تاثیر محلول‌پاشی روی و بر روی خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای (KSC 704)

کیانوش صفری[۱]، فرهاد صادقی[۲] و احمد قنبری[۳]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی کود روی و بر روی خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای، آزمایشی با دو عامل به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در منطقه سرپل‌ذهاب انجام شد. عامل اول عنصر روی در چهار سطح (صفر، ۰/۷، ۱/٤ و ۲/۱ کیلوگرم در هکتار) و عامل دوم عنصر بر در چهار سطح (صفر، ۰/۳، ۰/٦ 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 کیلو گرم در هکتار و بدون مصرف کود روی به‌ترتیب با ۹/٥٦۰ و ۸ تن در هکتار تعلق داشت. تیمار کود بر در سطح ۰/٦ کیلوگرم در هکتار روی صفات قطر ساقه با ۲۸/۹ میلی‌متر، سطح برگ با ۳/۸۹، عمق دانه با ۱۱/٦۷ میلی‌متر، تعداد دانه در ردیف با ٤۱ دانه و عملکرد دانه با ۹/٤۳ تن در هکتار بیشترین تاثیر را نشان داد. برهمکنش کود روی و بر نشان داد، که تیمار مصرف ۲/۱ کود روی × مصرف ۰/٦ 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

[۳] - گروه زراعت، زابل، دانشگاه دانشکده کشاورزی، زابل- ایران.

مقدمه

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 کشت‌وکار 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. دراین 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).

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; Jaleel *et al*., 2009). 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 و تنظیم روزنه و کلروفیل، افزایش فعالیت کربوکسیلاز اینول پیروات و کربوکسیلاز بی-فسفات و کاهش غلظت و تجمع سدیم در

بافت گیاهی است. در شرایط مصرف مناسب عنصر روی کارآیی 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 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 کربوهیدارت‌ها، سنتز اسیدهای نوکلئیک و رشد دانه گرده 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 به‌هم 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

شد اثر سطوح مختلف عناصر روی و بر روی خواص کمی و کیفی محصول دانه‌ی ذرت به صورت دقیق بررسی شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شرایط کشت دوم بعد از برداشت گندم در منطقه‌ی سراب‌گرم واقع در مزرعه مرکز آموزش کشاورزی شهرستان سرپل‌ذهاب با طول جغرافیایی ٤٥ دقیقه و ٥٢ درجه، عرض جغرافیایی ٣٤ درجه و ٣٤ دقیقه و ارتفاع ٥٥٠ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس نتایج آزمون خاک، زمین مورد آزمایش با کمبود عناصر ریزمغذی روی و بر مواجه بود (جدول١).

جدول ١- 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 (Fe)	پتاسیم (K)	فسفر (P)
				میلی‌گرم 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 جدول١ 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

به منظور بررسی تأثیر دوبار محلول پاشی عناصر روی و بر (در مرحله٨-٧ برگی و قبل از ظهور گل‌تاجی) روی خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای رقم KSC 704، آزمایشی با دو عامل به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اول عنصر روی در چهار سطح (صفر، ٠/٧، ١/٤ و ٢/١ کیلوگرم در هکتار) و

عامل دوم عنصر بر نیز در چهار سطح (صفر، ۰/۳، ۰/٦ 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 به‌ترتیب برابر ۱۵۰، ۵۰ و ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار بودند. کود اوره به‌صورت تقسیط در سه مرحله رشد و نمو مزرعه (آبیاری اول، مرحله ۷ تا ۸ برگی و یک هفته قبل از مرحله‌ی ظهور گل‌تاجی) استفاده شد. به‌منظور مهار علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ، ١٤ روز قبل از کاشت علف‌کش ارادیکان (EPTC) به مقدار ٦/٥ لیتر در هکتار با خاک به‌وسیله دیسک سبک مخلوط شد. مشخصات هر کرت شامل، شش ردیف کاشت ذرت با فاصله ۷۵ سانتیمتر و فاصله بوته روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر (تراکم ٧٤ هزار بوته در هکتار) به طول ٦/٥ متر بود. عملیات آبیاری اول به‌صورت جوی پشته‌ای (نشتی) پس ازکاشت در ۱۲ تیرماه صورت گرفت. در مرحله ٥-٤ 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 ازطریق انتخاب ۱۰ بوته تصادفی با برداشت تصادفی از خطوط وسط هرکرت آزمایشی انجام شد. برای محاسبه شاخص سطح سنج برگ از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (leaf area meter) مدل CI202 ساخت CID کشورآمریکا در فاصله زمانی ۳۰ تا ۱۰۵ روز پس از کشت، در شش مرحله با فاصله زمانی ۱۵ روزه اندازه گیری 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

کناری و حاشیه برداشت شد (Anonymous. 1981-1999). اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه بر اساس روش کجلدال (Kenkel, 1994) و غلظت عناصر غذایی روی و بر به‌ترتیب به روش جذب اتمی شعله‌ای یا فلیم‌فتومتری با دستگاه Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) مدل Analyst 700 و روش آزومتین-اچ اندازگیری 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.

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 پروتیئن دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و برای صفت شاخص سطح برگ، غلظت روی در دانه و درصد پروتئین دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۲).

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

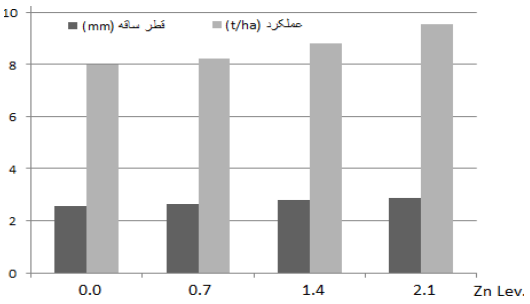
منبع تغییر ANOVA	درجه آزادی (d.f.)	*قطرساقه* (STD)	سطح برگ (LAI)	وزن هزار دانه (TKW)	تعداد دانه در ردیف (K/R)	غلظت روی (ZnCon)	غلظت بر (BCon)	پروتیین دانه (Seed P)	عملکرد پروتئین (PYLD)	عملکرددانه (YLD)
بلوک Replication	2	0.88 ns	0.01 ns	0.03ns	0.02 ns	0.001ns	0.02 ns	0.2 ns	0.16 ns	0.001 ns
کود روی Zinc Fer.	3	32.44**	1.03**	110.1**	122.1**	0.28**	10.62**	9.24**	146.24**	5.00**
کود بر Boron Fer.	3	16.3**	0.93**	105.1**	102.1**	0.15**	3.25**	45.47**	51.88**	5.82**
روی × بر Zn×Boron	9	1.42 ns	0.08*	9.50**	9.54**	0.02*	0.41*	1.42**	0.93*	0.5ns
خطا Error	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 غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ می‌باشند

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.

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 به‌ترتیب با (۲۸/٦۹ و ۲۵/۵۸ میلیی‌متر) و (۹/۵٦۰ و ۸/۰۰ تن در هکتار) تعلق داشت (شکل ۱).

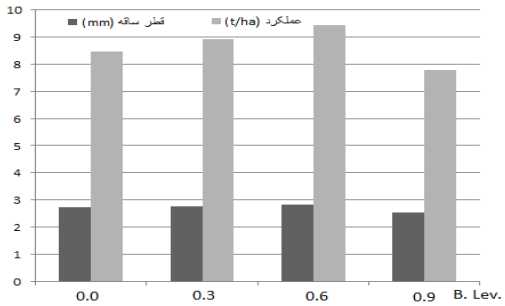


شکل ۱- اثر مقادیر مختلف کود روی (کیلوگرم در هکتار) بر صفات قطر ساقه و عملکرد دانه

با توجه به نتایج یاد شده با افزایش مقدار مصرف کود روی محلول 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 محلول روی بیش از مقدار بکار رفته از بیشترین سطح مصرف روی (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 محلول‌پاشی با غلظت‌های مناسب باعث افزایش عملکرد ۱۳ تا ۱۹ درصد در گندم،۱٤تا ۲۵ درصد درذرت و۳۰ تا۵۰ 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 ۰/٦ کیلو گرم در هکتار مصرف کود بر در مقایسه با سایر سطوح بر مورد

بررسی، روی صفات اندازه‌گیری شده (قطر ساقه با ۲۸/۰۹ ملی‌متر و عملکرد دانه با ۹/٤۳ 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 ۸/٤٦ 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 ۰/٦ 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 می‌باشد. از طرفی غلظت بیش از نیاز آن در گیاه باعث ایجاد مسمومیت می‌گردد و مقدار باروری و تلقیح ذرت را کاهش می‌دهد. در گزارش دیگری آمده است، کمبود و یا بیش‌بود عنصر بر در گیاه ذرت باعث اختلال در جذب سایر عناصر از جمله روی، آهن، مس ومنیزیم می‌شود (Panhwar *et al*., 2011).

برهمکنش سطوح روی و بر روی صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که تیمار مصرف ۲/۱ کود روی × مصرف ۰/٦ کیلوگرم در هکتار کود بر **نسبت به سایر تیمارها** برتری داشت و به‌ترتیب برای صفات قطر ساقه، سطح برگ، تعداد دانه در ردیف، مقدارروی و بر موجود در دانه ذرت، درصد پروتئین دانه، عملکرد پروتئین و عملکرد دانه برابر با ۲۹/٦۸ میلی‌متر، ٤/۵، ٤۷/۵ سانتی‌متر، ۳٤/۸ و ۹/۰۷ میلی‌گرم 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 ۷/٦ تن در هکتار به تیمار بدون مصرف کود روی × مصرف ۰/۹ کیلوگرم در هکتار کود بر تعلق گرفت (جدول۳). با توجه به تیمارهای برهمکنش روی و بر به‌ویژه تیمار مصرف ۲/۱ کود روی × مصرف ۰/٦ 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

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 کم‌مصرف 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 محلول‌پاشی 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 (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 محلول‌پاشی عنصر روی باعث افزایش سطح برگ و مقدار فتوسنتز خالص در گیاه ذرت شده است. این شرایط زمانی در مزرعه به‌خوبی قابل نمایش بود که محلول پاشی در اوایل رشد رویشی گیاه ذرت انجام شده بود (Safyan *et al*., 2012).

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})	پروتیین 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)	قطرساقه (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	$Zn_1 \times B_1$
8.10e-i	0.72h-j	8/92gh	10/27cd	25/3gh	35.2e-i	265.2e-i	3.37f-h	25.75e	$Zn_1 \times B_2$
8.46e-g	0.76g-i	9/06fg	11/47b	25/73g	36.8e-g	266.8e-g	3.50e-g	26.31de	$Zn_1 \times B_3$
7.60 i	0.65 j	9/56i	13/17a	21/80 i	33.1 i	263.1 i	3.13h	25.00e	$Zn_1 \times B_4$
8.10e-i	0.75g-i	9/25f	8.00gh	25/73g	35.2e-i	265.2e-h	3.33f-h	26.22de	$Zn_2 \times B_1$
8.35e-h	0.77gh	9/27f	9/47de	26/87ef	36.3e-h	266.3e-g	3.43f-h	26.69c-e	$Zn_2 \times B_2$
8.72de	0.83fg	9/50e	10/90bc	27/90e	37.9de	267.9de	3.60d-f	27.20b-e	$Zn_2 \times B_3$
7.72hi	0.68ij	8/81h	12/83a	22/40i	33.6hi	263.6hi	3.17h	25.30 e	$Zn_2 \times B_4$
8.57ef	0.87ef	10/17d	7/80g-i	27/83e	37.3ef	267.3ef	3.57d-f	28.20a-d	$Zn_3 \times B_1$
9.21cd	0.94de	10/19d	8/43fg	29/63d	40.1cd	270.1d	3.80c-e	28.54a-c	$Zn_3 \times B_2$
9.60bc	1.00cd	10/48c	10/07cd	31/13c	41.7bc	271.7bc	3.97bc	28.57ab	$Zn_3 \times B_3$
7.83g-i	0.72h-j	9/19f	11/67b	26/1fg	34.1g-i	264.1g-i	3.37f-h	25.52 e	$Zn_3 \times B_4$
9.29cd	1.05 c	11/27b	7/60g-i	31/10c	40.4cd	270.4c	3.93cd	29.20ab	$Zn_4 \times B_1$
10.00b	1.14b	11/33b	6/90 i	33/10b	43.7b	273.5b	4.17b	29.60a	$Zn_4 \times B_2$
10.93a	1.28a	11/81a	9/07 ef	34/80a	47.5a	277.5a	4.50a	29.68a	$Zn_4 \times B_3$
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	$Zn_4 \times B_4$

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 Dancan'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.

Zn_1، Zn_2، Zn_3 و Zn_4 به‌ترتیب عبارتند از تیمار بدون مصرف کود روی و مصرف کود روی به مقدار ۰/۷، ۱/۴ و ۲/۱ کیلوگرم در هکتار

Zn_1, Zn_2, Zn_3 and Zn_4 include the without fertilizer and use 0.7, 1.4 and 2.1 kg per/ ha of zinc treatments.

B_1، B_2 ، B_3 و B_4 به‌ترتیب عبارتند از بدون مصرف و مصرف کود بر در سطح ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ کیلوگرم در هکتار

B_1, B_2, B_3 and Bn_4 include the without fertilizer and use 0.3, 0.6 and 0.9 kg per/ ha of born treatments.

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 ۰/٦ 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 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 معنی‌داری 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 می‌شود (Soleimani *et al*., 2012).

بیشترین مقدار پروتئین و محصول دانه ذرت تولیدی به تیمارهای مصرف ۲/۱ کیلوگرم کود روی × مصرف ۰/٦ کیلوگرم در هکتار کود بر و مصرف ۲/۱ کیلوگرم در

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 × مصرف ۰/٦ کیلوگرم در هکتار کود بر برای عملکرد دانه و محصول پروتئین تولیدی به ترتیب برابر با ٤۷/۷ 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 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.

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 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

بدین‌وسیله از همیاری و بذل توجه آقای مهندس کیومرث صادقی در تهیه زمین و آب جهت اجرای این آزمایش در منطقه‌ی گرمسیری سرپل‌ذهاب سپاسگزاری می‌شود

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 comprehensi ve approach towards identification of nutrient deficiencies and optimal fertilization for sustainable agriculture. Tarbiat Modarres University Publ.755.
- ✓ Malvar, R.A., P. Revilla, J. Moreno-Gonzلlez, A. Butron, J. Sotelo and A. Ordls. 2008. of Quality and Agronomic Performance. Crop Sci., 48(4): 1373-1381.
- ✓ Panhwar, Q .A., O. Radziah, YM. Khanif and UA. 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 y of each to maize crop. Ann Agrarian Sci: 6(2):28-32.
- ✓ Wei, X., M. Hao, M. Shao and WJ. 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.