اثر تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین بر جوانه‌زنی و رشد اولیه کلزا (*Brassica napus* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annus* L.)

بهرام میرشکاری[1] و سحر باصر[2]

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین در غلظت‌های ۲، ۳ و ۴ سی‌سی به همراه شاهد آب مقطر بر جوانه‌زنی و رشد اولیه کلزا، کنجد و آفتابگردان، سه آزمایش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که وقتی بذور کلزا بعد از افزودن ۲ سی‌سی نیتراژین کشت شدند، طول ریشه‌چه و طول گیاهچه آن نسبت به شاهد به‌ترتیب ۱۱۰٪ و ۶۰٪ افزایش یافت. در تیمار تلقیح بذور کنجد با ۴ سی‌سی نیتراژین، طول ریشه‌چه با ۴۸٪ افزایش نسبت به شاهد از ۳۸ به ۷۵ میلی‌متر رسید. کاربرد ۲ و ۳ سی‌سی نیتراژین توانست طول ساقه‌چه کنجد را معادل ۳۱٪ در مقایسه با شاهد فزونی بخشد. وقتی بذور کنجد با ۲، ۳ و ۴ سی سی نیتراژین آغشته شدند، سرعت جوانه‌زنی بذر به‌ترتیب با ۲۶، ۴۸ و ۱۴ درصد افزایش از ۱/۶، ۱/۹ و ۱/۵ به ۱/۳ جوانه‌زنی در روز رسید. با توجه به نقش مهم سرعت جوانه‌زنی بذر در سبز کردن یکنواخت مزرعه، توصیه می‌شود که بذور کنجد بعد از آغشته کردن با ۳ سی‌سی نیتراژین کاشته شوند. اثر تلقیح بذر بر طول گیاهچه آفتابگردان معنی‌دار بود و تیمار آغشته کردن بذر با ۴ سی‌سی نیتراژین بیشترین طول ساقه‌چه (برابر ۴۲ میلی‌متر) را داشت. به‌نظر می‌رسد که بهبود نسبی طول گیاهچه در اثر کاربرد نیتراژین بتواند در سبز کردن یکنواخت محصول در شرایط مزرعه نقش داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: نیتراژین، سرعت جوانه‌زنی، کلزا، کنجد، آفتابگردان.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۸

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات.

۲- کارشناس ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات.

مقدمه و بررسی منابع

بهره‌گیری از نهاده‌های شیمیایی، برخی از تنگناهای موجود در مسیر تولید محصولات کشاورزی را از میان برداشته است. ولی این فناوری، مشکلات اکولوژیک دیگری را به همراه داشته است (۲۳). در ایران همانند اکثر کشورهای دنیا مصرف افراطی نهاده های شیمیایی از جمله کودها به منظور حصول عملکرد بالا و جبران کمبود مواد غذایی، افزایش هزینه‌های تولید و تخریب منابع آب و خاک را موجب شده است (٤). جدی بودن تخریب محیط زیست بر اثر به‌کارگیری روش‌های نامناسب کوددهی موجب جلب توجه متخصصان به نظام‌های زراعی سالم و پایدار از نظر اکولوژیک شده است (٤). در این میان استفاده از فرآورده‌های بیولوژیک در جهت تغذیه گیاهان زراعی یکی از راه‌حل‌های مفید در مسیر دستیابی به بخشی از اهداف کشاورزی پایدار به شمار می‌رود.

دانه‌های روغنی به عنوان یکی از منابع مهم تأمین‌کننده روغن نباتی مورد نیاز انسان، نیاز غذایی بیشتری دارند (۱). در زراعت کلزا سالانه حدود ۳۰۰ تا ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به زمین اضافه می شود (۳). کلزا و آفتابگردان در بین دانه‌های روغنی از نظر میزان تولید در سطح جهانی به ترتیب مقام‌های دوم و سوم را دارند. در کشور ایران کشت دانه‌های روغنی به‌ویژه کلزا و آفتابگردان در اغلب مناطق با توجه به ارقام و تاریخ‌های کشت مناسب، موفق بوده است (۱). کنجد نیز یکی از دانه‌های روغنی مهم در کشاورزی مناطق خشک به شمار می‌رود و در نواحی مختلف کشور و حتی در برخی از مناطق سرد کشت می‌شود (۵).

از میکروارگانیسم‌هایی که با اغلب گیاهان رابطه همیاری دارند، می‌توان به گونه‌های مختلف ازتوباکتر و آزوسپیریلوم اشاره کرد. کندی و تیچان[1] (۱۹۹۷) و صالح راستین (۱۳۷۷) تسریع در جوانه‌زنی بذر ذرت در اثر تلقیح با ازتوباکتر را گزارش کرده‌اند. کودهای کمپوست گاوی دارای سطوح بالایی از ترکیبات فنولیک و اسیدهای هومیک هستند که می‌توانند مانع از جوانه‌زنی بذر شوند. در مطالعه باسیلیو[2] و همکاران (۲۰۰۳)، اثرات منفی ناشی از اسید هومیک موجود در دو نوع کمپوست به کار رفته در آزمایش روی جوانه‌زنی بذر گندم، در نتیجه آغشته‌سازی بذر با *Azospirillum brasilense* به طور موثر کاهش پیدا کرد. ازتوباکتر با آزوسپیریلوم دارای روابط هم افزایی است. تیلاک[1] و همکاران (۱۹۹۲) طی یک آزمایش گلخانه‌ای نتیجه گرفتند که تلقیح توأم ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بر مقدار ماده خشک ذرت و سورگوم اثر مثبت و معنی‌دار دارد. در این مطالعه، ماده خشک بخش هوایی ذرت و سورگوم نسبت به شاهد به ترتیب حدود ۱۲ و ۱۵ درصد افزایش پیدا کرد. رای و گائور[2] (۱۹۹۸) اثرات توأم تلقیح ازتوباکتر و آزوسپیریلوم را در سطوح مختلف کود نیتروژن (از صفر تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) بر رشد و عملکرد گندم مورد مطالعه قرار داده و دریافتند که عملکرد دانه گندم در تیمارهای شاهد، تلقیح با آزوسپیریلوم، تلقیح با ازتوباکتر و تلقیح توأم ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به ترتیب ۲۵/۷، ۲۵/۸، ۱۷/۷ و ۱۸/۸ گرم در هر گلدان بود.

مطالعه ارزیابی عکس العمل عملکرد کنجد به آغشته‌سازی بذر با سه نوع کود بیولوژیک و مقادیر کاهش یافته کود شیمیایی نیتروژن در اصفهان نشان داد که از بین صفات مورد بررسی در تحقیق، تعداد کپسول در هر بوته و عملکرد دانه کنجد در شرایط آزمایش به ترتیب ۱۹/۵ و ۲۲/٦ درصد در مقایسه با شاهد مصرف کامل کود نیتروژن افزایش یافت. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که با ترویج مصرف کودهای زیستی می‌توان مقدار مصرف کود نیتروژن را تا ۳٤ درصد کاهش داد (٦). ولی اطلاعات در زمینه اثر تلقیح بذور با کودهای زیستی بر ویژگی‌های گیاهچه کنجد در شرایط آزمایشگاهی محدود است.

تلقیح بذر کلزا با ازتوباکتر در شرایط آزمایشگاهی توانست رشد ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه را در مقایسه با شاهد تا ۲٤ درصد افزایش دهد (۱۹). هم‌چنین در مطالعه دیگری در شرایط مزرعه گزارش شد که کودهای بیولوژیک نیتروژن و فسفات توانایی قابل توجهی را در جبران کمبود نیتروژن و فسفر خاک داشتند. طبق این گزارش، عکس العمل عملکرد دانه، روغن و شاخص برداشت کلزا نسبت به ازتوباکتر در مقایسه با تیمار شاهد بدون تلقیح به ترتیب ۱٤، ۱۱ و ٤ درصد افزایش یافت و از بین سایر اجزای عملکرد، تعداد دانه

1. Kennedy and Tychan
2. Bacilio

1. Tilak
2. Rai and Gaur

در هر خورجین کمترین واکنش را به تیمار بذر با ازتوباکتر نشان داد (۲۰). در تحقیقی دیگر، تلقیح بذر ذرت و گندم با آزوسپیریلوم موجب افزایش ارتفاع ساقه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی شد. در ضمن افزایش انشعابات ریشه و انبوهی تارهای موئین و گسترش سیستم ریشه‌ای را نیز به همراه داشت (۸). تحقیقی که در مصر به‌وسیله الزینی[1] (۲۰۰۷) انجام شد نشان داد که آغشته‌سازی بذر لوبیا با دو نوع کود بیولوژیک به نام‌های فسفورین[2] و میکروبین[3] موجب بهبود رشد رویشی گیاه شد و سرعت رشد به ویژه در بذور تلقیح شده با فسفورین بسیار بیشتر از بذور شاهد بود.

هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تأثیر تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین روی برخی از صفات در شرایط آزمایشگاهی و مطالعه امکان استفاده از نیتراژین در زراعت‌های کلزا، کنجد و آفتابگردان در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز واقع در منطقه کرکج در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز اجرا شد. این بررسی شامل سه آزمایش جداگانه بر روی کلزا، کنجد و آفتابگردان بود که به صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار شامل ۲، ۳ و ٤ سی‌سی نیتراژین به همراه شاهد آب مقطر با سه تکرار در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. نیتراژین (ازتوباکتین) مایع قابل حل در آب است که ماده مؤثره آن شامل مجموعه باکتری‌های *Azotobacter* spp. ،*Azospirillum* spp. و *Pseodomonas* spp. می‌باشد و تعداد سلول زنده از هر یک از باکتری‌ها در یک میلی‌لیتر از محلول 10^8 سلول است (۲۵). مجموعه باکتری های موجود در کود بیولوژیک نیتراژین علاوه بر دارا بودن قابلیت تثبیت نیتروژن اتمسفری، با داشتن خاصیت ترشح انواع هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌های طبیعی، انواع آنتی بیوتیک و ترکیباتی مانند سیدروفورها و گازهای فرار موجب رشد ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه، مقاومت به عوامل بیماری زا و نماتدها می‌شود (۲). نیتراژین مورد نیاز برای انجام آزمایش که تولیدکننده آن شرکت فرآوری شیمیایی زنجان است، از سازمان نظام مهندسی کشاورزی استان آذربایجان شرقی تهیه شده بود.

نتایج آزمایش قوه نامیه قبل از مرحله شروع آزمایش نشان داد که بذرهای کلزا، کنجد و آفتابگردان به‌ترتیب دارای ۹۶، ۹۲ و ۹۰ درصد قوه نامیه بودند. ظروف پتری‌دیش و کاغذهای صافی بعد از ضد عفونی با الکل اتیلیک، به منظور اطمینان از عدم وجود هر گونه آلودگی به مدت ٢٤ ساعت در هود الکتریکی زیر تشعشع UV استریل شدند. در هر پتری دیش ۵۰ بذر سالم برای کلزا و کنجد و ۲۵ بذر سالم برای آفتابگردان در نظر گرفته شد. در همه تیمارها بذرهای ضدعفونی شده ابتدا با محلول نشاسته و شکر آغشته شدند و سپس با نیتراژین در غلظت‌های مورد مطالعه تلقیح شدند. غلظت‌های نیتراژین طوری در نظر گرفته شدند که قادر به خیس کردن بذرهای هر سه گیاه بودند. ظروف پتری در داخل کیسه‌های پلاستیکی به محفظه ژرمیناتور با دمای ۱± ۲۵ درجه سلسیوس انتقال داده شدند. آزمایش به مدت ۱۰ روز برای هر سه نوع بذر ادامه داشت. به منظور محاسبه سرعت جوانه‌زنی، ظروف پتری‌دیش از روز دوم تا روز دهم آزمایش هر روز از ژرمیناتور خارج و تعداد بذور جوانه زده شمارش شدند. در این آزمایش جوانه‌زنی به صورت ظهور گیاهچه حداقل به میزان ۵ میلی‌متر تعریف گردید. در مراحل مختلف بازدید از پتری‌دیش‌ها، در صورت نیاز آب مقطر تا خیس شدن کاغذهای صافی اضافه می‌شد.

صفات مورد اندازه‌گیری شامل طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی بودند. بعد از روز دهم, از هر پتری ۱۰ نمونه به طور تصادفی انتخاب و پس از اندازه‌گیری طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه، جهت تعیین وزن خشک گیاهچه، نمونه‌ها در آون به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شده و سپس با ترازوی آزمایشگاهی با دقت یک هزارم گرم مدل Mettler توزین شدند. سرعت جوانه‌زنی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (١٦).

$$\overline{R}=\sum N / \sum(T\times N)$$

1. EL-Zeiny
2. Phosphorein
3. Microbein

که در آن، N: تعداد بذور جوانه‌زده در روز T ام، T: تعداد روز از شروع آزمایش تا مرحله شمارش بر حسب روز و R: سرعت جوانه‌زنی است.

تجزیه واریانس داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

کلزا

اثر تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین بر طول ریشه‌چه کلزا در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها (نمودار۱) بیانگر آن است که وقتی بذور کلزا بعد از افزودن ۲ سی سی نیتراژین کشت شدند، طول ریشه‌چه آن نسبت به شاهد آب مقطر حدود ۱۱۰ درصد افزایش نشان داد، در حالی که مقدار این افزایش نسبت به شاهد در سطوح تیمار بذر با ۳ و ٤ سی‌سی نیتراژین به ترتیب ۷۲ و ۵۷ درصد محاسبه شد. حسین[1] و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه تأثیر آغشته کردن بذور عدس رقم Utfala با کود زیستی ریزوبیوم در غلظت ۲۵۰ گرم برای ۲۵ کیلوگرم بذر، افزایش معنی‌داری را در طول ریشه‌چه گیاه زراعی گزارش کرده اند. این بررسی نشان داد که ریزوبیوم علاوه بر افزایش طول ریشه‌چه عدس به مقدار ۳٤/۵ درصد نسبت به شاهد بدون تلقیح در شرایط آزمایشگاهی، قادر است حجم ریشه گیاه زراعی را در شرایط مزرعه ای نیز بهبود بخشد. در یک بررسی دیگر، تلقیح بذر گندم با *Azospirillum brasilense* طول و وزن خشک ریشه را افزایش داد که می‌تواند در جذب آب مؤثر واقع شود. در همین مطالعه اثرات منفی ناشی از تنش خشکی در اثر آغشته کردن بذر با *A. brasilense* کاهش یافت (۱۱)، که با نتایج مطالعه کروس[2] و همکاران (۱۹۹٦) نیز مطابقت دارد.

طول گیاهچه کلزا از سطوح مختلف تیمارهای تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین تأثیر پذیر بود (جدول۱). با توجه به تأثیر افزایشی نیتراژین بر طول ریشه‌چه کلزا در شرایط آزمایش، طول گیاهچه آن نیز به تبع از تغییرات طول ریشه‌چه افزایش یافت و همان طوری که نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول۲) نشان داد، تلقیح بذور کلزا با مقدار ۲ سی‌سی نیتراژین در مرحله قبل از کاشت، طول گیاهچه کلزا را نسبت به شاهد حدود ٦۰ درصد فزونی بخشید و این افزایش در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. مقدار این افزایش در سطوح تیمار بذر با ۳ و ٤ سی سی نیتراژین به ترتیب ۳۹ و ۲۹ درصد در مقایسه با شاهد بود. در مطالعه باسیلیو[1] و همکاران (۲۰۰۳)، وقتی به گیاهچه‌های حاصله گندم تحت شرایط آزمایشگاهی اجازه رشد بیشتر داده شد، طول گیاهچه‌ها حدود ۲۵-۲۰ درصد افزایش نشان داد. سوریال[2] و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کرده‌اند که تلقیح بذر گوجه‌فرنگی با برخی از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جمله ازتوباکتر موجب افزایش طول گیاهچه، طول ساقه و افزایش وزن خشک ساقه گیاه زراعی شد. نتایج به دست آمده با یافته‌های باداریا[3] و همکاران (۲۰۰۰) نیز مطابقت دارد. بهبود رشد گیاه در اثر آغشته کردن بذر با کودهای بیولوژیک می‌تواند ناشی از تأثیر این میکروارگانیسم‌ها روی فعالیت‌های فیزیولوژیک و متابولیک گیاه و نیز تثبیت نیتروژن باشد. بخشی دیگر از این اثر افزایشی کودهای زیستی روی رشد گیاهان را نیز می‌توان به بهبود کارآیی گیاه در اثر ترشح هورمون‌هایی نظیر سیتوکینین و اکسین که جذب آب و مواد غذایی را تحریک می‌کنند، نسبت داد (۱۸).

با توجه به تأثیرپذیری طول ریشه‌چه کلزا از تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین، انتظار می‌رفت که نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گیرد که نتایج تجزیه واریانس نیز اثر کاربرد کود زیستی نیتراژین بر مقدار این صفت را در کلزا در سطح احتمال ۱٪ تأیید کرد (جدول۱). در مقایسه میانگین‌ها (جدول۲) مشخص شد که تلقیح بذور کلزا با ۲ سی سی نیتراژین در مقایسه با شاهد آب مقطر، مقدار این صفت را حدود ٦۲ درصد افزایش می‌دهد. در صورتی که مقدار این افزایش در سطوح تیمار بذر با مقادیر ۳ و ٤ سی‌سی نیتراژین به ترتیب ۵۹ و ۵۱ درصد بود. در مجموع کشت بذور کلزا بعد از تلقیح با ۲ سی‌سی نیتراژین توصیه می‌شود.

کنجد

اثر تلقیح بذور کنجد با کود زیستی نیتراژین بر طول ریشه‌چه آن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۳).

1. Hossain
2. Creus

1. Bacilio
2. Sorial
3. Bhadauria

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها (نمودار۲)، بین سطوح ۲ و ۳ سی‌سی نیتراژین از نظر تأثیر روی این صفت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی در این دو تیمار طول ریشه‌چه نسبت به شاهد به ترتیب حدود ۹۸ و ۱۰۲ درصد افزایش یافت. در تیمار کاربرد ٤ سی‌سی نیتراژین طول ریشه‌چه با ٤٨ درصد افزایش نسبت به شاهد از۳۸ به ۷۵ میلی‌متر رسید. در گیاه تلقیح شده با آزوسپیریلوم معمولاً تغییراتی در مورفولوژی سیستم ریشه‌ای ایجاد می‌شود، به طوری که طول ریشه‌های فرعی و تعداد انشعابات آن‌ها افزایش پیدا می‌کند و این امر موجب بهبـــود سطح جذب ریشه‌ها و افزایش جذب آب و مواد غذایی و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (۱۰). آزوسپیریلوم تولید کربوهیدرات‌ها را فزونی داده و متعاقب آن سرعت رشد و تقسیم سلولی و اندازه سلول افزایش می‌یابد و تحت این شرایط گیاهچه‌های تولید شده از قدرت رویشی بالایی برخوردار خواهند بود که این امر در نهایت موجب افزایش تولید محصول می شود (۱۷).

یوسری[1] و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که تلقیح بذر نخود (*Pisum sativum* L.) با باکتری *Bacillus megatherium*، طول ریشه‌چه و وزن ماده خشک گیاهچه گیاه زراعی را حدود ۱۱ درصد افزایش می‌دهد. ژرمن[2] و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کرده‌اند که در لوبیای تلقیح شده با *A. brasilense* طول ریشه‌ها به ویژه تحت شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد.

طول ساقه‌چه در گیاه کنجد از سطوح مختلف تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتراژین اثر پذیر بود (جدول۳) و مطابق نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول٤)، اختلاف بین سطوح کاربرد ۲ و ۳ سی‌سی نیتراژین از نظر این صفت معنی‌دار نشد. اختلاف ۱۲ میلی‌متری در طول ساقه‌چه کنجد در دو تیمار فوق نسبت به شاهد از نظر آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار بود و این دو تیمار توانستند طول ساقه‌چه کنجد را معادل ۳۱٪ در مقایسه با شاهد آب مقطر فزونی بخشند. در حالی که در تیمار مصرف ٤ سی‌سی نیتراژین طول ساقه‌چه نسبت به شاهد ۱۲ درصد افزایش داشت. اثر تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین بر طول گیاهچه کنجد نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۳) و همان طوری که مقایسه میانگین تیمارها (جدول٤) نشان داد، تلقیح بذور کنجد با مقدار ۲ و ۳ سی‌سی نیتراژین، طول گیاهچه آن را نسبت به شاهد به ترتیب حدود ٦٥ و ٦٦ درصد افزایش داد و این افزایش در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. مقدار این افزایش در سطوح تیمار بذر با ٤ سی‌سی نیتراژین نسبت به شاهد ۳۰ درصد بود. در مطالعه‌ای در هندوستان، تلقیح بذور گیاه دارویی *Emblica officinalis* با باکتری *A. brasilense*، افزایش ۱۱ درصدی طول ساقه‌چه و به تبع آن افزایش ١٦/٥ درصدی طول گیاهچه آن را موجب شد (١٤). نتایج به دست آمده با یافته‌های سوریال و همکاران (۱۹۹۲) نیز مطابقت دارد.

سرعت جوانه‌زنی بذر کنجد به شدت تحت تأثیر تیمار بذور با نیتراژین قرار گرفت (جدول۳). با مقایسه میانگین‌ها (نمودار۳) معلوم گردید که وقتی بذور کنجد قبل از مرحله کاشت با ۲، ۳ و ٤ سی‌سی نیتراژین آغشته شدند، سرعت جوانه‌زنی بذر به ترتیب با ٢٦، ٤٨ و ١٤ درصد افزایش از ١/٦، ١/٩ و ١/٥ جوانه‌زنی در روز به ١/٣ جوانه‌زنی در روز در شاهد رسید. یافته‌های باسیلیو و همکاران (۲۰۰۳) حاکی است که تلقیح بذر گندم با برخی از میکروارگانیسم‌های تحریک‌کننده رشد گیاه از جمله *A. brasilense* سرعت جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌دار بهبود می‌بخشد. کندی و تیچان[1] (۱۹۹۷) تسریع در جوانه‌زنی بذر در اثر تلقیح با ازتوباکتر را گزارش کرده‌اند (٢٤). هم‌چنین مطالعه تأثیر تیمار بذر با ازتوباکتر بر جوانه‌زنی زیره سبز توسط رضایی و همکاران (١٣٨٤) نتیجه داد که آغشته کردن بذر با باکتری به نسبت ٦/٢٥ گرم برای هر کیلوگرم بذر سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (۷). نتایج مشابهی نیز توسط باداریا[2] و همکاران (۲۰۰۰) از تأثیر آزوسپیریلوم بر درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی*E. officinalis* گزارش شده است. الزینی[3] (۲۰۰۷) بر تأثیر دو نوع کود بیولوژیک روی وزن ماده خشک گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی لوبیا تأکید داشتند، که با یافته‌های پوئنت و باشان[4] (۱۹۹۳) هم مطابقت دارد. بر اساس نتایج آزمایش و با توجه به نقش مهم سرعت جوانه‌زنی بذر در سبز کردن یکنواخت مزرعه، توصیه می‌شود که بذور کنجد بعد از آغشته کردن با ۳ سی‌سی نیتراژین کاشته شوند.

1.Yousry
2. German

1. Kennedy and Tychan
2. Bhadauria
3. EL-Zeiny
4. Puente and Bashan

آفتابگردان

طول ساقه‌چه در گیاه آفتابگردان از سطوح مختلف تلقیح بذور با کود بیولوژیک نیتراژین تأثیر پذیر بود (جدول ۵) و نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول ٦) حاکی است که تیمار آغشته کردن بذر با ٤ سی‌سی نیتراژین با طول ساقه‌چه برابر ٤۲ میلی‌متر از سایر تیمارها فاصله گرفت و در کلاس آماری دیگری قرار داشت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تلقیح بذر با نیتراژین بر طول گیاهچه آفتابگردان در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است (جدول۵). با توجه به تأثیر افزایشی نیتراژین بر طول ساقه‌چه آفتابگردان در شرایط آزمایش، طول گیاهچه آن نیز افزایش یافت و همان طوری که نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول ٦) نیز نشان داد، در اثر تلقیح بذور آفتابگردان با مقدار ٤ سی‌سی نیتراژین در مرحله قبل از کاشت، طول گیاهچه آفتابگردان به بیشترین مقدار خود در مقایسه با سایر تیمارها رسید و اختلاف در طول گیاهچه این تیمار نسبت به تیمارهای شاهد و تلقیح بذر با ۳ و ۲ سی‌سی نیتراژین (به ترتیب برابر با ۵/۵، ٦/۸ و ۷/۳ میلی‌متر افزایش) در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود که با نتایج یافته‌های سوریال و همکاران (۱۹۹۲) و باداریا و همکاران (۲۰۰۰) نیز مطابقت دارد. با توجه به نحوه جوانه‌زنی اپی ژل در گیاه آفتابگردان، به نظر می‌رسد که بهبود نسبی طول گیاهچه در اثر کاربرد نیتراژین بتواند در سبز کردن به موقع و یکنواخت محصول در شرایط مزرعه نقش داشته باشد.

نتایج تجزیه واریانس، تأثیر کاربرد کود ریستی نیتراژین بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه را در آفتابگردان در سطح احتمال ۵٪ تأیید کرد (جدول ۵). بر اساس مقایسه میانگین‌ها (جدول ٦) مشخص شد که تیمار دارای بیشترین طول ساقه‌چه، دارای کمترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه بود که دور از انتظار نمی‌باشد. در مجموع کشت بذور آفتابگردان بعد از تلقیح با ٤ سی‌سی نیتراژین توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

در مقایسه تأثیر نیتراژین بر ویژگی‌های مورد مطالعه سه گیاه زراعی کلزا، کنجد و آفتابگردان مشخص شد که طول ریشه‌چه کلزا و کنجد بیشترین تأثیرپذیری را از تیمارهای آزمایش داشت و به نظر می‌رسد که با توجه به تأثیر افزایشی تلقیح بذر با نیتراژین در غلظت‌های مورد نظر بر طول ریشه‌چه این دو گیاه زراعی و نیز تأثیر بعدی این تغییرات بر روی طول و تعداد انشعابات ریشه‌های فرعی، همان‌طوری که صالح راستین (۱۳۸۰) نیز بر آن تأکید دارد (۱۰)، بتواند از طریق بهبود جذب آب و مواد غذایی به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک در افزایش عملکرد سهیم باشد. هم‌چنین طول گیاهچه در آفتابگردان در غلظت‌های بیشتری از نیتراژین نسبت به کنجد بهبود پیدا می‌کند که می‌تواند ناشی از ضخامت بیشتر پوسته آن باشد، ولی انجام آزمایشات تکمیلی با غلظت‌های بالاتری از نیتراژین به ویژه در شرایط گلخانه و مزرعه نیز ضرورت دارد.

نتایج این تحقیق نشان داد که تلقیح بذر کلزا با ۲ سی‌سی نیتراژین، قبل از کاشت قادر است طول گیاهچه آن را به طور معنی‌دار افزایش دهد. در صورت کاربرد ۲ و ۳ سی‌سی نیتراژین طول ریشه‌چه کنجد نسبت به شاهد به طور متوسط ۱۰۰درصد افزایش می‌یابد. بدیهی است که تحت این شرایط گیاهچه‌های تولید شده از قدرت رویشی بالایی برخوردار می‌شوند. این امر در نهایت موجب افزایش محصول خواهد شد. تأثیر افزایشی تلقیح بذر با نیتراژین بر طول ریشه‌چه این دو گیاه زراعی و تأثیر بعدی این تغییرات روی طول و تعداد انشعابات فرعی ریشه، می‌تواند از طریق بهبود جذب آب و مواد غذایی به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک در افزایش عملکرد سهیم باشد. سرعت جوانه‌زنی بذر کنجد تحت تأثیر تیمار بذر با نیتراژین به شدت افزایش پیدا کرد. با توجه به نقش سرعت جوانه‌زنی بذر در سبز کردن یکنواخت مزرعه، توصیه می‌شود که بذور کنجد بعد از آغشته‌سازی با ۳ سی‌سی نیتراژین کشت شوند. در شرایط آزمایش، تأثیر افزایشی آغشته‌سازی بذر آفتابگردان با ٤ سی‌سی نیتراژین بر طول ساقه‌چه و گیاهچه آن قابل‌توجه بود. با توجه به نحوه جوانه‌زنی بذر در آفتابگردان، به‌نظر می‌رسد که بهبود نسبی طول گیاهچه در اثر کاربرد نیتراژین در سبز کردن به‌موقع و یکنواخت بذر در شرایط مزرعه نقش مؤثری داشته باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر کود زیستی نیتراژین بر صفات مورد بررسی در کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	سرعت جوانه‌زنی
تیمار	۳	۲۰٤٤/۷٤۰**	۳۲۰/٤۰٤ns	۲۸۲۹/۸۹۰**	۰/۲٦۰**	۰/۰۱۰ ns	۰/۰۱۰ ns
خطا	۸	۳۸/۷۷۱	۳٥٤/۹۹٦	۱۹۰/٥٤۹	۰/۰۱٥	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳
CV (%)	-	٦/٤۱	۱٦/۲۸	۸/٤٤	۸/٥۲	۱٤/۲۰	۱٦/٤۰

ns غیرمعنی‌دار؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر کود زیستی نیتراژین بر طول گیاهچه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در کلزا

	طول گیاهچه (mm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
مصرف ۲cc نیتراژین	۱۹۸/٤a	۱/٦٥a
مصرف ۳cc نیتراژین	۱۷۱/۷b	۱/٦۲a
مصرف ٤cc نیتراژین	۱٥۹/۹b	۱/٥٤a
شاهد (آب مقطر)	۱۲٤/۳c	۱/۰۲b
$LSD_{5\%}$	۲٦/۰	۰/۲۳

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر کود زیستی نیتراژین بر صفات مورد بررسی در کنجد

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	سرعت جوانه‌زنی
تیمار	۳	۹۸۸/۳۸۳**	۱۰۲/۹٥۳**	/۰۳۹**	۰/۲۰۳ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۲٦**
خطا	۸	٥۲/۱۷٤	۲۷/۲۲۳	۱۷۲٥	۰/۰٤۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
				۱۰٥/۰٦۹			
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۱/۷۸	۱۱/٥۳	۹/٦۲	۱٥/۲۲	۱٦/۳۸	۸/۰٥

ns غیرمعنی‌دار، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های تأثیر کود زیستی نیتراژین بر برخی از صفات مورد بررسی در کنجد

	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
مصرف ۲cc نیتراژین	٥۰a	۱۲٥a	۰/۲۱c
مصرف ۳cc نیتراژین	٥۰a	۲٦a	۰/۲a
مصرف ٤cc نیتراژین	٤۳ab	۹b	۰/۲٤bc
شاهد (آب مقطر)	۳۸b	۷٦c	۰/۲۸b
$LSD_{5\%}$	۹/۸	۱۰/۳	۰/۰٦

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

جدول۵- تجزیه واریانس تأثیر کود زیستی نیتراژین بر صفات مورد بررسی در آفتابگردان

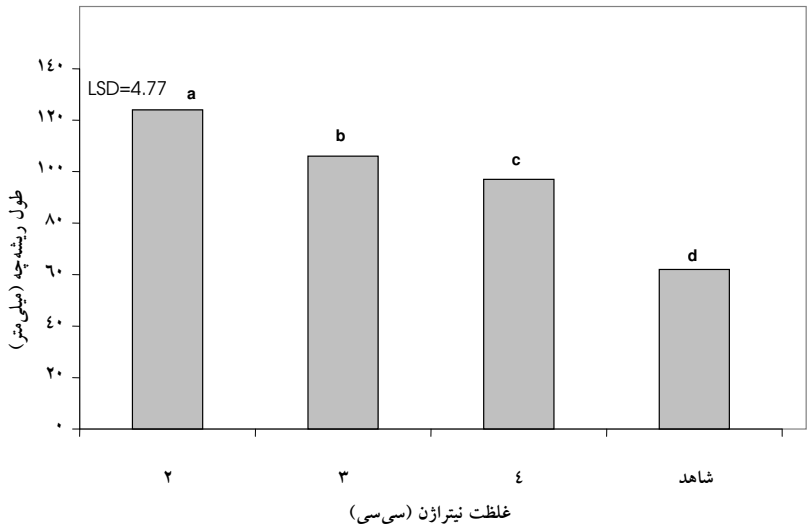
منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	سرعت جوانه‌زنی
تیمار	۳	۱۰۵/٦۷^{ns}	۷٥٤/۱۱*	٦۸٥/٥٤*	۲/٦۲*	۰/۱۰٤^{ns}	۰/۱۸۱^{ns}
خطا	۸	٦۲/٦۲	۲٤۰/۷۷	۲۰۰/۰۷	۰/٦۰	۰/۰۹۹	۰/۱۹۹
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۱/٥٥	۸/٥٥	۱٤/٦٤	۱٦/٤۰	۲۰	۱٦/٤۰

ns غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

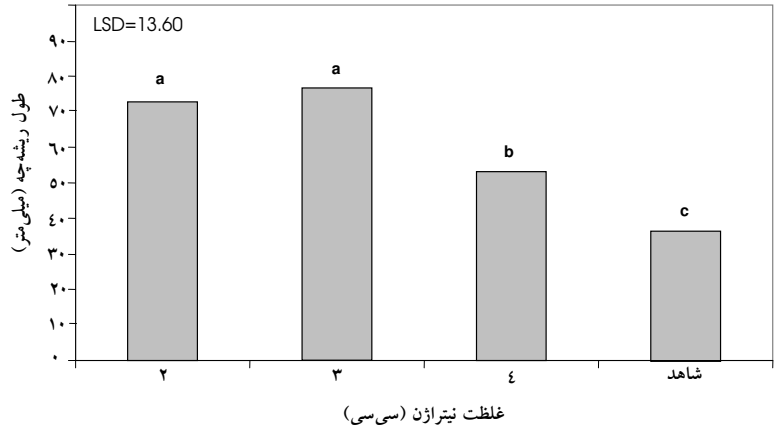
جدول ٦- مقایسه میانگین‌های تأثیر کود زیستی نیتراژین بر صفات مورد بررسی در آفتابگردان

	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
مصرف ۲cc نیتراژین	۳۲b	۷۷b	۱/٤۱ab
مصرف ۳cc نیتراژین	۳٥b	۷۸b	۱/۲۳bc
مصرف ٤cc نیتراژین	٤۲a	۸٤a	۱/۰٦c
شاهد (آب مقطر)	۳۱b	۷۸b	۱/٥a
$LSD_{5\%}$	٦/۱	٤/۳	۰/۲٥

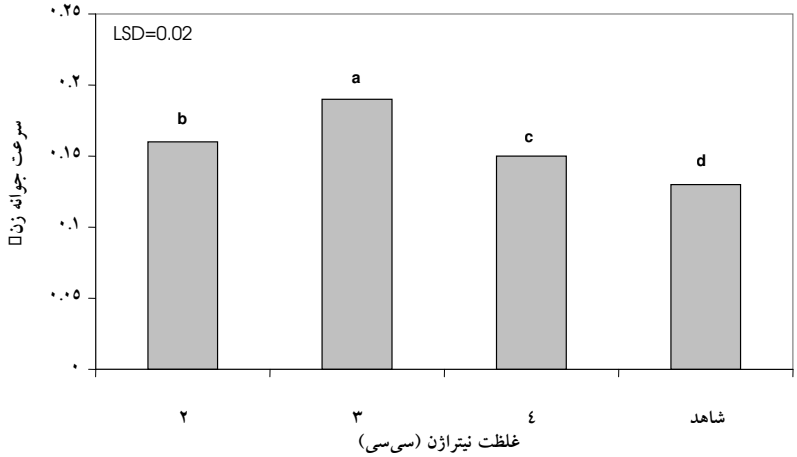
در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.



نمودار۱- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف کود زیستی نیتراژین بر طول ریشه چه کلزا



نمودار۲- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف کود زیستی نیتراژین بر ریشه‌چه کنجد



نمودار۳- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف کود زیستی نیتراژین بر جوانه‌زنی کنجد

منابع

۱- آلیاری، ه. و شکاری، ف. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی: زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی، تبریز، ۱۸۲ ص.

۲- بی‌نام. ۱۳۸۷. کود بیولوژیک نیتراژین. نشریه شرکت فرآوری شیمیایی زنجان، ۲ صفحه.

۳- خاوازی، ک. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۵۹۹ ص.

٤- خسروی، ه. ۱۳۸۰. کاربرد کودهای بیولوژیک در زراعت غلات. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ص. ۱۹٤-۱۷۹.

۵- خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۷۹. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲٤۹ صفحه.

٦- رازینی، د.، کارساز، ا. و علیپوران، م. ر. ۱۳۸۱. عکس‌العمل عملکرد کنجد به آغشته‌سازی بذر با سه نوع کود بیولوژیک و مقادیر کاهش‌یافته کود شیمیایی نیتروژن در اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۹۸ ص.

۷- رضایی، م.، آقا شاهی، س. و صیادی، م. ۱۳۸٤. اثر باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن بر جوانه‌زنی زیره سبز. چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران، ۱۹-۱۷ آبان ماه، دانشگاه فردوسی مشهد.

۸- روستا، م. ج. ۱۳۸۰. بررسی فراوانی و فعالیت آزوسپیریلوم در برخی از خاک‌های ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۰۱ ص.

۹- صالح راستین، ن. ۱۳۷۷. کودهای بیولوژیک. مجله خاک و آب (ویژه نامه کودهای بیولوژیک)، جلد ۱۲، شماره ۳، ص. ۲۶-۱۷.

۱۰- صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آن‌ها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ص. ٥٤-١.

11. Bacilio M., Vazquez, P., and Bashan, Y. 2003. Alleviation of noxious effects of cattle ranch composts on wheat seed germination by inoculation with *Azospirillum* spp. Biology and Fertility of Soils 38: 261–266.
12. Bashan Y., Davis, E. A., Carrillo-Garcia, A., and Linderman, R. G. 2000 Assessment of VA mycorrhizal inoculum potential in relation to the establishment of cactus seedlings under mesquite nursetrees in the Sonoran desert. Appllied Soil Ecology 14: 165–176.
13. Bashan Y., Ivanony, Y. H., and Saad, A. 1989. Nonspecific response in plant growth, yield and root colonization of non-cereal crop plant to inoculation with *Azospirilum brasilense*. Canadian Journal of Botany 67: 1317-1324.
14. Bhadauria, S., Pahari, G. K., and Kumar, S. 2000. Effect of *Azospirillum* biofertilizer on seedling growth and seed germination of *Emblica officinalis*. Indian Journal of Plant Physiology 5: 177-179.
15. Creus C. M., Sueldo, R. J., and Barassi, C. A. 1996. *Azospirillum* inoculation in pregerminating wheat seeds. Canadian Journal of Microbiology 42: 83–86.
16. Dos Santos, C. C., De Oliviera, D. F., Alves, L. W. R., and Furtado, D. A. S. 2003. Effect of organic extracts associated with surfactant tween 80 on seed germination. Ciencia e Agrotecnologia. 28 (2): 296-299.
17. El-Abd S. O., Singer, S. M., El-Saied, H. M., and Mahmoud, M. H. 1999. Effect of some levels of plant growth regulators and silver nitrate on the growth and yield of broad bean (*Vicia faba*) plants. Egypt Journal of Horticulture 16 (2): 143-150.
18. EL-Zeiny O. A. H. 2007. Effect of biofertilizers and root exudates of two weed as a source of natural growth regulators on growth and productivity of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agricultural and Biological Science 3 (5): 440-446.
19. Gaur A. C. 2001a. Effects of Azotobacterization on the yield of canola (*Brassica napus* L.): Laboratory experiment. Indian Society of Soil Science 40: 19-22.
20. Gaur A. C. 2001b. Effects of Azotobacterization in presence of fertilizer nitrogen in the yield of canola (*Brassica napus* L.): Field experiment. Indian Society of Soil Science 41: 50-54.
21. German M. A., Burdman, S., Okon, Y., and Kigel, J. 2000. Effects of *Azospirillum brasilense* on root morphology of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under different water regimes. Biology and Fertility of Soils 32: 259–264.
22. Hossain I., Khan, M. A. I., and Podder, A. K. 1999. Seed treatment with *Rhizobium* in laboratory and field experiments for biomass and seed production of lentil (*Lens culinaris* L.). Bangladesh Journal of Environmental Science 5: 61-64.
23. Kennedy A. C., and Smith, J. K. 1995. Soil microbial diversity and sustainability of agricultural soil. Journal of Plant and Soil 170: 75-86.
24. Kennedy I. R., and Tychan, Y. T. 1997. Biological N fixation in non-legominous field crops: Recent Advances. Plant and Soil 141: 93-118.
25. Okon Y. 2002. *Azospirillum*, physiological properties, mode of association with roots and it's application for the benefit of cereal and forage grass crops. Israel Journal of Botany 31: 214-220.
26. Puente M. E., and Bashan, Y. 1993. Effect on inoculation with *Azospirillum brasilense* strains on the germination and seedlings growth of the giant columnar cardon cactus (*Pachycereus pringlei*). Symbiosis 15: 49–60.
27. Rai, S. N., and Gaur, A. C. 1998. Characterization of *Azotobacter* spp. and effect of Azotobacter and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil 109: 131-134.
28. Sorial M. E., EL-Khateeb, S. R., and Ali, F. A. 1992. Synergistic effect of Azotobacter on the growth, N, P and K contents of tomato and activity of some pathogenic fungi Menofia. Agricultural Research 17 (4): 1999-2014.
29. Tilak, B. R., Singh, C. S., Roy, N. K., and Subba Rao, N. S. 1992. *Azospirillum brasilense* and *Azotobacter chrococcum* inoculum effect on maize and sorghum. Soil Biology and Biochemistry 14: 417-418.
30. Yousry M., Kabesh, O. M., and Seif, K. H. 2003. Manganese availability in a calcareous soil as a result of phosphate fertilization and inoculation with phosphobacterin. African Journal of Agricultural Science 5 (2): 75-80.