

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

بهرام میرشکاری^۱ و سحر باصر^۲

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 به ترتیب 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 سی‌سی نیتراژین آغشته شدند، سرعت جوانه‌زنی بذر به ترتیب 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.

میرشکاری، ب. اثر تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین بر جوانه‌زنی و رشد اولیه...

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 نهاده‌های 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 (۴). 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 (۴). 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 می‌شود (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). کنگد 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 آزوسپیریوم اشاره کرد. کندی و تیچان^۱ (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^۲ 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 آزوسپیریوم دارای روابط هم افزایی است. تیلاک^۱ و همکاران (۱۹۹۲) طی یک آزمایش گلخانه‌ای نتیجه گرفتند که تلقیح توأم ازتوباکتر و آزوسپیریوم 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^۲ (۱۹۹۸) اثرات توأم تلقیح ازتوباکتر و آزوسپیریوم 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 آزوسپیریوم، تلقیح با ازتوباکتر و تلقیح توأم ازتوباکتر و آزوسپیریوم به ترتیب ۲۵/۷، ۲۵/۸، ۱۷/۷ و ۱۸/۸ گرم در هر گلدان بود.

مطالعه ارزیابی عکس‌العمل عملکرد کنگد 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 کنگد در شرایط آزمایش به ترتیب ۱۹/۵ و ۲۲/۶ 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 ۳۴ درصد کاهش داد (۶). ولی اطلاعات در زمینه اثر تلقیح بذور با کودهای زیستی بر ویژگی‌های گیاهچه کنگد 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 ۲۴ 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، عکس‌العمل عملکرد دانه، روغن و شاخص برداشت کلزا نسبت به ازتوباکتر در مقایسه با تیمار شاهد بدون تلقیح به ترتیب ۱۴، ۱۱ و ۴ درصد افزایش یافت و از بین سایر اجزای عملکرد، تعداد دانه

1. Tilak
2. Rai and Gaur

1. Kennedy and Tychan
2. Bacilio

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 بذره‌های کلزا، کنجد و آفتابگردان به ترتیب 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 ۲۴ 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 بذره‌های ضد عفونی 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 بذره‌های هر سه گیاه بودند. ظروف پتری در داخل کیسه‌های پلاستیکی به محفظه ژرمیناتور با دمای 25 ± 1 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 آن به مدت ۲۴ 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 (۱۶).

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

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 به وسیله الزینی^۱ (۲۰۰۷) انجام شد نشان داد که آغشته‌سازی بذر لوبیا با دو نوع کود بیولوژیک به نام‌های فسفورین^۲ و میکروبین^۳ 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 روش‌ها

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 ۴ 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 *Pseudomonas* و *Azospirillum spp.* و *Azotobacter spp.* می‌باشد و تعداد سلول زنده از هر یک از باکتری‌ها در یک میلی‌لیتر از محلول 10^8 سلول است (۲۵). مجموعه باکتری‌های 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 بیماری‌زا و نماتدها می‌شود (۲). نیتراژین مورد نیاز برای انجام آزمایش که

1. EL-Zeiny
2. Phosphorein
3. Microbein

نیتراژین در مرحله قبل از کاشت، طول گیاهچه کلزا را نسبت به شاهد حدود ۶۰ درصد فزونی بخشید و این افزایش در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. مقدار این افزایش در سطوح تیمار بذر با ۳ و ۴ سی سی نیتراژین به ترتیب ۳۹ و ۲۹ درصد در مقایسه با شاهد بود. در مطالعه باسیلیو^۱ 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. سوریا^۲ 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^۳ 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 کارایی 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 (جدول ۱). در مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مشخص شد که تلقیح بذر کلزا با ۲ سی سی نیتراژین در مقایسه با شاهد آب مقطر، مقدار این صفت را حدود ۶۲ درصد افزایش می‌دهد. در صورتی که مقدار این افزایش در سطوح تیمار بذر با مقادیر ۳ و ۴ سی سی نیتراژین به ترتیب ۵۹ و ۵۱ درصد بود. در مجموع کشت بذر کلزا بعد از تلقیح با ۲ سی سی نیتراژین توصیه می‌شود.

کنجد

اثر تلقیح بذر کنجد با کود زیستی نیتراژین بر طول ریشه‌چه آن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳).

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 به وسیله 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 (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها (نمودار ۱) بیانگر آن است که وقتی بذر 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 ۴ سی سی نیتراژین به ترتیب ۷۲ و ۵۷ درصد محاسبه شد. حسین^۱ و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه تأثیر آغشته کردن بذر عدس رقم *Utfala* با کود زیستی ریزوبیوم در غلظت ۲۵۰ گرم برای ۲۵ کیلوگرم بذر، افزایش معنی‌داری را در طول ریشه‌چه گیاه زراعی گزارش کرده‌اند. این بررسی نشان داد که ریزوبیوم علاوه بر افزایش طول ریشه‌چه عدس به مقدار ۳۴/۵ 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^۲ و همکاران (۱۹۹۶) نیز مطابقت دارد.

طول گیاهچه کلزا از سطوح مختلف تیمارهای تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین تأثیر پذیر بود (جدول ۱). 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 (جدول ۲) نشان داد، تلقیح بذر کلزا با مقدار ۲ سی سی

1. Bacilio
2. Sorial
3. Bhadauria

1. Hossain
2. Creus

نشان داد، تلقیح بذور کنجد با مقدار ۲ و ۳ سی سی نیتراژین، طول گیاهچه آن را نسبت به شاهد به ترتیب حدود ۶۵ و ۶۶ درصد افزایش داد و این افزایش در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. مقدار این افزایش در سطوح تیمار بذر با ۴ سی سی نیتراژین نسبت به شاهد ۳۰ درصد بود. در مطالعه‌ای در هندوستان، تلقیح بذور گیاه دارویی *Emblia officinalis* با باکتری *A. brasilense* افزایش ۱۱ درصدی طول ساقه‌چه و به تبع آن افزایش ۱۶/۵ درصدی طول گیاهچه آن را موجب شد (۱۴). نتایج به دست آمده با یافته‌های سورپال و همکاران (۱۹۹۲) نیز مطابقت دارد.

سرعت جوانه‌زنی بذر کنجد به شدت تحت تأثیر تیمار بذر با نیتراژین قرار گرفت (جدول ۳). با مقایسه میانگین‌ها (نمودار ۳) معلوم گردید که وقتی بذور کنجد قبل از مرحله کاشت با ۲، ۳ و ۴ سی سی نیتراژین آغشته شدند، سرعت جوانه‌زنی بذر به ترتیب با ۲۶، ۴۸ و ۱۴ درصد افزایش از ۱/۶، ۱/۹ و ۱/۵ جوانه‌زنی در روز به ۱/۳ 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 به طور معنی دار بهبود می‌بخشد. کندی و تیچان^۱ (۱۹۹۷) تسریع در جوانه‌زنی بذر در اثر تلقیح با ازتوباکتر را گزارش کرده‌اند (۲۴). هم‌چنین مطالعه تأثیر تیمار بذر با ازتوباکتر بر جوانه‌زنی زیره سبز توسط رضایی و همکاران (۱۳۸۴) نتیجه داد که آغشته کردن بذر با باکتری به نسبت ۶/۲۵ گرم برای هر کیلوگرم بذر سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (۷). نتایج مشابهی نیز توسط باداریا^۲ و همکاران (۲۰۰۰) از تأثیر آزوسپریلوم بر درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی *E. officinalis* گزارش شده است. الزینی^۳ (۲۰۰۷) بر تأثیر دو نوع کود بیولوژیک روی وزن ماده خشک گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی لوبیا تأکید داشتند، که با یافته‌های پوئنت و باشان^۴ (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 سی سی نیتراژین کاشته شوند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها (نمودار ۲)، بین سطوح ۲ و ۳ سی سی 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 ۴ سی سی نیتراژین طول ریشه‌چه با ۴۸ درصد افزایش نسبت به شاهد از ۳۸ به ۷۵ میلی‌متر رسید. در گیاه تلقیح شده با آزوسپریلوم 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 بهبود سطح جذب ریشه‌ها و افزایش جذب آب و مواد غذایی و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (۱۰). آزوسپریلوم 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 می‌شود (۱۷).

یوسری^۱ 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^۲ 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 (جدول ۳) و مطابق نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۴)، اختلاف بین سطوح کاربرد ۲ و ۳ سی سی 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 ۴ سی سی 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 (جدول ۳) و همان طوری که مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۴)

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

1. Yousry
2. German

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 ۶) حاکی است که تیمار آغشته کردن بذر با ۴ سی‌سی نیتراژین با طول ساقه‌چه برابر ۴۲ 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 (جدول ۵). با توجه به تأثیر افزایش نیتراژین بر طول ساقه‌چه آفتابگردان در شرایط آزمایش، طول گیاهچه آن نیز افزایش یافت و همان طوری که نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۶) نیز نشان داد، در اثر تلقیح بذور آفتابگردان با مقدار ۴ 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، ۶/۸ 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 ۶) 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 ۴ 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 ۱۰۰ درصد 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 ۴ سی‌سی نیتراژین بر طول ساقه‌چه و گیاهچه آن قابل توجه بود. با توجه به نحوه جوانه‌زنی بذر در آفتابگردان، به نظر 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 1- تجزیه واریانس تأثیر کود زیستی نیتراژین بر صفات مورد بررسی در کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه چه (میلی متر)	طول ساقه چه (میلی متر)	طول گیاهچه (میلی متر)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه	وزن خشک گیاهچه	سرعت جوانه زنی
تیمار	3	2044/740**	320/404 ^{ns}	2829/890**	0/260**	0/010 ^{ns}	0/010 ^{ns}
خطا	8	38/771	354/996	190/549	0/015	0/003	0/013
CV (%)	-	6/41	16/28	8/44	8/52	14/20	16/40

ns غیر معنی دار؛ * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال 5% و 1%.

جدول 2- مقایسه میانگین تأثیر کود زیستی نیتراژین بر طول گیاهچه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در کلزا

طول گیاهچه (mm)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه	
مصرف 2CC نیتراژین	198/4a	1/65a
مصرف 3CC نیتراژین	171/7b	1/62a
مصرف 4CC نیتراژین	159/9b	1/54a
شاهد (آب مقطر)	124/3c	1/02b
LSD _{5%}	26/0	0/23

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5% ندارند.

جدول 3- تجزیه واریانس تأثیر کود زیستی نیتراژین بر صفات مورد بررسی در کنجد

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	طول گیاهچه	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه	وزن خشک گیاهچه	سرعت جوانه زنی
تیمار	3	988/383**	102/953**	1039**	0/203 ^{ns}	0/003 ^{ns}	0/026**
خطا	8	52/174	27/223	1725	0/041	0/003	0/001
ضرب تغییرات (درصد)	-	11/78	11/53	9/62	15/22	16/38	8/05

ns غیر معنی دار، * معنی دار در سطح احتمال 1%.

جدول 4- مقایسه میانگین های تأثیر کود زیستی نیتراژین بر برخی از صفات مورد بررسی در کنجد

طول ساقه چه (میلی متر)	طول گیاهچه (میلی متر)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه	
مصرف 2CC نیتراژین	50a	125a	0/21c
مصرف 3CC نیتراژین	50a	26a	0/2a
مصرف 4CC نیتراژین	43ab	9b	0/24bc
شاهد (آب مقطر)	38b	76c	0/28b
LSD _{5%}	9/8	10/3	0/06

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5% ندارند.

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر کود زیستی نیتراژین بر صفات مورد بررسی در آفتابگردان

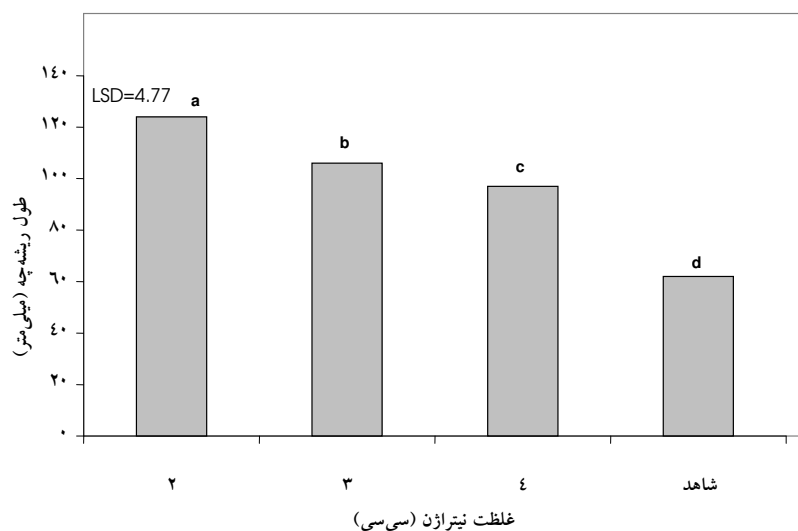
منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	سرعت جوانه‌زنی
تیمار	۳	۱۰۵/۶۷ ^{ns}	۷۵۴/۱۱*	۶۸۵/۵۴*	۲/۶۲*	۰/۱۰۴ ^{ns}	۰/۱۸۱ ^{ns}
خطا	۸	۶۲/۶۲	۲۴۰/۷۷	۲۰۰/۰۷	۰/۶۰	۰/۰۹۹	۰/۱۹۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۱/۵۵	۸/۵۵	۱۴/۶۴	۱۶/۴۰	۲۰	۱۶/۴۰

ns غیر معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۰۵

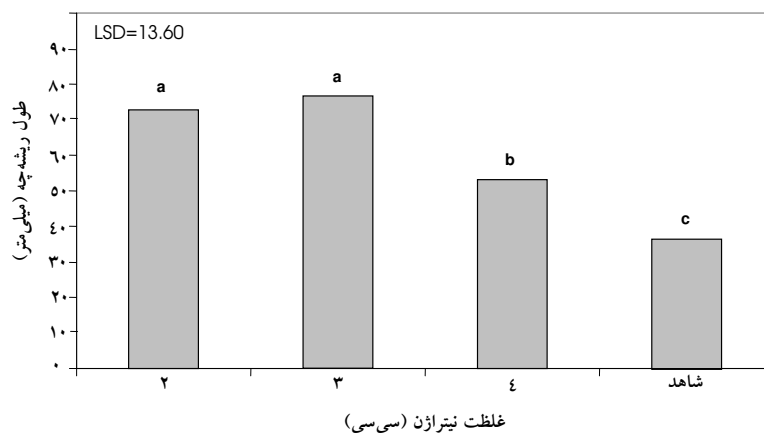
جدول ۶- مقایسه میانگین‌های تأثیر کود زیستی نیتراژین بر صفات مورد بررسی در آفتابگردان

مصرف نیتراژین	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
مصرف ۲CC نیتراژین	۳۲b	۷۷b	۱/۴۱ab
مصرف ۳CC نیتراژین	۳۵b	۷۸b	۱/۲۳bc
مصرف ۴CC نیتراژین	۴۲a	۸۴a	۱/۰۶c
شاهد (آب مقطر)	۳۱b	۷۸b	۱/۵a
LSD _{5%}	۶/۱	۴/۳	۰/۲۵

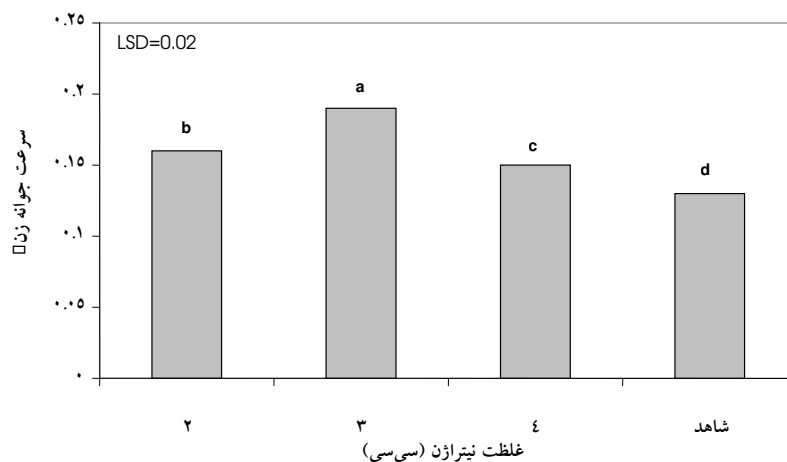
در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰.۰۵ ندارند.



نمودار ۱- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف کود زیستی نیتراژین بر طول ریشه‌چه کلزا



نمودار ۲- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف کود زیستی نیتراژین بر ریشه چه کنجد



نمودار ۳- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف کود زیستی نیتراژین بر جوانه زنی کنجد

منابع

- ۱- آلیاری، ه. و شنکاری، 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.
- ۴- 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. ۱۹۴-۱۷۹.
- ۵- خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۷۹. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۴۹ صفحه.
- ۶- رازینی، د.، کارساز، ا. و علیپوران، م. ر. ۱۳۸۱. عکس‌العمل عملکرد کنجد به آغشته‌سازی بذر با سه نوع کود بیولوژیک و مقادیر کاهش یافته کود شیمیایی نیتروژن در اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۹۸ ص.
- ۷- رضایی، م.، آقا شاهی، س. و صیادی، م. ۱۳۸۴. 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. ۱۷-۲۶.
- 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. ۵۴-۱.
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. *Applied 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 *Azospirillum 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 Oliveira, 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-leguminous 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 chroococcum* 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.