Sayed. 2003. Response of "Thompson Seedless" grape vines to the spray of some nutrients and citric acid. *Minia J. Agric. Res. Dev.* 23 (4): 681-698.
- ✓ Soleimani, R. 2012. Cumulative and residual effects of zinc sulfate on grain yield, zinc, iron, and copper concentration in corn and wheat, *J. Plant Nutr.* 35(1): 85-92.
- ✓ Tahir, M., N. Fiaz, M.A. Nadeem, F. Khalid and M. Ali. 2009. Effect of different chelated zinc sources on the growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Soil Environ.* 28:179 -183.
- ✓ Tariq, M. and A. Rafiullah. 2008. Boron-manganese interactions on the availability of each to maize crop. *Ann Agrarian Sci*: 6(2):28-32.
- ✓ Wei, X., M. Hao, M. Shao and W.J. Gale. 2006. Changes in soil properties and the availability of soil micronutrients after 18 years of cropping and fertilization. *Soil Tillage Research*. 91: 120-130.
- ✓ Watson, D.J. 1952. The physiological basis of varieties in yield. *Adv Agron.*, 4:101-145.