"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد نهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹
(ص ۸۶-۷۵)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 9, No.: 2, Summer 2020
(pp: 75-86)
DOI: 10.22034/ijsst.2019.121249.1185
Research Article

بررسی تاثیر محلول‌پاشی روی پایه مادری با برخی عناصر کم مصرف و پرمصرف بر کمیت و کیفیت بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴

سمیرا عسگری[۱]، علی جلیلیان[۲*]، سعید جلالی هنرمند[۳]، محمود خرمی وفا[۳]، عزیز مرادی[۱]

۱. محقق واحد تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
۲. دانشیار بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
۳. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی ، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۰۱/۱۰؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۲/۳۰)

چکیده

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مهرگان کرمانشاه اجرا شد. والدین ذرت هیبرید رقم ۷۰۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت شد. در این بررسی از ۱۰ ترکیب کودی با عناصر پر مصرف و کم مصرف بصورت کاربرد در خاک و محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی استفاده شد. کشت در اول اردیبهشت انجام شد و آبیاری به روش بارانی (کلاسیک ثابت) صورت گرفت. در پایان مرحله رشد، پایه‌های پدری حذف و بذر پایه‌های مادری برداشت شد. بر روی بذر حاصل از تیمارهای مختلف علاوه بر تعیین مقادیر عناصر پر مصرف، کم مصرف، پروتئین، نشاسته و ماده خشک بذر، سایرآزمایش‌های کیفیت بذر شامل درصد جوانه‌زنی، میزان رشد گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، پیری زودرس (تسریع شده) و سرما انجام شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری در مقدار عناصر غذایی در بذر ذرت ایجاد نکرد. علیرغم عدم تفاوت معنی دار در مقدار عناصر غذایی موجود در بذر اما مقدار رشد گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی در برخی از تیمارها برتری نشان داد، بطوریکه بیشترین مقدار رشد گیاهچه در تیمار محلول‌پاشی با پتاسیم با مقدار ۲/۵ میلی گرم بود. بیشترین سرعت جوانه‌زنی نیز مربوط به تیمار محلول‌پاشی با عناصر پر مصرف (نیتروژن و پتاسیم) با مقدار ۰/۶۹ بود.

کلمات کلیدی: عناصر غذایی، قدرت بذر، رشد گیاهچه، جوانه‌زنی بذر

The effect of spraying some macro and micro elements on the seed quality and quantity of maize hybrid single cross 704

S. Asgari[1], A. Jalilian[2]*, S. Jalali Honarmand[3], M. Khoramivafa[3], A. Moradi[1]

1. Researcher, Seed and plant Certification and Registration Research Unit, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran
2. Associate professor, Sugar beet Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran.
3. Associate professor, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran
(Received: Mar. 30, 2019 – Accepted: May. 20, 2019)

Abstract

This experiment was conducted at Mehrgan Agricultural Research Station, Kermansha, Iran, in 2012. The maize parents of hybrid 704 cultivar was cultivated in a randomized complete block design with three replications. The treatments included foliar application (spraying) of: 1-ammonium nitrate (1/3 before planting and 2/3 after planting) 2-solupotas 3-iron chelate, 4-zinc sulfate, 5-manganes sulfate 6- boric acid, 7- Combine treatments 1 to 6 with each other. 8- Combine treatments 1 and 2 with each other. 9- Combine treatments 3 to 6 with each other. 10- Control (without spraying). The applied treatments were sprayed in three stages: 1- growth stage from 6 to 8 leaves 2- maximum leaf area index 3- after pollination. The length of each plot was 7 meters and width was 4.5 meters (including 4 mother line and 2 father line) with spacing rows of 75 cm and plant spacing on the 18 cm row. The cultivation was carried out on May 1 and irrigation system was sprinkler. The traits measured were including macro and micro elements in seed, germination percentage, seedling vigor index (SVI), germination rate and Seedling growth rate (SGR) for each treatment. The results showed that foliar application did not significantly differ in the amount of nutrients in corn seed. Despite the lack of significant difference in the amount of nutrients in the seed, seedling growth and germination rate were superior in some treatments, so that the highest seedling growth rate (2.5 mg) was observed in potassium spraying treatment. The highest rate of germination (0.69) was also due to spraying with some macro elements (nitrogen and potassium).

Key words: Nutrients, Seed vigor, seedling growth, seed germination

* Email: alijalilian@yahoo.com

مقدمه

ذرت سومین محصول زراعی بعد از گندم و برنج است و عملکرد آن از سایر غلات بیشتر است (Choukan, 2012). از آنجا که این محصول نقش مهمی در تامین غذای انسان، دام و طیور دارد، لذا افزایش تولید ذرت و بهبود کیفی آن از اولویت خاصی برخوردار است(Safari *et al.*, 2005). به طور کلی لاین‌ها در مقایسه با هیبریدها از ریشه دهی ضعیف تری برخوردارند و از این رو نسبت به کمبود عناصر غذایی در خاک واکنش بیشتری نشان می‌دهند، علاوه بر این عناصر کم مصرف در فرایند تولید بذر و کیفیت آن دارای اهمیت خاصی می‌باشند (Choukan, 2004).

تاثیر عناصر کم مصرف در عملکرد ذرت یکسان نیست بطوریکه روی مهمترین عنصر کم مصرف و منگنز کم اثرترین عنصر است (Khalili and Roshdi, 2009). ذرت بسیار حساس به کمبود روی است، روی ممکن است به خاک اضافه شده یا بصورت محلول روی برگ‌ها پاشیده شود (Choukan, 2012). روی در ترکیب ساختاری برخی از آنزیم‌ها مشارکت دارد و برای فعالیت آنها ضروری است. بنابراین کمبود عنصر روی، برمتابولیسم کربوهیدرات‌ها موثر است و موجب آسیب به ساختار گرده و کاهش عملکرد می‌شود (Cakmak *et al.*, 1997).

ریزمغذیها، فلزات ناقلی مثل آهن، مس، منگنز و روی هستند که برای رشد و توسعه و حیات گیاه ضروری هستند. آنها در بیشتر فعالیت‌های پایه در فرایندهای سلولی یافت می‌شوند و در پروتئین‌ها و آنزیم‌ها برای فعالیت‌های ساختاری و کاتالیزوری آنزیم‌ها مشارکت دارند (Hall and Williams, 2003). روش‌های کاربرد کودهای ریزمغذی در به دست آوردن بهترین نتیجه بسیار مهم هستند، محلول‌پاشی برگی یک روش بسیار مناسب برای تغذیه گیاهان است (Bybordi and Mamedov, 2010). محلول‌پاشی به عنوان یک مکمل برای کوددهی و روشی موثر جهت ارتقای رشد گیاه و توان گیاهان زراعی به وسیله جذب سریع و سرعت بخشیدن به انتقال عناصر جذب شده از برگ‌ها به سایر قسمتهای گیاه می‌باشد (Yarnia *et al.*, 2007). کاکمک (Cakmak, 2009) در گزارشی نشان داده است که افزایش غلظت روی در دانه می‌تواند موجب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر و استقرار بهتر بذر به ویژه در نواحی که با کمبود روی مواجه است، گردد. در برخی از محصولات مثل سویا افزایش مقدارمصرف فسفر باعث کاهش کیفیت بذر از نظر جوانه‌زنی و قدرت بذر گردیده (Krueger *et al.*, 2013). در مجموع بالا بودن میزان ذخایر بذر موجب تولید گیاهچه‌هایی قویتر، افزایش سطح برگ و ارتفاع گیاه، افزایش کارایی فتوسنتز و در نهایت بالا رفتن عملکرد خواهد شد (Sarmadnia, 1997). نیتروژن یکی از عناصر با بیشترین میزان مصرف در تولید ذرت است. مقدار ۵۰ تا ۹۰ درصد نیتروژن مورد نیاز ذرت باید به صورت سرک مصرف شود (Choukan, 2012). مصرف نیتروژن اثر مثبت را بر روی قدرت بذر و وزن خشک ساقچه و ریشه چه ذرت دارد (Alam *et al.*, 2003).

کیفیت بذر از عوامل متعددی نشأت گرفته، ولی معیارهای قابلیت جوانه‌زنی، بنیه بذر ، قابلیت ماندگاری و سلامت بذر از مهمترین جنبه‌های کیفیت بذر بوده و نقش مهمی در تعیین کیفیت آن دارند (Gastel *et al.*, 1996). از شاخص‌های بالا بودن کیفیت بذر ذرت می‌توان به درصد جوانه‌زنی، قدرت بذر و خلوص بذر اشاره کرد (Ramadane *et al.*, 2000). خصوصیت بذر تابع شرایط رشد گیاه است و ممکن است به دلایلی مانند تحریک رشد رویشی، برخورد با تنش‌های محیطی و در نهایت تغذیه نامتعادل گیاه مادری کیفیت بذر را دستخوش تغییراتی کند و در نهایت بذر تولید شده و محصول حاصل از آن کیفیت مناسبی نداشته باشد(Rajabi, 2001). در یک بررسی مشخص گردیده که تیمار بذر با نیترات آمونیوم کلسیم قدرت بذر ذرت را افزایش می‌دهد (Khan *et al.*, 2016). استفاده از بذرهای با کیفیت در

کشـــاورزی منجر به جوانه‌زنی زود، ســـریع، یکنواخت و کامل بذر گردیده و این امر به نوبه خود موجب رشد سریع گیاه خواهد شد (Latifi *et al.*, 2004). رشد اولیه و سریع در مرحله رویشـــی ناشـــی از بالا بودن قدرت بذر ذرت در مراحـل بعـدی (رشـــد زایشـــی) کم و یا بی‌اثر می‌شـــود (Vazmando *et al.*, 2015). آزمون جوانه‌زنی به تنهایی برای ارزیـابی و تعیین کیفیـت بـذرهـا کـافی نبوده و لزوم تعیین بنیه بذر به عنوان شـاخص کیفی بذر ضـروری است (Damavandi and Dashtban, 2009). جوانه‌زنی و رشـد گیاهچه یکی از مهمترین مراحل رشـــدی گیاه اســـت که تعیین کننده درجه موفقیت ســـیســـتم‌های زراعی در تولید می‌باشـــد (Soltani *et al.*, 2006). این مراحل به شـــدت تحـت تـاثیر کیفیت بذر (قابلیت حیات و قدرت بذر) قرار می‌گیرد (De Figueiredo and De Carvalho, 2003). آزمون بنیه بذر توانایی جوانه‌زنی تحت یک گستره وسیعی از شرایط محیطی را ارزیابی می‌کند (Woodstock,1969). مارشـنر (Marschner, 1995) گزارش کرد در اثر مصرف آهن و روی در ذرت مقدار کل کربوهیدرات، نشـاسـته و پروتئین دانه‌ها افزایش یافت و افزایش کربوهیدرات، وزن دانـه، تعـداد دانـه و در نتیجه عملکرد دانه افزایش یافت. با توجـه اهمیـت تولیـد بـذر با کیفیت و نقش آن در افزایش تولیـد ذرت دانـه ای، مـدیریـت تغذیه در مزارع تولید بذر ذرت و بررسی نقش عناصر غذایی در کیفیت بذر تولیدی، اهـمیـت ویـژه‌ای دارد کـه این تحقیق بـه بررســـی اثر محلول‌پاشی عناصر غذایی بر کیفیت بذر پرداخته است.

مواد و روش‌ها

آزمـایش مزرعـه‌ای در ســـال زراعی ۱۳۹۱ در مرکز تحقیقـات کشـــاورزی و منـابع طبیعی اســـتان کرمانشـــاه (ایستگاه تحقیقاتی مهرگان) اجرا شد و بخش آزمایشگاهی در آزمایشـــگاه بخش علوم دامی و واحد تحقیقات ثبت و گواهی بـذر و نهال انجام گرفت. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۳۱۰ متر است و متوسط دمای سالیانه هوا ۱۴/۱ درجه سانتی گراد بودکه نتایج تجزیه خاک آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱- ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش در مزرعه

Table 1- Soil chemical properties in field experiment

عمق نمونه برداری Depth of sampling (cm)	فسفر قابل جذب P available (ppm)	پتاسیم قابل جذب K available (ppm)	کربن آلی C (%)	مس Cu (ppm)	روی Zn (ppm)	آهن Fe (ppm)	منگنز Mn (ppm)
0-30	19.8	356	1.01	1.26	1.12	4	3.04
30-60	14.6	310	1.04	1.44	1.00	5.28	3.62

آزمایش در وسـط مزرعه ۳۰ هکتاری تولید بذر ذرت هیبریـد رقم ۷۰۴ جهت یکنواختی در گرده افشـــانی اجرا شـــد. پایه مادری (لاین B73) و پایه پدری (لاین MO17) که از موسســـه تحقیقات اصـلاح و تهیه بذر و نهال تهیه و تولید سال ۱۳۹۰ بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصـادفی با ۳ تکرار انجام شـد. در این آزمایش ۱۰ تیمار شـامل: ۱- کود نیتروژن ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار (به میزان یک سـوم قبل از کاشـت و بعد از آماده سازی زمین در فصل بهار و دو سوم بعد از کشت بصورت محلول‌پاشی) ۲- کود سولو پتاس(۵ کیلوگرم در هکتار) ۳- کلات آهن (۱/۵ لیتر در هکتـار) ۴- ســـولفات روی(۳/۵ کیلوگرم در هکتـار) ۵- ســـولفـات منگنز(۰/۷۵ کیلوگرم در هکتـار) ۶- اســـیـد بوریـک(۳/۵ کیلوگرم در هکتار) ۷- ترکیب تیمـارهای شـــماره ۱ تا ۶ با همدیگر ۸- ترکیب تیمارهای

۱و ۲ با همدیگر ۹- ترکیب تیمارهای ۳ تا ۶ با همدیگر و ۱۰- شاهد (بدون محلول‌پاشی) بود. اعمال تیمارهای فوق به صورت محلول‌پاشی در سه مرحله ۶تا۸ برگی، ظهور آخرین برگ (حداکثر شاخص سطح برگ) و بعد از گرده افشانی انجام شد. طول هر کرت ۷ متر و عرض آنها ۴/۵ متر (۴ خط پایه مادری و ۲ خط پایه پدری) بود که فاصله ردیف‌هایی کشت ۷۵ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۸ سانتیمتر بود. بر اساس نتیجه آزمایش خاک، قبل از کشت در بهار میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و کود ازته پایه به میزان ۱۱۷ کیلوگرم در هکتار به خاک مزرعه اضافه شد. در اول اردیبهشت اقدام به کشت پایه‌های مادری و پدری به صورت نسبت ۴ به ۲ (۴ خط مادری و ۲ خط پدری) شد. آبیاری به روش بارانی (کلاسیک ثابت) صورت گرفت. به منظور کنترل علف‌های هرز دو هفته قبل از کشت سم ارادیکان در سطح خاک مصرف و سپس بلافاصله دیسک زده شد و در مرحله ۲-۴ برگی از علف کش توفوردی استفاده شد. پس از این مرحله، کنترل علف‌های هرز با دو مرحله وجین صورت گرفت و سایر مراحل مطابق دستورالعمل مزارع ذرت بذری از جمله حذف گل‌های تاجی والد مادری و بوته‌های خارج از تیپ به موقع انجام گرفت. بعد از رسیدن رطوبت دانه ذرت به حدود ۱۵ درصد، برداشت دو خط وسط از ۴ خط مادری به صورت بلال صورت گرفت. سپس در هوای آزاد جهت رسیدن به رطوبت ۱۴ درصد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری صفات آزمایشگاهی ابتدا نمونه‌های مربوط به سه تکرار هر تیمار در مزرعه مخلوط و یکنواخت گردید و سپس برای هر آزمایش یک نمونه تهیه و در سه تکرار آزمایش شد. لذا تجزیه واریانس همه صفات اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد. برای اندازه‌گیری درصد عناصر پرمصرف (NPK) در بذر ابتدا عصاره نمونه‌ها آماده، سپس از عصاره حاصل برای اندازه‌گیری پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر (فتومتر شعله‌ای)، اندازه‌گیری فسفر با استفاده از روش طیف سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر و اندازه‌گیری نیتروژن نیز با روش کجلدال و عناصر ریزمغذی به روش خاکستر خشک انجام شد (Alirezaee and Behbhani, 1993). سپس توسط دستگاه جذب اتمی، عناصر ریز مغذی آهن، روی، مس و منگنز را بر حسب ppm تعیین گردید. تعیین کیفیت دانه از نظر درصد ماده خشک، پروتئین و نشاسته با دستگاه NIR صورت گرفت با تقسیم درصد پروتئین به ۶/۲۵، درصد نیتروژن نیز بدست آمد. با کم کردن عدد ماده خشک از ۱۰۰ ، درصد رطوبت بذور نیز بدست آمد.

برای اندازه‌گیری شاخص بنیه گیاهچه (SVI) تعداد ۵ گیاهچه عادی بطور تصادفی از هر تکرار در هر تیمار انتخاب و پس از اندازه‌گیری طول گیاهچه، ساقه اولیه و ریشه اولیه با استفاده از خط کش بر حسب سانتیمتر، گیاهچه‌های تر را در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده و بعد از خشک شدن نمونه‌ها با ترازوی دقیق توزین شدند و محاسبات از طریق فرمول شماره ۱ انجام شد (Abdul- Baki and Anderson, 1973).

شاخص بنیه گیاهچه = صد جوانه‌زنی × وزن خشک گیاهچه (۱)

زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (MTG) از طریق فرمول شماره ۲ محاسبه گردید.

$$MTG = \sum N_i D_i / N \quad (۲)$$

که در آن N_i تعداد بذرهای جوانه زده در روز iام و D_i تعداد روزها از شروع آزمون (هنگام کشت) تا شمارش روز i ام (پایان دوره آزمون) و N تعداد کل بذرهای جوانه زده می‌باشند (Ellis R.H., and Roberts, 1981)

ضریب سرعت جوانه‌زنی[1] (CVG) که مشخصه سرعت روند جوانه‌زنی می‌باشد (Scott *et al.*, 1984):

[1] Coefficient of Velocity

$$CVG = 1/MTG \quad (۳)$$

جهت تعیین درصد جوانه‌زنی بذر هر تیماردر ۳ تکرار ۱۰۰ تایی در ظروف حاوی ماسه کشت شدند و در ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۷ روز قرار داده شدند و بعد از مدت زمان مورد نیاز تعداد گیاهچه‌های عادی شمارش گردید و آزمون ظهور ریشه چه نیز در آزمایش دیگری انجام شد (ISTA, 2012).

برای انجام آزمون پیری زودرس (تسریع شده) تعداد ۱۰۰ بذر به صورت ۳ تکرار ۲۵ تایی از هر تیمار درون ظروف مخصوص آزمون پیری زودرس قرار داده شدند و ظروف در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد با رطوبت ۱۰۰ درصد به مدت ۷۲ ساعت در ژرمیناتور قرار داده شدند. سپس بذرهای پیر شده تحت آزمون جوانه‌زنی استاندارد(به روش کشت ماسه ای) قرار گرفتند و به این ترتیب درصد درصد جوانه‌زنی آنها بعد از پیری محاسبه گردید (Dehghanshuar, *et al*., 2005). برای انجام آزمون سرما از تعداد ۱۰۰ بذر به صورت ۳ تکرار ۲۵ تایی از هر تیمار را جدا کرده و روی کاغذ صافی دو لایه مرطوب چیده و سپس مقداری خاک (ترکیب خاک مزرعه و ماسه به نسبت ۲ به ۱) روی بذور ریخته و یک لایه دیگر کاغذ صافی روی آن کشیده و به صورت رولی پیچانده و در نایلون در ژرمیناتور در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷ روز قرار گرفت و سپس نمونه‌ها به دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷ روز دیگر منتقل شدند. در پایان دوره شمارش گیاهچه‌های عادی بر اساس آزمون جوانه‌زنی استاندارد انجام گردید. لازم به ذکر است که قبل از کشت کاغذ صافی‌ها به مدت یک شب در آب در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند تا به دمای لازم برای آزمون سرما برسند (Dehghanshuar, *et al*., 2005).

برای اندازه‌گیری رشد گیاهچه بذر هر تیمار در ۳ تکرار ۲۵ تایی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ روز در ژرمیناتور قرار داده شدند. بعد از مدت زمان مورد نظر گیاهچه‌های عادی شمارش شد و از بین آنها تعداد ۵ گیاهچه را بطور تصادفی انتخاب گردید و وزن شدند و لپه‌های آنها را جدا کرده و در آون در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و بعد از خشک شدن وزن گردید و از فرمول شماره ۴ زیر میزان رشد گیاهچه محاسبه شد (Dehghanshuar, *et al*., 2005).

$$\text{میزان رشد گیاهچه} = \frac{\text{وزن خشک گیاهچه (میلی گرم)}}{\text{تعداد کل گیاهچه‌های عادی}} \quad (۴)$$

محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس، مقایسات میانگین و همبستگی صفات توسط نرم افزارهای آماری MSTACT-C و SAS و رسم نمودارها توسط نرم افزار EXCEL انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تیمارهای محلول‌پاشی بر مقدار عناصر غذایی در بذر ذرت تفاوت معنی‌داری را ایجاد نکرده است (جدول ۲). با توجه به نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش که تقریبا اکثر عناصر به اندازه کافی در خاک موجود بوده است (جدول ۱) به نظر می‌رسد در خاکهایی که در مقدار عناصر غذایی کمبودی نباشد محلول‌پاشی تاثیری بر مقدار عناصر غذایی بذر ندارد.

نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را در آزمون‌های پیری زودرس و سرما نشان نداد (جدول۴). اما تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد برای آزمون ظهور ریشه چه وجود داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین نیز نشان داد که بیشترین درصد ظهور ریشه چه در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار نیتروژن بود (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را برای مقدار رشد گیاهچه نشان داد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر تیمار بر شاخص‌های کیفی بذر نشان داد که در تیمارمحلول‌پاشی پتاسیم بیشترین مقدار رشد گیاهچه ایجاد شد (جدول ۴). با توجه به نتایج برخی از آزمون‌های بنیه بذر مثل میزان

رشد گیاهچه، می‌توان گفت که با توجه به اینکه عنصر پتاسیم در فرایند جوانه‌زنی موثر است محلول‌پاشی بوته مادری با پتاسیم باعث افزایش ذخیره پتاسیم در بذر گردیده و در نتیجه مقدار رشد گیاهچه افزایش یافته است. هرچند مقدار پتاسیم موجود در بذر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای محلول‌پاشی نداشته اما احتمالا افزایش خیلی کم آن هم در فرآیند جوانه‌زنی موثر است. در سایر تحقیقات انجام شده نیز بر موثر بودن پتاسیم در فرایند جوانه و رشد گیاهچه تاکید شده است (Benech, 1995). در تحقیق دیگری نشان داده شده است که پرایم بذر با نیترات پتاسیم ۱درصد، جوانه‌زنی بذر را به طور معنی‌داری افزایش داده است (Anisa, 2017).

جدول ۲- تجزیه واریانس مقدار عناصر موجود در بذر ذرت سینگل کراس ۷۰۴

Table 2- Analysis of variance for the amount of elements in maize (single cross 704) seed

منابع تغییرات Sources of variation	میانگین مربعات Mean of squares							
	درجه آزادی df	مس cu	روی ZN	منگنز MN	آهن FE	فسفر P	پتاسیم K	نیتروژن N
تیمار کودی Fertilizer treatment	9	0.223^{ns}	75.522^{ns}	5.633^{ns}	50.200^{ns}	0.001^{ns}	0.001^{ns}	0.009^{ns}
خطای آزمایشی Error	20	0.367	86.085	3.183	45.033	0.002	0.003	0.163
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation (%)		14.14	22.94	11.46	21.74	13.99	18.53	10.34

*، ** و ns = به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار

*,** and ns = Significant at %5 , %1 probability levels and non significant respectively

تجزیه واریانس انجام شده برای درصد جوانه‌زنی تفاوتی در بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی نشان نداد (جدول ۳). این نتایج بیانگر این است که محلول‌پاشی عناصر غذایی بر روی پایه مادری گیاه ذرت تاثیری بر افزایش درصد جوانه‌زنی ندارد اما سایر تحقیقات انجام شد بر روی گیاهان دیگری نشاندهنده تاثیر مثبت محلول‌پاشی بر درصد جوانه‌زنی بذر می‌باشد. کاکمک (Cakmak, 2008) در گزارشی معتقد است که افزایش غلظت روی در دانه می‌تواند موجب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر و استقرار بهتر بذر بخصوص در نواحی که با کمبود روی مواجه هستند، شود. حمیدی (Hamidi, 2013) نشان داد که افزایش درصد جوانه‌زنی ذرت، افزایش قدرت بذر را نیز در پی دارد. نتایج تحقیق موحدی (Movahhedy *et al.*, 2009) نشان داد که محلول‌پاشی روی و منگنز در آفتابگردان می‌تواند عملکرد بذر و کیفیت آن را تحت شرایط استرس خشکی بهبود بخشد.

اثر محلول‌پاشی بر روی زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۵). در مقایسه میانگین به ترتیب کمترین و بیشترین عدد مربوط به تیمار ترکیبی عناصر پرمصرف به مقدار ۱/۵ روز و تیمار اسید بوریک با ۲/۶ روز بود (جدول ۶). هرچه زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی کمتر باشد بذر در مدت زمان کمتری به حداکثر درصد جوانه‌زنی می‌رسد که این یک خصوصیت مطلوب می‌باشد. با توجه به نتایج، مصرف عناصر پرمصرف مثل نیتروژن و پتاس موجب کاهش زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی شد (جدول ۶). کومار و همکاران (Kumar et al., 2018) نشان دادن که درصد جوانه‌زنی و قدرت بذر در ذرت در تیمار مصرف ترکیبی کودهای آلی و معدنی بدست آمد.

جدول ۳ -تجزیه واریانس صفات مربوط به جوانه‌زنی و بنیه بذر

Table 3 - Analysis of variance for germination and seed vigor traits

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean squares)				
		پیری زودرس Accelerated aging	آزمون سرما Cold test	ظهور ریشه چه در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد Root occurrence At 13°C	میزان رشد گیاهچه Seedling growth rate	درصد جوانه‌زنی Germination
تیمارکودی Fertilizer treatment	9	2.281 ns	4.726 ns	61.719 *	0.123 *	1.379*
خطای آزمایشی Error	20	2.767	7.833	19.100	0.016	1.567
ضریب تغییرات(cv)		1.71	2.96	4.74	5.76	1.28

*، ** و ns = به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار

*,** and ns = Significant at %5 , %1 probability levels and non significant respectively

جدول ۴ - مقایسه میانگین اثرات محلول‌پاشی بر صفات اندازه‌گیری شده

Table 4 – Means comparison of the effects of spraying on measured traits

تیمارکودی Fertilizer treatment	ظهور ریشه‌چه در دمای ۱۳ درجه سانتی گراد (درصد) Root occurrence At 13°C (%)	میزان رشد گیاهچه (میلیگرم) Seedling growth rate (mg)
نیتروژن(N)	81.67 b	2.017 c
پتاسیم(K)	90.33 a	2.507 a
آهن(Fe)	89.67 a	2.220 bc
روی(Zn)	91.00 a	2.033 c
منگنز(Mn)	92.33 a	2.383 ab
بور(B)	92.00 a	2.000 c
ترکیبی عناصر پرمصرف و کم مصرف (نیتروژن+پتاسیم+آهن+روی+ منگنز+ بور) (Combination of macro and micro elements)	95.00 a	1.997 c
ترکیبی عناصر پرمصرف (نیتروژن+پتاسیم) (Combination of macro elements)	95.67 a	2.173 bc
ترکیبی عناصر کم مصرف (آهن+روی+منگنز+بور) (Combination of micro elements)	96.67 a	2.097 c
شاهد (Control)	97.00 a	2.493 a

میانگین‌هائی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% level of probability-using LSD Test.

جدول ۵- تجزیه واریانس برای برخی از صفات اندازه‌گیری شده

Table 5 - Analysis of variance for some measured traits

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (Mean squares)		
		شاخص بنیه گیاهچه (SVI)	زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (MTG)	ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)
تیمارکودی Fertilizer treatment	9	1336.147 *	0.250 *	0.027 *
خطای آزمایشی Error	20	163.494	0.070	0.008
ضریب تغییرات (cv)		5.90	12.56	17.58

*، ** و ns = به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار

*,** and ns = Significant at %5 , %1 probability levels and non significant respectively

جدول۶ – مقایسه میانگین اثر امحلول‌پاشی عناصر غذایی بر صفات جوانه‌زنی بذر

Table 6- Means comparison of the spraying on seed germination traits

تیمارکودی Fertilizer treatment	شاخص بنیه گیاهچه (SVI)	زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (MTG) (روز)	ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG)
نیتروژن (N)	198.4 d	2.253 ab	0.443 b
سولوپتاس (K)	248.5 a	2.033 b	0.492 b
کلات آهن (Fe)	221.2 bc	2.103 ab	0.475 b
سولفات روی (Zn)	201.0 cd	2.373 ab	0.421 b
سولفات منگنز (Mn)	236.0 ab	1.983 b	0.501 b
اسید بوریک (B)	196.4 d	2.553 a	0.392 c
ترکیبی عناصر پرمصرف و کم مصرف (نیتروژن+پتاسیم+آهن+روی+ منگنز+ بور) Combination of macro and micro elements	194.0 d	2.120 ab	0.472 b
ترکیبی عناصر پرمصرف (نیتروژن+پتاسیم) Combination of macro elements	215.3 bcd	1.447 c	0.691 a
ترکیبی عناصر کم مصرف (آهن+روی+منگنز+بور) Combination of micro elements	206.5 a	2.063 ab	0.485 b
شاهد Control	248.2 a	2.117 ab	0.472 b

میانگین‌هائی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one similar letter are not significantly different at the 5% level of probability-using LSD Test.

بررسی همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در بذر رابطه مثبتی را بین مقدار منگنز و نشاسته در بذر را نشان داد(جدول ۷). استفاده از کودهای حاوی منگنز موجب افزایش کارایی فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات‌ها مثل نشاسته می‌شود و بنابراین کارایی فتوسنتز با کمبود منگنز کاهش می‌یابد و عملکرد گیاه و کیفیت آن کاهش خواهد یافت (Mousavi *et al.*, 2011). همبستگی منفی بین منگنز و روی وجود دارد (جدول ۷). به علت نقش متابولیکی منگنز در فعالیت آنزیم نیترات ردکتاز، نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارد(Mousavi *et al.*, 2011). مینگ و یین (Ming and yin, 1992) در تحقیقات گلخانه‌ای درباره اثرات متقابل عناصر منگنز و روی نشان دادند که با مصرف هر کدام از این عناصر، غلظت عنصر دیگر در دانه گندم به شدت کاهش می‌یابد. رنگل وگراهام (Rengel and Graham 1995) در تحقیقات خود دریافتند که با افزایش غلظت روی در دانه گندم، غلظت بقیه عناصر به ویژه آهن و منگنز کاهش می‌یابد، آنان علت این امر را اثر رقت دانستند.

جدول۷- همبستگی ترکیبات بذر ذرت سینگل کراس ۷۰۴

Table 7- Correlation between seed contents of corn (single cross 704)

	ماده خشک Dry matter	رطوبت Moisture	پروتئین Protein	نیتروژن Nitrogen	نشاسته Starch	نیتروژن Nitrogen	پتاسیم K	فسفر P	آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn	مس Cu
ماده خشک dry matter	1											
رطوبت Moisture	-1.00 *	1										
پروتئین Protein	-0.30	0.30	1									
نیتروژن Nitrogen	-0.29	0.29	0.99 *	1								
نشاسته Starch	0.18	-0.18	-0.68 *	-0.68*	1							
نیتروژن Nitrogen	-0.25	0.25	0.36	0.37	-0.02	1						
پتاسیم K	-0.23	0.33	0.21	0.22	-0.40	0.35	1					
فسفر P	0.14	-0.14	0.29	0.29	-0.47	-0.09	0.02	1				
آهن Fe	-0.14	0.14	0.06	0.06	-0.13	0.15	0.09	0.01	1			
منگنز Mn	0.24	-0.24	-0.10	-0.11	-0.24	-0.45	-0.33	0.06	-0.10	1		
روی Zn	-0.10	0.01	0.14	0.15	-0.50 **	-0.09	-0.09	0.02	0.08	-0.24	1	
مس Cu	-0.08	0.08	0.15	0.15	-0.33	-0.06	-0.07	0.31	-0.08	0.23	0.22	1

بین نیتروژن و پروتئین همبستگی مثبتی وجود داشت. در این تحقیق با محلول‌پاشی ترکیب کود نیتروژن و پتاسیم درصد پروتئین در بذر(۱۱/۶۰) در بیشترین میزان نسبت به بقیه تیمارها بدست آمد. نتایج سایر تحقیقات انجام شده نیز نشان داده که مصرف نیتروژن باعث افزایش درصد پروتئین بذر ذرت می‌شود(Sebata *et al.*, 2015). فاینی (Finney *et al*,. 1987) نیز گزارش کرد یکی از راهکارهای افزایش درصد پروتئین دانه مصرف کود نیتروژنه در خاک در حدود مرحله گرده افشانی است. عبید و همکاران (Abid *et al*,. 2016) در تحقیق خود به

این نتیجه رسیدند که در هیبرید ذرت محتوای پروتئین و نشاسته دانه تحت تاثیر تیمار محلول‌پاشی پتاسیم به طور معنی‌داری افزایش یافت که به علت در دسترسی بیشتر مواد مغذی نسبت به مصرف خاکی می‌باشد.

در بررسی رابطه بین عناصر غذایی و مواد آلی و معدنی دیده شد که بین درصد نشاسته و عنصر روی همبستگی منفی معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد ، بین درصد منگنز و نشاسته در بذر رابطه مثبتی وجود دارد (جدول۷). در بررسی رابطه بین عناصر غذایی و مواد آلی در بذر رابطه منفی بین عنصر روی و میزان نشاسته در بذر دیده شد و نتایج آزمایش لالئو (Lalelou *et al.*, 2013) نیز نشان داد که با تیمار کردن بذور گندم با روی محتوای نشاسته در گیاه کاهش یافت. کاهش نشاسته می‌تواند به علت انباشتگی قند محلول در سلول‌های گیاهی باشد. همچنین ذخیره بالای فلزاتی مثل روی مانع از فعالیت آنزیم‌های موثر در ساخت نشاسته شده و از ساخت نشاسته جلوگیری می‌کند.

نتیجه گیری کلی

محلول‌پاشی عناصر غذایی در شرایطی که مقدار عناصر غذایی در داخل خاک مزرعه کافی باشد و کمبودی وجود نداشته باشد تاثیر معنی‌داری بر مقدار عناصر غذایی در بذر ذرت ایجاد نمی‌کند چون گیاه نیازغذایی خود را از خاک تامین می‌کند. لذا در شرایطی که امکان تامین نیاز غذایی ذرت از طریق خاک وجود دارد محلول‌پاشی عناصر غذایی که که سبب افزایش هزینه‌های تولید می‌شود توصیه نمی‌گردد. در بررسی خصوصیات کیفی بذر مثل قدرت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذر نیز مشخص گردید که کود پتاسیم باعث افزایش رشد گیاهچه و کود ترکیبی پتاسیم و نیتروژن سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد. این نتایج نشان دهنده تاثیر مثبت تغذیه مناسب گیاه مادری با عناصری مثل پتاسیم و نیتروژن درکیفیت بذر تولیدی است.

منابع

Reference

Abdul- Baki, A.A., and J.D. Anderson.1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Sci. 13: 630-633.

Ali, A., M. Hussain, S.H. Habib, T.T. Kiani, A.M Anees, and A. Rahman, 2016. Foliar spray surpasses soil application of potassium for maize production under rainfed conditions. Turk. J. Field Crops. 21(1), 36-43.

Alam, M.M., M.D. Nazrul Islam, S.M.D. Munirurrahman, and Md. Halaluddin. 2003. Effects of Sulphur and nitrogen on the yield and seed quality of maize (cv. Barnali). I. Biol. Sci. 3(7): 643-654.

Alirezaee, M., and A. Behbhani. 1993. Description the methods of soil analysis. Publication of Soil and Water Research Institute. Tehran, Iran. Guidelines No. 893. (In Persian, with English Abstract)

Arnold, B., R.L. Fenner, and P.J. Edwardst. 1995. Influence of potassium nutrition on germinability abscisic acid content and sensitivity of the embryo to abscisic acid in developing seeds of Sorghum bicolor (L.) Moench. New Phytol. 130: 207-216.

AOSA (Association of Official Seed Analysts). 1983. Seed vigour testing. Association of Official Seed Analysis. Lincoln, NE, USA.

Bellaloui, N., H.Y. Mengistu, A. Kassem, and C.A. Abel. 2013. Effects of foliar boron application on seed composition, cell wall boron, and seed §^{15}N and §^{13}C isotopes in water- stressed soybean plants. Front Plant Sci. (4)270:1-14.

Bybordi, A., and G. Mamedov. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and Iron for canola. Notulae Sci. Boil. 2(1): 94-103.

Cakmak, I. 2009. Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. J. Trace Elem. Med. Biol. 23(4): 281-289.

Cakmak, I., H. Ekis, A. Yilmaz,B. Torun, N. Koleli, and I. Gultekin. 1997. Differential response of rye, triticale, bread and durum wheat to zinc deficiency in calcareous soils. Plant and Soil. 188:1-10

Choukan, R. 2012. Maize and Maize Properties. Agricultural Education Publication.

Choukan, R. 2004. Corn seed production. Agricultural Research and Training Organization, Iran.

Damavandi, A., and A. Dashtban. 2009. Evaluation of seedling tests on wheat seedling emergence. J. Biol. Islamic Azad Univ., Garmsar Branch. 4(3): 59-64.

De Figueiredo M.C., and N.M. De Carvalho, 2003. Effect the type of environmental stress on the emergence of sunflower, soybean max merril and maize seeds with different levels of vigor. Seed Sci. Technol. 31:465-469.

Dehghansoar M, A. Hamidi, and P. Makarin. 2005. Methods of Seed vigor assessment, Agriculture Education Publication. (In Persian)

Ellis R.H., and E.H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 377-409

Finney K.F., F. Meyer, W. Smith, and H.C. Fryer. 1987. Effect of foliar spraying of wheat are selection on yield protein content. Agron. J. 49: 341-347.

Gastel A.J.C., D.M. Pagnottaand E. Porceddu. 1996. Seed Sci. Technol. ICARDA. Aleppo. Syria.

Hall J.L., and L.E. Williams. 2003. Transition metal transporters in plants. J. Exp. Bot. 54(393):2601-2613.

Hamidi A. 2013. Determine the most suitable seed vigor test (Vigor) for different corn inbred lines. Research Report. Seed and Plant Registration and Certification Institute. Registration number 42781.

ISTA.2012. Rules proposals for seed testing. Edition 2012.

ISTA. 1987. Rules proposals for seed testing. Edition 1987.

Khan A.Z., A. Muhamad, A. Khalil, H. Gul, H. Akbar, S. Wahab. 2016. Impact of fertilizer priming on seed germination behavior and vigor of maize. Pure Appl. Biol. 5(4): 744-751.

Khalili M. J, and M. Roshdi. 2009. Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics of 704 silage corn in khoy. Seed Plant Prod. J. *24*(2): 281-293. (In Persian)

Krueger, K., A. S Goggi, A.P. Mallarino, and R.E. Mullen. 2013. Phosphorus and potassium fertilization effects on soybean seed quality and composition. Crop Sci. 53: 602-610.

Kumar, A., A. Dayal, P. Rai, and K.R. Verma. 2018. Effect of integrated nutrient management seed quality chracters in maize (Zea mays L.). The Pharma Innovation J. 7(6): 367-370.

Latifi, N. A. Soltani, and D. Spanner, 2004. Effect of temperature on germination components in canola cultivars. Iranian J. Agric. Sci. 35(2): 313-321.

Lalelou, S.F., J. Shafagh-Kolvanagh, and M. Fateh, 2013. Effect of various concentrations of zinc on chlorophyll, starch, soluble sugars and proline in naked pumpkin. Int. J. Food Allied Sci. 2(24): 1198-1202.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. New York, USA.

Ming C., and R.C. Yin. 1992. Effect of manganeseand zinc fertilizers on nutrient balance and deficiency diagnosis of winter wheat crop in pot experiment. Proc. Int. Symp. On the Role of Sulphur, Magnesium and Micronutrients in Balanced Plant Nutrition, April, 3-10, Chengde, China.

Movahhedy-Dehnavy, M., A.M. Modarres-Sanavy, and A. Mokhtassi-Bidgoli, 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower grown under water deficit stress. Ind. Crops Products. 30: 82-92.

Mousavi, S.R, M. Shahsavari, and M. Rezaei, 2011. A general overview on manganese importance for crops production. Aust. J. Basic Appl. Sci. 5(9): 1799- 1803.

Rajabi, R., 2001. Response of different wheat cultivars in terms of germination and vegetative growth in relation to salinity stress. MS Thesis. University of Tehran. (In Persian)

Ramadane, T., V. Krishnasamy, and N. Ramamoorthi. 2000. Seed ageing on hybrid seeds production in maize (Zea mays). Indian J. Agric. Sci. 70(1): 37-39.

Rengel Z., and R.D. Graham. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil. Plant and Soil. 173: 259-266.

Ruttanaruangboworn A, W. Chanprasert, P. Tobunluepop, and D. Onwimol. 2017. Effect of seed priming with different concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (oryza sativa l.), J. Integr. Agr. 16(3):605-613. [online] Available at www.Sciencedirect.com

Safari H, Y.R. Bagheri,and M. Ghasemi. 2005. Effect of application of boron and zinc micronutrients on yield and its components in corn. 9th Iranian soil science congress, Tehran, Iran.

Sarmadnya, G.H. 1997. Seed Technology. Publications University of Mashhad. Second edition.

Sebetha, E.T., A.T. Modi, and L.G. Owoeye. 2015. Maize seed quality in response to different management practices and sites. J. Agric. Sci. 7(1): 215-223.

Scott S.J, R.A. Jones, and W.A. Williams. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Sci. 24: 1192-1199.

Soltani A., M.J. Robertson, B. Toorabi, M. Yousefi-Daz, and R. Sarparast. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agric. For. Meteorol. 138: 156-167.

Vazmando, V.H, M.A.N. Dias, and S.M. Cicero. 2015. Maize seed vigor and its effects on crop cultivation cycle. Revesta de Agriculture, 90(2): 168-178.

Yarnia M., A. Farajzadeh, and V. Ahmadzadeh. 2007. Effect of micro nutrition spraying on sugar beet yield of Rasoul cultivar. The 10th Iranian Soil Science Congress. Karaj, Iran.