علوم و تحقیقات بذر ایران
سال سوم/ شماره دوم/ ۱۳۹۵ (۹۴ - ۸۱)

تأثیر پوشش‌دار کردن بذر با باکتری‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی بر شاخص‌های جوانه‌زنی ذرت

فاطمه سعادت*[۱]، سید محمدرضا احتشامی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۱۸

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر پوشش‌دار کردن بذر با باکتری‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی بر خصوصیات جوانه‌زنی ذرت رقم ۶۴۰NS، به اجرا درآمد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۴ تکرار در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان در مرداد ماه ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای به کاربرده شده در این آزمایش شامل: بذر بدون پوشش، بذر پوشش‌دار بدون باکتری و بدون عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با عناصر ریزمغذی (روی، مولیبدن، بر، مس، آهن و منگنز) و بدون باکتری، پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و بدون عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و بدون عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بدون عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی و پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی در اکثر صفات (درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، یکنواختی جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز) بهترین تأثیر گذاری را در بین تیمارهای به‌کار برده شده داشتند.

واژه‌های کلیدی: ***ازتوباکتر*، جوانه‌زنی، *سودوموناس*، عناصر ریزمغذی**

۱- کارشناس ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
۲- استادیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
* نویسنده مسئول: fsadats@yahoo.com

مقدمه

ذرت متعلق به خانواده‌ی گندمیان (Gramineae) است و با نام علمی (*Zea mays* L.) شناخته می‌شود (Imam, 2003). علی رغم پیشرفت‌های حاصل شده در تکنولوژی و مدیریت زراعی، کماکان بذر، جوانه‌زنی و استقرار مطلوب گیاهچه‌های حاصل از آن دارای اهمیت کلیدی است.

جوانه‌زنی اولین مرحله رشد و نمو است که از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد. علاوه بر جوانه‌زنی، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن نیز از شاخص‌های مهم کیفیت بذر می‌باشد (Soltani *et al*., 2002).

روش‌های مختلفی برای بهبود جوانه‌زنی بذر مورد استفاده قرار می‌گیرند (Copeland and Mcdonald, 2008). پوشش‌دار کردن بذر[1] یکی از مهم‌ترین روش‌های اقتصادی برای بهبود کارکرد بذر است. در این حالت یک ماده به بذر اضافه می‌شود بدون این‌که این ماده به بذر شکل خاصی بدهد. اغلب هدف از پوشش دادن یک بذر استفاده از موادی از قبیل قارچ‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، مواد ایمن ساز[2]، عناصر کم‌مصرف و ترکیبات دیگری است که به شکل مستقیم در ارتباط با بذر قرار می‌گیرند (Copeland and Mcdonald, 2008). پوشش‌دهی بذر تضمین می‌کند که ریزجانداران مفید در مراحل بحرانی رشد به راحتی در دسترس ریشه گیاه قرار بگیرند. هم‌چنین باعث تسریع در جوانه‌زنی در اولین مرحله، کمک به استقرار سالم و سریع گیاه، بهبود جذب مواد غذایی و تحمل به تنش‌های غیر زنده می‌شود (Mastouri *et al*., 2010; Malusa *et al*., 2012).

استفاده از تیمارهای زیستی بذر در قالب تیمار پوششی، کارکرد گیاه را به طور چشم‌گیری بهبود می‌بخشند. در تیمار زیستی بذر به جای تیمار شیمیایی از بذر، قارچ‌ها یا باکتری‌ها برای کنترل عوامل بیماری‌زای بذرزاد و خاک‌زاد استفاده می‌شوند. استفاده از این مواد به علت اهمیت آن‌ها برای سلامتی انسان و محیط زیست و همچنین مخاطرات مربوط به سمیت گیاهی ناشی از استفاده بیش از حد آفت‌کش‌ها با اقبال بیشتری رو به رو هستند (Copeland and Mcdonald, 2008). افزایش تولید و بهبود کیفیت ذرت از طریق مصرف بهینه کود به ویژه انواع کودهای زیستی یکی از مهم‌ترین اهداف است. تأمین عناصر غذایی کافی یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها در تحقق عملکرد بالقوه گیاهان زراعی و دستیابی به عملکردهای بالا می‌باشد (Alexandratos, 2003).

باکتری‌های محرک رشد به عنوان مایه تلقیح، کود زیستی، محرک‌های رشد گیاهی و کنترل زیستی استفاده می‌شوند. برخی از این باکتری‌ها نه تنها از مواد مغذی ترشح شده از ریشه بهره‌مند می‌شوند بلکه به طور مستقیم یا غیرمستقیم گیاه را تحت اثرات مفیدی قرار می‌دهند که نتیجه این اثرات در نهایت تحریک رشد گیاه می باشد (Bloemberg and Lugtenberg, 2001). محرک‌های گیاهی می‌توانند با ترشح هورمون مستقیماً رشد گیاه را ارتقاء دهند. همچنین این باکتری‌ها با روش کنترل زیستی، گیاه را در برابر عفونت‌ها و عوامل بیماری‌زای گیاهی محافظت می‌کنند. کاربرد باکتری‌های محرک رشد به عنوان مایه تلقیح در مقیاس بزرگ برای گیاهان زراعی جالب توجه خواهد بود، به‌طوری‌که مصرف کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها را که اغلب آلوده کننده محیط زیست هستند به طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهند. علاوه بر این، کاربرد این باکتری‌ها باعث افزایش عملکرد محصولات زراعی می‌شوند (Bloemberg and Lugtenberg, 2001).

همچنین تیمار کردن بذر با عناصر کم‌مصرف به وسیله حل‌کردن عناصر غذایی در غلظت خاص و مدت زمان خاص (ارتقاء شرایط بذر) یا به وسیله پوشش دادن بذر با عناصر کم‌مصرف انجام می‌شود (Farooq *et al*., 2012). موفقیت و کارایی پوشش دادن بذر با عناصر ریزمغذی به ماده غذایی مورد استفاده، مواد پوشش دهنده، نوع خاک، وضعیت رطوبت و حاصلخیزی خاک و نسبت ماده غذایی: بذر بستگی دارد (Halmer, 2008). عناصر ریزمغذی اغلب به عنوان کوفاکتور در سیستم‌های آنزیمی و در واکنش‌های اکسیداسیون و احیا شرکت می‌کنند. بیشترین اهمیت عناصر ریزمغذی، نقش آن‌ها در فرآیندهای کلیدی فیزیولوژیکی در فتوسنتز و تنفس است و کمبود آن‌ها می‌تواند از این فرآیندهای فیزیولوژیکی ممانعت کند و سپس باعث محدود شدن عملکرد دانه شود (Marschner,1995). در گیاهان زراعی، عناصر کم‌مصرف ممکن است به خاک اضافه شود، یا بر روی برگ محلول‌پاشی و یا با بذر تیمار گردد. محلول پاشی بر روی

[1]Seed Coating
[2]Safeners

برگ در بهبود عملکرد و غنی‌سازی بذر مؤثر بوده است، اما هزینه بالای آن باعث محدودیت استفاده به‌وسیله کشاورزان شده است (Johnson *et al*., 2005). تیمار کردن بذر گزینه بهتری از لحاظ اقتصادی است، چون به عنصر کم‌مصرف کمتری نیاز دارد و کاربرد آن آسان است و باعث بهبود رشد گیاهچه می‌شود (Singh *et al*., 2003).

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر پوشش‌دار کردن بذر با باکتری‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی بر خصوصیات جوانه‌زنی ذرت در شرایط آزمایشگاهی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۴ تکرار در مرداد ماه ۱۳۹۳ به اجرا درآمد. تیمارهای به‌کاربرده شده در این آزمایش شامل: بذربدون پوشش، بذر پوشش‌دار بدون باکتری و بدون عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با عناصر ریزمغذی (روی، مولیبدن، بر، مس، آهن و منگنز) و بدون باکتری، پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و بدون عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و بدون عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بدون عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی بود. مقدار بذر مورد نیاز از مؤسسه تحقیقات اصلاح نهال و بذر کرج تهیه شد. رقم ذرت مورد استفاده ۶۴۰NS بود.

برطبق توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور بذرها با استفاده از پوشش‌های پلیمری به همراه عناصر ریزمغذی در نسبت ۱۰۰ گرم بذر با ۷ گرم عناصر ریزمغذی در همین مؤسسه پوشش‌دار شدند. میزان کاربرد عناصر کم مصرف برحسب(میلی گرم بر کیلوگرم بذر) به این شرح می باشد: سولفات روی(۱۰۰)، براکس(۴۰)، مولیبدات آمونیوم(۵۰)، سولفات مس(۱۰)، سولفات منگنز(۱۵)، سولفات آهن(۵۰). همچنین در رابطه با تیمارهایی که با باکتری‌ها پوشش‌دار می‌شوند، باکتری‌ها در جمعیت $۹/۸\times۱۰^{۷}$ به پوشش‌ها اضافه شد (Becking, 2006). در هر تکرار ۲۵عدد بذر در داخل پتری دیش بر روی کاغذ صافی قرار داده شد و پس از تنظیم مقدار رطوبت هر پتری دیش ظروف مورد نظر در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سیلسیوس به مدت ۷ روز قرار داده شدند (ISTA, 2008). شمارش هرروزه بذور جهت محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی انجام شد.

به منظور سنجش فعالیت آلفا آمیلاز، بذرها بعد از خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر در دمای ۲۰- درجه سیلسیوس به مدت ۴۸ ساعت جهت ثابت شدن سطح فعالیت آنزیم‌های درون بذر فریز شدند. در روز آخر، تعداد ۱۰ گیاهچه به طور تصادفی از هر ظرف پتری انتخاب و اندازه‌گیری‌های لازم انجام شد. کمیت‌های مورد اندازه-گیری عبارتند از: درصد جوانه‌زنی بذر (ISTA, 2008)، سرعت جوانه‌زنی بذر (Ellis and Roberts, 1980)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، یکنواختی جوانه‌زنی بذر (Soltani *et al.,* 2002)، سرعت جذب آب بذر (Haileselasie and Teferii, 2012) و فعالیت آلفا آمیلاز (Liliana and Lozano, 2002).

استخراج آنزیم آلفا آمیلاز با روش دی نیترو سالسیلیک اسید (DNS) صورت گرفت (Worthington, 1993). بعد از تهیه عصاره مورد نظر از بذور، طیف جذبی عصاره با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت شد. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از رابطه زیر استفاده شد.

رابطه (۱) $\text{Germinaition}(\%)=\frac{ni}{N}\times 100$

n_i: تعداد بذور جوانه زده در روز آخرشمارش و N: تعداد کل بذور مورد آزمایش

صفت یکنواختی جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از برنامه Germin محاسبه شد (Soltani *et al.,* 2001). همچنین صفات ضریب آلومتریک و شاخص ویگور نیز از روابط زیر محاسبه شدند.

رابطه (۲) شاخص ویگور بذر =(میانگین طول ساقه‌چه + میانگین طول ریشه‌چه) × درصد جوانه زنی

رابطه (۳) $\text{ضریب آلومتریک}=\frac{\text{میانگین وزن خشک ریشه چه}}{\text{میانگین وزن خشک ساقه چه}}$

تجزیه و تحلیل آماری این طرح با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمارهای پوشش‌دهی روی صفت درصد جوانه‌زنی در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به تیمار پوشش‌دهی بذر با مخلوطی از باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* به همراه عناصر ریزمغذی و تیمار پوشش‌دهی بذر با مخلوطی از باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* بود. کمترین درصد جوانه‌زنی نیز به ترتیب مربوط به دو تیمار پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی و کاربرد باکتری *ازتوباکتر* به تنهایی بود. در بین سایر تیمارها از نظر صفت درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۱).

کودهای زیستی از طریق مکانیسم‌های مختلف نظیر تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، تثبیت نیتروژن، جلوگیری از عوامل بیماری‌زا و قابل استفاده نمودن عناصر مورد نیاز گیاه، بر جوانه‌زنی و رشد گیاهان اثر می‌گذارند (Jangu and Sindha, 2011). همچنین به نظر می‌رسد به دلیل اینکه عناصر کم‌مصرف نقش زیادی در سیستم‌های آنزیمی گیاهان بر عهده دارند، افزایش درصد جوانه‌زنی بذر نیز به‌دلیل تأثیر عناصر میکرو در فعالیت‌های آنزیمی می‌باشد (Mckenzie, 1992). در پژوهشی در نتیجه کاربرد PGPR تندش بذر و استقرار بوته برنج افزایش یافت (Vasudevan *et al*., 2002). استنباط می‌شود که در اثر تیمارهای به‌کار برده شده در این آزمایش، تولید هورمون جیبرلین افزایش یافته که موجب فعال شدن آنزیم‌های مؤثر در تجزیه نشاسته و شروع فعالیت جوانه‌زنی می‌شود. هورمون جیبرلین باعث تقسیم سلولی و طویل شدن سلول شده و درصد جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد. همچنین این هورمون از جنین به لایه آلورون رفته و باعث تحریک آنزیم‌های مؤثر در جوانه‌زنی (آلفا آمیلاز) شده که باعث تجزیه نشاسته به گلوکز شده و نیازهای متابولیکی جنین در حال رشد را تأمین می کند (Imam, 2003). به نظر می‌رسد این فرآیند در افزایش صفت مذکور نقش مهمی دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای پوشش بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی

Table1. Analysis of variance of the effect of seed coating treatments on germination characteristics

منابع تغییرات Source of variatiom	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	یکنواختی جوانه‌زنی Germination Uniformity	طول ساقه‌چه **P**lumule length	طول ریشه‌چه **R**adicule length
تیمار Treatment	8	0.2465**	4.43**	0.4447**	4.76**	27.16**
خطای آزمایش **E**rror	27	0.0630	0.7134	0.0799	0.8891	2.18
ضریب تغییرات CV (%)	-	2.61	8.35	19.51	22.17	14.32

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**significant at 1% probability level

سرعت جوانه‌زنی

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، تیمار بذر با باکتری‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی بر صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح آماری ۱ درصد معنی دار بود (جدول۱). بیشترین سرعت جوانه‌زنی در این آزمایش مربوط به بذر فاقد پوشش (شاهد) بود (شکل۲).

به نظر می‌رسد وجود مواد پوشش دهنده در اطراف بذر باعث تأخیر در خروج ریشه‌چه و کاهش سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای پوشش‌دهی شده است. لازم به ذکر است به دلیل اینکه در این تیمار، مواد به طور مستقیم روی بذر قرار می‌گیرند بلافاصله در اطراف گیاهچه جوانه زده قرار داده می‌شوند (Copeland and

(Mcdonald, 2008)، این‌طور استنباط می‌شود که با قرار گرفتن عناصر در اختیار گیاهچه، افزایش در دیگر صفات، قابل توجیه است. افزایش سرعت جوانه‌زنی توسط این باکتری‌ها در گیاهان مهمی همچون جو (Sahin *et al*., 2004; Cakmakci *et al*; 2001)، ذرت (Pal, 1998) و نیشکر (Sundara et al., 2002) گزارش شده است. در آزمایشی که بر گیاه جو صورت گرفت مشخص شد که پیش تیمار بذر با فسفر و عنصر روی، باعث افزایش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی می‌شود (Abdolrahmani *et al*., 2009)

یکنواختی جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار پوشش‌دهی بذر بر صفت یکنواختی جوانه‌زنی در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱). با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین، بیشترین یکنواختی جوانه‌زنی مربوط به تیمار پوشش‌دهی بذر با مخلوطی از باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* به همراه عناصر ریزمغذی و کمترین یکنواختی مربوط به تیمار بذور بدون پوشش (شاهد) است (شکل۳). باید به این موضوع توجه داشت که هر چه عدد مربوط به یکنواختی جوانه‌زنی کمتر باشد یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر است (Soltani *et al*., 2001).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

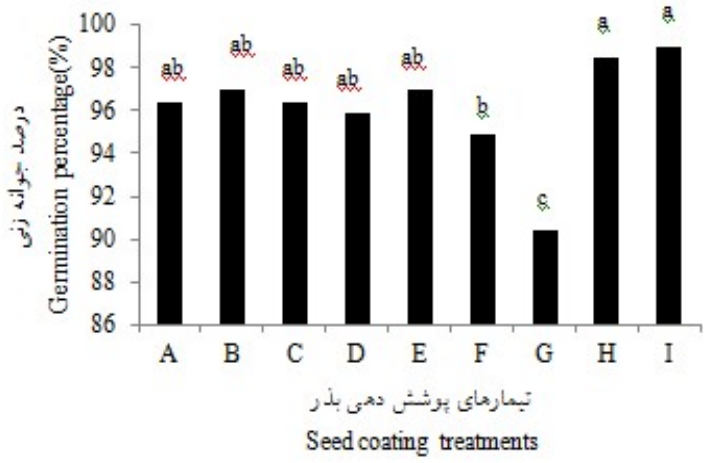
با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس تیمار بذر با باکتری‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی بر صفت طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و طول گیاهچه اثرگذار و در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که از نظر طول ریشه‌چه بین تیمارهای پوشش بذر با باکتری *سودوموناس*، پوشش بذر با مخلوطی از باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی و پوشش بذر با عناصر ریزمغذی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین طول را در بین سایر تیمارها به خود اختصاص داد. همچنین کمترین طول ریشه‌چه مربوط به تیمارهای پوشش بذر با *ازتوباکتر* و پوشش بذر با مخلوطی از باکتری *ازتوباکتر* و عناصر ریز مغذی بود (شکل۴). همچنین در مورد صفت طول ساقه‌چه تیمار پوشش بذر با عناصر ریزمغذی، پوشش بذر با مخلوطی از *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی و پوشش بذر با *ازتوباکتر* بیشترین طول ساقه‌چه را داشتند که بین تیمارهای مذکور از نظر طول ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین طول ساقه‌چه نیز به تیمار پوشش با ماده پوشش دهنده به تنهایی اختصاص یافت (شکل۵). اثرات مفید *سودوموناس*ها و سایر ریزوباکتری‌ها روی رشد گیاه ممکن است ناشی از تولید هورمون‌های گیاهی، ویتامین‌ها، افزایش جذب عناصر غذایی، از بین بردن پاتوژن‌ها از طریق تولید آنتی بیوتیک‌ها و یا مواد بازدارنده رشد پاتوژن مقیم ریزوسفر و ... باشد (O′sullivan, 1992; O′Gara, 1995). لذا به نظر می‌رسد هورمون‌های تولید شده نظیر اکسین و سیتوکنین در اثر حضور این باکتری‌ها باعث افزایش طول ریشه‌چه شده باشند.

همچنین عنصر مس نیز در عمل کاتالیز در فرآیند تنفس و تشکیل آنزیم‌ها نقش دارد (McKenzie, 1992)، به نظر می‌رسد افزایش صفات مذکور علاوه بر تأثیر مثبت باکتری‌های محرک رشد به خاطر اثر تیمار پوشش بذر با عناصر آهن، منگنز و مس باشد. همچنین دلیل این امر را می توان به نقش عنصر منگنز به عنوان گروه پروستیتیک آنزیم‌های مسیر بیوسنتز هورمون‌های گیاهی مربوط دانست چرا که هورمون‌های گیاهی نقش عمده‌ای در تسهیم و انتقال اسیمیلات در ساختار گیاهی و در نتیجه افزایش رشد گیاه دارند (Reuter *et al*., 1988).

وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه

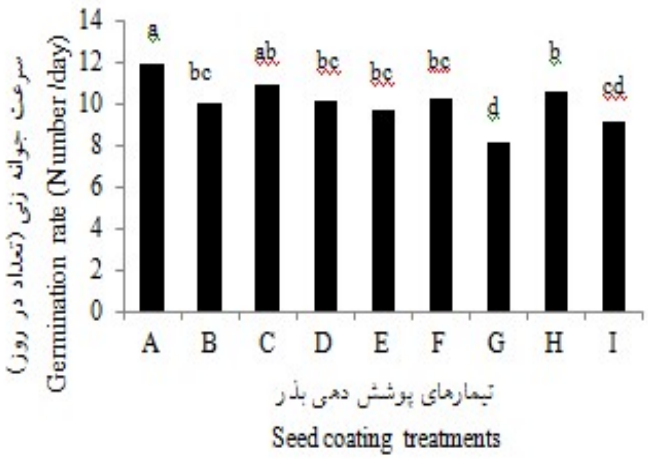
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای به‌کار برده شده بر روی وزن تر ریشه‌چه غیر معنی‌دار، و بر روی وزن تر ساقه‌چه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). با توجه به نتایج مقایسات میانگین، تیمار پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* به همراه عناصر ریزمغذی بیشترین وزن تر ساقه‌چه را داشت و کمترین وزن تر ساقه چه مربوط به تیمار پوشش بذر با ماده پوشش‌دهنده به تنهایی بود (شکل ۶).

وزن گیاه تحت تأثیر عوامل محیط و تغذیه است و کاربرد مواد غذایی سبب افزایش وزن تر، خشک و عملکرد می‌شود (Darzi, 2009). تلقیح بذر ذرت با برخی از سویه‌های باکتری سودوموناس منجر به افزایش معنی‌داری در ارتفاع، وزن ریشه و بیوماس کل در مقایسه با شاهد شد (Shaharoona *et al*., 2006). کاکمکسی و همکاران نشان دادند که تلقیح بذرهای جو با باکتری‌های محرک رشد گیاه، موجب افزایش طول و وزن ریشه‌های جو می‌گردد. آنان افزایش وزن ریشه جو در واکنش به تلقیح



شکل ۱- اثر پوشش‌دهی بذر بر درصد جوانه‌زنی

Figure 1. Effect of seed coating on germination percentage



شکل ۲- اثر پوشش‌دهی بذر بر سرعت جوانه‌زنی

Figure 2. Effect of seed coating on germination rate

A: بذربدون پوشش، B: بذر پوشش‌دار بدون باکتری و بدون عناصر ریزمغذی، C: پوشش بذر با عناصر ریزمغذی (روی، مولیبدن، بر، مس، آهن و منگنز) و بدون باکتری، D: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و بدون عناصر ریزمغذی، E: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی، F: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و بدون عناصر ریزمغذی، G: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی، H: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بدون عناصر ریزمغذی، I: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی

A: seed without coating, B: seed coating without bacteria and micronutrients, C: seed coating with micronutrients and without bacteria, D: seed coating with (*Pseudomonas fluorescens* strain 169) and without micronutrients, E: seed coating with *Pseudomonas* and micronutrients, F: seed coating with (*Azotobacter chroococcum* strain 12) and without micronutrients, G: seed coating with *Azotobacter* and micronutrients, H: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and without micronutrients, I: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and micronutrients

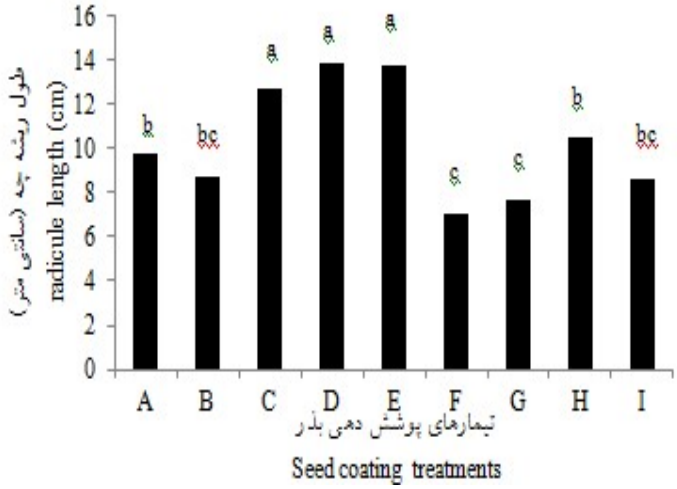
با برخی باکتری‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد، بیش از ۳۲ درصد و وزن اندام‌های هوایی به‌واسطه تلقیح با باکتری‌ها را ۲۸/۸ تا ۴۵/۲ درصد بسته به نوع باکتری گزارش نمودند (Cakmakci *et al.*, 2007).

تأثیر باکتری *سودوموناس فلورسنس* در تحریک رشد گیاه به علت تولید هورمون سیتوکنین گزارش شده است. همچنین در این آزمایش تقسیم سلولی در حضور سیتوکنین نیز افزایش یافت (Nadjafi, 2002).

با توجه به تحقیقات انجام شده می‌توان این‌گونه جمع بندی کرد که در اثر کاربرد عناصر ریزمغذی و باکتری‌های محرک رشد فعالیت هورمون‌های بذر دستخوش تغییر قرار می‌گیرد و این هورمون‌های گیاهی باعث ارتقاء شرایط

شکل ۳- اثر پوشش‌دهی بذر بر یکنواختی جوانه‌زنی

Figure 3. Effect of seed coating on germination uniformity

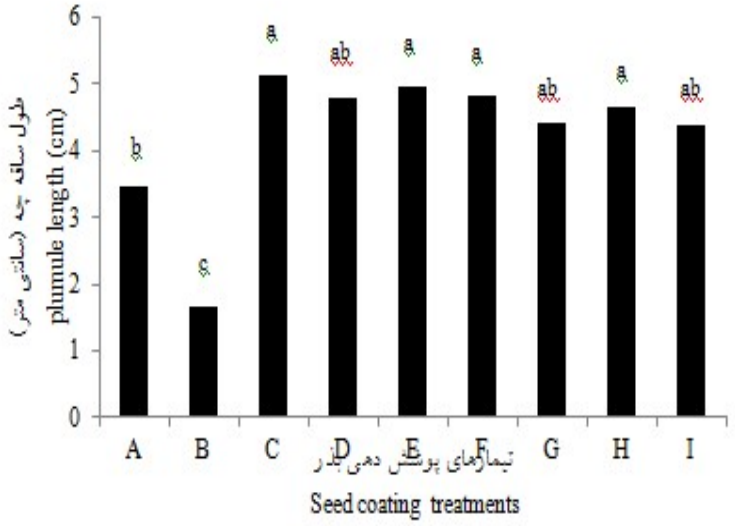


شکل ۴- اثر پوشش‌دهی بذر بر طول ریشه‌چه

Figure 4. Effect of seed coating on radicule length

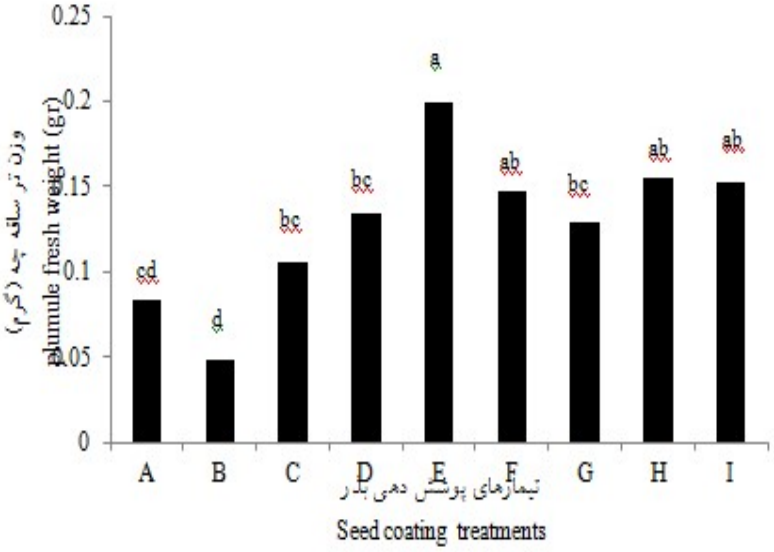
A: بذربدون پوشش، B: بذر پوشش‌دار بدون باکتری و بدون عناصر ریزمغذی، C: پوشش بذر با عناصر ریزمغذی (روی، مولیبدن، بر، مس، آهن و منگنز) و بدون باکتری، D: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و بدون عناصر ریزمغذی، E: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی، F: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و بدون عناصر ریزمغذی، G: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی، H: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بدون عناصر ریزمغذی، I: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی

A: seed without coating, B: seed coating without bacteria and micronutrients, C: seed coating with micronutrients and without bacteria, D: seed coating with (*Pseudomonas fluorescens* strain 169) and without micronutrients, E: seed coating with *Pseudomonas* and micronutrients, F: seed coating with (*Azotobacter chroococcum* strain 12) and without micronutrients, G: seed coating with *Azotobacter* and micronutrients, H: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and without micronutrients, I: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and micronutrients.



شکل ۵- اثر پوشش‌دهی بذر بر طول ساقه‌چه

Figure 5. Effect of seed coating on plumule length



شکل ۶- اثر پوشش‌دهی بذر بر وزن تر ساقه‌چه

Figure 6. Effect of seed coating on plumule fresh weight

A: بذربدون پوشش، B: بذر پوشش‌دار بدون باکتری و بدون عناصر ریزمغذی، C: پوشش بذر با عناصر ریزمغذی (روی، مولیبدن، بر، مس، آهن و منگنز) و بدون باکتری، D: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و بدون عناصر ریزمغذی، E: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی، F: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و بدون عناصر ریزمغذی، G: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی، H: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بدون عناصر ریزمغذی، I: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی

A: seed without coating, B: seed coating without bacteria and micronutrients, C: seed coating with micronutrients and without bacteria, D: seed coating with (*Pseudomonas fluorescens* strain 169) and without micronutrients, E: seed coating with *Pseudomonas* and micronutrients, F: seed coating with (*Azotobacter chroococcum* strain 12) and without micronutrients, G: seed coating with *Azotobacter* and micronutrients, H: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and without micronutrients, I: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and micronutrients.

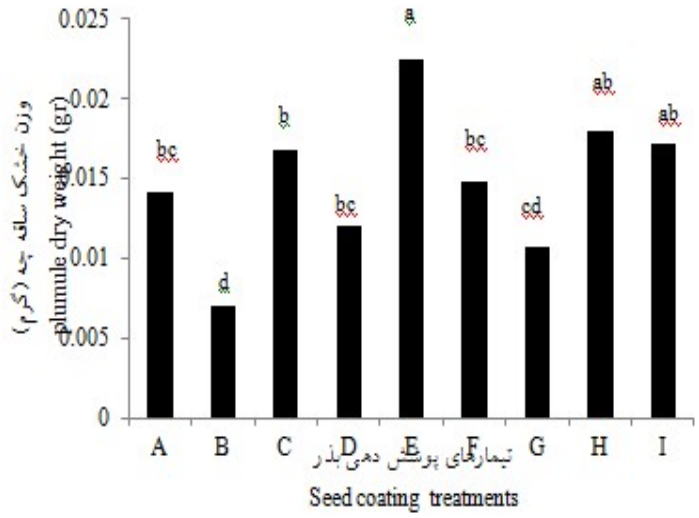
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای پوشش بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی

Table 2. Analysis of variance of the effect of seed coating treatments on germination characteristics

منابع تغییرات Source of variatiom	درجه آزادی df	وزن تر ریشه‌چه **R**adicle fresh weight	وزن تر ساقه‌چه Shoot fresh weight	وزن خشک ریشه‌چه **R**adicule dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	فعالیت آلفا امیلاز Alpha amylase activity
تیمار Treatment	8	0.0130^{ns}	0.0078**	0.00094^{ns}	0.00008**	0.001**
خطای آزمایش E**rror**	27	0.0116	0.0015	0.00091	0.0000147	0.000064
ضریب تغییرات CV (%)	-	35.23	30.17	25.46	25.65	17.08

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

^{ns} and ** Not-significant and significant at 1% probability level, respectively



شکل ۷- اثر پوشش‌دهی بذر بر وزن خشک ساقه‌چه

Figure 7. Effect of seed coating on plumule dry weight

A: بذربدون پوشش، B: بذر پوشش‌دار بدون باکتری و بدون عناصر ریزمغذی، C: پوشش بذر با عناصر ریزمغذی (روی، مولیبدن، بر، مس، آهن و منگنز) و بدون باکتری، D: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و بدون عناصر ریزمغذی، E: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی، F: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و بدون عناصر ریزمغذی، G: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی، H: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بدون عناصر ریزمغذی، I: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی

A: seed without coating, B: seed coating without bacteria and micronutrients, C: seed coating with micronutrients and without bacteria, D: seed coating with (*Pseudomonas fluorescens* strain 169) and without micronutrients, E: seed coating with *Pseudomonas* and micronutrients, F: seed coating with (*Azotobacter chroococcum* strain 12) and without micronutrients, G: seed coating with *Azotobacter* and micronutrients, H: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and without micronutrients, I: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and micronutrients.

رشدی گیاه شده و به تبع این فرآیند وزن ریشه‌چه، ساقه‌چه و در نهایت گیاهچه افزایش می‌یابند.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

با توجه به نتایج، اثر تیمارهای به‌کار برده شده بر روی وزن خشک ریشه‌چه غیر معنی‌دار، بر روی وزن خشک ساقه‌چه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲). با توجه به نتایج مقایسات میانگین تیمار پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* به همراه عناصر ریزمغذی بیشترین وزن خشک ساقه‌چه را داشت و کمترین وزن خشک ساقه‌چه مربوط به تیمار پوشش بذر با ماده پوشش‌دهنده به تنهایی بود (شکل۷).

تیمار بذر با عناصر ریزمغذی پتانسیل کارآمدی جهت پاسخ به نیاز محصولات زراعی به عناصر کم مصرف را دارد و باعث بهبود در سبز شدن، عملکرد و غنی سازی مواد مغذی دانه می‌شود (Farooq *et al*., 2012). گزارش شده است که تلقیح بذر با باکتری *ازتوباکتر کروکوکوم* باعث افزایش زیست توده ذرت گردید (Tilak *et al*., 1982).

سنجش فعالیت آلفا آمیلاز

تجزیه واریانس نشان داد که اثرتیمارهای به‌کار برده شده بر روی فعالیت آلفا آمیلاز در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). با توجه به نتایج مقایسات میانگین بیشترین فعالیت این آنزیم در تیمار پوشش بذر با

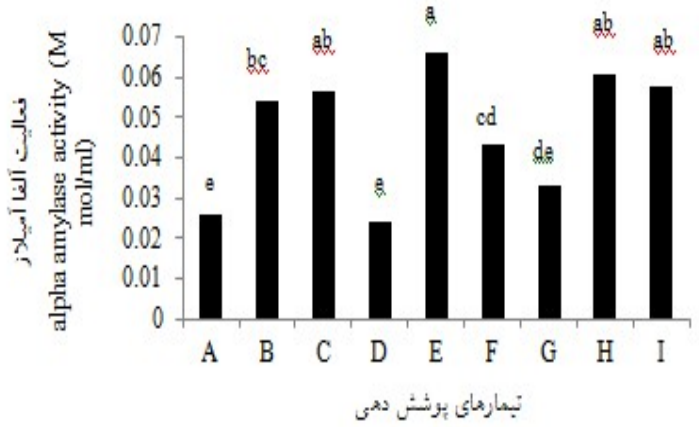
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای پوشش بذر بر سرعت جذب آب

Table 3. Analysis of variance of the effect of seed coting treatments on water absorption rate

منابع تغییرات Source of variatiom	درجه آزادی df	سرعت جذب آب Water absorption rate
تیمار Treatment	8	6149.03**
خطای اصلی Error	24	366.54ns
زمان Time	11	11796.27**
زمان × تیمار Time×Treat	88	428.79ns
خطای زمان Time error	33	8261.39**
خطای فرعی Auxiliary error	264	366.02
کل Total	431	-
ضریب تغییرات (٪) CV(%)	-	46.14

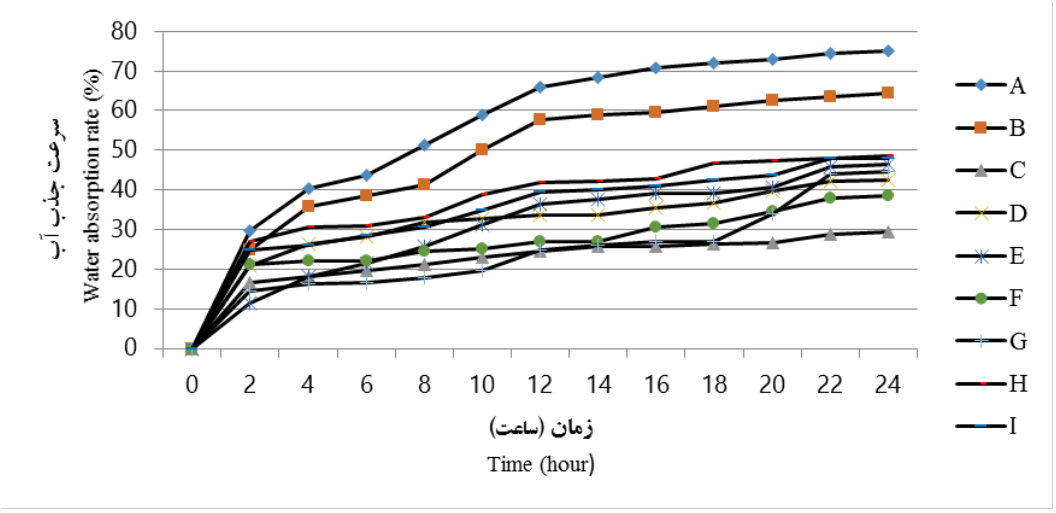
ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns and ** Not-significant and significant at 1% probability level, respectively



شکل ۸- اثر پوشش‌دهی بذر بر فعالیت آلفا آمیلاز

Figure 8. Effect of seed coating on alpha amylase activity



شکل ۹- اثر پوشش‌دهی بذر بر سرعت جذب آب

Figure 9. Effect of seed coating on water absorption rate

A: بذربدون پوشش، B: بذر پوشش‌دار بدون باکتری و بدون عناصر ریزمغذی، C: پوشش بذر با عناصر ریزمغذی (روی، مولیبدن، بر، مس، آهن و منگنز) و بدون باکتری، D: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و بدون عناصر ریزمغذی، E: پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* و عناصر ریزمغذی، F: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و بدون عناصر ریزمغذی، G: پوشش بذر با باکتری *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی، H: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بدون عناصر ریزمغذی، I: پوشش بذر با مخلوطی از باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و عناصر ریزمغذی

A: seed without coating, B: seed coating without bacteria and micronutrients, C: seed coating with micronutrients and without bacteria, D: seed coating with (*Pseudomonas fluorescens* strain 169) and without micronutrients, E: seed coating with *Pseudomonas* and micronutrients, F: seed coating with (*Azotobacter chroococcum* strain 12) and without micronutrients, G: seed coating with *Azotobacter* and micronutrients, H: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and without micronutrients, I: seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and micronutrients.

سودوموناس به همراه عناصر ریزمغذی مشاهده شد. همچنین تیمار پوشش بذر با باکتری *سودوموناس* به تنهایی دارای کمترین میزان فعالیت آنزیم بود. البته تیمار شاهد هم در کمترین فعالیت آنزیمی تفاوت معنی‌داری با تیمار مذکور نداشت (شکل۸).

آنزیم آلفا آمیلاز نقش بسیار مهمی در هیدرولیز نشاسته آندوسپرم به قندها را دارد، که انرژی لازم برای رشد ریشه و ساقه را تأمین می‌کند (Dehghanpour *et al.*, 2011). این آنزیم به باندهای ارتو- گلوکوزیدی در آمیلوز که یک پلی ساکارید ذخیره‌ای عمده در بذرهای انواع گیاهان است، اتصال می‌یابد و نقشی کلیدی در متابولیسم کربوهیدرات‌های بذرهای در حال توسعه و جوانه‌زنی را دارد (Siddiqui and khan, 2011). تحقیقات نشان داده است که تحرک کربوهیدرات‌ها در بذر در حال جوانه‌زنی از منابع عمده انرژی است و سوبسترات مناسب برای مسیرهای دیگر مورد نیاز برای تکمیل جوانه‌زنی بذر را تأمین می‌کند (Dao-liang *et al.*, 2009).

سرعت جذب آب

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثرات اصلی تیمار و زمان تحت تأثیر تیمارهای پوششی در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شدند. لازم به ذکر است که اثرمتقابل این دو عامل معنی‌دار نشد (جدول۳). مقایسه میانگین این صفت نشان داد که تیمار شاهد دارای بیشترین سرعت جذب آب بود و کمترین سرعت جذب آب در تیمار پوشش بذر با عناصر ریزمغذی مشاهده شد (شکل ۹). همچنین در مورد مقایسه میانگین ساعات جذب آب، مشاهده شد که جذب آب ۱۲ ساعت بعد از شروع آبنوشی به حداکثر مقدار خود رسید (شکل ۹). در واقع روند جذب آب از شروع زمان آبنوشی تا ۱۲ ساعت اولیه به صورت افزایشی است و بعد از این ساعت، بذر آب را با روندی تقریباً ثابت جذب می‌کند. وجود تیمارهای پوششی بر روی بذر عامل اصلی در کاهش سرعت جذب آب می‌باشد. در مجموع می‌توان این‌طور استنباط نمود که بذرهای فاقد مواد پوشش‌دهنده (شاهد) آب را با سرعت بیشتری نسبت به بذرهای پوشش‌دار شده جذب کردند. در واقع تیمارهای

پوشش‌دهنده در این مرحله مانند یک مانع، سرعت جذب را کاهش دادند. چنانچه جذب آب دچار اختلال شود و یا به کندی صورت گیرد، فعالیت‌های داخل بذر نیز به آرامی صورت می‌گیرد و به عبارتی سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Moradi *et al*., 2013).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی به صورت تیمار پوششی بر روی بذر تا حدی سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی ذرت شد. یکی از مزیت‌های مهم تیمار پوشش‌دار کردن بذر این است که مواد به طور مستقیم بر روی بذر و بلافاصله در اطراف گیاهچه‌های در حال جوانه‌زده قرار می‌گیرند. به طور کلی به نظر می‌رسد که باکتری‌های محرک رشد به همراه عناصر ریزمغذی در قالب تیمار پوششی بر روی بذر اثر بخشی بیشتری در رشد گیاه دارند. در پایان پیشنهاد می‌شود که عمل پوشش‌دار کردن بذر با استفاده از غلظت‌های مختلف عناصر ریزمغذی به همراه باکتری‌های محرک رشد بر روی سایر گیاهان زراعی جهت بررسی اثر متقابل باکتری‌های محرک رشد و عناصر ریزمغذی صورت گیرد. همچنین تأثیر سایر ریزجانداران محرک رشد به همراه عناصر ریزمغذی بر روی کمیت و کیفیت ذرت بررسی شود.

منابع

Abdolrahmani, B., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M., Feizi-Asl, V. and Tvakoli, A.R. 2009. Effects of seed priming on seed vigor and grain yield of barley *(Hordeum vulgare* L. cv. Abidar*)* in rainfed conditions, Iranian Journal of Field Crops و 11: 337-352 (In Persian)**(Journal)**

Alexandratos, N. 2003. World agriculture: towards 2015-30. Congress on Global Food Security and Role of Sustainable Fertilization. 26-28 March, Rome, Italy. **(Conference)**

Bloemberg, G.V. and Lugtenberg, B.J. 2001. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. Current Opinion in Plant Biology, 4(4): 343-350. **(Journal)**

Cakmakci, R., Kantar, F. and Fiahin, F. 2001. Effect of N_2-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 164: 527-31. **(Journal)**

Cakmakci, R., Erat, M., Erdoman, U.G. and Donmez, M.F. 2007. The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentose phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170: 288-295. **(Journal)**

Copeland, L. and Mcdonald, M.B. 2008. Principles of seed science and technology. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 488 pp. **(Book)**

Darzi, A. 2009. Science-fimedicine: an odyssey. BMJ, 339. **(Book)**

Dehghanpour Farashah, H., Tavakkol Afshari, R., Sharifzadeh, F. and Chavoshinasab, S. 2011. Germination improvement and α-amylase and β-1,3-glucanase activity in dormant and non-dormant seeds of Oregano (Origanum vulgare). Australian Journal of Crop Science, 5(4): 421-427. **(Journal)**

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality in seed production. 605-635. Butterworths. London. **(Book)**

Farooq, M., Wahid, A. and Kadambot Siddique, H.M. 2012. Micronutrient application through seed treatments a review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12 (1): 125-142. **(Journal)**

Haileselasie, T.H. and Teferii, G. 2012. The Effect of Salinity Stress on Germination of Chickpea *(Cicer arietinum L.*) Land Race of Tigray. Current Research Journal of Biological Sciences, 4(5): 578-583. **(Journal)**

Halmer, P. 2008. Seed technology and seed enhancement. Acta Horticulture, 771: 17–26. **(Journal)**

Imam, Y. 2003. Cereal Crops. Shiraz University Publication. (In Persian)**(Journal)**

International Seed Testing Association (ISTA). 2008. Handbook of Vigor test methods.2nd ed. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. **(Handbook)**

Jangu, O.P. and Sindhu, S.S. 2011. Differential response of inoculation with indole acetic acid producing *Pseudomonas sp.* in green gram *(Vigna radiata* L.*)* and black gram *(Vigna mungo* L.). Microbiology Journal, 1(5): 159-173. **(Journal)**

Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch, R.M. and Duxbury, J.M. 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea *(Cicer*

arietinum), lentil *(Lens culinaris),* rice *(Oryza sativa)* and wheat *(Triticum aestivum)* in Nepal. Experimental Agriculture, 41: 427–448. **(Journal)**

Liliana, N.C. and Lozano, E.J. 2002. Amylase for Apple juice proccecing: Effects of pH, heat and Ca^{2+} ions. Food Technology and Biotechnology, 40(1): 33-38. **(Journal)**

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press International, San Diego, CA, USA. **(Book)**

McKenzie, R.H. 1992. Micrunutrients requirements of crops. Alberta Agriculture, Food and Rural Development. 1-7. **(Book)**

Nadjafi, F. 2002. Effect of irrigation intervals and plant density on quantity and quality of Isubgol (Plantago ovate Forsk). M.Sc. Thesis. 45-52. (In Persian)**(Thesis)**

O'sullivan, D.J. and O'Gara, F. 1992. Traits of *fluorescent Pseudomonas* spp. involved in suppression of plant root pathogens. Microbiological Reviews, 56(4): 662-676. **(Journal)**

Pal, S.S. 1998. Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. Plant and Soil, 198: 169-177. **(Journal)**

Reuter, D.J., Alston, A.M. and Mc Farlane, J.D. 1988. Occurrence and correction of manganese deficiency in plant. pp. 205-225. In: Graham et al (Eds.). Manganese in soils and plants. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherland. **(Book)**

Sahin, F., Cakmakci, R. and Kantar, F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N_2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil, 265: 123-129. **(Journal)**

Shaharoona, B., Arshad, M.Z., Zahir, A. and Khalid, A. 2006. Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize *(Zea mays* L.*)* in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry, 38: 2971-2975. **(Journal)**

Siddiqui, Z.S. and Khan, M.A. 2011. The role of enzyme amylase in two germinating seed morphs of *Halopyrum mucronatum* (L.) Stapf. in saline and non-saline environment. Acta Physiologiae Plantarum, 33(4): 1185-1197. **(Journal)**

Singh, B., Natesan, S.K.A., Singh, B.K. and Usha, K. 2003. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. Currence Sciences, 88: 36–44. **(Journal)**

Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E. and Latif, N. 2001. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology, 30: 51-60. **(Journal)**

Sundara, B., Natarajan, V. and Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yield. Field Crops Research, 77: 43-49. **(Journal)**

Tilak, K.V.B.R., Ranganayaki, N.R., Pal, De., Saxena, A.K., Shekhar Nautyal, C., Mittal, S., Tripathi, A.K. and Johri, B.N. 2005. Direrstiy of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89: 136-150. **(Journal)**

Vasudevan, P., Reddy, M.S., Kavitha, S. Velusamy, P., PaulRaj, D., Purushothaman, R.S., Brindha, S.M., Priyadarisini, V., Bharathkumar, S., Kloepper, J.W. and Gnanamanickam, S.S. 2002. Role of biological preparations in enhancement of rice seedling growth and grain yield. Current Science, 83: 1140-1143. **(Journal)**

Worthington, V. 1993. Worthington enzyme manual (enzymes and biochemistry). Worthington biochemical corporation, New Jersey. **(Handbook)**

Effect of seed coating with growth promoting bacteria and micronutrients on germination characteristics of corn

Fatemeh Saadat*[1], Seyed MohammadReza Ehteshami[2]

Received: March 13, 2016 Accepted: May 31, 2016

Abstract

This experiment carried out in order to investigate the effect of seed coating with growth promoting bacteria (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and micronutrients (Zn, B, Mo, Cu, Fe and Mn) on germination characteristics of corn (*Zea mays* L. SC. 640) . Experiment was conducted as complete randomized design (CRD) with four replications at agronomy laboratory in faculty of Agricultural Science, University of Guilan in July 2014. Experimental Treatments in this research were including seed without coating, seed coating without bacteria and micronutrients, seed coating with micronutrients and without bacteria, seed coating with (*Pseudomonas fluorescens* strain 169) and without micronutrients, seed coating with *Pseudomonas* and micronutrients, seed coating with (*Azotobacter chroococcum* strain 12) and without micronutrients, seed coating with *Azotobacter* and micronutrients, seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and without micronutrients, seed coating with (*Azotobacter* and *Pseudomonas*) and micronutrients. Traits that were studied including: percentage germination, rate germination, radicule length, plumule length, radicule fresh weight, plumule fresh weight, radicule dry weight , plumule dry weight, Water absorption rate, uniformity of germination and Alpha amylase activity. The results obtained showed that seed coating with a mixture of *Pseudomonas* and *Azotobacter* and micro-nutrients and seed coating with *Pseudomonas* and micro-nutrients had the highest of content in most of the traits between investigated treatments.

Key words: *Azotobacter*; Germination; *Pseudomonas*; Microelements

1. MSc. of Seed Science and Technology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan,
2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan

*Corresponding author: fsadats@yahoo.com