مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۷ ، شماره ۲، سال ۱۳۹۰

اثر مصرف کودهای نیتروژن و روی بر میزان کلروفیل و میزان روی برگ، عملکرد و ترکیب عناصر دانه دو هیبرید ذرت (*Zea mays* L.)

Effect of Nitrogen and Zinc Fertilizers on Leaf Zinc and Chlorophyll Contents, Grain Yield and Chemical Composition of Two Maize (*Zea mays* L.) Hybrids

لیلا شافع[۱]، مهری صفاری[۲]، یحیی امام[۳] و قاسم محمدی‌نژاد[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان
۲ و ۴- استادیار، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان
۳- استاد، دانشگاه شیراز، شیراز

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۵

چکیده

شافع، ل.، صفاری، م.، امام، ی.، و محمدی‌نژاد، ق. ۱۳۹۰. اثر مصرف کودهای نیتروژن و روی بر میزان کلروفیل و میزان روی برگ، عملکرد و ترکیب عناصر دانه دو هیبرید ذرت (*Zea mays* L.). **مجله به زراعی نهال و بذر ۲- ۲۷ (۲):** ۲۴۶-۲۳۵

این پژوهش به منظور بررسی برهمکنش دو عنصر نیتروژن و روی بر عملکرد و محتوی کلروفیل و روی در برگ، میزان آهن و روی در دانه دو هیبرید ذرت سینگل کراس ۵۴۰ و ۷۰۴ در شرایط مزرعه به صورت فاکتوریل اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال ۱۳۸۷ و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، منطقه باجگاه، در استان فارس اجرا شد. در این طرح سه سطح کود نیتروژن‌دار (اوره) به مقدار ۱۲۰، ۲۶۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و سه سطح کود روی (سولفات روی)، به مقدار ۰ ، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. مقادیر کودی به روش خاک مصرف به زمین داده شدند. برای تعیین محتوی کلروفیل برگ در مزرعه از دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD) استفاده گردید. اندازه‌گیری میزان آهن و روی در دانه و میزان روی در برگ ذرت، پس از مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها با دستگاه جذب اتمی صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بر همکنش کود نیتروژن وکود روی بر رشد و ترکیب شیمیایی دانه ذرت، کلروفیل برگ و عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود و مصرف کود روی منجر به افزایش جذب نیتروژن شد. نتایج این پژوهش، نشان داد که استفاده از ترکیب مقادیر متناسب کودهای حاوی نیتروژن و روی می‌تواند در بهبود کیفیت و افزایش عملکرد دانه ذرت در شرایط مشابه این تحقیق موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، روی، کلروفیل، آهن و عدد کلروفیل‌متر.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Leila.shafea@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) پس از گندم و برنج مهم‌ترین منبع تامین غذا برای جمعیت در حال افزایش جهان می‌باشد. ذرت به دلیل قابلیت‌هایی مانند قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، مقاومت نسبی به خشکی و عملکرد زیاد، در بسیاری از کشورها به طور گسترده کشت می‌شود. (Emam, 2007). همچنین ذرت گیاهی با رشد سریع است که به مواد آلی نیز به مقدار زیاد نیاز دارد (Malakouti *et al.*, 1974).

نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی پر مصرف می‌باشد که در ساختمان مولکول‌های پروتئینی گوناگون، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک وسیتوکروم‌ها نقش دارد (Hassegawa *et al.*, 2008). نیتروژن علاوه بر ایفاء نقش در تشکیل پروتئین‌ها، یک جزء لازم مولکول کلروفیل هم هست. عرضه کافی نیتروژن با رشد رویشی زیاد و رنگ سبز تیره ارتباط دارد. در شرایط کمبود نیتروژن، رشد بوته در ذرت متوقف و رنگ برگ‌ها زرد می‌شود (Malakouti *et al.*, 1974). کمبود نیتروژن عملکرد دانه ذرت را نیز از طریق کاهش تعداد و وزن دانه‌ها تحت تاثیر قرار می‌دهد. اولین نشانه کمبود نیتروژن به صورت زرد شدن برگ‌ها یا رنگ پریدگی (کلروز)، به ویژه در برگ‌های پیر پایین گیاه مشاهده می‌شود. در شرایط کمبود شدید نیتروژن، این گونه برگ‌ها به طور کامل زرد و سپس از گیاه جدا می‌شوند. برگ‌های جوان‌تر در ابتدا علائم کمبود نشان نداده، زیرا نیتروژن از برگ‌های پیرتر به طرف آن‌ها منتقل می‌شود. کمبود نیتروژن در گیاه می‌تواند منجر به باریک شدن و اغلب چوبی شدن ساقه شود. این چوبی شدن ممکن است ناشی از ساخت بیش از حد کربوهیدرات‌ها باشد. زیرا این مواد دیگر نمی‌توانند در ساخت اسیدهای آمینه یا سایر ترکیبات نیتروژن مورد استفاده قرار گیرند (Kafee *et al.*, 2002).

روی عنصر کم مصرف بسیار مهمی است که وجود آن برای فعالیت‌های متابولیکی در گیاهان ضروری است (Hassegawa *et al.*, 2008). عنصرروی (Zn) نقش مهمی در تنظیم میزان باز بودن روزنه‌ها دارد، به این دلیل که این عنصر در نگهداری عنصر پتاسیم در سلول‌های محافظ روزنه نقش دارد. کاهش فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز نیز به دلیل کمبود روی می‌تواند منجر به کاهش میزان فتوسنتز خالص شود (Welch, 1995). این عنصر در بیوسنتز کلروفیل نیز مورد نیاز است و در سنتز تریپتوفان که یک پیش ماده سنتز اکسین است نقش دارد (Salardini and Mojtahedi, 1978). اولین علائم احتمالی کمبود روی، کاهش زیاد در سطوح RNA و مقدار ریبوزوم سلول‌هاست. این کاهش در ساخته شدن RNA، منجر به جلوگیری از تشکیل پروتئین می‌شود در صورتی که مقدار گلوکز، نیتروژن غیرپروتئینی و DNA

Archive of SID

www.SID.ir

نسبتاً افزایش می‌یابد. روی برای ساخته شدن تریپتوفان هم ضروری است، این آمینواسید پیش ماده لازم برای ساخت اسید ایندول استیک است. بنابراین ساخته شدن این هورمون به طور غیرمستقیم تحت تاثیر عنصر روی خواهد بود. روی در متابولیسم نیتروژن در گیاه نیزمشارکت دارد (Salardini and Mojtahedi, 1978). در گیاهی مانند ذرت، کلروز بین رگبرگی و در پی آن لکه‌های سفیدرنگ نکروزه در برگ‌های مسن‌تر به وجود می‌آید. این کلروز ممکن است دلیلی بر نیاز گیاه به روی، جهت بیوسنتز کلروفیل باشد (Kafee *et al.*, 2002).

گزارش شده است که استفاده از حدود دو تا سه کیلوگرم در هکتار سولفات روی ($ZnSo_4$) به صورت نواری می‌تواند کمبود روی برای محصول ذرت را به راحتی رفع نماید (Lioyd and Howe, 2001) به علاوه در آزمایش دیگری مشاهده شد که کاربرد نواری کود روی در کنار بذرهای ذرت موثرتر از کاربرد پاشش کود روی می‌باشد و در نتیجه تفاوت زیادی بین عملکرد دانه از این دو روش کاربرد کود مشاهده شد(Swaider, 2006). با کاربرد روی علاوه بر بالا رفتن عملکرد، غلظت روی و پروتئین در دانه و اندام هوایی افزایش یافته و باعث کیفیت بهتر محصول می‌شود (Bayvordi, 2006).

در گیاهان سبز، اغلب میان سطح آهن و مقدار کلروفیل همبستگی مناسبی وجود دارد و گیاهانی که به خوبی ازآهن برخوردارند دارای کلروفیل بیشتری هستند.آهن بر میزان کاتالاز و پراکسیداز نیز اثر دارد. در اثر کمبود آهن، پروتئین گیاه کاهش و همزمان با آن مقدار ترکیبات نیتروژن آلی قابل حل افزایش می‌یابد (Salardini and Mojtahedi, 1978). همچنین بین آهن و روی در محیط ریشه رقابت وجود داشته و با افزایش میزان روی، از جذب آهن جلوگیری می‌گردد (Bayvordi, 2006).

در پژوهش‌های متعددی نقش هر یک از عناصر نیتروژن و یا روی بر گیاهان زراعی و همچنین برهمکنش بین این دو عنصر گزارش شده است. نیتروژن می‌تواند قابلیت استفاده روی را از دو راه ممکن متاثر کند؛ با افزایش تشکیل پروتئین بعد از افزودن کود نیتروژن که می‌تواند منجر به نگهداری روی در ریشه‌ها به صورت کمپلکس روی پروتئین و انتقال در اطراف گیاه شود. همچنین کودهای نیتروژنه‌اسیدی مانند نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم می‌توانند منجر به کاهش pH خاک و افزایش قابلیت استفاده روی گردند (Bayvordi, 2006).

بر اساس گزارش کریمیان (Karimian, 1995) مصرف نیتروژن، غلظت و جذب روی را در گیاه ذرت را افزایش داد. از سوی دیگر اولسن (Olsen *et al.*, 1997) آثار متقابل نیتروژن و روی را پیچیده و تا حدودی مبهم گزارش نموده و تاثیر نیتروژن بر کاهش جذب روی را به دلیل اثر رقت و یا تجمع روی به صورت کمپلکس‌های پروتئینی در ریشه و افزایش جذب روی توسط گیاهان در اثر کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

نیتروژن را مربوط به کاهش pH خاک دانسته‌اند. پژوهش دیگری نشان داد که به کارگیری ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، مقدار نیتروژن در ساقه و ریشه گندم را کاهش داد (Olsen *et al.*, 1997). به کارگیری نیتروژن در مقادیر کم، بر میزان روی بی‌تاثیر ولی در مقادیر زیاد آن را افزایش داد (Verma *et al.*, 2000). با این وجود در گیاه کنجد، به کار بردن عنصر روی به دو روش تغذیه برگی و اضافه کردن به خاک، موجب افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، شاخص برداشت، اجزای عملکرد و به ویژه عملکرد دانه گردید (Saeedi, 2008).

هدف از این پژوهش بررسی اثر کود نیتروژن و کود روی بر محتوی کلروفیل برگ، عملکرد و ترکیب شیمیایی دانه دو هیبرید ذرت KSC704 و KSC540 در شرایط مزرعه بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در منطقه باجگاه در استان فارس اجرا شد. مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. در این آزمایش سه سطح کود نیتروژن‌دار (اوره) به مقدار ۱۲۰، ۲۶۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و سه سطح روی (سولفات روی) به مقدار ۰، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار بصورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی و دو هیبرید KSC704 و KSC540 در کرت‌های اصلی قرا گرفتند. بذرهای یکنواخت هیبریدهای ذرت سینگل کراس ۵۴۰ و ۷۰۴ با تراکم یکسان ۶۶۰۰۰ بوته در هکتار و با دست در عمق ۵-۳ سانتی‌متری روی پشته‌هایی که به فاصله ۷۵ سانتی‌متری از هم قرار داشتند، کاشته شدند. ابعاد کرت‌ها ۵ × ۳ متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. مراقبت‌های زراعی شامل آبیاری و وجین علف‌های هرز و غیره در طول فصل رشد انجام گردید.

عملکرد دانه از سطحی معادل دو مترمربع از دو ردیف میانی هر کرت و با حذف حاشیه برداشت شد و بر مبنای ۱۴ درصد رطوبت تعدیل شد.

میزان کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD) با نمونه‌های غیرتخریبی و در دو مرحله بر روی سطح برگها و در مرحله‌ای که برگها کاملاً رشد کرده بودند، در سطح مزرعه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان آهن و روی در دانه‌ها و میزان روی در برگ‌های ذرت پس از مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها با دستگاه جذب اتمی در مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی کرمان صورت گرفت. برای این منظور ۰/۲۵ گرم از بافت گیاهی خشک را در ۱۰ میلی‌لیتر نیتریک اسید (HNO_3) غلیظ (d= ۱/۴) به مدت ۲۴ ساعت قرار داده تا

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- خصوصیات خاک محل آزمایش
Table 1. Soil properties of experimental site

Soil texture	بافت خاک	لومی رسی Clay loam
Organic matter (%)	ماده آلی(درصد)	1.40
pH	اسیدیته	7.40
E.C ($dS.m^{-1}$)	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	0.43
Tolal Nitrogen (%)	نیتروژن کل(درصد)	0.11
Potassium ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم(میلی‌گرم در کیلوگرم)	264.00
Phosphorous ($mg.kg^{-1}$)	فسفر(میلی‌گرم در کیلوگرم)	23.70
Zinc ($mg.kg^{-1}$)	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	4.80

نمونه‌ها به خوبی در اسید حل شدند. بعد از این مدت محصول حاصل را گرم کرده تا بخارات اسیدی از محلول خارج شد. سپس حجم محلول را به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و از کاغذ صافی عبور داده شد. در نهایت از این محلول به دست آمده جهت تزریق به دستگاه جذب اتمی(SAA) استفاده شد.

نرم‌افزارهای SAS و SPSS برای تجزیه واریانس داده‌ها استفاده شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند. برای رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد نیتروژن بر میزان کلروفیل اثر معنی‌دار ($P < 0.05$) داشت (جدول ۲). پروتئین‌ها و کوآنزیم‌های با کلروفیل در کلروپلاست بدون حضور نیتروژن یا کمبود آن، قادر به سنتز نبوده و فعالیت‌های فتوسنتز و کلروفیل متوقف می‌گردد و این از علائم کمبود نیتروژن است. نیتروژن به عنوان یک عنصر کلیدی در ساختمان بسیاری از ترکیبات موجود در سلول‌های گیاهی مطرح است. میزان نیتروژن مورد نیاز گیاه تا حدود زیادی به گونه گیاه و شرایط موجود در خاک بستگی دارد (Salardini and Mojtahedi, 1978). علاوه بر آن، اثر متقابل نیتروژن × روی نیز بر میزان کلروفیل اثر معنی‌دار ($P < 0.05$) بود (جدول ۲). سطح دوم روی (۱۵ کیلوگرم در هکتار) سولفات روی در ترکیب با سطح دوم نیتروژن (۲۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره) بالاترین میزان کلروفیل را نشان داد (جدول ۲ و ۳).

نیتروژن در گیاه تحرک زیادی دارد. برگ‌های جوان‌تر و اندام‌های در حال نمو مانند میوه و دانه که نیاز شدید به ذخیره جاری دارند ممکن است نیتروژن برگ‌های پیرتر یا پائین‌تر را به سوی خود بکشند، نتیجه این برگشت

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس برای میزان کلروفیل، آهن و روی و عملکرد دانه

Table 2. Summary of analysis of variance for chlorophyll, iron and zinc contents and grain yield

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain Yield	آهن دانه Grain iron	روی دانه Grain zinc	روی برگ Leaf zinc	عدد کلروفیل متر SPAD value
Replication	تکرار	2	4.26^{ns}	0.00004^{ns}	0.0000001^{ns}	0.00618^{ns}	48.12*
Nitrogen (N)	نیتروژن	2	19.90^{ns}	0.00066*	0.0000121^{ns}	0.00405^{ns}	45.51*
Zinc (Zn)	روی	2	1.96^{ns}	0.00100**	0.0000043^{ns}	0.00782^{ns}	5.35^{ns}
N × Zn	نیتروژن × روی	4	26.09*	0.00171**	0.0000146*	0.04883*	25.26*
Error (a)	خطا (الف)	16	7.01^{ns}	0.00003^{ns}	0.0000724^{ns}	0.00730^{ns}	8.92^{ns}
Cultivar (C)	رقم	1	62.98*	0.00235**	0.0001246**	0.00002^{ns}	40.73^{ns}
C × N	رقم× نیتروژن	2	18.81^{ns}	0.00096**	0.0000671*	0.02637^{ns}	3.80^{ns}
C × Zn	رقم × روی	2	8.78^{ns}	0.00089**	0.0000152^{ns}	0.06059^{ns}	14.13^{ns}
C × Zn × N	رقم × روی × نیتروژن	4	27.41^{ns}	0.00183**	0.0000236^{ns}	0.04040	6.63^{ns}
Error (b)	خطا (ب)	18	12.52	0.00005	0.00001	0.011	9.52
C.V.%	ضریب تغییرات		23.87	27.33	18.25	38.83	6.04

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.
ns: Non- significant.

ns: غیر معنی‌دار.

جدول ۳- اثر متقابل نیتروژن × روی برای میزان کلروفیل، آهن، روی و عملکرد دانه

Table 3. Interaction effect of nitrogen × zinc for chlorophyll, iron, zinc contents and grain yield

تیمار Treatment		عملکرد دانه Grain yield (tha^{-1})	روی دانه Grain zinc ($mggdw^{-1}$)	روی برگ Leaf zinc ($mgg^{-1}dw$)	آهن دانه Grain iron ($mgg^{-1}dw$)	عدد کلروفیل‌متر SPAD value
N1	Z_1	13.94ab	0.19ab	0.33ab	0.02c	49.90a
	Z_2	15.51ab	0.20ab	0.49a	0.04b	51.07a
	Z_3	11.57b	0.19ab	0.12c	0.02c	46.25b
N2	Z_1	14.48ab	0.17ab	0.20bc	0.02c	52.94a
	Z_2	15.22ab	0.17ab	0.21bc	0.02c	53.39a
	Z_3	18.62a	0.22a	0.32abc	0.02c	51.12a
N3	Z_1	15.79ab	0.17ab	0.32ab	0.06a	50.41a
	Z_2	14.04ab	0.20ab	0.26bc	0.01c	51.83a
	Z_3	13.48b	0.15b	0.23bc	0.01c	51.63a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

.Means, in each column, followed by at least one letter in commun are not significantly different at the 5% probability level- Using Dancan ś Multiple Range Test.

(توزیع مجدد)، زرد شدن و مرگ برگ‌های پیرتر گیاه می‌باشد. به همین دلیل کمبود نیتروژن ابتدا در برگ‌های پیرتر دیده می‌شود. علاوه بر آن کمبود نیتروژن مانع فرآیندهای رشد گردیده و باعث کوتاه ماندن، زرد شدن و کاهش عملکرد ماده خشک می‌شود (Bayvordi, 2006). بهترین راه تامین نیتروژن خاک، افزودن مواد آلی به آن است، ولی در سال‌های اخیر استفاده از کودهای شیمیایی به خاطر سهولت مصرف، ارزانی قیمت و تاثیر

Archive of SID

www.SID.ir

سریع آن به شدت رایج شده است (Malakouti *et al.*, 1974).

ذرت می‌تواند از هر دو شکل نیتروژن نیتراتی و آمونیومی استفاده کند و آنها را به صورت اسیدهای آمینه درآورد. نیتروژن آمونیومی سریعتر از نیتراتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورت مصرف آمونیوم، به دلیل حفظ توازن بین نسبت کاتیون و آنیون، گیاه کاتیون‌هایی نظیر کلسیم، منیزیم و پتاسیم را کمتر جذب می‌نماید (Malakooti *et al.*, 1974).

برهمکنش نیتروژن × روی بر عملکرد دانه معنی‌دار ($P < 0.05$) بود (جدول ۲). سطح دوم نیتروژن (۲۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره) در ترکیب با سطح سوم روی (۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی) بیشترین میانگین عملکرد دانه را داشت (جدول ۳). عنصر روی نقش مهمی را در تقسیم سلولی و تجمع اکسین در گیاهان بازی می‌کند. همچنین روی نقش مهمی در سنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها دارد و اثر مثبت و موثری بر جذب و متابولیسم نیتروژن دارد (YI *et al.*, 2008). بنابر تحقیقات انجام شده، جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاه مانند آهن، منگنز، پتاسیم، فسفر و کلسیم بستگی به میزان روی در خاک دارد. قابلیت انتقال روی در گیاه در مقایسه با سایر عناصر دیگر متوسط است. اما نشانه‌های کمبود در بیشتر گونه‌ها در بافت‌های جوان دیده می‌شود. ریشه ممکن است در مقایسه با بافت‌های برگ و ساقه غلظت بیشتری از روی را در خود ذخیره کند. در واقع هنگامی که توانایی عرضه روی در خاک بالا باشد، با وجودی که انتقال روی از ریشه به ساقه و برگ به راحتی صورت می‌گیرد، اما ریشه‌ها به مقدار زیادی روی را در خود ذخیره می‌کنند (Ranjan, 2003).

اثر متقابل نیتروژن × رقم بر میزان روی دانه نیز معنی‌دار ($P < 0.05$) بود. هیبرید KSC540 میانگین بالاتری نسبت به KSC704 نشان داد که می‌توان نتیجه گرفت که هیبرید KSC540 دارای قابلیت جذب نیتروژن بیشتری در حضور روی نسبت به هیبرید KSC704 بود (جدول ۴).

اثر متقابل نیتروژن × روی بر میزان روی برگ ذرت نیز معنی‌دار ($P < 0.05$) بود (جدول ۲). در این مورد نیز سطح اول نیتروژن (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره) در ترکیب با سطح دوم روی (۱۵ کیلوگرم در هکتار سولفات) بیشترین میزان روی برگ را داشت. (جدول ۳). پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که افزایش روی و نیتروژن در برگ علاوه برنشان دادن جذب توام این دو عنصر، حاکی از انتقال این دو عنصر با هم به بخش هوایی گیاه و تجمع در برگ می‌باشد (Karimian, 1995; Saeedi, 2008; Verma *et al.*, 2000).

از آنجائیکه برگ محل سنتز مواد در گیاه است و افزایش میزان روی برگ به جذب بیشتر نیتروژن را به همراه دارد که اثر مثبت و مستقیم بر میزان رشد گیاه دارد. میزان نیتروژن زیاد در

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- اثر متقابل نیتروژن × رقم بر میزان روی و آهن دانه ذرت
Table 4. Nitrogen × cultivar interaction effect on zinc and iron content of maize grain

رقم Cultivar	نیتروژن Nitrogen ($kgha^{-1}$)	روی در دانه Grain zinc ($mgg^{-1}dw$)	آهن در دانه Grain iron ($mgg^{-1}dw$)
KSC704	120	0.015b	0.02b
	260	0.017b	0.02b
	400	0.015b	0.02b
KSC540	120	0.023a	0.03b
	260	0.016b	0.02b
	400	0.019ab	0.06a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- Using Dancan s Multiple Range Test.

شاخساره باعث تحریک رشد و افزایش برخی از اجزای عملکرد به ویژه تعداد دانه (Bahrani and Mesgarbashi, 1993) و در نتیجه کاهش طول کچلی بلال می‌شود (Maafpourian, 1994).

نیتروژن و روی بر میزان آهن دانه تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۲). اثر متقابل نیتروژن × روی بر میزان آهن دانه معنی‌دار ($P < 0.01$) بود. سطح سوم نیتروژن (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره) در ترکیب با سطح اول روی (۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی) بالاترین میانگین آهن در دانه را نشان داد (جدول ۳). به طور کلی افزایش فراهمی میزان روی منجر به کاهش میزان جذب آهن در گیاه می‌شود. در شرایط کمبود آهن، جذب روی در گیاهان و غلظت‌های روی در ساقه‌ها به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (Bayvordi, 2006). علاوه بر آن آهن در فعال‌سازی چند سیستم آنزیمی مانند فوماریک هیدروژناز، کاتالاز، اکسیداز و سیتوکروم‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند (Malakooti and Riazi Hamedani, 1974).

در این پژوهش جذب و ورود آهن به متابولیسم گیاه نیز با برهمکنش نیتروژن × روی افزایش یافت (جدول ۳). با توجه به اینکه منبع نیتروژن اوره بود، این ماده در اثر تجزیه خاک به آمونیوم تبدیل شد، pH خاک را کاهش داد و منجر به افزایش حلالیت آهن و در نتیجه جذب آهن توسط ریشه‌ها شد، بنابراین میزان آهن دانه افزایش یافت.

اثر متقابل نیتروژن × روی بر میزان آهن دانه معنی‌دار ($P < 0.01$) بود (جدول ۲)، می‌توان نتیجه گرفت که وقتی محیط با مصرف اوره به سمت اسیدی شدن پیش می‌رود، کاتیون‌های Zn^{2+} و Fe^{2+} به صورت محلول در خاک درآمده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرند که باعث جذب بیشتر این دو عنصر می‌گردد، و از آنجا که این دو کاتیون بر جذب نیتروژن اثر مثبت دارند، جذب نیتروژن نیز افزایش پیدا می‌کند. علاوه بر آن آهن باعث مصرف نیتروژن در مسیرهای متابولیسمی می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

(Salardini and Mojtahedi, 1978).

عناصر آهن و روی نقش مهمی در تشکیل دانه و افزایش وزن آن و کمک به سنتز کربوهیدرات‌ها و پروتئین دارند. روی با افزایش مقدار تنظیم‌کننده‌های رشد، کمک به متابولیسم مواد و تاثیر بر واکنش‌های انتقال الکترون در چرخه کربس، و آهن با شرکت در متابولیسم مواد هیدروکربن‌دار و پروتئین و انتقال آنها و همچنین تاثیر بر فرآیندهای زایشی در افزایش تعداد و وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه نقش بسزایی دارند (Welch, 1995).

عملکرد دانه نیز تحت تاثیر اثر متقابل نیتروژن × روی قرار گرفت (جدول ۲). اثر متقابل نیتروژن × روی بر عملکرد دانه معنی‌دار ($P < 0.05$) بود. اضافه کردن کود روی منجر به افزایش جذب نیتروژن و بالا رفتن میزان عملکرد شد (جدول ۳). ترکیب سطح دوم نیتروژن (۲۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره) و سطح سوم روی (۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی)، بالاترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۳). در این پژوهش، مقدار بالای روی، عامل افزایش جذب نیتروژن بود. با احتمال اینکه در تیمار N_3Z_1، جذب روی از خاک مزرعه صورت گرفته باشد (از آنجا که یک عنصر کم‌مصرف محسوب می‌شود)، مقدار روی در مزرعه کافی بود و عملکرد خوبی را نشان داد (جدول ۳). در حالی که در تیمارهای N_2Z_2 و N_1Z_2 با این تفسیر که مقدار بیشتر روی عامل افزایش جذب نیتروژن بود، با اینکه نیتروژن با مقدار کمتری در خاک مصرف شد، جذب در گیاه به خوبی صورت گرفت و عملکرد قابل قبولی داشت (جدول ۳).

کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار N_1Z_3 نیز بیانگر آنست که سطح بالای روی در ترکیب با سطح پایین نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت که در مقایسه با دو تیمار قبلی، اثر آنتاگونیستی نشان داد و عملکرد دانه را کاهش داد (جدول ۳). با توجه به نتایج اثر متقابل نیتروژن × روی، بایستی ترکیب نیتروژن و روی به مقدار مناسبی باشد که هم آثار جذبی و هم متابولیکی یکدیگر را کامل نموده و بر جذب یکدیگر نیز اثر آنتاگونیستی نداشته باشند.

کاربرد کودهای محتوی نیتروژن و کودهای محتوی روی بر عملکرد و کیفیت دانه (اعم از پروتئین و محتویات مواد معدنی) و افزایش وزن هزار دانه در ذرت تاثیر بسزایی دارد. لارسون و همکاران (Larson and Schweissing, 2001) گزارش دادند که کاهش مقدار روی در شرایطی که افزایش تولید ذرت مد نظر باشد، موجب کاهش عملکرد و درصد پروتئین دانه می‌شود. افزایش جذب نیتروژن در نتیجه مصرف روی، به دلیل زیاد شدن وزن خشک اندام هوایی ذرت می‌شود. در یک پژوهش گلدانی با مصرف ۲/۵ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک جذب نیتروژن در ذرت از ۵۳/۴ میلی‌گرم در شاهد به ۲۰۶/۲ میلی‌گرم افزایش یافت (Karimian, 1995).

نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان

Archive of SID

www.SID.ir

روی در دانه از تیمار N_2Z_3، روی در برگ از تیمار N_1Z_2، کلروفیل از تیمار N_2Z_2 و میزان آهن در دانه از ترکیب N_3Z_1 بدست آمد (جدول ۳). این تیمارها همچنین بالاترین مقادیر عملکرد دانه را داشتند که با توجه به آثار مستقیم و غیرمستقیم عناصر نیتروژن و روی بر رشد و عملکرد ذرت تایید می‌گردد.

تفاوت عملکرد دانه دو هیبرید KSC704 و KSC540 در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). هیبرید KSC540 عملکرد دانه (۱۶/۶۵ تن در هکتار) بالاتری در مقایسه با KSC704 (۱۳/۰۸ تن بر هکتار) داشت (جدول ۶). زمان برداشت برای هر دو رقم در یک تاریخ بود و هیبرید متوسط‌رس (KSC540) در مقایسه با هیبرید دیررس (KSC704) در یک دوره زمانی مشابه و با تیمارهای کودی یکسان، عملکرد بالاتری را نشان داد (جدول ۶). شایان ذکر است که ارقام دیررس به طور طبیعی عملکرد بالاتری، به دلیل دوره طولانی رشد، خود دارند. با این وجود برای مدیریت مناسب‌تر مزرعه و کاهش هزینه‌ها، از جمله آب مصرفی، به ویژه در مناطق کم‌باران، بکارگیری ارقام متوسط‌رس و پرتولید، تعیین سطوح ترکیبی کودی مناسب جهت بالا بردن عملکرد و سایر عملیات زراعی مورد نیاز، سودمند خواهد بود.

اثر متقابل رقم × نیتروژن و رقم × روی نیز بر میزان آهن دانه معنی‌دار ($P < 0.01$) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها برای اثر متقابل نیتروژن × رقم نشان داد که هیبرید KSC540 و سطح سوم نیتروژن (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره)، بیشترین تاثیر را بر میزان آهن دانه داشت (جدول ۴). برای اثر متقابل روی × رقم نیز هیبرید KSC540 و سطح بدون روی بیشترین اثر را بر میزان آهن دانه داشت (جدول ۵). این نتایج با نتیجه مربوط به مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن × روی بر میزان آهن دانه همخوانی دارد، زیرا ترکیب دو سطح ذکر شده از نیتروژن

جدول ۵- اثر متقابل رقم × روی بر میزان آهن دانه

Table 5. Interaction effect of zinc ×cultivar on grain iron content

رقم Cultivar	روی (کیلوگرم در هکتار) Zinc ($kgha^{-1}$)	آهن در دانه Grain iron ($mgg^{-1}dw$)
KSC704	0	0.02bc
	15	0.01c
	30	0.02bc
KSC540	0	0.04a
	15	0.03ab
	30	0.01c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- Using Dancan's Multiple Range Test.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- میانگین عملکرد دانه برای هیبریدهای ذرت
Table 6. Mean for grain yield of maize hybrids

رقم Cultivar	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield ($tonha^{-1}$)
KSC 540	16.65a
KSC 704	13.08b

میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار دارند.

Means are significantly different at the 5% probability level-Using Duncan ṡ Multiple Rang Test.

و روی بیشترین تاثیر را بر میزان آهن دانه نشان دادند که دلایل مربوط به آنها پیش‌تر توضیح داده شد. اثر متقابل رقم × نیتروژن نیز بر میزان روی دانه معنی‌دار ($P < 0.05$) بود (جدول ۲). هیبرید KSC540 و سطح اول نیتروژن (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره) بیشترین میزان روی دانه را داشت (جدول ۴). این نتیجه نیز با نتایج مربوط به مقایسه میانگین روی در دانه، به ویژه تیمارهای N_1Z_1 (۱۲۰کیلوگرم در هکتار اوره و سطح بدون روی)، N_1Z_2 (۱۲۰کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی) و N_1Z_3 (۱۲۰کیلوگرم در هکتار اوره و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی) همخوانی دارد، چون که سطح اول نیتروژن (۱۲۰کیلوگرم در هکتار اوره) در ترکیب با سطوح مختلف روی هم بر میزان روی دانه نتایج قابل قبولی نشان داد (جدول ۳). بطور کلی، هیبرید KSC540 عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با هیبرید KSC704 داشت (جدول ۶).

References

Bahrani, M. J., and Mesgarbashi, M. 1993. Effects of nitrogen topdressing rates on yields and protein contents of two wheat cultivars in Ahwaz. Iranian Journal of Agricultural Science 24: 27-39. (In Persian).

Bayvordi, A. 2006. Zinc in soils and crop nutrition. Paivar press. Tabriz, Iran. 180 pp. (In Persian).

Emam, Y. 2007. Cereal production. 3rd edition. Shiraz University Press.190 pp. (In Persian).

Hassegawa, R. H., Fonseca, H., Fancelli, A. L., da Silva, V. N., Schammass, E. A., Reis, T. A., and Corre^a, B. 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Food Control. 19: 36-43.

Kafee, M., Lahootee, M., Zand, E., Shafeefee, H. R., and Goldanee, M. 2002. Plant physiology. Jahad-e-Daneshgahi Mashhad. 7th edition. 464 pp.

Archive of SID
www.SID.ir

Karimian, N. 1995. Effect of nitrogen and phosphorus on zinc nutrition of corn in a calcareous soil. Journal of Plant Nutrition 18 (10): 221-226.

Larson, K., and Schweissing, F. 2001. Strategies for zinc fertilization of dryland corn and sorghum, Agronomy News. http://www.extsoilcrop.colostale.edu.

Lioyd, M. and Howe, P. 2001. Zinc fertilizer rates and mehlic 3 soil test levels for corn. Agronomy Notes 33 (1): 107-113.

Maafpourian, M. 1994. The effect of zinc sources and sulphuric acid on growth and absorption of zinc in maize and its chemical types in soil. M. Sc. Dissertation. Shiraz University, Shiraz, Iran. 80 pp.

Malakouti, M. J., and Riazi Hamedani, S. A. 1974. Soil fertility and fertilizers. Tehran University Press. 3rd edition. 800 pp. (In Persian).

Olsen, S., Champion, D. F., and Pearson, C. 1997. Nitrification inhibitor boots corn yields. http://www.fluidfertilizer.com.

Ranjan, C. 2003. Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc. Agronomie 23: 3-11.

Saeedi, G. H. 2008. The effect of some macro and microelements on grain yield and other agronomic characters on (*Sesamum indicum* L.) in Isfahan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 45: 379-402.

Salardini, A., and Mojtahedi, M. 1978. Principles of plant nutrition; nitrogen, zinc, iron. Tehran University Press. 2nd edition. 309 pp. (In Persian).

Swiader, J. M. 2006. Micronutrient fertilizer recommendation for commercial and home-garden vegetable. http://www.nres.uiuc.edu.

Verma, T. S., and Bhagat, R. M. 1990. Zinc and nitrogen interaction in wheat grown in limed and unlimed acid alfisol. Fertilizer Research. 22: 29-35.

Welch, R. M .1995. Micronutrient Nutrition of Plants. Critical Reviews in Plant Sciences 14: 49-82.

Yi, Z., Wang, P., Tao, H., Zhang, H., and Shen, L. 2008. Effect of types and application rates of nitrogen fertilizer on the development and nitrogen utilization of summer maize. Frontiers of Agriculture in China 2: 44-49.

Archive of SID

www.SID.ir