

تأثیر تلقیح بذر با باکتریهای آزوسپیریلوم و پوشش‌دار کردن آن با عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

بهرام میرشکاری^{۱*}، هادی اسدی رحمانی^۲ و آرزو میرمظفری رودسری^۳

*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، پست الکترونیک: Mirshekari@iaut.ac.ir

۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات آب و خاک کشور

۳- کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۸

تاریخ اصلاح نهایی: تیر ۱۳۸۸

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تلقیح بذر با باکتریهای آزوسپیریلوم و پوشش‌دار کردن آن با عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز، تحقیقی در دانشگاه آزاد اسلامی تبریز انجام شد. عاملهای مورد بررسی عبارت از سویه‌های باکتری آزوسپیریلوم در شش سطح شامل: شاهد، لیپوفروم، برازیلنس، ایراکنس، سویه آف و سویه ۲۱ و تلقیح و عدم تلقیح بذر با عناصر ریزمغذی بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار تلقیح بذر با باکتری سویه ۲۱ نسبت به شاهد ۱۱ پتر بیشتر تولید کرد. کمترین وزن هزاردانه موقعی حاصل شد که بذر بدون تلقیح با باکتری و عناصر ریزمغذی کاشته شود. بیشترین عملکرد دانه (۵۷۱ کیلوگرم در هکتار) به تیماری تعلق داشت که به صورت توأم با باکتری سویه ۲۱ و عناصر ریزمغذی تلقیح شده باشد و این رقم بیش از دو برابر تیماری بود که در آن بذر فقط با باکتری سویه ۲۱ تلقیح شد. در صورت پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی عملکرد دانه حدود ۱۴۷ کیلوگرم در هکتار (در میانگین سویه‌های مختلف باکتری آزوسپیریلوم) در مقایسه با بذرهای بدون پوشش افزایش یافت. عملکرد اسانس زیره سبز از حداکثر ۱۷/۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار پوشش بذر با عناصر ریزمغذی و تلقیح با باکتری سویه آف تا حداقل ۲/۵۶ کیلوگرم در هکتار در شاهد تغییر پیدا کرد. به‌طور کلی بین عملکردهای دانه و اسانس زیره در دو تیمار بذرهای پوشش‌دار شده با عناصر ریزمغذی و تلقیح شده با سویه‌های آف و ۲۱ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین در کشت زیره سبز توصیه می‌شود بذرهای علاوه بر پوشش‌دار شدن با عناصر ریزمغذی، با باکتری آزوسپیریلوم سویه‌های آف یا ۲۱ نیز تلقیح شوند.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلوم، زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)، عناصر ریزمغذی، پوشش‌دار کردن، عملکرد.

مقدمه

منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته است (صالح راستین، ۱۳۸۰). از میکروارگانیسمهایی که با اغلب گیاهان رابطه همیاری دارند، می‌توان به گونه‌های مختلف

کودهای شیمیایی نیتروژنه در تولید غذا نقش اساسی دارند. در حال حاضر استفاده از میکروارگانیسمهای مفید به‌عنوان نهاده‌های کشاورزی مؤثر در افزایش تولید به

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. نتایج مشابهی نیز توسط Bhadauria و همکاران (۲۰۰۰) از مطالعه تأثیر آزوسپیریوم روی درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی *Emblica officinalis* گزارش شده است. EL-Zeiny (۲۰۰۷) بر تأثیر دو نوع کود بیولوژیک روی وزن ماده خشک گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی لوبیا تأکید داشتند. در یک بررسی دیگر، تلقیح بذر گندم با *A. brasilense* طول و وزن خشک ریشه را افزایش داد که می‌تواند در جذب آب مؤثر واقع شود. در همین مطالعه اثرهای منفی ناشی از تنش خشکی در اثر آغشته کردن بذر با باکتری کاهش یافت (Bacilio et al., 2003).

Tilak و همکاران (۱۹۹۲) طی یک آزمایش گلخانه‌ای نتیجه گرفتند که تلقیح توأم بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریوم بر مقدار ماده خشک ذرت و سورگوم اثر 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. Rai و Gaur (۱۹۹۸) اثرهای 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 ۱۷/۷، ۱۸/۸، ۲۵/۷ و ۲۵/۸ گرم در هر گلدان بود. به عقیده Gaur (۲۰۰۱) کودهای بیولوژیک توانایی قابل توجهی را در جبران کمبود نیتروژن و فسفر خاک دارند. طبق این گزارش، عکس‌العمل عملکرد دانه و

ازتوباکتر و آزوسپیریوم اشاره کرد (Bashan et al., 1999؛ Okon, 2002). باکتریهای آزوسپیریوم به دلیل دارا بودن توان تثبیت نیتروژن مولکولی در همیاری با گیاهان زراعی مانند انواع غلات و همچنین تولید هورمونهای محرک رشد گیاه به‌عنوان کود بیولوژیک مورد توجه قرار گرفته‌اند (Anal, 1992). از بین گونه‌های مختلف آزوسپیریوم، دو گونه *Azospirillum lipoferum* و *A. brasilense* نسبت به سایرین پراکنش بیشتری دارند (Peoples & Craswell, 1992) و به ترتیب با غلات C₃ و C₄ رابطه همیاری برقرار می‌کنند (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰؛ خسروی، ۱۳۸۰).

بنابراین تلقیح بذر با آزوسپیریوم علاوه بر کاهش مصرف کودهای نیتروژنه حدود ۳۰ تا ۵۳ درصد افزایش محصول را موجب می‌شود (روستا، ۱۳۷۵). در گیاهان تلقیح شده با آزوسپیریوم معمولاً تعداد و طول ریشه‌های فرعی و تارهای کشنده افزایش می‌یابد و ارتفاع گیاه و میزان جذب عناصر غذایی بیشتر می‌شود (Hossain et al., 1999). German و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کرده‌اند که در لوبیای تلقیح شده با *A. brasilense* طول ریشه‌ها به‌ویژه در شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد که می‌تواند در افزایش عملکرد گیاهان سهیم باشد.

آزوسپیریوم تولید کربوهیدراتها را افزایش 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 شد. این امر در نهایت موجب افزایش تولید محصول می‌شود (El-Abd et al., 1999). Kennedy و Tychan (۱۹۹۷) و صالح راستین (۱۳۷۷) تسریع در جوانه‌زنی بذر ذرت در اثر تلقیح با ازتوباکتر را گزارش کرده‌اند. مطالعه تأثیر تیمار

است. pH خاک در محدوده خنثی تا قلیایی ضعیف و حاصلخیزی آن پایین است.

در این مطالعه دو فاکتور مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور اول سویه‌های مختلف باکتری آزوسپیریلوم در شش سطح شامل: لیپوفر (lipoferum)، برازیلنس (brasilense)، ایراکنس (irakense)، سویه آف (strain of) و سویه ۲۱ (strain 21) به همراه شاهد بدون مصرف آزوسپیریلوم و فاکتور دوم شامل پوشش‌دار کردن بذر زیره سبز (توده بومی اسفراین) با عناصر ریزمغذی در مرحله قبل از کاشت و عدم انجام آن بودند. سویه‌های باکتری آزوسپیریلوم از مؤسسه تحقیقات آب و خاک کشور تهیه شده بودند. ابعاد هر کرت $3 \times 2/4$ متر، فاصله ردیفهای کاشت ۴۰ سانتی‌متر، تراکم ۱۲۰ هزار بوته در هکتار، فاصله بین کرتها یک متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شدند. قبل از کاشت ابتدا بذرها با صمغ عربی آغشته شده و در فضای تاریک با باکتریهای آزوسپیریلوم تلقیح شدند. همچنین قبل از کاشت، بذرها با عناصر ریزمغذی در نسبت ۱۰۰ گرم بذر با ۷ گرم عناصر ریزمغذی بر طبق توصیه مؤسسه تحقیقات آب و خاک کشور تلقیح شدند و نحوه تلقیح همانند تلقیح بذر با باکتری بود. بعد بذرها بلافاصله کشت شدند. ترکیب عناصر ریزمغذی شامل: Fe، Cu، Mn، Zn، Mo و B_2O_5 و به ترتیب معادل ۶۰/۹۹، ۷/۶، ۱۰/۲، ۷/۰، ۲/۰ و ۱۲/۲ درصد در ترکیب بودند.

صفات مورد مطالعه در این تحقیق عبارت از تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در هر چتر، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس بودند. به منظور اندازه‌گیری وزن هزاردانه، تعداد ۵۰۰ عدد بذر از هر تیمار در آزمایشگاه توسط دستگاه بذرشمار شمارش

روغن و شاخص برداشت کلزا نسبت به تلقیح بذر با ازتوباکتر به ترتیب ۱۴، ۱۱ و ۴ درصد افزایش در مقایسه با شاهد بدون تلقیح بود.

خاکهای زراعی در ایران به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن خاکها، بی‌کربناتی بودن آب آبیاری، تنش خشکی و پایین بودن مواد آلی دچار کمبود شدید برخی از ریزمغذی‌ها به‌ویژه روی و آهن هستند. کاربرد عناصر کم مصرف در کشور ناچیز و در حدود دو گرم برای هر تن محصول زراعی است. به عبارت دیگر، مصرف سالانه کودهای شیمیایی در ایران که در حدود ۲/۵ میلیون تن است باید سه درصد یا ۷۵ هزار تن آن از نوع عناصر کم مصرف باشد، ولی در حال حاضر میزان مصرف آن کمتر از ۲۰۰ تن در سال است (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). Hossain و همکاران (۱۹۹۹) از مطالعه تلقیح بذر عدس با عناصر ریزمغذی نتایج مثبتی را به‌ویژه بر روی دوام سطح برگ و عملکرد دانه گیاه زراعی گزارش کرده‌اند.

هدف اصلی از اجرای این تحقیق بررسی تأثیر تلقیح بذر با باکتریهای آزوسپیریلوم و پوشش‌دار کردن آن با عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز بود.

مواد و روشها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز در منطقه کرکج واقع در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز در سه تکرار اجرا شد. منطقه در ارتفاع ۱۳۶۰ متر بالاتر از سطح دریاهاى آزاد و مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته

نهایی ماده بدست آمده مربوط به هر تیمار وزن و ثبت شد.

نتایج

تعداد چتر در بوته

پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی و تلقیح با سویه‌های مختلف باکتری آزوسپریلوم و نیز اثر متقابل بین این دو فاکتور در مورد صفت تعداد چتر در بوته زیره سبز معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد چتر در هر بوته زیره سبز (برابر ۵۰ چتر) موقعی حاصل می‌شود که بذر با باکتری سویه ۲۱ تلقیح و با عناصر ریزمغذی پوشش‌دار شود. اختلاف بین این تیمار با سایر تیمارها نیز معنی‌دار بود. در تیمار عدم وجود باکتری آزوسپریلوم و حضور عناصر ریزمغذی، تعداد چتر در هر بوته در مقایسه با حضور توأم باکتری و عناصر ریزمغذی حدود ۲۳٪ کاهش نشان داد (جدول ۲).

شده و بعد توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن و از روی آن وزن هزاردانه محاسبه شد. درصد اسانس دانه در آزمایشگاه دانشکده شیمی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز به روش تقطیر با بخار آب تعیین شد (پروانه، ۱۳۸۰). برای این منظور در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتری، ۵ گرم از بذر خرد شده هر تیمار را ریخته و حدود ۱۰۰ میلی‌لیتر آب معمولی اضافه شد. در طول دوره آزمایش برای ثابت نگه داشتن سطح آب در بالن، از قیف شیردار قطره قطره آب به داخل بالن اضافه شد. بعد از جمع‌آوری حدود ۱۰۰ میلی‌لیتر حاصل تقطیر، عمل تقطیر قطع و حاصل تقطیر داخل یک قیف جدا کننده ریخته شد. سپس اسانس دوبار هر دفعه با ۲۰ میلی‌لیتر دی اتیل اتر (اتر) استخراج شد. فاز آبی را توسط کربنات سدیم مرک (بدون آب) خشک کرده و ماده استخراج شده در داخل بشر، روی بن‌ماری تا تبخیر شدن کامل حلال حرارت داده شد. در مرحله

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تلقیح بذر با باکتریهای آزوسپریلوم و پوشش‌دار کردن آن

با عناصر ریزمغذی روی صفات مورد مطالعه در زیره سبز

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد چتر در بوته	تعداد دانه در چتر	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	درصد اسانس دانه
تکرار	۲	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۲۵۲ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۵۵/۰۰ ^{**}	۷/۱۲ ^{**}
پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی	۱	۱۶۸/۵۶ ^{**}	۹۳/۰۴ ^{**}	۲۸۴/۰۰ ^{**}	۱۰۹۹/۴۴ ^{**}	۱۱۴/۴۵ ^{**}
تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلوم	۵	۱۲/۵۴ ^{**}	۱۸/۹۶ ^{**}	۴۸/۹۶ ^{**}	۱۰۰/۴۹ ^{**}	۳/۵۵ [*]
پوشش‌دار کردن بذر × تلقیح با باکتری آزوسپریلوم	۵	۳۷/۷۹۵ ^{**}	۵/۳۲ [*]	۸/۱۱ ^{**}	۵/۰۷۲ ^{**}	۱/۴۵ [*]
خطای آزمایش	۲۲	۷/۹۵	۲/۴۷	۰/۶۷	۰/۲۶	۰/۴۶
CV (%)	-	۷/۳۱	۷/۷۸	۲۸/۴۹	۲۷/۷۳	۲۴/۴۸

ns، غیر معنی‌دار و * و **، به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهند.

تعداد دانه در چتر

اثر متقابل بین دو فاکتور مورد مطالعه روی تعداد دانه در هر چتر زیره سبز در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگینهای تعداد دانه در چتر (جدول ۲) نشان داد که پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی موجب افزایش تعداد دانه در هر چتر به مقدار ۲۸/۵٪ در میانگین سویه‌های آزوسپیریلوم می‌شود. تلقیح توأم بذر با عناصر ریزمغذی و آزوسپیریلوم سویه ۲۱ موجب افزایش تعداد دانه در هر چتر به مقدار ۳، ۷، ۵ و ۱۰ دانه به ترتیب در مقایسه با سویه‌های آف، *irankense* و *brasilense* شد. نتیجه این شد که سویه ۲۱ از نظر این صفت بهتر عمل کرده است.

زمانی که بذر فقط با باکتری سویه ۲۱ تلقیح شد در مقایسه با شاهد بدون باکتری و عناصر ریزمغذی حدود ۱۱ چتر بیشتر تولید کرد، ولی اختلاف بین سه تیمار مربوط به سویه‌های ۲۱، آف و *brasilense* در حالت عدم پوشش دار کردن با عناصر ریزمغذی معنی دار نبود. نتایج حکایت از آن دارد که باکتری سویه ۲۱ بدون در نظر گرفتن پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی و یا عدم آن، بیشترین تعداد چتر در بوته را تولید می‌کند. همچنین بدون توجه به سویه باکتری آزوسپیریلوم، پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی توانست حدود ۷ چتر بیشتر در هر بوته زیره سبز تولید کند. مقدار کاهش تعداد چتر در تیمارهای شاهد بدون تلقیح با باکتری در دو حالت بذرهای پوشش دار و بدون پوشش با عناصر ریزمغذی به ترتیب ۱۰ و ۵ چتر در هر بوته (به ترتیب معادل ۳۶ و ۲۶ درصد کاهش) محاسبه شد.

جدول ۲- مقایسه میانگینهای تأثیر تلقیح بذر با باکتریهای آزوسپیریلوم و پوشش دار کردن آن

با عناصر ریزمغذی روی برخی از صفات مورد مطالعه در زیره سبز

وزن هزاردانه (گرم)	تعداد دانه در چتر	تعداد چتر در بوته		
۲/۳۰(d)	۱۵(f)	۲۸(e)	بدون تلقیح با باکتری (شاهد)	عدم پوشش دار کردن با عناصر ریزمغذی
۲/۴۲(d)	۱۷/۳۳(ef)	۳۳(d)	<i>lipoferum</i>	
۲/۶۰(c)	۱۹(de)	۳۸(c)	<i>Brasilense</i>	
۲/۵۱(cd)	۱۷/۳۳(ef)	۳۲(d)	<i>irankense</i>	
۲/۶۶(c)	۱۷(ef)	۳۹(c)	<i>strain of</i>	
۲/۷۳(c)	۲۰/۳۳(cd)	۳۹(c)	<i>strain 21</i>	
۲/۸۱(bc)	۱۸/۳۳(de)	۳۹(c)	بدون تلقیح با باکتری	پوشش دار کردن با عناصر ریزمغذی
۲/۹۲(ab)	۱۸/۳۳(de)	۴۰(c)	<i>lipoferum</i>	
۳/۸۲(a)	۲۳/۳۳(bc)	۴۰(bc)	<i>brasilense</i>	
۳/۱۲(ab)	۲۲(c)	۴۱(bc)	<i>irankense</i>	
۳/۲۶(ab)	۲۵/۶۶(b)	۴۴(b)	<i>strain of</i>	
۳/۳۲(a)	۲۸/۶۶(a)	۵۰(a)	<i>strain 21</i>	

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

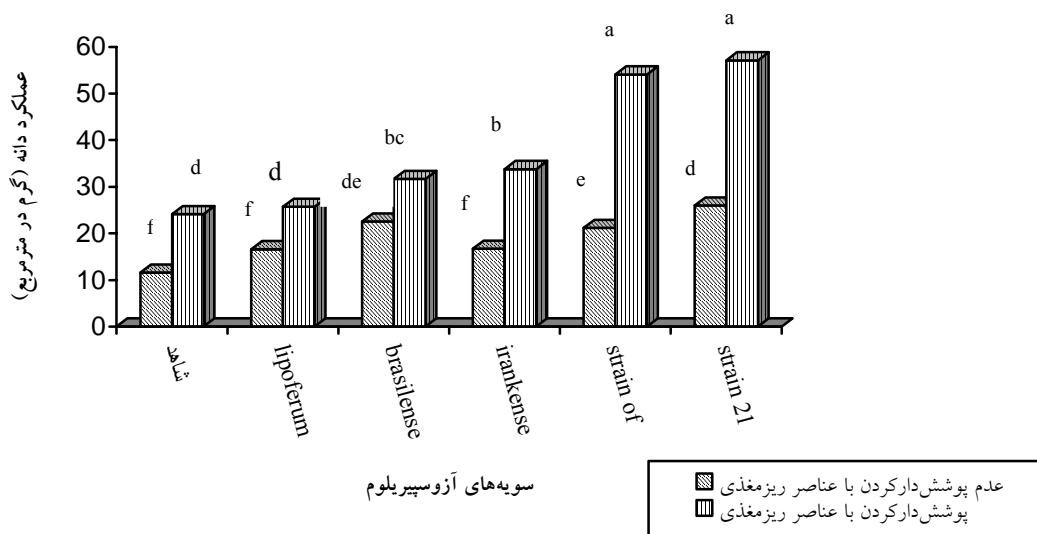
وزن هزاردانه

اثر هر یک از فاکتورهای مورد مطالعه و نیز اثر متقابل میان آنها روی وزن هزاردانه زیره سبز در شرایط آزمایش در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۱). در شرایط پوشش دار کردن بذرها با عناصر ریزمغذی، وزن هزار دانه زیره از سویه‌های باکتری آزوسپیریلوم متاثر نشد و از نظر آماری عکس‌العمل این صفت نسبت به نوع باکتری یکسان بود. به طوری که وزن هزاردانه از حداکثر ۳/۸ گرم در *A. brasilense* تا حداقل ۲/۹۲ گرم در *A. lipoferum* کاهش یافت، ولی مقدار این کاهش معنی دار نبود. مقایسه میانگین بین تیمارهای دوازده‌گانه نشان داد که کمترین وزن هزاردانه (۲/۳ گرم) موقعی حاصل می‌شود که بذر زیره سبز بدون تلقیح با باکتری و عناصر ریزمغذی کاشته شود و در این تیمار کاهشی معادل ۶۵ درصد در وزن هزاردانه (۱/۵ گرم) در مقایسه با تیمار دارای بیشترین وزن هزاردانه مشاهده شد. در بذره‌های بدون پوشش با عناصر ریزمغذی، باکتری سویه آف نسبت به سایر سویه‌ها برتری نشان داد و وزن هزاردانه زیره از ۲/۳ گرم در شاهد به ۲/۷ گرم در این سویه افزایش یافت. سایر یافته‌ها حکایت از این داشت که بدون در نظر گرفتن نوع باکتری، پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی خواهد توانست وزن هزاردانه زیره را ۲۶٪ در مقایسه با بذره‌های بدون پوشش افزایش دهد (جدول ۲). این امر که نشانگر معنی دار بودن اثر پوشش دار کردن بذر روی این صفت بود، از تجزیه واریانس داده‌ها نیز حاصل شد (جدول ۱).

عملکرد دانه

پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی و تلقیح با باکتری آزوسپیریلوم روی عملکرد دانه زیره در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی دار داشت و به نظر می‌رسد روند تأثیر هر یک از دو عامل مورد مطالعه در سطوح مختلف عامل دیگر یکسان نبود و همین امر موجب معنی دار شدن اثر متقابل این دو عامل شده است (جدول ۱). در مقایسه میانگین تیمارهای مورد مطالعه (شکل ۱) مشخص شد که در شرایط آزمایش، بیشترین عملکرد دانه برابر ۵۷۱ کیلوگرم در هکتار به تیماری تعلق داشت که به صورت توأم با باکتری سویه ۲۱ و عناصر ریزمغذی تلقیح شده باشد و این رقم بیش از دو برابر تیماری بود که در آن بذر فقط با باکتری سویه ۲۱ تلقیح شد.

بنابراین در بین تیمارهای مورد مطالعه، تیمارهای برخوردار از بیشترین عملکرد دانه (حضور سویه‌های آف و ۲۱ و پوشش بذر با عناصر ریزمغذی) افزایشی به ترتیب برابر با ۴۲۵ و ۴۵۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد را در مقایسه با تیمار دارای کمترین عملکرد دانه (شاهد بدون تلقیح با باکتری و بدون پوشش و برابر ۱۱۶ کیلوگرم در هکتار) داشتند. سایر محاسبات نشان داد که در صورت پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی عملکرد دانه حدود ۱۴۷ کیلوگرم در هکتار (در میانگین سویه‌های مختلف باکتری آزوسپیریلوم) در مقایسه با بذره‌های بدون پوشش افزایش می‌یابد (شکل ۱).



شکل ۱- تأثیر تلقیح بذر با سویه‌های مختلف باکتری آزوسپیریلوم و پوشش‌دار کردن آن

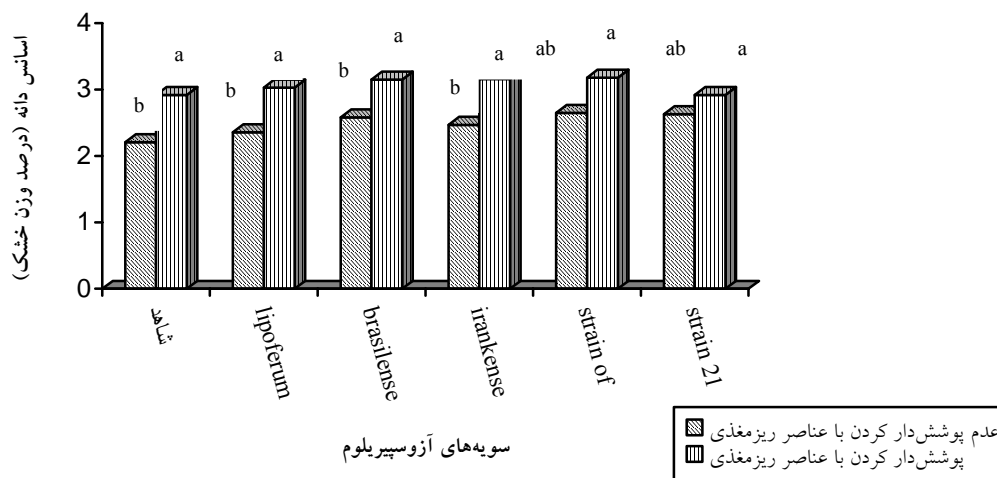
با عناصر ریزمغذی روی عملکرد دانه زیره سبز

درصد اسانس دانه

همان طوری که از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) بر می‌آید، دو عامل پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی و تلقیح آن با باکتری روی اسانس دانه اثر معنی‌دار داشت و اثر متقابل این دو فاکتور نیز در سطح احتمال ۰.۵٪ معنی‌دار بود.

بدین ترتیب، مقایسه میانگینهای درصد اسانس دانه (شکل ۲) نشان می‌دهد که در صورت پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی درصد اسانس دانه زیره سبز تغییرات معنی‌دار پیدا نمی‌کند. به طوری که از حداقل ۲/۹۲٪ در دو تیمار بدون تلقیح با باکتری و تیمار تلقیح با سویه ۲۱ تا حداکثر ۳/۱۸٪ در تیمار تلقیح با سویه آف تغییر کرد، ولی مقدار این تغییرات از نظر آماری در سطح احتمال ۰.۱٪ معنی‌دار نبود. روند مشابهی نیز در شرایطی که بذرهای بدون پوشش با

عناصر ریزمغذی، با باکتریهای آزوسپیریلوم آغشته شدند، مشاهده شد و درصد اسانس از حداقل ۲/۲۱٪ در تیمار شاهد بدون تلقیح با باکتری تا حداکثر ۲/۶۵٪ در تیمار تلقیح بذر با باکتری سویه آف افزایش یافت، ولی از نظر آماری این اختلاف نیز معنی‌دار نبود. در حالی که در مقایسه تیمارهای دوازده‌گانه مشخص شد، تیمارهای مربوط به تلقیح بذر با آزوسپیریلوم سویه‌های *lipoferum*، *brasilense*، *irankense* و شاهد بدون تلقیح در حالت عدم پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی به ترتیب با مقدار اسانس دانه برابر ۲/۴۷٪، ۲/۵۸٪، ۲/۳۶٪ و ۲/۲۱٪ از تیمارهای مربوط به پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی فاصله گرفته و در کلاس آماری دیگری قرار گرفتند.

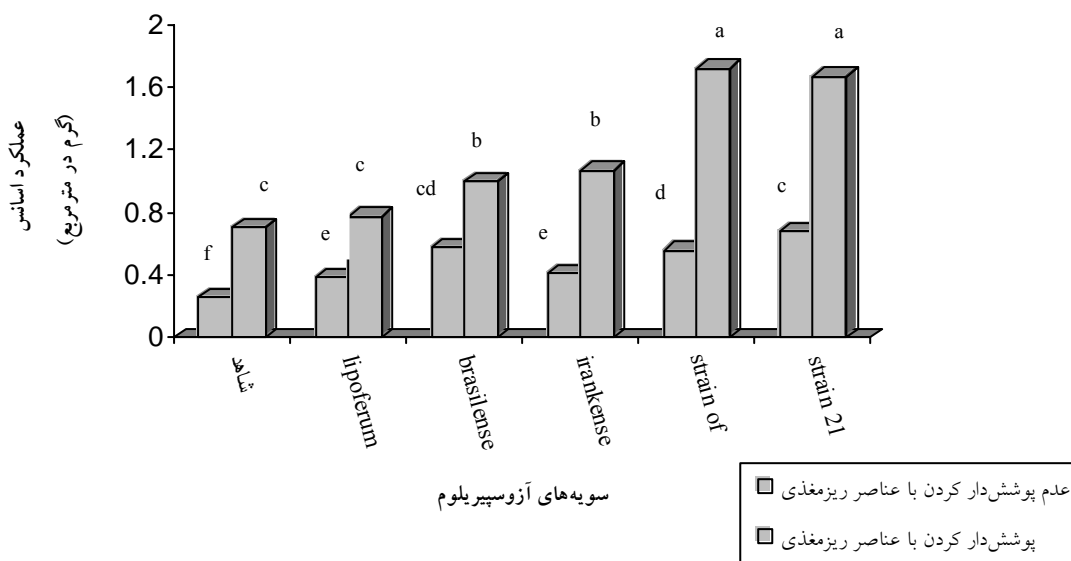


شکل ۲- تأثیر تلقیح بذر با سویه‌های مختلف باکتری آزوسپیریلوم و پوشش دار کردن آن با عناصر ریزمغذی روی درصد اسانس دانه زیره سبز

عملکرد اسانس

به نظر می‌رسد که با توجه به تأثیرپذیری کمتر درصد اسانس دانه زیره سبز و تأثیرپذیری بیشتر عملکرد دانه از فاکتورهای مورد مطالعه، عملکرد اسانس نیز به تبع از آن تحت تأثیر قرار گیرد. همان طوری که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، عملکرد اسانس زیره سبز از حداکثر ۱۷/۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی و تلقیح با باکتری سویه آف تا حداقل ۲/۵۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد تغییر پیدا کرد و اختلاف ۰/۵ کیلوگرم در عملکرد اسانس بین دو تیمار تلقیح بذر با سویه‌های باکتری آف و ۲۱ در حالت پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی از نظر آماری معنی‌دار نبود. همان طوری که از روند تغییرات عملکرد دانه در

شرایط آزمایش انتظار می‌رفت (شکل ۱) و در تفسیر نتایج مربوط به عملکرد دانه نیز افزایش بسیار زیاد عملکرد دانه دو تیمار پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی و تلقیح با باکتری سویه‌های ۲۱ و آف (به ترتیب معادل ۴۲۵ و ۴۵۵ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمار شاهد بدون پوشش و بدون تلقیح مشخص بود، عملکرد اسانس نیز بشدت تحت تأثیر فاکتورهای مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۳). پوشش دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی در حالت عدم حضور باکتری آزوسپیریلوم توانست عملکرد اسانس زیره سبز را حدود ۱۸۷٪ (معادل ۴/۵ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شاهد افزایش دهد.



شکل ۳- تأثیر تلقیح بذر با سویه‌های مختلف باکتری آزوسپیریلوم و پوشش‌دار کردن آن با عناصر ریزمغذی روی عملکرد اسانس زیره سبز

بحث

به عقیده El-Ghadban و همکاران (۲۰۰۶) مصرف کودهای زیستی بر تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد چتر در گیاه رازیانه تأثیر معنی‌دار دارد و با توجه به این که در زیره سبز نیز چترها روی شاخه‌های جانبی تشکیل می‌شوند، افزایش تعداد چتر در بوته در حالت حضور توأم باکتری و عناصر ریزمغذی در شرایط آزمایش تأیید می‌شود.

بنابراین یافته‌ها نشانگر آن است که تلقیح بذر با باکتری در صورتی که توأم با پوشش‌دار کردن آن با عناصر ریزمغذی باشد، اثر بیشتری روی افزایش تعداد دانه در هر چتر زیره سبز در مقایسه با بذرهای بدون پوشش خواهد داشت. همان طور که در جدول ۲ مشخص است، تیمار دارای کمترین تعداد دانه در هر چتر (شاهد بدون تلقیح

با باکتری و بدون پوشش با عناصر ریزمغذی) کاهش یافته حدود ۴۸ درصد را در تعداد دانه در هر چتر متحمل شده است که با نتایج مطالعه El-Ghadban و همکاران (۲۰۰۶) روی رازیانه که در شرایط مشابه کاهش معادل ۲۲ درصد را در تعداد دانه در چتر گزارش کرده است مطابقت دارد. به‌طور کلی سایر یافته‌های آزمایش حکایت از این دارد که حضور توأم باکتری و عناصر ریزمغذی بیشترین تأثیر افزایشی را روی عملکرد دانه زیره خواهند داشت که با نتایج مطالعه Gad (۲۰۰۱) در مورد دو گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و شوید (*Anethum graveolense*) مطابقت دارد. این محقق مصرف کودهای زیستی را برای افزایش رشد و عملکرد در این گیاهان ضروری دانسته‌اند. همچنین Sharaf (۱۹۹۵) بیان داشت که تلقیح بذر با مخلوطی از باکتریهای ازتوباکتر و

منابع مورد استفاده

- پروانه، و.، ۱۳۸۰. کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۴۹ صفحه.
- 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، ۱۹۴-۱۷۹.
- رضایی، م.، آقا شاهی، س. و صیادی، م.، ۱۳۸۴. اثر باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن بر جوانه زنی زیره سبز. چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران، ۱۹-۱۷ آبان: ۴۱۳-۴۱۲.
- روستا، م.، ۱۳۷۵. بررسی فراوانی و فعالیت آزوسپیریولوم در برخی از خاکهای ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- صالح راستین، ن.، ۱۳۷۷. کودهای بیولوژیک. ویژه نامه مجله خاک و آب، انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۲(۳): ۲۶-۱۷.
- 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، ۵۴-۱.
- ملکوتی، م.ج. و ریاضی همدانی، ع.، ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاک. مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۲۵۵ صفحه.
- Anal, M., 1992. Organic materials and soil productivity in the Near East. FAO, Soil Bulletin, 45, 279p.
- 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. *Biologic Fertilized Soils*, 38: 261-266.
- Bashan, Y., Ivanony, Y.H. and Saad, A., 1999. 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.
- Bhadauria, S., Pahari, G.K. and Kumar, S., 2000. Effect of *Azospirillum* biofertilizer on seedling growth and seed germination of *Embllica officinalis*. *Indian Journal of Plant Physiology*, 5: 177-179.

آزوسپیریولوم به همراه مصرف کودهای فسفاته و نیتروژنه موجب افزایش رشد و عملکرد تاتوره (*Datura stramonium*) گردید. به عقیده El-Ghadban و همکاران (۲۰۰۰) تلقیح بذر با باکتری *A. brasilense* از طریق کمک به افزایش جذب نیترات پتاسیم و اسید فسفریک در ذرت، سورگوم، گندم و ارزن، موجب بهبود عملکرد دانه می شود. بنا بر یافته های Hossain و همکاران (۱۹۹۹) نیز عملکرد دانه عدس در شرایط تلقیح بذر با غلظتهای مختلف عناصر ریزمغذی حدود ۱۴/۵-۱۱ درصد افزایش می یابد.

به هر حال، در مطالعه تأثیر سه نوع کود بیولوژیک روی عملکرد دانه و اسانس رازیانه در مصر، افزایشی هر چند محدود در درصد اسانس (۹۶/۰ درصد) و افزایش قابل توجه در عملکرد اسانس (۱۱/۵-۶ لیتر در هکتار) در اثر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک گزارش شده است؛ اما در این بررسی افزایش عملکرد اسانس بیشتر به دلیل افزایش عملکرد دانه در اثر تیمارهای آزمایش بوده است (El-Ghadban et al., 2006).

نتایج کلی حکایت از این دارد که در صورت کشت زیره سبز با هدف تولید اسانس، توصیه می شود بذرها با عناصر ریزمغذی پوشش دار و با باکتری آزوسپیریولوم سویه های آف یا ۲۱ تلقیح شوند.

سپاسگزاری

هزینه این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز تأمین شده است. بدین وسیله نگارندگان مراتب قدردانی خود را از ریاست دانشگاه و معاون محترم پژوهشی اعلام می دارند.

- Hossain, I., Khan, M.A.I. and Podder, A.K., 1999. Seed treatment with Rhizobium and microelements in laboratory and field experiments for biomass and seed production of lentil (*Lens culinaris* L.). Bangladesh Journal of Environmental Science, 5: 61-64.
- Kennedy, I.R. and Tychan, Y.T., 1997. Biological N₂ fixation in non-leguminous field crops: Recent Advances. Plant and Soil, 141: 93-118.
- Okon, Y., 2002. *Azospirillum*, physiological properties, mode of association with roots and its application for the benefit of cereal and forage grass crops. Israel Journal of Botany, 31: 214-220.
- Peoples, M.B. and Craswell, E.T., 1992. Biological nitrogen fixation, investment, expectations and actual contributions to agriculture. Plant and Soil, 141: 13-29.
- 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.
- Sharaf, M.S., 1995. Response of some medicinal plants to inoculation with a symbiotic N₂- fixer. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt.
- 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.
- 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 nitrate on the growth and yield of broad bean (*Vicia faba*) plants. Egyptian Journal of Horticulture, 16(2): 143-150.
- El-Ghadban, E.A.E., Robert, S. and Abdel-Latif, T.A.T., 2000. Response of cereals to seed inoculation with *Azospirillum brasilense*. Egyptian Journal of Agricultural Research, 60(4): 800-814.
- El-Ghadban, E.A.E., Shalan, M.N. and Abdel-Latif, T.A.T., 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Egyptian Journal of Agricultural Research, 84(3): 977-992.
- 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 Agriculture and Biological Sciences, 3(5): 440-446.
- Gad, W.M., 2001. Physiological studies on *Foeniculum vulgare* and *Anethum graveolense*. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Kafr EL-Sheikh, Tanta University, Egypt.
- Gaur, A.C., 2001. 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.
- 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. Biologic Fertilized Soils, 32: 259-264.

The effect of seed inoculation with *Azospirillum* strains and coating with microelements on seed yield and essence of cumin (*Cuminum cyminum* L.)

B. Mirshekari¹, H. Asadi Rahmani² and A. Mirmozafari Rodsari³

1*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Iran, E-mail: Mirshekari@iaut.ac.ir

2- Research Institute of Water and Soil, Tehran, Iran

3- Islamic Azad University, Tabriz Branch, Iran

Received: April 2009

Revised: June 2009

Accepted: June 2009

Abstract

In order to study the effects of seed inoculation with *Azospirillum* strains and coating with microelements on seed and essential oil yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.) an experiment was conducted at research field of agricultural faculty of Islamic Azad University of Tabriz. Studied factors were *Azospirillum* strains (*lipoferum*, *brasilense*, *irakense*, *strain of* and *strain 21*) included seed coating with microelements and no-coating seeds. Factorial experiment was arranged based on randomized complete block design. Results indicated that, when seeds were inoculated with *Azospirillum*, *strain 21*, umbel number per plant increased 11 umbel, compared with control. The lowest thousand seed weight obtained from treatment that seeds no-inoculated and no-coated. Seed yield was the highest (571 kg ha⁻¹), when seeds were both inoculated with *strain 21* and coated with microelements, and this value was twice more than the treatment of those seeds only inoculated with *Azospirillum* strains. When seeds were coated with microelements, yield increased to 147 kg ha⁻¹ (based on averaged *Azospirillum* strains) compared to non-coated seeds. Essential oil yield of cumin ranged from 17.2 kg ha⁻¹ in treatment of seed inoculation with *Azospirillum*, *strain 21* × seed coating with microelements to 2.56 kg ha⁻¹ in control sample. Difference between seed and Essential oil yield of cumin was not significant, when those seeds coated with microelements were inoculated with *strain 21* and *strain of*. In cumin planting seeds coating with microelements and inoculation with *Azospirillum*, *strain 21* or *strain of* is recommended.

Key words: *Azospirillum*, cumin (*Cuminum cyminum* L.), microelement, seed coating, yield.