

اثرات محلول پاشی متانول و برخی از عناصر غذایی روی پایه‌ی مادری هیبرید ۷۰۴ ذرت بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی بذر

ابراهیم خلیل وند بهروزیار^{۱*} و مهرداد یارنیا^۲

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران

۲- استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثرات محلول پاشی ترکیبات مختلف روی پایه مادری ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی بذر، آزمایشی به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز طی دو سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به اجرا در آمد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از محلول پاشی در چهار مرحله‌ی رشدی مختلف، یعنی: ۸-۱۰ برگی، ظهور گل تاجی تا رشته‌های ابریشمی، پر شدن بذر و هر سه مرحله و هفت نوع ترکیب محلول پاشی، یعنی: محلول پاشی با سولفات روی، اسید بوریک، سولفات منگنز، سولفات منیزیم، اوره، متانول، مخلوط تمامی این ترکیبات و تیمار عدم مصرف. نتایج نشان داد که تأثیر نوع ترکیب محلول پاشی و مراحل مختلف رشدی بر غلظت نیتروژن، محتوای پروتئین، نشاسته و عملکرد بذر معنی‌دار بوده است. در اثر محلول پاشی پایه‌های مادری ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ با کود اوره در تمام مراحل رشدی می‌توان مقدار ذخیره‌ی عنصر نیتروژن و پروتئین بذر را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۰/۳ و ۱۶ درصد افزایش داد. محلول پاشی با اوره، سولفات منیزیم، سولفات روی، سولفات منگنز و اسید بوریک در مرحله‌ی پر شدن بذر و اوره، سولفات منیزیم و سولفات منگنز در مرحله‌ی ظهور گل تاجی و محلول پاشی در همه‌ی مراحل رشدی با اوره، سولفات منیزیم و اسید بوریک به ترتیب با میانگین ۱۰۰ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی داشتند. به این ترتیب با محلول پاشی پایه‌های مادری ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در مراحل ۸-۱۰ برگی، ظهور گل تاجی و پر شدن بذر با کود اوره مقدار عملکرد ۳۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.

کلمات کلیدی: ذرت، عناصر، محلول پاشی، متانول.

مقدمه

ذخایر غذایی و در نهایت کیفیت بذر اثر بگذارند (Welch, 1986). یکی از مهم‌ترین عوامل و معیارهای بنیه بذر مقدار مواد ذخیره‌ای موجود در بذر است. بذر برای جوانه‌زنی، ظهور و استقرار گیاهچه‌های قوی و سالم احتیاج به انرژی دارد که باید به وسیله‌ی اکسیداسیون مواد ذخیره‌ای موجود در بذر تأمین شود. تغذیه عناصر معدنی شامل تأمین و جذب مواد غذایی برای رشد و تولید گیاهان زراعی است. نیتروژن

بنیه و قابلیت زیست بذر دو عامل مهم تأثیرگذار بر استقرار گیاهچه، رشد و عملکرد گیاه به‌شمار می‌روند (Zakaria et al., 2009). تنش‌های محیطی مانند کمبود آب، دماهای بالا، شوری، pH خاک، عوامل بیماری‌زا، کمبود و زیادبود مواد غذایی و شرایط بی‌هوایی که مستقیماً بر رشد و تغذیه پایه مادری تأثیر می‌گذارند، می‌توانند به طور غیرمستقیم بر نمو دانه،

*نویسنده مسئول: ابراهیم خلیل وند بهروزیار، آدرس: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران

E-mail: e.khalilvand@iaut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۲۱

تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۷/۲۰

کلیدی ترین نقش را در محتوای پروتئین بذریافت می‌کند. نیتروژن موجب افزایش محتوای پروتئین بذر در گندم شده که آن نیز موجب افزایش شاخص کیفیت بذر و بنیه‌ی آن می‌شود (Oskouie and Divsalar, 2011). در بذرها، منیزیم در سنتز روغن و در فعال نمودن برخی آنزیم‌ها دخالت دارد (Merhut, 2007). وهاب و محمد (EL-Wahab and Mohamed, 2007) با بررسی اثر عناصر منیزیم و نیتروژن در گیاه (*Trachyspermum ammi* L.) نتیجه گرفتند که کاربرد ترکیبی منیزیم و نیتروژن باعث افزایش شاخص‌های اجزای عملکرد و عملکرد بذر در بوته این گیاه می‌گردد. عنصر روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری، فعال کننده و یا ساختمانی دارد و در ساخته شدن پروتئین‌ها در گیاه نیز دخیل است (Kobraee et al., 2011). عنصر روی برای تغییر شکل کربوهیدرات‌ها نیز ضروری است و تنظیم کننده مصرف قندها است (Kobraee et al., 2011). بور در سوخت و ساز ترکیبات نیتروژن‌دار در گیاه نقش دارد و بر اثر کمبود آن، ترکیبات نیتروژن‌دار محلول، مخصوصاً نیترات در گیاه تجمع می‌یابد (Saleem et al., 2011). منگنز در فتوسنتز و در واکنش اکسیداسیون آب در لومن (واکنش هیل)، در واکنش‌های انتقال الکترون، متابولیسم نیتروژن و ساخت سایر ترکیباتی که برای متابولیسم گیاه لازم است نقش دارد (Humphries et al., 2007). محلول پاشی، بهترین حالت تغذیه‌ای گیاه در مورد خاک‌هایی است که محلولیت مواد غذایی به دلایل pH نامطلوب و شرایط رقابتی محدود کننده می‌باشد (Tashiro et al., 2002). برخی مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب عناصر مختلف به همراه متانول و محلول پاشی آن‌ها روی گیاهان زراعی می‌تواند

کارایی جذب عناصر را افزایش دهد، بنابراین محلول پاشی متانول به همراه سایر عناصر معدنی می‌تواند راهکار مناسبی جهت تأمین عناصر مختلف مورد نیاز گیاهان باشد (Downie et al., 2004). در مناطق خشک و نیمه خشک ایران به دلیل بالا بودن pH، جذب عناصر ریز مغذی معمولاً کم است (Aref, 2011)، بنابراین به منظور استفاده بهینه از کودهای شیمیایی مصرف آن‌ها از طریق محلول پاشی در اولویت قرار می‌گیرد. بر اساس مبانی اشاره شده، هدف از این پژوهش بررسی اثر کاربرد ترکیبات مختلف روی پایه مادری بر کیفیت مواد ذخیره شده‌ی بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی (۱۳۹۰-۱۳۸۹، ۱۳۸۹-۱۳۸۸) در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز اجرا شد. این بررسی در هر دو سال در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل مورد آزمایش در سال اول عبارت بودند از مرحله‌ی رشدی برای محلول پاشی در چهار حالت (۱۰-۸ برگه‌ی، ظهور گل تا کاکل، پر شدن بذر و هر سه مرحله) و نوع ترکیب محلول پاشی شده در هفت ترکیب محلول پاشی عنصر روی (Zn) از منبع سولفات روی، محلول پاشی عنصر بور (B) از منبع اسید بوریک، محلول پاشی عنصر منگنز (Mn) از منبع سولفات منگنز، محلول پاشی عنصر منیزیم (Mg) از منبع سولفات منیزیم، محلول پاشی عنصر نیتروژن (N) از منبع اوره، محلول پاشی متانول (CH₃OH) و مخلوطی از تمامی ترکیبات مذکور. لازم به ذکر است که به منظور مقایسه شاهد با سایر تیمارها، تیمار

عدم مصرف برای هر تکرار به صورت کرتی جداگانه در نظر گرفته شد. جدول ۱ مشخصات خاک مزرعه

مورد آزمایش را نشان می دهد.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1: Soil Physical and chemical analysis

رس (Clay) %	سیلت (Silt) %	شن (Sand) %	پتاسیم (K) ppm	فسفر (P) ppm	بور (B) ppm	منگنز (Mn) ppm	روی (Zn) ppm	منیزیم (Mg) ppm	نیتروژن (N) %	کربن (C) %	الکتریکی هدایت (EC) dsm m ⁻¹	pH
14	18	68	600	48	0/93	0/84	0/4	324	0/133	0/92	1/57	7/8-8/9
مقادیر مطلوب ذرت Optimal amounts of corn			150-350 ppm	5-7 ppm	1-6 ppm	6-8 ppm	1-2 ppm	-	0/1- 0/5 %	0/5-1 %	-	7

افشانی و کاکل دهی یک هفته بعد از این تاریخ اقدام به کشت لاین های پدیری شد. با ظهور گل آذین نر در پایه های مادری اقدام به حذف گل تاجی (نرک کشی) شد تا گرده افشانی و تلقیح از گرده های تولیدی پایه های پدیری صورت پذیرفته و بذرها تولیدی از والد های مادری ذرت هیبرید سینگل کراس (KSC704) باشند. زمانی که ظاهر بوته روبه زردی رفته و نقطه سیاه در پایین بذرها تشکیل شد (رطوبت بذرها بین ۲۵ تا ۲۸ درصد)، بذرها با دست برداشت و بخشی از آنها به منظور کشت در سال دوم به انبار و بخشی دیگر نیز به منظور اندازه گیری های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شدند. محلول پاشی عناصر با غلظت ۵ در هزار انجام شد. برای جذب بهتر عناصر غذایی از طریق برگ از محلول Twin 20 به عنوان مویان استفاده شد. پس از اتمام هر مرحله از محلول پاشی نسبت به آبیاری مزرعه اقدام گردید تا با افزایش حرکت آب درون سیستم گیاه، جذب ترکیبات به کار رفته سریع تر و بهتر انجام گیرد. در زمان محلول پاشی و در کرت هایی که بر اساس تیمارهای آزمایشی عملیات محلول پاشی در آنها انجام نمی شد برای حذف اثرات محلول پاشی، اقدام به آب پاشی شد. برای محلول پاشی بوته ها با متانول، محلول ۱۰ درصد حجمی متانول تهیه شد (

از آنجا که هدف از این پژوهش بررسی برخی از ویژگی های کیفی بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ (KSC704) تولیدی بود از بذرها تولیدی سال ۱۳۸۷ والد های هیبرید مذکور شامل دو لاین اینبرد MO17 به عنوان والد پدیری و B73 به عنوان والد مادری نر بارور که از شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان تهیه شده بود در این آزمایش استفاده گردید. به این منظور در هر یک از کرت ها دو ردیف والد نر در طرفین سه ردیف والد ماده (نسبت ۲ : ۳) قرار گرفت و بلافاصله بعد از ظهور گل های تاجی والد ماده اقدام به قطع آنها گردید (Beck, 2004). در این بررسی فاصله مزرعه ای آزمایشی تا سایر مزارع ذرت حداقل ۴۰۰ متر بود.

در سال اول به منظور آماده سازی زمین برای کاشت ذرت و تولید بذرها هیبرید از پایه های مادری با هدف های ذکر شده، در فصل زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ عملیات تهیه زمین اجرا شد. هر کرت شامل پنج ردیف با فاصله ۷۵ سانتی متر از یکدیگر بود. بذرکاری لاین های مادری در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه به صورت دستی با فاصله ۲۵ سانتی متری از یکدیگر در ۵ تا ۷ سانتی متری خاک و با کاشت ۳ بذر در هر کپه در محل داغ آب پشته انجام شد. برای دست یابی به همزمانی بین گرده

$$\text{وزن خشک رسوب به دست آمده (گرم)} \\ \times 100 = \frac{\text{وزن کل بذور (۵گرم)}}{\text{درصد نشاسته دانه}}$$

به منظور آزمون جوانه‌زنی استاندارد، ۲۵ بذر یکنواخت به ازای هر پتری انتخاب و ضدعفونی شدند. بذور انتخابی به منظور ضدعفونی شدن، به مدت ۱ دقیقه در یک بشر در داخل الکل ۷۰٪ قرار گرفتند. سپس بذور با محلول هیپوکلریت سدیم ۷۰ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی شده و در نهایت در زیر هود لامینار ایرفلو (اتاقک کشت) ۵ مرتبه با آب مقطر به طور کامل شستشو داده شدند. پتری‌ها نیز به منظور حذف عوامل بیماری‌زای احتمالی به مدت ۱۲ ساعت در هود الکتریکی زیر تشعشع UV قرار داده شدند. سپس بذور در داخل پتری و در بین دو لایه کاغذ صافی قرار داده شده و به اندازه خیس شدن کاغذهای صافی آب اضافه شده و به داخل دستگاه ژرمیناتور با دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. نمونه‌ها روزانه و به مدت ۷ روز (Rezaei Oskouie and Sokht-Abadani and Ramazani, 2012؛ Divsalar, 2011) مورد بازدید قرار گرفته و درصد جوانه‌زنی بذر با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

$$GP = \frac{n}{\sum n} \times 100$$

در این رابطه n تعداد بذور جوانه زده و $\sum n$ تعداد کل بذور است.

در سال دوم و در فصل زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰، به منظور آماده‌سازی زمین جهت کاشت بذرهای هیبرید به دست آمده از پایه‌های مادری سال اول، عملیات تهیه زمین اجرا شد. هر کرت شامل پنج ردیف با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر از

(Ramirez et al., 2006) و به ازای هر لیتر، ۱ گرم اسید آمینه‌ی گلیسین و ۱ میلی‌گرم تتراهیدروفولیت به منظور جلوگیری از مسمومیت بوته‌های ذرت اضافه شدند.

برای تهیه عصاره به منظور اندازه‌گیری نیتروژن از روش هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه، استفاده شد. بعد از تهیه عصاره، برای اندازه‌گیری از دستگاه طیف سنج جذب اتمی استفاده شد (Hanlon, 1998).

پس از اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در بذرها برای تعیین پروتئین بذر از رابطه‌ی زیر استفاده گردید (Parvaneh, 2005). ضریب تبدیل پروتئین برای ذرت ۶/۲۵ می‌باشد.

$$(6/25) \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین بذر}$$

برای اندازه‌گیری محتوای نشاسته، ابتدا ۵ گرم از بذرها ذرت به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد درون محلول ۱ درصد متابی سولفات سدیم (۳۰ میلی‌لیتر) به منظور حذف برون‌بر (پریکارپ) قرار داده شدند. سپس با جدا نمودن اندوسپرم‌ها و قرار دادن آن‌ها درون لوله‌ی سانتریفیوژ، با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲ دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. در ادامه محلول به دست آمده از کاغذ صافی عبور داده شده تا بخشی از پروتئین‌های آن فیلتر گردند. به مخلوط فوق اجازه داده شد تا به طور کامل رسوب کند. سپس رسوب به دست آمده جمع‌آوری و خشک گردید. دوباره رسوب فوق با ۲۵۰ سانتی متر مکعب آب مقطر شستشو داده شد و در نهایت رسوب خشک گردید (Zainab et al., 2011). با استفاده از رابطه‌ی زیر درصد نشاسته تخمین زده شد (Ji et al., 2003):

درصد مقایسه و نمودارها توسط برنامه Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر متقابل نوع ترکیب محلول پاشی و مراحل مختلف رشدی بر غلظت نیتروژن، محتوای پروتئین، نشاسته، درصد جوانه زنی و عملکرد بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است (جدول ۲).

یکدیگر بود. با زرد شدن بوته‌ها و بسته شدن نقطه‌ی سیاه در پایین دانه‌ها اقدام به برداشت گردید. عملکرد دانه در واحد سطح در پایان فصل زراعی سال دوم بر اساس رطوبت ۱۴ تا ۱۶ درصد بر حسب گرم در بوته محاسبه شد. از روش آون برای تعیین رطوبت بذر استفاده گردید (ISTA, 2009). تجزیه واریانس، مقایسات گروهی و مقایسه‌ی میانگین داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گرفت. میانگین‌ها با کاربرد آزمون LSD در سطح احتمال ۵

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده در آزمایش

Table2: The analysis of variance of measured traits in experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS				
		غلظت نیتروژن N concentration	محتوای پروتئین بذر Seed Protein content	محتوای نشاسته بذر Seed Starch content	درصد جوانه زنی Germination percent	عملکرد دانه تک بوته Grain yield per plant
تکرار Rep	2	0.46 **	10.249 **	7.96**	13 ns	1705 *
مرحله محلول پاشی FAS	3	0.03 **	2.036 **	1.794**	477**	1573 ns
محلول پاشی FA	6	0.064 **	2.196 **	1.842 **	403**	3784 **
مرحله × محلول پاشی FAS × FA	18	0.063 **	2.351 **	1.714 **	237**	2881 **
خطا Error	54	0.005	0.019	0.152	10.77	380
ضریب تغییرات (%) CV		5.79	1.79	0.63	3.47	9.90

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns, * and **: Non significant, significant at 5% & 1% respectively, FAS: Foliar Application Stage, FA: Foliar Application,

غلظت نیتروژن در بذر

مادری، نیتروژن محلول پاشی شده را صرف توسعه‌ی اندام‌های خود کرده است ولی از این مرحله به بعد، نیتروژن علاوه بر مشارکت در رشد و نمو، با انتقال به بذرهای در حال نمو در آن‌ها ذخیره شده است به طوری که محلول پاشی اوره در تمام مراحل، میزان ذخیره‌ی نیتروژن در بذر را افزایش داده است. با توجه به تأثیر محلول پاشی با سایر ترکیبات بر غلظت نیتروژن در بذر، مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول پاشی با کود اوره در همه‌ی مراحل رشدی با میانگین ۱/۴۵ درصد در ماده‌ی خشک بیشترین و در مرحله‌ی ۸-۱۰ برگی با ۱/۰۶ درصد در ماده‌ی خشک کمترین غلظت نیتروژن را در بذر به خود اختصاص داد که افزایشی معادل ۳۶ درصد را نسبت به این شرایط نشان داد (جدول ۳). تا مرحله‌ی ظهور گل تاجی، گیاه

با اسید بوریک در تمام مراحل رشدی با تأثیر مثبت بر جذب نیتروژن موجب افزایش غلظت این عنصر در بذرها شده است. مقایسات گروهی تیمارها با شاهد در مورد این صفت اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول ۵ و ۴) به طوری که محلول پاشی با کود اوره در همه‌ی مراحل رشدی افزایشی معادل ۲۶ درصد را نسبت به شاهد به خود اختصاص داد. گوپتا و سینگ (Gupta and Singh, 1985) گزارش کردند که در اثر مصرف عنصر روی به میزان ۲/۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک، جذب نیتروژن در ذرت از ۵۳/۴ میلی گرم در شاهد به ۲۰۶/۲ میلی گرم در تیمار کود داده شده افزایش می‌یابد. واحدی (Vahedi, 2011) گزارش کرد که مصرف عنصر بور موجب افزایش غلظت نیتروژن در دانه می‌گردد. هکمن و همکاران (Heckman et al., 2003) حداکثر و میانگین غلظت نیتروژن در دانه ذرت را بر اثر کاربرد عنصر روی و بور به ترتیب ۱/۰۲، ۱/۵ و ۱/۳ درصد گزارش کردند. این گزارش‌ها، با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت دارد.

محتوای پروتئین بذر

محلول پاشی با کود اوره در همه‌ی مراحل رشدی با میانگین ۹/۰۶۳ درصد بیشترین درصد پروتئین در بذر را داشت که افزایشی معادل ۴۵ درصد نسبت به تیمار محلول پاشی شده با سولفات منگنز در همه‌ی مراحل رشدی و ۱۶ درصد نسبت به شاهد را داشت. در عین حال این میانگین‌ها با میانگین‌های حاصل از محلول پاشی با متانول در مرحله‌ی ۸-۱۰ برگی، سولفات روی در همه‌ی مراحل رشدی و سولفات منگنز در مرحله‌ی ۸-۱۰ برگی اختلاف معنی داری نداشت. همچنین محلول پاشی کود سولفات منگنز در

محلول پاشی با متانول در مرحله‌ی ظهور گل تاجی با میانگین ۱/۴۴، سولفات روی در همه‌ی مراحل رشدی با میانگین ۱/۴۳ و سولفات منگنز در مرحله‌ی ۸-۱۰ برگی با میانگین ۱/۴۲ درصد در ماده‌ی خشک بذر بیشترین غلظت نیتروژن در بذرها را نشان دادند (جدول ۳) که بیانگر تأثیر این ترکیبات در افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه است. علت بیشتر بودن نیتروژن در بذرها در اثر محلول پاشی پایه‌ی مادری با متانول در مرحله‌ی ظهور گل تاجی را می‌توان چنین بیان کرد که در این مرحله از رشد، محلول پاشی با متانول و افزایش غلظت این ترکیب در بافت‌های گیاهی بر بازده تبدیل کربن و نیز مسیرهای متابولیکی مربوط به تبدیل کربن تأثیر می‌گذارد (Downie et al., 2004). همچنین CO₂ اضافی ناشی از محلول پاشی متانول می‌تواند به اسیدهای آمینه تبدیل شود (McGiffen and Manthey, 1996). این اسیدهای آمینه با ذخیره شدن در بذر نیز می‌توانند میزان ذخیره‌ی نیتروژن در بذرها را افزایش دهند. گوپتا و سینگ (Gupta and Singh, 1985) نیز علت افزایش جذب نیتروژن در نتیجه مصرف عنصر روی را ناشی از زیاد شدن وزن خشک اندام‌هوایی دانستند. با توجه به نقش مثبت منگنز در فتوسنتز، متابولیسم نیتروژن و ساخت سایر ترکیباتی که برای متابولیسم گیاه لازم است (Humphries et al., 2007)، محلول پاشی این عنصر در مرحله‌ی ۸-۱۰ نسبت به سایر مراحل رشدی بیشترین تأثیر را بر متابولیسم نیتروژن و ذخیره‌ی آن در بذرها در مراحل بعدی داشته است. بور در سوخت و ساز ترکیبات نیتروژن در گیاه نقش دارد و بر اثر کمبود آن، ترکیبات نیتروژن محلول، به ویژه نیترات در گیاه تجمع می‌یابد (Marschner, 1995). با توجه به نتایج می‌توان گفت که محلول پاشی

در مرحله‌ی پرشدن بذر اختلاف معنی داری نداشت. محلول پاشی با کود اوره در همه‌ی مراحل رشدی با ۶۱/۱۲ درصد کمترین میزان نشاسته را در بذر نشان داد. این نتایج نیز با نتایج بدست آمده از تیمارهای محلول پاشی شده با سولفات منیزیم در مرحله‌ی پرشدن بذر، اسید بوریک در مرحله‌ی ظهور گل تاجی، متانول در مرحله‌ی ۸-۱۰ برگی و پرشدن بذر اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). کود اوره به علت تأثیر عکس بر درصد نشاسته کمترین تأثیر، ولی عنصر روی احتمالاً به علت شرکت در فعالیت های آنزیمی در گیر در ساخت نشاسته بیشترین تأثیر را بر میزان نشاسته داشت. همانتارانجان و گری (Hemantaranjan and Gray, 1988) گزارش کردند که با مصرف عنصر بور روی گیاه مادری محتوای کربوهیدرات بذرها افزایش می یابد. لانراگان و وب (Loneragan and Webb, 1993) بیان کردند که در اثر مصرف روی در ذرت مقدار کل کربوهیدرات، نشاسته و پروتئین دانه افزایش یافته و در نتیجه وزن هزار دانه، تعداد دانه و عملکرد افزایش پیدا می کند.

درصد جوانه زنی بذر

محلول پاشی با اوره، سولفات منیزیم، سولفات روی، سولفات منگنز و اسید بوریک در مرحله‌ی پر شدن بذرها، اوره، سولفات منیزیم و سولفات منگنز در مرحله ظهور گل تاجی و محلول پاشی در همه‌ی مراحل رشدی با اوره، سولفات منیزیم و اسید بوریک با میانگین ۱۰۰ درصد بیشترین میزان جوانه زنی را داشتند. همچنین محلول پاشی با متانول در مرحله‌ی ظهور گل تاجی با میانگین ۷۲ درصد کمترین میزان جوانه زنی را نشان داد (جدول ۳). محلول پاشی پایه‌ی مادری با عناصر فوق تأثیر مثبت بر میزان

همه‌ی مراحل رشدی با ۶/۲۰۸ درصد کمترین میزان پروتئین را در بذر نشان داد (جدول ۳). بر اساس نتایج می توان گفت که کود اوره به دلیل داشتن ۴۳ درصد نیتروژن و نیز به دلیل محلول پاشی در هر چهار مرحله ضمن مشارکت در رشد و نمو گیاه، به علت شرکت در ساخت اسیدهای آمینه و ذخیره‌ی این ترکیبات در بذر بیشترین تأثیر را بر میزان پروتئین بذر داشت. در اثر محلول پاشی با متانول نیز چون محلول پاشی در مراحل ابتدایی موجب استقرار و افزایش فعالیت باکتری‌های متیلوتروف می شود، از این رو این موضوع موجب افزایش تولید سیتوکینین شده و این هورمون با تأثیر بر ساخت پروتئین در گیاهان می تواند موجب افزایش پروتئین بذرها گردد (Ivanova et al., 2000). در اثر کمبود روی ساخت پروتئین کاهش و اسیدهای آمینه تجمع می یابند که علت آن کاهش انتقال اسیدهای آمینه و همچنین افزایش تجزیه و تخریب RNA است. در اثر کمبود روی فعالیت آنزیم RNAase افزایش می یابد که این امر موجب تخریب RNA و کاهش ساخت پروتئین می گردد. ساراس واتی و دارمالینگام (Saraswathy and Dharmalingam, 1992) در تحقیقی نشان دادند که محتوای پروتئین بذرهایی که پایه‌ی مادری آن‌ها عنصر نیتروژن بالایی در مقایسه با شاهد دریافت کرده اند به طور معنی داری افزایش می یابد.

محتوای نشاسته بذر

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول پاشی با کود سولفات روی در مرحله‌ی ظهور گل تاجی با میانگین ۶۳/۵۳ درصد سبب ایجاد بیشترین میزان نشاسته در بذرها شده و در حالی بود که این میانگین با میانگین حاصل از محلول پاشی با سولفات منگنز در همه‌ی مراحل رشدی، سولفات روی و اسید بوریک

تیمار شاهد برای این صفت اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۴ و ۵). جوانه زنی سریع و همزمان و سبزشدگی یکنواخت یکی از عوامل مهم دستیابی به عملکرد مطلوب و تولید بالا است (Ghassemi-*et al.*, 2010).

کربوهیدرات‌های بذر داشته و از این راه موجب افزایش درصد جوانه زنی شده است. همچنین محلول-پاشی با دو عنصر نیتروژن و منیزیم بیشترین تاثیر را بر درصد جوانه زنی بذرها داشته است. مقایسه گروهی تیمارها نشان داد که میانگین تیمارهای محلول پاشی با

جدول ۳- مقایسات میانگین اثرات متقابل محلول پاشی و مراحل متفاوت رشدی بر اساس LSD

Table3: Mean comparison of interaction between foliar application and growth stages based on LSD 5%
FAS: Foliar Application Stage, FA: Foliar Application,

مرحله محلول پاشی FAS	محلول پاشی FA	نیترژن N (%)	محتوای پروتئین بذر Seed Protein content (%)	محتوای نشاسته بذر Seed Starch content (%)	درصد جوانه زنی بذر Germination percent (%)	عملکرد دانه Grain yield per plant (gr)
۸-۱۰ برگی leaves	متانول Methanol	1.350	8.43	62.8	96	212.3
	Zn روی	1.250	7.18	63.2	92	146.7
	B بور	1.120	7.00	62.6	96	201.5
	Mg منیزیم	1.227	7.66	62.0	96	167.1
	N اوره	1.060	7.18	61.5	96	214.4
	Mn منگنز	1.420	8.87	62.5	96	211.4
	Mix تمام ترکیبات	1.400	8.75	61.5	96	167.8
	متانول Methanol	1.440	9.00	61.3	52	245.2
ظهور گل تاجی Tasseling	Zn روی	1.020	6.37	63.5	92	189.2
	B بور	1.190	7.43	61.2	96	200.9
	Mg منیزیم	1.260	7.87	62.1	100	160.0
	N اوره	1.130	7.06	62.1	100	198.4
	Mn منگنز	1.210	7.56	62.1	100	201.7
	Mix تمام ترکیبات	1.210	7.56	62.4	76	140.9
	متانول Methanol	1.210	7.056	61.3	100	208.8
پرشدن بذر Seed- filling	Zn روی	1.030	6.43	63.3	100	241.8
	B بور	1.070	6.68	63.3	100	198.4
	Mg منیزیم	1.410	8.81	61.1	100	164.0
	N اوره	1.150	6.62	61.5	100	234.4
	Mn منگنز	1.140	7.12	62.5	100	220.6
	Mix تمام ترکیبات	1.190	7.43	62.5	96	210.3
	متانول Methanol	1.240	8.37	61.6	96	229.9
تمام All stages مراحل	Zn روی	1.430	8.93	62.9	96	209.9
	B بور	1.290	8.06	62.2	100	241.5
	Mg منیزیم	1.110	6.93	93.0	100	182.5
	N اوره	1.450	9.06	61.1	100	247.0
	Mn منگنز	0.993	6.20	63.4	96	134.7
	Mix تمام ترکیبات	1.350	8.43	61.5	82	166.3
	LSD	-	0.0358	0.225	0.6382	10/24
شاهد Control	-	1.15	7.18	62.8	96	185.348

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی با طرح بلوک‌های کامل تصادفی

Tab.4: Two-way analysis of variance of measured traits in experiment

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS				
		نیترژن N	محتوای پروتئین بذر Seed Protein content	محتوای نشاسته بذر Seed Starch content	درصد جوانه زنی بذر Germination percent (%)	عملکرد دانه Grain yield per plant
Rep بلوک	2	0.447 **	1.241 ns	1.244 ns	12.5*	1710.59 *
Treatment تیمار	28	0.058 **	0.398 ns	0.296 ns	290**	2880.99 **
Error خطا	56	0.005	1.049	1.258	3.41	267.878
CV ضریب تغییرات	-	5.97	1.64	14.59	3.41	9.77

جدول ۵- مقایسات گروهی تیمارها با شاهد

Table5: Orthogonal contrast of between control Vs other treatments

	نیترژن N	محتوای پروتئین بذر Seed Protein content	محتوای نشاسته بذر Seed Starch content	درصد جوانه زنی بذر Germination percent (%)	عملکرد دانه Grain yield per plant
Ms میانگین مربعات	0.032*	0.797 ns	0.947 ns	6/51 ns	111506*

ns * and ** non significant, significant at 5% & 1% respectively

نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق، در زمان تولید بذرهای ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ می‌توان در مراحل ۸-۱۰ برگی، ظهور گل تاجی و پرشدن بذرها اقدام به محلول‌پاشی با کود اوره نمود که این امر منجر به افزایش غلظت عنصر نیترژن در بذرها شده و متعاقباً با کشت این بذرها در سال بعد عملکرد دانه افزایش پیدا می‌کند. در این بررسی عملکرد بذر بوته‌های کشت شده از این تیمار به میزان ۱۱۳ گرم در بوته بیشتر از کمترین عملکرد تیمار محلول‌پاشی شده با سولفات منگنز و ۶۲ گرم در بوته بیشتر از تیمار شاهد بود به این ترتیب با محلول‌پاشی پایه‌های مادری بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در مراحل ذکر شده می‌توان مقدار عملکرد دانه را ۸۳ درصد نسبت به تیمار محلول‌پاشی شده با سولفات منگنز و ۳۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد.

عملکرد دانه در تک بوته

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی با اوره و سولفات منگنز در تمامی مراحل رشدی به ترتیب با میانگین ۲۴۷ و ۱۳۴ گرم بیشترین و کمترین عملکرد دانه در بوته را داشتند (جدول ۳). مقایسات گروهی تیمارها با شاهد در این صفت اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴ و ۵). فاجریا (Fageria, 2009) در بررسی تأثیر عناصر روی و بور بر ذرت مشاهده نمود که کاربرد توأم روی به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار و بور به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش عملکرد دانه ذرت به میزان ۲۷ درصد گردید. همچنین وی گزارش نمود که مقدار زیاد بور در خاک (۱۰ کیلوگرم بور در هکتار) نقش روی در افزایش عملکرد دانه را بهبود بخشد و همچنین مقدار زیاد روی در خاک (۵۵ کیلوگرم روی در هکتار) از طریق کاهش سمیت بور، کمک به افزایش عملکرد دانه نمود.

References

- Aref, F. 2011.** Concentration of zinc and boron in corn leaf as affected by zinc sulfate and boric acid fertilizers in a deficient soil. *Life Sci. J.* 8(1):26-31.
- Beck, D.L. 2004.** Hybrid corn seed production. In Smith C.W., J. Betran, E.C.A. Runge (Eds.), *Corn: Origin, History, Technology and Production*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 565-627 pp.

منابع مورد استفاده

- Downie, A., S. Miyazaki, H. Bohnert, P. John, J. Coleman, M. Parry and R. Haslam. 2004.** Expression profiling of the response of *Arabidopsis thaliana* to methanol stimulation. *Phytochem.* 65: 2305–2316.
- El-Wahab, A.b.d., and A. Mohamed. 2007.** Effect of nitrogen and magnesium fertilization on the production of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) plants under Sinai conditions. *J. Appl. Sci. Res.* 3 (8): 781-786.
- Ghassemi-Golezani, K., S. Khomari, B. Dalili, B. Hosseinzadeh Mahootchy, and A. Chadordooz-Jedi. 2010.** Effect of seed aging on field performance of winter oil seed rape. *J. Food Agric. Environ.* 8(1):175-178.
- Gupta, V.K., and B. Singh. 1985.** Residual effect of zinc and magnesium on maize crop. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 33(1): 204 -207.
- Hanlon, E.A. 1998.** Elemental determination by atomic absorption spectrophotometry. In: handbook of reference methods for plant analysis (Eds. Kalra, Y.P.). CRC Press: Boca Raton, 157-165 pp.
- Heckman, J.R., J.T. Sims, D.B. Beegle, F.J. Coale, S.J. Herbert, T.W. Bruulsema and W.J. Bamka. 2003.** Nutrient removal by corn grain harvest. *Agron. J.* 95:587–591.
- Hemantaranjan, A., and O.K. Gray. 1988.** Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum* L. *J Plant Nutr.* 11: 1439 - 1450.
- Humphries, M.J., J.C.R. Stangoulis and R.D. Graham. 2007.** “Manganese”, pp: 351-375. In: Handbook of plant nutrition (Eds. Barker, A.V and D.J. Pilbeam). Taylor and Francis Group, Boca Raton. FL.
- ISTA. 2009.** International rules for seed testing. The International Seed Testing Association (ISTA)
- Ivanova, F.G., N.V. Doronina, A.O. Shepelyakovskaya, A.G. Laman, F.A. Brovko and Y.A. Trotsenko. 2000.** Faculative and obligate aerobic methylbacteria synthesize cytokinins. *Microbiol.* 69:646-651.
- Ji, Y., K. Seetharaman and P.J. White. 2003.** Optimizing a small-scale corn-starch extraction method for use in the laboratory. *Cereal Chem.* 81 (1): 55-58
- Kobraee, S., k. Shamsi and B. Rasekhi. 2011.** Effect of micronutrients application on yield and yield components of soybean. *Ann. Biol. Res.* 2(2): 476-482.
- Loneragan, J.F., and M.J. Webb. 1993.** Interaction between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: Zinc in soil and plant, Ed, A.D. Robson, Dordrecht, Netherlands: kluwer Academic Publishers. 55: 119-134.
- Marschner, H. 1995.** Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press. London.
- McGiffen, E.M.J., and J.A. Manthey. 1996.** The role of methanol in promoting plant growth: a current evaluation. *Hort. Sci.* 31:1092– 1096.
- Merhaut, D.J. 2007.** “Magnesium”, pp: 145-183. In: Handbook of plant nutrition (Eds. Barker, A.V. and D.J. Pilbeam). Taylor and Francis Group, Boca Raton. FL.
- Parvane, V. 2005.** Food qualitative control and chemical experiments. Tehran Univ. Press. 332 pp.
- Oskouie, B. and M. Divsalar. 2011.** The effect of mother plant nitrogen on seed vigor and germination in rapeseed. *ARNP. J Agric. Biol. Sci.* 6 (5):49-56.
- Ramirez, I., F. Dorta, V. Espinoza, E. Jimenez, A. Mercado and H. Pen a-Cortes. 2006.** Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabidopsis, tobacco and tomato plants. *J. plant Growth Regul.* 25: 30–44.
- Rezaei Sokht-Abadani, R. and M. Ramazani. 2012.** The physiological effects on some traits of osmopriming germination of maize (*Zea mays* L.), rice (*Oryza sativa* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Int. J. Biol.* 4, 2:132-148.
- Saleem, M., Y.M. Khanif, Fauziah 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.
- Saraswathy, S. and C. Dharmalingam. 1992.** Mother Crop Nutrition Influencing Seed Quality of Mustard (*Brassica juncea*) Grown in the Western tract of Tamil Nadu. *Seed. Res.* 20: 88-91.
- Tashiro, T., M. Hiroaki, S. Satoh, and T. Junji. 2002.** Germanium does not substitute for boron in cross-linking of rhamnogalacturonan II in pumpkin cell walls. *Plant Physiol.* 130: 1967-1973.
- Vahedi, A. 2011.** Study of the effects of micronutrient application on the absorption of macro- and micronutrients in the Soybean cultivar Telar in the North of Iran. *J. Am. Sci.* 7 (6):1252-1257.
- Welch, R.M. 1986.** Effects of nutrient deficiencies on seed production and quality. *Adv. Plant Nutr.* 2:205-247.
- Zainab, A., S. Modu, A.S. Falmata and Maisaratu. Laboratory scale production of glucose syrup by the enzymatic hydrolysis of starch made from maize, millet and sorghum. Nigerian Society for Exp Biol. 23(1): 1-8.**
- Zakaria, M. S., H.F. Ashrafand E.Y. Serag. 2009.** Direct and residual effects of nitrogen fertilization, foliar application of potassium and plant growth retardant on Egyptian cotton growth, seed yield, seed viability and seedling vigor. *Acta Ecol Sinica.* 29: 116-123.