علوم و تحقیقات بذر ایران
سال سوم/ شماره سوم/ ۱۳۹۵ (۵۷ - ۴۷)

تاثیر تلقیح بذر با باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم کنجد (*Sesamum indicum* L.)

سید محمدرضا احتشامی[1*]، مهدی کاشانی[2]، مجتبی یوسفی‌راد[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بر ویژگی‌های کمی و کیفی کنجد آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه در استان مرکزی، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق شامل تیمارهای کودی و رقم بودند. تیمارهای کودی در پنج سطح شامل بدون کود و بدون تلقیح، استفاده از کود کامل شیمیایی NPK (براساس آزمون خاک) و بدون تلقیح، تلقیح بذر با *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و بدون کود شیمیایی فسفر و نیتروژن، تلقیح بذر با *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد کود شیمیایی فسفر و نیتروژن، تلقیح بذر با *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفر و نیتروژن و تیمار رقم در دو سطح ورامین ۲۸۲۲ و Yellow light بودند. نتایج نشان داد که رقم ورامین ۲۸۲۲ در اکثر صفات مورد بررسی از رقم دیگر برتر بود. همچنین یافته‌های به‌دست آمده نشان داد استفاده تلفیقی کود زیستی و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در عملکرد و صفات کیفی تأثیر مطلوب گذاشته است.

واژه‌های کلیدی: ***ازتوباکتر*، پروتئین، روغن، *سودوموناس*، کنجد**

۱- عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
۲- کارشناس ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد ساوه، ساوه
۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد ساوه، ساوه
* نویسنده مسئول: smrehteshami@yahoo.com

مقدمه

امروزه تغذیه متعادل گیاهان زراعی برای رسیدن به عملکرد بهینه، ضروری شناخته شده است. گاهی علی‌رغم وجود مقادیر کافی مواد غذایی در خاک به‌دلیل غیر قابل جذب بودن در گیاه، علائم کمبود مواد غذایی دیده می-شود. به‌همین دلیل افزایش حلالیت مواد غذایی از قبیل فسفر و آهن ناشی از رهاسازی سیدروفورها و اسیدهای آلی توسط PGPR، یک مکانیسم مهم در افزایش جذب مواد غذایی و رشد گیاه شناخته شده است (کلئوپر و همکاران، ۱۹۸۷؛ چابوت و همکاران، ۱۹۹۶؛ بیسواس و همکاران، ۲۰۰۰). تلقیح انواع PGPR و متعاقب آن افزایش جذب عناصر غذایی مثل نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجب افزایش عملکرد محصولات مختلفی شده است (دفریتاس و جرمیدا، ۱۹۹۲). این افزایش از طریق مکانیسم‌های مختلفی چون تأمین نیتروژن برای گیاه از طریق تثبیت نیتروژن، تولید مواد محرک رشد یا همان فیتوهورمون‌ها شامل اکسین، سیتوکنین و جیبرلین و ایجاد کنترل بیولوژیک خاکزی می‌باشد (پیرومیو و همکاران، ۲۰۱۱). باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌عنوان مکمل یا جایگزین کودهای شیمیایی شناخته می‌شوند که می‌توانند سبب افزایش باروری و حاصلخیزی خاک گردند. استفاده از کودهای زیستی باعث کاهش هزینه تولید نیز می‌شود (مهناز و همکاران، ۲۰۱۰). کودهای زیستی در کنترل بیماری‌های گیاهی نیز نقش مفیدی دارند، به-طوری‌که گزارش شده است برخی از سویه‌های *ازتوباکتر* با سنتز مواد آنتی بیوتیک و ضد قارچی، رشد قارچ‌هایی مانند *فوزاریوم* و *هلمنتوسپوریوم* را در شرایط آزمایشگاهی کنترل می‌کنند (کندی و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین تعدادی از پژوهش‌ها بر سودمندی *سودوموناس* برای گیاهان مختلف زراعی از جمله نخود (ورما و همکاران، ۲۰۱۳)، گندم (ذبیحی و همکاران، ۲۰۰۸)، برنج (کوش و همکاران، ۲۰۱۴) و آفتابگردان (جلیلیان و همکاران، ۲۰۱۲) اشاره کرده‌اند. در اغلب مطالعات، تولید آنتی بیوتیک، CHN و سیدروفور به‌دلیل کاهش فعالیت پاتوژن ها یا میکروارگانیسم‌های مضر، به‌عنوان مکانیسم‌های غیرمستقیم تحرک رشد گیاه توسط باکتری‌های محرک رشد شناخته شده‌اند (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴). رابطه متقابل بین کودهای زیستی و گیاهان میزبان می‌تواند منجر به بهبود بنیه گیاهان در برابر تنش‌های محیطی و به تأخیر انداختن پیری برگ گردد (لوکی و همکاران، ۲۰۰۴). دانه‌های روغنی مهم‌ترین محصولات حاوی روغن نباتی هستند که در کشاورزی جایگاه خاصی دارند و اراضی وسیعی در سراسر دنیا به کشت این محصولات با ارزش اختصاص دارد. مهم‌ترین دانه‌های روغنی کشورمان به‌ترتیب قدمت کاشت عبارتند از: کنجد، گلرنگ، آفتابگردان، سویا، کلزا و بادام زمینی (افشار، ۱۳۸۵).

کنجد با نام علمی (*Sesamum indicum* L.) از گیاهان دانه روغنی مناطق گرم و نیمه گرم است، ولی کشت ارقام جدید آن به مناطق معتدل نیز گسترش یافته است. روغن آن از کیفیت خوبی برخوردار است و دارای صفات مطلوبی است که برای سلامتی بسیار مفید است (وبز، ۲۰۰۰). از صفات خوب روغن کنجد دارا بودن مقدار زیادی اسید چرب لینولئیک است که میزان آن حدود ۳۹-۲۹ درصد می‌باشد. روغن کنجد همچنین شامل ۴۵ تا ۵۵ درصد اسید چرب اولئیک، ۹ درصد اسید پالمتیک و ۵ درصد اسید استئاریک است. دانه کنجد از نظر لیستین و کلسیم غنی می‌باشد، ولی وجود اسید اگزالیک در آن، مانع استفاده از کلسیم می‌گردد (ناصری، ۱۳۷۰). لذا با توجه به نقش مهم کنجد در تغذیه سالم انسان این مطالعه با هدف بررسی اثر کاربرد باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بر ویژگی‌های کمی و کیفی کنجد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۰ به‌صورت فاکتوریل با طرح بلوک‌های کامل تصادفی و سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه اجرا شد. قبل از کاشت، از نقاط مختلف زمین نمونه-برداری از خاک انجام و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش تعیین گردید (جدول۱). در این پژوهش، کرت‌های آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت (طول هر ردیف ۳ متر و فاصله دو ردیف ۴۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. از دو رقم کنجد ورامین ۲۸۲۲ و Yellow light استفاده شد. و کاشت بذور در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری خاک انجام گرفت. تیمارهای مورد مطالعه شامل: ۱- بدون کود و بدون تلقیح (شاهد)، ۲- استفاده از کودهای کامل شیمیایی N.P.K براساس آزمون خاک و بدون تلقیح، ۳- تلقیح بذر با *Azotobacter Chroococcum* + *Pseudomonas fluorescens* + بدون کود شیمیایی،

۴- تلقیح بذر با *Azotobacter Chroococcum* + *Pseudomonas fluorescens* + ۷۵٪ کود شیمیایی N.P، ۵- تلقیح بذر با *Azotobacter Chroococcum* + *Pseudomonas fluorescens* +۱۰۰٪ کود شیمیایی N.P. پس از محاسبه میزان بذر برای هر تیمار، بذور را درون کیسه نایلونی ریخته و محلول ۲۰ درصد ساکارز به آن اضافه شد و به‌مدت ۵ دقیقه به‌خوبی تکان داده شد. پس از اطمینان از آغشته شدن سطوح تمام بذور به باکتری‌ها آنها را روی یک ورقه تمیز آلومینیوم در زیر سایه پهن کرده تا خشک شدند و سپس به سرعت نسبت به کاشت بذور اقدام گردید. جمعیت باکتری‌ها در هر گرم مایه تلقیح، $۹/۸ \times ۱۰^{۷}$ برآورده شده بود. نخستین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت به‌صورت نشتی و به‌طور مرتب برحسب نیاز گیاه اعمال شد. پس از استقرار گیاهان و در مرحله ۳ برگی، عملیات تنک کردن به‌منظور حصول فاصله ۱۰ سانتی‌متری برای دو بوته روی ردیف و وجین به‌صورت دستی جهت مبارزه با علف‌های هرز انجام شد. سپس در مراحل مختلف جهت تعیین صفات موردنظر نمونه‌هایی جمع‌آوری گردید.

برای اندازه‌گیری ارتفاع و قطر بوته‌ها، ارتفاع ۸ بوته از ناحیه طوقه تا انتهائی‌ترین بخش ساقه با خط‌کش مدرج و قطر ساقه ۸ بوته در میانگرهٔ دوم به‌وسیلهٔ کولیس اندازه-گیری شد. برای تخمین میزان پروتئین دانه؛ ترکیبات شیمیایی نمونه‌ها با روش انجمن رسمی متخصصان شیمی تجزیه انجام گرفت که توسط هلریچ (۱۹۹۰) ارائه شده است. درصد پروتئین خام از طریق محاسبه درصد نیتروژن نمونه‌ها به‌دست آمد. برای این منظور از روش کجلدال استفاده شد. در این روش ابتدا ۰/۵ گرم از هر نمونه در لوله آزمایش مخصوص دستگاه هضم ریخته و به آن یک عدد قرص کاتالیزور (مخلوط سولفات پتاسیم، سولفات مس و اکسید سلنیوم) و ۱۰ سی سی اسید سولفوریک غلیظ اضافه نموده و مخلوط گردیدند. آنگاه لوله‌های آزمایش در اجاق مخصوص هضم در حرارت ۴۲۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲ ساعت قرار داده شد. در این مرحله که به هضم پروتئین معروف است، اتم‌های نیتروژن به هر شکل در نمونه (در هر ساختار مولکولی) با اسید سولفوریک، تولید سولفات آمونیوم به رنگ سبز روشن و شفاف می‌نمایند که علامت آن است که هضم به پایان رسیده و ترکیب $(NH_4)SO_4$ ایجاد شده است. پس از سرد شدن نمونه‌ها ۵۰ سی سی آب مقطر به هر لوله افزوده و لوله داخل دستگاه کجلدال قرار گرفت. دستگاه به‌طور خودکار، سود ۴۰ درصد را به محلول اضافه می‌کند. سپس به‌مدت ۵ دقیقه این محلول در دستگاه می‌جوشد. این امر موجب خنثی شدن اسید و آزاد شدن آمونیاک می‌گردد که در ارلن داخل دستگاه می‌جوشد. و این امر موجب خنثی شدن اسید و آزاد شدن آمونیاک می‌گردد. که در ارلن داخل دستگاه جمع آوری می شود. در داخل ارلن قبلاً ۲۵ میلی لیتر معرف اسید اوریک و متیل برموکروزول ریخته شده بود. رنگ معرف، قرمز مایل به بنفش است که پس از اضافه شدن آمونیاک، سبز رنگ می‌شود. محلول داخل ارلن سپس با اسید کلریدریک یک صدم نرمال و توسط پورت دیجیتال، تیتر شد تا به رنگ قرمز مایل به بنفش در آید و آمونیاک خنثی شود. در نهایت با توجه به حجم اسید مصرفی در تیتراسیون و طبق رابطه زیر، درصد نیتروژن نمونه به‌دست آمد:

رابطه(۱) ۰/۱۴×نرمالیته مصرفی×حجم اسید سولفوریک= N%

وزن نمونه (۰/۵ گرم) x ۱۰۰ درصد پروتئین خام از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن در عدد ۶/۲۵ حاصل می‌شود (صوفی و همکاران، ۱۳۷۹). لازم به‌ذکر است در کنار نمونه‌ها یک نمونه به‌عنوان شاهد (حاوی تمام واکنش گرما حتی کاغذ توزین بدون نمونه) برای حذف خطای احتمالی نیز انجام شد.

برای اندازه‌گیری درصد روغن خام نمونه‌ها از روش سوکسله (استخراج روغن به‌وسیله حلال) استفاده شد. ظرف مخصوص دستگاه (بشر) را در دمای ۱۳ درجه سیلسیوس رطوبت گیری نموده و پس از خنک کردن در دسیکاتور، وزن گردید (W_1). ۳ تا ۵ گرم نمونه آسیاب شده در کاغذ صافی پیچیده و در کارتوش قرار داده شد. کارتوش توسط گیره در بشر گذاشته شده و ۱۴۰ سی سی پترولیوم بنزن (۶۰-۴۰) افزوده گردید. بیکرهای حاوی در دستگاه قرار گرفته و طبق برنامه‌های پیشنهادی شرکت سازنده دستگاه، انجام گرفت. در طول برنامه ابتدا حلال شروع به جوشیدن کرده و این جوشش به‌مدت یک ساعت ادامه داشت. در طول این مدت برای جلوگیری از خروج حلال تبخیر شده، روی بیکر فعال هستند و بخار تولیدی را سرد کرده و به داخل بشر بر می‌گردانند. پس از یک ساعت، برای بازیافت حلال اضافی جوشیدن بدون کارکرد انجام می‌شود. در نتیجه فقط روغن حل شده در بشر باقی

می‌ماند. حال، بشرهای حاوی روغن نمونه‌ها تا رسیدن به وزن ثابت (W_2) در دمای ۸۰ درجه سیلسیوس رطوبت‌گیری می‌شود (دما بیشتر ار ۸۰ درجه سیلسیوس نشود چون اسید تصعید می‌شود). در صورت مشاهده کاهش وزن، مرحله فوق را تکرار نموده تا به وزن ثابت برسد.

رابطه (۲) درصد روغن = $W_2 - W_1$ /وزن نمونه×۱۰۰

به‌منظور تعیین عملکرد روغن، درصد روغن در عملکرد دانه ضرب گردید. و جهت تخمین عملکرد دانه پس از حذف اثر حاشیه، دو ردیف وسط هر کرت به‌طور کامل برداشت گردید. بوته‌ها سپس جهت خشک شدن نهایی به‌مدت ۶ روز در معرض هوای آزاد در مزرعه قرار گرفته و سپس برای توزین به انبار منتقل شدند. بدین ترتیب عملکرد بذر هر یک از کرت‌ها محاسبه و ثبت گردید. شاخص برداشت نیز براساس نسبت عملکرد دانه بر عملکرد زیست توده محاسبه شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل‌های آماری و رسم نمودارهای مربوطه از برنامه‌های SAS و Excell استفاده گردید. سپس میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن اثر عوامل آزمایشی با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات رقم و کود بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های ارقام کنجد نشان داد که رقم ورامین ۲۸۲۲ نسبت به Yellow light از ارتفاع بوته بیشتری برخوردار بود که می‌تواند ناشی از ویژگی‌های ژنتیکی گیاه باشد (جدول ۳). برت و همکاران (۲۰۰۳) بر این اعتقادند که ژنوتیپ‌هایی از گیاه که دارای طول دوره رشد بیشتری هستند، دارای ارتفاع بیشتری نیز می‌باشند و علاوه بر ژنتیک که عامل مهمی در تعیین ارتفاع بوته در گیاه است، عوامل محیطی نیز در تعیین ارتفاع بوته نقش اساسی دارند. به‌علاوه بیشترین ارتفاع در بین تیمارهای مختلف از تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* و ۷۵ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر حاصل شد (جدول ۳). می‌توان بیان کرد که این باکتری‌ها با تأثیر بر روی سیستم ریشه سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی در گیاه می شوند، همچنین از طریق تولید هورمون‌هایی مثل جیبرلین که روی رشد طولی سلول‌ها به‌ویژه میانگره-های ساقه و اکسین و سیتوکنین که روی تقسیم سلولی نقش دارند، اثر گذاشته، که نتیجه آن افزایش ارتفاع در گیاه است. محققین زیادی گزارش داده‌اند که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. از جمله: لارسن و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که ریزجانداران حل کننده فسفات موجب تحریک رشد و افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند. نتایج نوید و همکاران (۲۰۰۸) نیز حاکی از اثر افزاینده این ریزجانداران بر ارتفاع گیاه ذرت می‌باشد. همچنین رخا و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای متوجه اثر مثبت باکتری *سودوموناس* بر ارتفاع گیاهان شدند. نقش مثبت تلقیح بذر با باکتری‌های حل کننده فسفات بر ارتفاع ساقه در تحقیقات دیگری نیز گزارش شده است (استیجن و همکاران، ۲۰۰۹؛ کاوینو و همکاران، ۲۰۱۰).

قطر ساقه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای کود معنی‌دار نشد ولی عامل رقم در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). در مقایسه میانگین بین تیمارها، رقم ورامین۲۸۲۲ قطر بیشتری داشت (جدول ۳). این قطر بیشتر را می‌توان به طولانی‌تر بودن دوره رشد نسبت داد. و این رقم توانسته با انجام فتو سنتز و غذاسازی در مدت طولانی‌تر، قطر ساقه بیشتری به‌دست آورد (سانا و همکاران، ۲۰۰۳). مقایسه میانگین‌ها بین سطوح کودی مختلف نشان داد که گیاهانی که توسط باکتری‌ها تلقیح شده‌اند، قطر بیشتری دارند (جدول ۳). دلیل این افزایش قطر را می‌توان به افزایش تجمع مواد و وزن خشک بالاتر گیاه نسبت داد. گلیک و همکاران (۲۰۰۱) گزارش دادند که بذر تلقیح شده توسط *ازتوباکتر* به‌دلیل تثبیت نیتروژن توسط باکتری و رشد بیشتر اندام هوایی که نتیجه هورمون رشد گیاه است، فتوسنتز گیاه را افزایش داده و نهایتاً سبب افزایش قطر گیاه می‌شود. اصغر و همکاران (۲۰۰۲) تأثیر تلقیح بذر کلزا با *ازتوباکتر* را مورد بررسی قرار داده و گزارش دادند که قطر ساقه گیاه تلقیح شده نسبت به شاهد معنی‌دار شده است. همچنین کارلیدج و همکاران (۲۰۰۷) نقش باکتری‌های محرک رشد را در افزایش قطر ساقه مؤثر گزارش کردند. ناصری‌راد و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که قطر ساقه ذرت در اثر تلقیح بذر با

آزوسپریلیوم و *ازتوباکتر* نسبت به شاهد (عدم تلقیح) به‌میزان ۳۸/۱ درصد افزایش یافته است.

شاخص برداشت: آنالیز و تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار کودی بر صفت شاخص برداشت معنی‌دار نشد. ولی بین دو رقم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که رقم ورامین ۲۸۲۲ شاخص برداشت بالاتری را نسبت به رقم yellow light داشت. و در بین تیمارهای کودی نیز تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر با اختلاف کمی از سایر تیمارها برتر بود. و سه تیمار دیگر؛ تیمار استفاده از کود کامل شیمیایی و بدون تلقیح، تیمارهای تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* بدون کود شیمیایی و با ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر به‌تنهایی از لحاظ آماری اختلاف چندانی با یکدیگر نداشتند (جدول ۳). شاخص برداشت نشان دهنده مقدار فتوسنتز اختصاص یافته به اندام‌های اقتصادی گیاه نسبت به کل مواد ذخیره شده در طول دوره رشد و نمو است و افزایش آن باعث دستیابی به عملکرد بالاتر می‌شود (سینگ و همکاران، ۱۹۹۷). بنابراین می‌توان بیان کرد که باکتری‌های محرک رشد از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و تسهیم ماده خشک به اندام رویشی و زایشی به‌ویژه دانه‌ها افزایش شاخص برداشت را در پی داشته‌اند. سینگ و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای کاربرد کودهای زیستی *ازتوباکتر*، *آزوسپریلیوم* و *مایکوریزا* را بر شاخص برداشت گندم مثبت ارزیابی کردند که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد. همچنین در پژوهشی تلقیح بذور برنج با دو باکتری *سودوموناس فلورسنس* و *آزوسپریلیوم برازیلنس* به‌طور معنی‌داری تولید بیوماس، شاخص برداشت و عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش داد (گارسیا و سالامون، ۲۰۱۲).

میزان پروتئین دانه: نتایج حاصل از تجزیه داده‌های مربوط به درصد پروتئین حاکی از آن بود که اثر تیمارهای کودی بر این صفت معنی‌دار نشد ولی اثر رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). رقم yellow light نسبت به رقم ورامین ۲۸۲۲ با میانگین ۲۰/۱۳ درصد پروتئین بالاتری داشت. و در بین تیمارهای کودی نیز از تیمار تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر میزان پروتئین بیشتری حاصل گردید و چهار تیمار دیگر نیز از لحاظ آماری تفاوتی با هم نداشتند (جدول ۳). نتایج نشان می‌دهد صفت میزان پروتئین دانه در گیاه کنجد بیشتر تحت تأثیر ژنتیک قرار دارد و شرایط محیطی و تغذیه‌ای گیاه نتوانسته این صفت را دستخوش تغییر قرار دهد. در حالی‌که نتایج کار محققین دیگر نشانگر تأثیر تلفیق کود زیستی و کود شیمیایی و همچنین تأثیر تلقیح با باکتری بر صفت میزان پروتئین دانه در گیاه است. در تحقیقی مصرف همزمان دو کود زیستی و شیمیایی سبب افزایش عملکرد پروتئین در گیاه گندم گردید (استانوج-کویک، ۲۰۱۲). یولسو و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی تأثیر کود آلی و باکتری‌های محرک رشد بر کیفیت علوفه یولاف (*Avena sativa* L.)، افزایش درصد پروتئین را در کاربرد تلفیقی کود آلی و باکتری محرک رشد در مقایسه با کاربرد آنها به‌تنهایی گزارش نمودند. نتایج تحقیق یادگاری و همکاران (۲۰۱۰) نیز حاکی از آن است که در لوبیا، استفاده از کودهای زیستی حاوی *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر*، سبب افزایش میزان پروتئین دانه شده است. ناصری‌راد و همکاران (۲۰۱۱) افزایش ۴/۵ درصدی پروتئین دانه ذرت را در اثر کاربرد توأم *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر* گزارش کردند.

میزان درصد روغن: در نتایج حاصل از آزمایش مشاهده گردید که اثر کود و رقم هر دو در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده‌اند (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که رقم yellow light نسبت به رقم ورامین ۲۸۲۲ با میانگین۴۹/۷ درصد بیشترین میزان روغن را داشت. و در بین تیمارهای کودی نیز تیمارهای کودی تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* با ۷۵ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر نسبت به سایر تیمارهای درصد روغن بالاتری را دارا بودند (جدول ۳). که دلیل آن می‌تواند افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه از جمله نیتروژن باشد که موجب افزایش میزان روغن در دانه گردیده است. یساری و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که استفاده همزمان کود زیستی (*ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم*) درصد روغن در آفتابگردان را به مقدار ۱/۷۳ درصد بالا برده است. شهاتا و ال‌خواز (۲۰۰۳) تأثیر کود زیستی را طی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ روی پارامترهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان مورد بررسی

قرار دادند و دریافتند که مصرف کود زیستی شامل باکتری‌های افزاینده رشد، عملکرد آفتابگردان و صفات کیفی را در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح) بهبود بخشیدند. به‌طوری‌که سبب افزایش عملکرد دانه، میزان پروتئین و روغن دانه شدند. هم‌چنین کود زیستی موجب کاهش اسیدهای چرب اشباع (اسید استئاریک و اسید پالمیتیک) و افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع (اسید لینولنیک، اسید اولئیک و اسید لینولئیک) شد. گیرادین (۱۹۸۷) بیان کرد که کودهای زیستی از طریق فرآیند تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی قسمتی از نیتروژن موردنیاز گیاه را تأمین می‌کنند و بدین طریق سبب افزایش عملکرد روغن در گیاه می‌شوند. نتایج آزمایش کومار و همکاران (۲۰۰۹) نیز حاکی از افزایش عملکرد دانه و روغن گیاه کنجد در کاربرد تلفیقی کود زیستی و شیمیایی بود. به‌منظور بررسی تأثیر باکتری‌های مفید (*ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم*) و کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) تحت رژیم-های مختلف آبیاری، آزمایشی با استفاده از سطوح مختلف تلقیح باکتریایی، کود نیتروژن و آبیاری انجام گرفت. نتایج حاصل نشان دادند که عملکرد دانه گیاه آفتابگردان در تیمارهای ترکیبی تلقیح با باکتری و کاربرد کود نیتروژن نسبت به تیمار شاهد (بدون کود و عدم تلقیح) بهبود یافت. هم‌چنین باکتری‌ها میزان اسید لینولئیک و اسید اولئیک روغن دانه را در شرایط کم آبی بهبود بخشیدند (جلیلیان، ۲۰۱۲). نتایج پژوهش دیگری نیز نشان داد که کاربرد *ازتوباکتر* به‌طور معنی‌داری میزان روغن کلزا را در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد (اصغر و همکاران، ۲۰۰۲).

عملکرد دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها معنی‌دار شدن اثر تیمارهای کودی و رقم را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۲). مطابق مقایسه میانگین داده‌ها رقم ورامین ۲۸۲۲ عملکرد دانه بیشتری را نسبت به رقم yellow light داشت و در بین تیمارهای کودی نیز تیمارهای تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* با ۷۵ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر برتر شناخته شدند، ولیکن اختلاف چندانی این دو تیمار از نظر عملکرد دانه با هم نداشتند (جدول ۳). به-طورکلی می‌توان اظهار داشت که کودهای زیستی به همراه کود شیمیایی با تأثیر بر جذب عناصر ماکرو و میکرو، آب و تولید هورمون‌های گیاهی و افزایش میزان فتوسنتز و راندمان آن موجب بهبود رشد و در نهایت افزایش عملکرد دانه شده‌اند. همچنین رقم ورامین ۲۸۲۲ به‌دلیل زودرس بودن نسبت به رقم دیگر مواد حاصل از فتوسنتز بیشتری را در دوران رسیدگی به دانه‌ها منتقل می‌کند که با وجود کاربرد کودهای زیستی این عمل تسریع یافته و افزایش عملکرد را به‌دنبال داشت. کزیلراید (۲۰۰۸) نیز طی مطالعه‌ای بیان نمود که عمل تلقیح بذر گندم با باکتری *ازتوباکتر* همراه با کود شیمیایی سبب افزایش عملکرد می‌گردد و این تحقیق در شرایط گلخانه و مزرعه نتایج یکسانی داشت. در آزمایشی دیگر کاربرد باکتری‌های محرک رشد و قارچ *میکوریزا* موجب افزایش کارایی مصرف فسفر و عملکرد دانه گندم شد (مادر، ۲۰۱۱). در پژوهشی کاربرد باکتری‌های محرک رشد ۳۵ درصد عملکرد دانه نخود را در مقایسه با شرایط کنترل افزایش داد. البته قابل ذکر است که بیشترین عملکرد در به‌کار بردن مخلوطی از باکتری و کود شیمیایی نیتروژن مشاهده شد (میشرا و همکاران، ۲۰۱۰). به‌علاوه استفاده همزمان از *ازتوباکتر* و کود نیتروژن سبب افزایش عملکرد در گیاه آفتابگردان گردید (جلیلیان،۲۰۱۲). همچنین در پژوهشی دیگر تلقیح بذر آفتابگردان با *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر* موجب افزایش ۳۵ درصدی عملکرد گردید (ناصری‌راد و همکاران، ۲۰۱۱). در آزمایشی دیگر که توسط ناصری و میرزایی (۲۰۱۰) انجام شد، بیان گردید تلقیح آفتابگردان با باکتری‌های محرک رشد، باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود

جدول ۱: مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

کربنات کلسیم ٪T.N.V	کربن آلی (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	هدایت الکتریکی (ds/m)	رطوبت اشباع (٪)	اسیدیته خاک	بافت خاک
۱۱/۸	۰/٤۷	۰/۰۵	۲/۵٦	۷۳	۳/۲۳	۲٤	۸/۳۸	شنی

جدول۲- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی گیاه کنجد

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	شاخص برداشت	میزان پروتئین دانه	درصد روغن دانه	عملکرد در واحد سطح
تکرار	۲	۱۷۱/۹٤**	۰/۲۳ns	۳۰/٤۷**	۱۸/۵۳**	٤/٤۳ ns	۳۷۲۲/۱۳ **
کود	٤	۷۸/۳۳ **	۰/۲۸ns	۳/۵۳ ns	۲/۳۸ ns	۲۰۱/۲۲**	۱۲٤٤/۵۳**
رقم	۱	٤۰۸۳/۳۳**	۱۳/۳۳**	٤۲۲/۳۲**	۳۸/۵۲**	۹۷/۲۰**	۵۵۷۰۵۸/۱۳**
کود*رقم	٤	۱۰/۳۳ ns	۰/۱۳ ns	۰/۳۹ ns	۰/۱۲ ns	۳/۱۲ ns	۲٦۰/۱۳ ns
خطای آزمایشی	۱۸	۲۲/۱	۰/۱۲	۲/۲	۲/٦۸	۱۱/۲۵	۲۱۰/۱۳
ضریب تغیرات (٪)	–	۹/٦٦	۷/۸۳	٦/۳	۷/۷	۷/۰۹	۳/٤۹

ns، *، **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی گیاه کنجد

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (mm)	شاخص برداشت (%)	پروتئین دانه (%)	درصد روغن (%)	عملکرد در واحد سطح (kg/ha)
بدون کود و بدون تلقیح (شاهد)	۴۴ d	۴/۲۲c	۲۲/۵۶ c	۲۰/۶۷ b	۴۰/۵ c	۳۹۹/۳۳c
کود کامل شیمیایی و بدون تلقیح	۴۸c	۴/۳۵c	۲۳/۱۹ b	۲۱/۱۷ b	۴۴/۳۴b	۴۱۶/۳۳b
***سودوموناس فلورسنس* +*ازتوباکتر کروکوکوم* + بدون کود شیمیایی**	۴۷ c	۴/۳۲c	۲۳/۷ b	۲۱ b	۴۴/۸۳ b	۴۰۵c
***سودوموناس فلورسنس* +*ازتوباکتر کروکوکوم* + ۷۵ درصد N.P**	۵۳/۳۳ a	۴/۷۷a	۲۳/۶۸b	۲۱/۱۷ b	۵۳a	۴۳۴/۳۳a
***سودوموناس فلورسنس* +*ازتوباکتر کروکوکوم* + ۱۰۰ درصد N.P**	۵۱b	۴/۵۲b	۲۴/۶۵a	۲۲/۳۳ a	۵۳/۶۷a	۴۳۶/۳۳a
رقم						
ورامین ۲۸۲۲	۶۰/۳۳a	۵/۱a	۲۷/۳۱a	۲۰/۱۳ b	۴۵/۴۷ b	۵۵۱/۷۳a
yellow Light	۳۷ b	۳/۷۷b	۱۹/۸۱b	۲۲/۴ a	۴۹/۷ a	۲۷۹/۲b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی داری ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد همراه با مصرف کودهای شیمیایی در ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد در واحد سطح و میزان عملکرد روغن تأثیر معنی‌داری داشت و افزایش قابل توجهی را نسبت به شاهد از خود نشان دادند. بین دو تیمار تلقیح بذر همراه با ۷۵ درصد کود شیمیایی و تیمار تلقیح بذر همراه با ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در صفاتی مانند عملکرد دانه در واحد سطح و میزان عملکرد روغن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در قطر ساقه، نیز تلقیح بذر همراه با ۷۵ درصد کود شیمیایی برتر بود. همچنین در شاخص برداشت و میزان پروتئین دانه، تیمار تلقیح بذر همراه با ۱۰۰ درصد کود شیمیایی برتر بود. از یافته‌های به‌دست آمده می‌توان چنین دریافت که استفاده تلفیقی کود زیستی و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در عملکرد و صفات کیفی تأثیر مطلوب گذاشته است. شرایط تغذیه‌ای خاک و متعاقب آن، تعادل کاتیون و آنیون و توانایی جذب عناصر در ریزوسفر، نقش مهمی در ترکیب و مقدار تراوه-های ریشه به‌خصوص اسیدهای آلی، رشد ریزجانداران و تأثیر آنها بر گیاه میزبان دارد. حتی عناصر غذایی به‌طور مستقیم نیز موجب افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه می‌شوند. لذا با توجه به تأثیر مثبت باکتری بر توسعه سیستم ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی، افزایش عملکرد چندان دور از انتظار نبوده است.

منابع

Ardalan, H. 2011. Effects of seed priming on germination behavior and morphological and biochemical characteristics of pepper seedlings under salt stress conditions. Senior under Graduate Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)**(Thesis)**

Ashraf, M. and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Journal of Plant Science, 166: 3-16. (In Persian)**(Journal)**

Ayuso, M., Hernández, T. and García, T. 1996 . Effect of humic fractions from urban wastes and other more evolved organic materials on seed germination. Journal of the Science of Food and Agriculture, 72(4): 461-468. **(Journal)**

Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A. and Metzger, J.D. 2000a. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource Technology, 75(3): 175–180. **(Journal)**

Bic Khurmizy, A.S. 2011. Effect of vermicompost on growth and salt tolerance characteristics, the brilliant red beans. Senior under Graduate Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)**(Thesis)**

Hosseini, H. and Nassiri-Mahalati, M. 2006. Effect of seed priming on germination of lentil genotypes. Journal of Agricultural Research, 4(1): 35-47. (In Persian)**(Journal)**

Honglan, L., Jingfu, L., Xiangyang, X., Li, U. and CUI-Li, H. 2008 . Influence of salt concentration on germination of different tomato seeds. Journal of Northeast Agriculture, 10(3): 54-67. **(Journal)**

Jalili Marandi, B. 2010. Environmental stress physiology and mechanisms of resistance in horticultural plants (trees, fruits, vegetables, ornamental plants and herbs). SID West Branch. (In Persian)**(Book)**

Kafi, M., Salehi, M. and Eshghizadeh, H. 2009. Saline Agriculture Environment : Strategies for the management of plants, soil and water. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian)**(Book)**

Khazaei, H., Nezami, A., Eyshy-Rezaei, A., Saeed Nejad, A. and Pour Amir, P. 2012. Effect of humic substances concentrations as a pre-treatment on germination and seedling characteristics of two cultivars of triticale. Journal of Agricultural Ecology, 4(4): 273-281. (In Persian)**(Journal)**

Kauser, A. Malik, F. and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling growth. Environmental and Experimental Botany, 25(3): 245-252. **(Journal)**

Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Day, S., İpek, A. and Uranbey, S. 2005. Farklı hümik asit dozlarının ayçiçeğinin (*Helianthus annus* L.) çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,18:151-155. **(Journal)**

Lezi, A., Fambrini, M., Barotti. S., Pugliesi, C. and Vernieri, P. 1995. Seed germination and seedling growth in wilty mutant of sunflower (*Helianthus annus* L.): Effects of abscisic acid and osmotic potential. Environmental and Experimental Botany, 35: 427-434. **(Journal)**

Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Benedicto, S. and Howard, L. 2002. Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. Plant Analysis, 33(3&4): 365–378. **(Journal)**

Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F. and Nardi, F. 2005. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry, 31: 1303–1311. **(Journal)**

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250. **(Journal)**

Paksoy, M., Türkmen, Ö. and Dursun, A. 2010. Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. African Journal of Biotechnology, 9 (33): 5343-5346. **(Journal)**

Puri, K., Akbari, P. and Ghaderi Far, F. 2012. Deteriorated seeds reaction to salt stress during germination and seedling growth of cotton. Journal of Plant Production Research, 19(2): 53-66. (In Persian)**(Journal)**

Sirritepe, N., Sivritepe, H.O. and Erif, A. 2003. The effects of Nacl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline condition. Scientia Horticulture, 97: 229-237. **(Journal)**

Taize, L. and Zaiger, E. 2002. Plant Physiology. 660 pp. **(Book)**

Warman, P.R. and Anglopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feed stocks as a plant growth medium. Bioresource Technology, 101: 4479-4483. **(Journal)**

Young Jun, C., Dong Chan, W. and Hee-Don, C. 2003. Effects of soil EC on emergence rate, seedling growth, and physiological disorders of leafy and root vegetable crops, and diminishing effect of soil EC level by washing with water or manure addition. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 44(5): 575-581. **(Journal)**

Yuan-Min, C., Shi-Mao, C., Yan, Z. and Naosuke. F. 2010. Effect of Nacl stress on germination charactristics of carrot varieties in different region. Journal of Inner Mongolia Agriculture, 7(4): 91-109. **(Journal)**

Effect of Seed inoculation with *Pseudomonas* and *Azotobacter* bacteria on quantitative and qualitative yield of two sesame cultivars

Seyed MohammadReza Ehteshami[1]*, Mahdi Kashani[2], Mojtaba Yousefi Rad[3]

Received: December 28, 2014 Accepted: March 8, 2014

Abstract

In order to evaluate integrated management of biofertilizer and chemical fertilizer on quantitative and qualitative indices of sesame, an experiment was conducted in college of Agriculture in Saveh Azad University during 2011. The experiment design consisted of three randomized complete blocks in a factorial arrangement. Investigated treatments were including fertilizer and cultivar. Integrated fertilizer treatments consisted without fertilizer and without inoculation (control), application of chemical fertilizer (based on soil analysis) and without inoculation, seed inoculation with *Pseudomonas fluorescens* + *Azotobacter chroococcum* + without triple super phosphate and urea, seed inoculation with *Pseudomonas fluorescens* + *Azotobacter chroococcum* + 75% triple super phosphate and urea, seed inoculation with *Pseudomonas fluorescens* + *Azotobacter chroococcum* + 100% triple super phosphate and urea. Investigated cultivars were including Varamin 2822 and Yellow light. Results showed Varamin 2822 was higher in the most of investigated characteristics in compared to other cultivar. The results of experiment showed integrated management biofertilizer and 100% chemical fertilizer has the desired effect on yield and qualitative characteristics.

Key words: *Azotobacter*, Oil, *Pseudomonas*, Protein, Sesame

1. Faculty member, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
*Corresponding Author: smrehteshami@yahoo.com