

اثر تلفیق تیمار زیستی بذر و کود شیمیایی بر عملکرد و جذب عناصر غذایی شلغم علوفه‌ای (*Brassica rapa* L.)

سید محمدرضا احتشامی^۱ و محمد ربیعی^۲

۱- عضو هیأت علمی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۲- پژوهشگر موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۵)

چکیده

به منظور بررسی تلفیق تیمار زیستی بذر و کود شیمیایی بر عملکرد و جذب عناصر غذایی شلغم علوفه‌ای، آزمایشی در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو سال زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق شامل (۱) شاهد (بدون کود و بدون تلقیح)، (۲) کود کامل شیمیایی و بدون تلقیح، (۳) تلقیح با/زئوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲ + بدون کود شیمیایی نیتروژن، (۴) تلقیح با/زئوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲ + ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن، (۵) تلقیح با سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱ + بدون کود شیمیایی فسفر، (۶) تلقیح با سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱ + ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفر، (۷) تلقیح با/زئوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲ + سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱ + بدون کود شیمیایی نیتروژن و فسفر، (۸) تلقیح بذر با/زئوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲ + سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱ + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر، (۹) تلقیح با/زئوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲ + سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱ + ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بودند. ویژگی‌های مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، میزان عناصر (فسفر و نیتروژن) در بافت گیاه، وزن خشک برگ و غده و عملکرد علوفه تر و خشک بودند. نتایج نشان داد که تلفیق تیمار زیستی بذر و کود شیمیایی اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های مورد مطالعه داشت. همچنین اثر این تلفیق بر درصد نیتروژن، فسفر و عملکرد علوفه خشک معنی‌دار بود. تلقیح با/زئوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲ + سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱ به همراه سطح کودی ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه شد. درصد فسفر و نیتروژن بافت گیاهی در تیمارهای تلفیقی نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج آزمایش نشان داد که مدیریت تلفیقی کود نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد کمی و جذب عناصر غذایی شلغم علوفه‌ای دارد و تلقیح بذر با/زئوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲ + سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱ و ۵۰ درصد کود شیمیایی مناسب‌ترین روش کوددهی شلغم علوفه‌ای می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: /زئوباکتر، سودوموناس، عملکرد، عناصر غذایی، مدیریت تلفیقی

مقدمه

کاربرد منابع و نهاده‌های تجدیدپذیر، یکی از اصول کشاورزی پایدار است که موجب حداکثر بهره‌وری زراعی و کمترین خطرات زیست‌محیطی می‌شود (Kizilkzya, ۲۰۰۸). در نظام‌های کشاورزی پایدار استفاده از انواع کود زیستی به خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی، از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید و حفظ کیفیت خاک برخوردار است (Sharma, ۲۰۰۴). تعداد زیادی از ریزجانداران خاک که در ریزوسفر گیاهان زندگی می‌کنند، قادرند با مکانیزم‌های متفاوتی رشد گیاه را بهبود بخشند. این موجودات در مجموع، ریزجانداران محرک رشد گیاه (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) نامیده می‌شوند. باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه به گروه نامتجانس از ریزجانداران ریزوسفر اطلاق می‌شود که با استفاده از یک یا چند مکانیسم خاص، موجب بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاه می‌شوند (Kirchner, ۱۹۹۳). تحقیق در مورد این باکتری‌ها و مکانیزم‌های اثر آن‌ها در تحریک رشد گیاه به‌منظور بهره‌برداری در تولید کودهای زیستی رو به افزایش است. از جمله فعالیت‌های مفید این باکتری‌ها می‌توان به تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه به‌ویژه اکسین‌ها، توانایی حل فسفات‌های آلی و معدنی، تولید سیدروفور، تأثیر مثبت روی رشد و مورفولوژی ریشه و بهبود رابطه همزیستی با گیاه میزبان اشاره کرد (Sudha et al., ۱۹۹۹). در بین باکتری‌های محرک رشد گیاه، باکتری‌های جنس *سودوموناس* و *ازتوباکتر* به دلیل توزیع گسترده آن‌ها در خاک، توانایی کلونیزه کردن ریزوسفر بسیاری از گیاهان و تولید طیف متنوعی از متابولیت‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Saharan and Nehra, ۲۰۱۱). در آزمایشی که به‌منظور بررسی تأثیر *ازتوباکتر* کروکوکوم بر کمیت و کیفیت شلغم علوفه‌ای با استفاده از سطوح مختلف تلقیح باکتریایی انجام گرفت، نتایج بیان‌گر آن بود که *ازتوباکتر* تأثیر معنی‌داری بر برخی عوامل کمی نشان داد، ولی سبب کاهش ارتفاع بوته‌ها شد (Ebrahimi et al., ۲۰۰۷). یولسو و همکاران (Yolcu et al., ۲۰۱۱) در بررسی تأثیر کود آلی و باکتری محرک رشد بر کیفیت علوفه یولاف (*Avena sativa* L.)، افزایش درصد پروتیین

را در کاربرد تلفیقی کود آلی و باکتری محرک رشد در مقایسه با کاربرد آن‌ها به‌تنهایی گزارش نمودند. احتشامی و همکاران (Ehteshami et al., ۲۰۱۳a) نشان دادند که تلقیح بذر با هر یک از سویه‌های ۱۶۸ و ۴۱ *سودوموناس پوتیدا* باعث افزایش جذب فسفر و عملکرد ۳ رقم سورگوم علوفه‌ای شد ولی تلقیح با ترکیبی از دو سویه اثر مثبتی نداشت. همچنین کاربرد تلفیقی تلقیح بذر دو رقم ذرت علوفه‌ای با *باسیلوس* و ۷۵ درصد کود فسفر باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای شد (Ehteshami et al., ۲۰۱۳b). کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر و باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*آزوسپریلیوم*، *باسیلوس* و *سودوموناس*) به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه، وزن زیست‌توده و تعداد پنجه گندم را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (Saber et al., ۲۰۱۲).

شلغم علوفه‌ای از خانواده چلیپائیان (*Brassicaceae*) و با نام علمی *Brassica rapa* می‌باشد. شلغم، فصل رشد کوتاهی داشته و مقاوم به سرما نیز می‌باشد و یک گیاه علوفه‌ای مطلوب برای تولید علوفه‌ی انبوه با کمیت و کیفیت بالا برای چرای دام‌ها در طول فصل پاییز است. به‌علاوه به‌دلیل فیبر کم، قابلیت هضم بالایی دارد (Smart et al., ۲۰۰۴). هدف از انجام این آزمایش، بررسی کاربرد تلفیقی تیمار زیستی بذر و کودهای شیمیایی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد شلغم علوفه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آذر ماه دو سال زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) واقع در ۱۰ کیلومتری رشت با طول جغرافیایی ۴۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۷- متر از سطح دریای آزاد انجام شد. قبل از کشت، نمونه‌گیری مرکب خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری انجام و جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰

Table 1. Chemical and physical properties of soil in experimental site in two cropping years 2010 and 2011

سال زراعی Cropping year	خواص مورد اندازه گیری Measurement properties						
	نیترژن کل Total Nitrogen (%)	پتاسیم Potassium (mg/kg)	فسفر Phosphorus (ppm)	کربن آلی Organic Carbon (%o.c)	pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dS/m)	بافت خاک Soil texture
۱۳۸۹- 2010	0.15	264	9.11	1.54	6.39	1.32	سیلتی رسی (scl)
۱۳۹۰- 2011	0.09	208	8.8	1.11	6.46	0.39	سیلتی رسی (scl)

کیسه نایلونی ریخته شده، مقدار ۲۰ میلی لیتر محلول شکر ۲۰ درصد به آن اضافه شد. آن گاه کیسه حاوی بذر و ماده چسباننده برای مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها به طور یکنواخت چسبناک شود. پس از آن، مایه تلقیح به بذرها چسبناک اضافه شد و پس از ۴۵ ثانیه تکان دادن و اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایه تلقیح به بذرها، بذرها آغشته به مایه تلقیح بر روی ورقه آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن شد تا بذرها خشک شدند. سپس به سرعت نسبت به کاشت بذر اقدام شد. کاشت بذر بر روی خطوط کاشت در عمق ۱ سانتی متر انجام گرفت. پس از کاشت بذر بلافاصله کودهای اوره، سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم (در خصوص کرت‌هایی که نیاز به کود شیمیایی داشتند) بر مبنای آزمون خاک و مطابق با توصیه کودی (۲۰۰-۱۲۰-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت نواری به خاک داده شد. نیتروژن در دو نوبت دیگر (در مرحله ۳ و ۷ برگی) نیز به صورت سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. کلیه عملیات زراعی از قبیل واکاری، وجین، تنک کردن و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به‌طور هم‌زمان و به‌نحو مطلوب در کلیه کرت‌های آزمایشی انجام شد. در طول فصل رشد، کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی آغاز شد.

در اوایل گلدهی، بوته‌ها با ریشه از خاک خارج شده، سپس با آب مقطر شستشو شدند. این نمونه‌های گیاهی به مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا خشک گردند. ریشه و اندام هوایی نمونه‌های گیاهی خشک‌شده، آسیاب شدند تا نمونه‌های کاملاً یکنواختی به‌دست آید. نمونه‌های آسیاب‌شده در محل خشک، خنک و در ظرف‌های سربسته به دور از تابش مستقیم نور آفتاب نگهداری شدند. عصاره گیاه با استفاده از روش هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه استخراج شد. از عصاره گیاهی

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم White club بود. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) شاهد (بدون کود و بدون تلقیح)، (۲) کود کامل شیمیایی و بدون تلقیح، (۳) تلقیح با /زتوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲+ بدون کود شیمیایی نیتروژن، (۴) تلقیح با /زتوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲+ ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن، (۵) تلقیح با سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱+ بدون کود شیمیایی فسفر، (۶) تلقیح با سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱+ ۱۰۰ درصد کود شیمیایی فسفر، (۷) تلقیح با /زتوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲+ سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱+ بدون کود شیمیایی نیتروژن و فسفر، (۸) تلقیح بذر با /زتوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲+ سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱+ ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر، (۹) تلقیح با /زتوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲+ سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱+ ۱۰۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بودند.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به‌نحو مطلوب، قبل از کاشت صورت گرفت. پس از درآوردن شیارها، نقشه آزمایش بر روی زمین پیاده شد. هر کرت شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۵ متر و فاصله بین دو ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین دو بوته ۱۰ سانتی‌متر، بین دو تیمار ۵۰ سانتی‌متر و بین دو تکرار ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در مورد تیمارهای تلقیح بذر با باکتری، در ابتدا باکتری‌های محرک رشد مورد نظر (/زتوباکتر کروکوکوم سویه ۱۲ و سودوموناس فلورسنس سویه ۴۱) از آزمایشگاه بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج تهیه شد. جمعیت باکتری‌ها در هر میلی‌لیتر مایه تلقیح، $10^7 \times 9/8$ واحد تشکیل‌دهنده کلون (CFU/ml) برآورد شد (بر اساس روش شمارش کلنی و با استفاده از محیط کشت مایع). پس از محاسبه میزان بذر برای هر تیمار، بذرها در درون

ارتفاع بوته در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بود (جدول ۳). مقایسه میانگین بین سطوح مختلف کودی در سال اول آزمایش، نشان از بالاترین میزان ارتفاع در تیمار تلقیح با ترکیب دو باکتری *سودوموناس* و *ازتوباکتر* به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی را داشت و کمترین ارتفاع نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). در سال دوم آزمایش، بیشترین ارتفاع بوته از تیمار تلقیحی *ازتوباکتر+سودوموناس* ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد، که به جزء تیمار تلقیحی *ازتوباکتر* بدون کود شیمیایی و تیمار شاهد (بدون کود و عدم تلقیح) با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین ارتفاع بوته نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۵). اثر باکتری بر افزایش رشد ساقه را شاید بتوان به تولید هورمون‌های رشد از جمله اکسین و جیبرلین تعمیم داد که بر رشد ساقه و ریشه تأثیرگذار می‌باشد (Gutierrez-Manero et al., ۲۰۰۱). همچنین محتمل است افزایش ارتفاع بوته به دلیل افزایش ذخیره فسفر گیاه باشد (Shalan, ۲۰۰۵). البته ممکن است افزایش ارتفاع به دلیل تأثیر ریزجانداران بر روابط کربن و نیتروژن و احتمالاً جنبه‌های دیگر بیوشیمی گیاه نیز نسبت داده شود (Kothari et al., ۱۹۹۰). هم‌چنین مشخص شده است که کاربرد باکتری‌های محرک رشد موجب تحریک رشد و افزایش ارتفاع از طریق مکانیسم‌های مختلفی هم‌چون تولید آنزیم ACC-دی‌آمیناز در گیاهان می‌شود (Larsen et al., ۲۰۰۹). کاربرد جداگانه و توأم *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* موجب افزایش ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی شده است (Ramakrishnan and Selvakumar, ۲۰۱۲). چاندراسکار و همکاران (Chandrasekar et al., ۲۰۰۵) افزایش ارتفاع ارزن علوفه‌ای را بر اثر تلقیح بذر با *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر* همراه با کاربرد اوره گزارش دادند. زهیر و همکاران (Zahir et al., ۲۰۰۰) نیز افزایش ۸/۵ درصدی ارتفاع بوته ذرت علوفه‌ای تلقیح شده با *ازتوباکتر* و *سودوموناس* مشاهده نمودند. افزایش ارتفاع دو رقم گندم در صورت استفاده از کودهای زیستی نیز مشاهده شد (Dhanasekar and Dhandapani, ۲۰۱۲).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال، تیمارهای کودی و برهم‌کنش کود در سال بر قطر ساقه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین دو سال،

حاصل از روش هضم با استفاده از دستگاه کج‌دال، میزان نیتروژن گیاه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فسفر روش هضم خشک و دستگاه جذب اتمی مورد استفاده قرار گرفت. یک گرم نمونه گیاهی خشک شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده و در کروزه چینی ریخته شد و در کوره با حرارت معمولی قرار گرفت. درجه کوره به تدریج و در عرض ۲ ساعت به ۵۵۰ درجه رسانده شد و ۸ ساعت در کوره باقی ماند. بعد از خنک شدن، خاکستر سفید با کمی آب خیس شده و با شیشه ساعت پوشانده شد. مقدار ۵ میلی-لیتر اسید کلریدریک (۲ مول) اضافه شد. کروزه‌ها با استفاده از حمام آبی تا ۸۰ درجه، حرارت داده شد تا اولین بخارات سفید خارج شود. کروزه‌ها از کاغذ صافی به داخل بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری سرازیر شده و صاف شد و سپس کاغذ صافی چندین بار با آب مقطر نیمه‌گرم شسته و به حجم رسانده شد. پس از گذشت نیم ساعت، فسفر نمونه‌ها در طول موج ۶۴۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید (Hanson, ۱۹۵۰).

در زمان برداشت (در مرحله گلدهی کامل) پس از حذف اثرهای حاشیه‌ای، کلیه بوته‌ها در دو ردیف وسط هر کرت (سطحی معادل ۲ مترمربع)، شمارش و سپس بوته‌ها از خاک، خارج و برداشت شد. سپس اندام هوایی و غده جدا شده و پس از اندازه‌گیری وزن تر هر قسمت به‌طور جداگانه به‌وسیله ترازو، اجزای بوته‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و به‌عنوان علوفه خشک توزین شد. در زمان برداشت، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از ردیف‌های دوم و پنجم هر کرت، انتخاب و ارتفاع و قطر آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس به آزمایشگاه انتقال و غده، ساقه و برگ آنها تفکیک شد و پس از اندازه‌گیری سطح برگ، هر قسمت به‌طور مجزا در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون خشک و سپس توزین شد. پس از انجام آزمون بارلت، تجزیه مرکب داده‌ها انجام و محاسبات و تجزیه‌های آماری مربوطه با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سال و تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش کود در سال معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین بین دو سال نشان داد که

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که سال، تیمارهای کودی و برهم‌کنش سال در کود بر سطح برگ اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). بیشترین سطح برگ در سال اول آزمایش مربوط به تیمار تلقیح مشترک با دو باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود. هرچند تیمار تلقیح تلفیقی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی نیز تفاوت معناداری با این تیمار نداشت. کمترین سطح برگ نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین سطح برگ در سال دوم آزمایش از تیمار تلقیح تلفیقی /زتویاکتر+سودوموناس+۵۰ درصد کود شیمیایی، /زتویاکتر+سودوموناس+۷۵ درصد کود شیمیایی و /زتویاکتر+سودوموناس+۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین سطح برگ از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۵). سطح برگ، شاخصی از افزایش رشد رویشی گیاه و نیز معیاری از اندازه و توانایی دستگاه فتوسنتزی است و توسعه آن در افزایش تولید و عملکرد، نقش به‌سزایی دارد. بنابراین، با توجه به افزایش این صفت، افزایش رشد و نمو و عملکرد گیاه بر اثر استفاده از این باکتری‌ها قابل انتظار می‌باشد. ریزجانداران نقش مهمی در تقسیم سلولی و در توسعه و رشد گیاه از خود نشان می‌دهند. باکتری‌ها در جذب عناصر و تولید هورمون سیتوکینین مؤثرند. بنابراین با تقسیم سلولی بیشتر و توسعه سلول‌ها می‌توانند سطح برگ را افزایش دهند. افزایش سطح برگ با عملکرد رابطه مستقیم دارد و با افزایش سطح برگ، عملکرد گیاه افزایش می‌یابد. مشخص شد که سطح برگ در اثر تلقیح باکتری‌های سودوموناس با بذر، افزایش نشان می‌دهد (Amal et al., ۲۰۱۰). طی تحقیقات گوناگون مشاهده شده است که باکتری‌های محرک رشد باعث افزایش سطح برگ در گونه‌های مختلف گیاهی می‌شوند (Wu and Xia, ۲۰۰۶; Wu et al., ۲۰۰۸). نتایج نشان داد که اثر سال و تیمارهای کودی بر وزن خشک برگ اثر معنی‌داری به ترتیب در سطح آماری ۵ درصد و یک درصد داشتند، در حالی که برهم‌کنش کود در سال معنی‌دار نشد (جدول ۲). در بین دو سال بیشترین وزن خشک برگ در سال دوم مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین وزن خشک برگ در سال اول آزمایش مربوط به تیمار تلقیح مشترک با دو باکتری /زتویاکتر و سودوموناس به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود.

قطر ساقه در سال دوم بیشتر بود (جدول ۳). در بین تیمارها در سال اول آزمایش، بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار شاهد بود که این خود دلیلی بر نامناسب بودن این تیمار جهت علوفه دام می‌باشد. کمترین اندازه قطر را تیمار تلقیح مشترک با دو باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به خود اختصاص داد. در ضمن تیمار تلقیح بذر با /زتویاکتر و سودوموناس و ۱۰۰ درصد کود با تیمارهای تلقیح بذر با /زتویاکتر و سودوموناس و ۵۰ درصد کود و تیمار تلقیح بذر با /زتویاکتر و سودوموناس و بدون کود تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). بیشترین قطر ساقه در سال دوم آزمایش نیز مربوط به تیمار شاهد بود. بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین برهم‌کنش کود در سال نیز نشان داد که بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار شاهد در سال اول و کمترین اندازه قطر را تیمار تلقیح مشترک با دو باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در سال اول داشت (جدول ۶). کمتر بودن قطر ساقه علوفه، عاملی برای مناسب بودن آن، جهت تغذیه دام است. قطر ساقه معیاری از رشد رویشی است و قطر بیش‌تر ساقه در استحکام و مقاومت به عوامل نامساعد محیطی نقش مهمی دارد، اما در مقابل، عوامل ایجاد استحکام در ساقه با کیفیت علوفه رابطه‌ی معکوسی دارند زیرا این بافت‌ها اغلب لیگنینی بوده و موجب کاهش کیفیت علوفه می‌شوند. ناصری‌راد و همکاران (Naserirad et al., ۲۰۱۱) گزارش کردند که قطر ساقه ذرت در اثر تلقیح بذر با /زوسپریلیوم و /زتویاکتر نسبت به شاهد به میزان ۳۸/۱ درصد افزایش یافت. نتایج مطالعات عسگر و همکاران (Asghar et al., ۲۰۰۳) نیز افزایش قطر ساقه در کلزا را در اثر تلقیح بذر با سودوموناس فلورسنس نشان دادند که این گزارش‌ها مغایر با نتایج حاصل از این آزمایش می‌باشند. بنابراین می‌توان استنباط نمود که این باکتری‌ها با ایجاد شرایط مناسب برای گیاه شلغم علوفه‌ای، رشد رویشی و تقسیم و بزرگ شدن سلولی را از طریق افزایش تعداد و طول میان‌گره‌ها و در نهایت افزایش ارتفاع بوته نسبت به قطر ساقه منجر شده‌اند که این دو عامل یعنی افزایش ارتفاع و کاهش قطر ساقه از عوامل مهم تعیین‌کننده کیفیت علوفه به دلیل کاهش ترکیبات لیگنینی دیواره سلولی می‌باشند.

جدول ۴: تجزیه مرکب صفات مورفولوژیک، غلظت عناصر غذایی و عملکرد شلغم علوفه‌ای تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی
Table 2. Combined analysis of morphological characteristics, nutrients concentration and yield of forage turnip affected fertilizer different treatments

منابع تغذیه S.O.V	توجه آردی df	میانگین مربعها Means of squares									
		قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع گیاه Plant height	مساحت برگ Leaf area	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	فسفر Phosphorus	نیتروژن Nitrogen	عملکرد تازه Fresh forage yield	عملکرد خشک Dry forage yield
سال Year	1	3853.18**	18330.75**	94189.43**	0.82*	0.0004**	0.25**	0.004**	0.06**	34440.0417**	2379.322.26**
تیمار ۱ تیمار ۲ تیمار ۳ تیمار ۴ تیمار ۵ تیمار ۶ تیمار ۷ تیمار ۸ تیمار ۹ تیمار ۱۰ تیمار ۱۱ تیمار ۱۲ تیمار ۱۳ تیمار ۱۴ تیمار ۱۵ تیمار ۱۶ تیمار ۱۷ تیمار ۱۸ تیمار ۱۹ تیمار ۲۰ تیمار ۲۱ تیمار ۲۲ تیمار ۲۳ تیمار ۲۴ تیمار ۲۵ تیمار ۲۶ تیمار ۲۷ تیمار ۲۸ تیمار ۲۹ تیمار ۳۰	4	0.87	109.46	146507.81	0.49	0.93	0.02	0.0002	2.09	52554.398	3728687.88
کود Fertilizer	8	8.35**	653.36**	210714.88**	3.66**	1.78**	1.08**	0.001**	2.89**	146100116**	3736583.59**
کود ترکیبی Fertilizer-Year	8	7.34**	26.95**	99860.69**	0.35**	1.98**	0.14**	0.0005**	0.01**	17901042**	422266.46**
تیمار ۱ (بدون کود) Error2 (Remaind)	32	0.43	23.74	103675	0.17	0.27	0.07	0.00007	0.17	9468464	185900
تیمار تیمارها CV (%)	-	7.11	3.69	24.32	18.13	11.03	16.6	10.08	10.39	8.39	10.08

ns: Non-significant * and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک، غلظت عناصر غذایی و عملکرد شلغم علوفه‌ای بین دو سال زراعی
Table 3. Means comparison of morphological characteristics, nutrients concentration and yield of forage turnip between two cropping years

سال Year	میانگین مربعها Means of squares									
	قطر ساقه Stem diameter (mm)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g/plant)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g/plant)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g/plant)	فسفر Phosphorus (%)	عملکرد تازه Fresh forage yield (kg/ha)	عملکرد خشک Dry forage yield(kg/ha)		
۱۳۸۹- 2010	17.65*	130.52*	2.39*	27.06*	1.53*	0.074*	27842.55*	3614.11*		
۱۳۹۰- 2011	18.58*	164.39*	2.92*	30.32*	1.51*	0.092*	43815*	4952.72*		

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability levels using LSD test

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی و عملکرد شلغم علوفه‌ای بین سطوح مختلف کودی در سال ۱۳۸۹
Table 4. Means comparison of morphological characteristics, nutrients concentration and yield of forage turnip between fertilizer different levels in 2010

منبع تغذیه S.O.V	میانگین بریزش										
	قطر ساقه Stem diameter (mm)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	مساحت برگ Leaf area (cm ² /plant)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g/plant)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g/plant)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g/plant)	فوسفور Phosphorus (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield (t/ha)	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield(t/ha)	
بدون کود و بدون تلقیح (کنترل)	20.69 ^a	131.70 ^a	344.97 ^a	1.12 ^a	23 ^a	0.53 ^a	0.06 ^a	1.7 ^a	20833 ^a	2650 ^a	
بدون کود و بدون تلقیح استفاده از کود کامل شیمیایی و بدون تلقیح Use of fertilizer and unimprovement	16.17 ^a	154.93 ^a	566.9 ^a	2.11 ^a	29.21 ^{ab}	1.34 ^a	0.073 ^a	3.35 ^{ab}	31417 ^a	3576 ^a	
تلقیح با ازیوتاکتیم و بدون کود فسفوری Inoculation with Azotobacter and without nitrogen	19.62 ^a	143.59 ^a	531.1 ^a	1.88 ^a	25.4 ^{ab}	1.47 ^a	0.069 ^a	4.6 ^{ab}	26333 ^{ab}	3166 ^a	
تلقیح با ازیوتاکتیم و ۱۰۰٪ کود فسفوری Inoculation with Azotobacter and 100% phosphorus	18.94 ^a	147.43 ^a	575.2 ^a	1.95 ^a	26.3 ^{ab}	1.59 ^a	0.076 ^a	4.88 ^{ab}	29000 ^{ab}	4203 ^{ab}	
تلقیح با ازیوتاکتیم و بدون کود فسفوری Inoculation with Penaeumonus and without phosphorus	19.33 ^a	143.48 ^a	592.7 ^a	1.73 ^a	25.12 ^{ab}	1.44 ^a	0.069 ^a	4.29 ^{ab}	24667 ^{ab}	3230 ^a	
تلقیح با ازیوتاکتیم و ۱۰۰٪ کود فسفوری Inoculation with Penaeumonus and 100% phosphorus	18.64 ^a	147.85 ^a	645.7 ^a	2.24 ^a	27.64 ^{ab}	1.51 ^a	0.077 ^a	4.33 ^{ab}	28167 ^{ab}	3683 ^a	
تلقیح با ازیوتاکتیم + ازیوتاکتیم + بدون کود Inoculation with Penaeumonus + Azotobacter without phosphorus	16.19 ^a	154.87 ^a	859.6 ^a	2.75 ^a	27.62 ^{ab}	1.82 ^{ab}	0.08 ^{ab}	3.86 ^a	29333 ^{ab}	3546 ^a	
تلقیح با ازیوتاکتیم + ازیوتاکتیم + ۵۰٪ کود N.P Inoculation with Penaeumonus + Azotobacter + 50% N.P	15.14 ^a	158.58 ^a	970.6 ^a	3.40 ^{ab}	28.86 ^{ab}	1.8 ^{ab}	0.085 ^a	5.32 ^{ab}	31333 ^{ab}	4023 ^{ab}	
تلقیح با ازیوتاکتیم + ازیوتاکتیم + ۱۰۰٪ کود N.P Inoculation with Penaeumonus + Azotobacter + 100% N.P	14.11 ^a	171.08 ^a	1138.1 ^a	4.32 ^{ab}	30.23 ^a	2.43 ^{ab}	0.081 ^{ab}	5.01 ^a	29500 ^{ab}	4450 ^a	

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار یا از بین 1.S.D. کمتر سطح 5٪ می‌باشند.
 Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability levels using 1.S.D. test

جدول ۵: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک، غلظت عناصر غذایی و عملکرد تلفیق علوفه‌ای بین سطوح مختلف کودی در سال ۱۳۹۰
 Table 4. Means comparison of morphological characteristics, nutrients concentration and yield of forage turnip between fertilizer different levels in 2011

منابع تغذیه S.O.V	میانگین مربعیات										
	قطر ساقه Stem diameter (mm)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	مساحت برگ Leaf area (cm ² /plant)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g/plant)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g/plant)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g/plant)	فسفر Phosphorus (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	میانگین علوفه تازه Fresh forage yield (kg/ha)	میانگین علوفه خشک Dry forage yield(kg/ha)	
بدون کود و بدون تلفیق Without inoculation and fertilizer	20.4 ^a	140.4 ^a	301.8 ^a	1.31 ^a	20.42 ^a	0.47 ^a	0.065 ^a	2.69 ^a	32667 ^a	2894.6 ^a	
استفاده از کود کلسیم شیمیایی و بدون تلفیق Use of fertilizer and uninoculation	18.2 ^b	167.87 ^{ab}	964.7 ^{ab}	3.45 ^{ab}	37.52 ^{ab}	1.26 ^{ab}	0.071 ^a	3.37 ^{ab}	33667 ^a	6119 ^a	
تلفیق بازیستگستر و بدون کود نیتروژن Inoculation with Azasolobacter and without nitrogen	19.5 ^{bc}	158.6 ^b	455.3 ^{ab}	1.33 ^a	24.73 ^{ab}	1.32 ^{ab}	0.073 ^a	4.1 ^{bc}	38000 ^{ab}	4631 ^a	
تلفیق بازیستگستر و 100% کود نیتروژن Inoculation with Azasolobacter and 100% nitrogen	18.4 ^{cd}	163.87 ^{ab}	567.6 ^{abc}	2.89 ^{abc}	33.89 ^{abc}	1.45 ^b	0.076 ^a	5.19 ^d	44333 ^{ab}	5232.3 ^{ab}	
تلفیق با سوبوستریس و بدون کود فسفور Inoculation with Penamonomus and without phosphorus	18.8 ^{cd}	160.3 ^{ab}	591.5 ^{abc}	2.7 ^a	24.11 ^{ab}	1.52 ^b	0.079 ^a	3.53 ^{cd}	38667 ^{ab}	3980.4 ^{ab}	
تلفیق با سوبوستریس و 10% کود فسفور Inoculation with Penamonomus and 10% phosphorus	18.3 ^{cd}	165.47 ^{ab}	766.2 ^{abc}	3.36 ^{abc}	27.49 ^{abc}	1.58 ^b	0.12 ^{ab}	3.84 ^{cd}	42667 ^{ab}	4841.4 ^{ab}	
تلفیق با سوبوستریس، آزیزولوباکتر و بدون کود Inoculation with Penamonomus + Azasolobacter without phosphorus	18.1 ^d	169.5 ^{ab}	894.5 ^{abc}	3.43 ^{abc}	26.24 ^{abc}	1.69 ^b	0.095 ^{bc}	4.09 ^{cd}	46667 ^{ab}	5353.8 ^{ab}	
تلفیق با سوبوستریس، آزیزولوباکتر و 10% کود N, P Inoculation with Penamonomus + Azasolobacter + 10% N, P	17.8 ^d	169.8 ^{ab}	1070.6 ^{abc}	3.64 ^{abc}	43.63 ^a	1.77 ^b	0.121 ^{ab}	4.26 ^{cd}	50000 ^{ab}	6065.5 ^a	
تلفیق با سوبوستریس، آزیزولوباکتر و 100% کود N, P Inoculation with Penamonomus + Azasolobacter + 100% N, P	17.7 ^d	175.87 ^{ab}	1134.4 ^{abc}	4.21 ^{bc}	34.84 ^{abc}	2.54 ^b	0.128 ^a	4.4 ^{cd}	47667 ^{ab}	5456.5 ^{ab}	

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD بر سطح 5% می‌باشند.
 Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability levels using LSD test

جدول ۶: مقایسه میانگین برهمنگش کود در سال در صفات مورفولوژیک، غلظت عناصر غذایی و عملکرد شلغم علوفه‌ای
Table 6. Means comparison of interaction effect of fertilizer*year in morphological characteristics, nutrients concentration and yield of forage turnip

بدون کود و بدون تلقیح شلغم، سال اول use of fertilizer and uninoculation	میانگین تغذیه SOV	میانگین برهمنگش Means of forage				عملکرد شلغم خشک Dry forage (yld/kg/ha)
		قطر ساقه Stem diameter (mm)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g plant)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g plant)	کلسیم Phosphorus (%)	
inoculation with <i>Azotobacter</i> and without nitrogen	بدون کود و بدون تلقیح شلغم، سال اول استفاده از کود کپل شیمیایی و بدون تلقیح، سال اول	20.69 ^a	23 ^a	0.53 ^a	0.06 ^a	2630 ^f
inoculation with <i>Azotobacter</i> and 100% nitrogen	تلقیح با <i>Azotobacter</i> و بدون کود فسفوری، سال اول	16.17 ^a	29.21 ^a	1.34 ^b	0.073 ^{cd}	3576 ^b
inoculation with <i>Azotobacter</i> and without phosphorus	تلقیح با <i>Azotobacter</i> و بدون کود فسفوری، سال اول	19.62 ^a	25.4 ^b	1.47 ^b	0.069 ^{bc}	3166 ^b
inoculation with <i>Pseudomonas</i> and without phosphorus	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و بدون کود فسفوری، سال اول	18.94 ^a	26.5 ^b	1.59 ^b	0.076 ^{cd}	4203 ^{cd}
inoculation with <i>Pseudomonas</i> and 100% phosphorus	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و ۱۰۰٪ کود فسفوری، سال اول	19.33 ^a	25.12 ^b	1.44 ^b	0.069 ^{bc}	3230 ^e
inoculation with <i>Pseudomonas</i> + <i>Azotobacter</i> without phosphorus	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و <i>Azotobacter</i> و بدون کود فسفوری، سال اول	18.64 ^{ab}	27.64 ^{cd}	1.51 ^b	0.077 ^{cd}	3683 ^b
inoculation with <i>Pseudomonas</i> + <i>Azotobacter</i> + 50% N.P	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و <i>Azotobacter</i> و ۵۰٪ کود N.P، سال اول	16.19 ^{bc}	27.62 ^{cd}	1.82 ^b	0.08 ^e	3546 ^b
inoculation with <i>Pseudomonas</i> + <i>Azotobacter</i> + 100% N.P	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و <i>Azotobacter</i> و ۱۰۰٪ کود N.P، سال اول	15.14 ^c	28.86 ^{cd}	1.8 ^b	0.085 ^e	4023 ^{cd}
without inoculation and fertilizer	بدون کود و بدون تلقیح شلغم، سال دوم	14.11 ^c	30.23 ^c	2.43 ^a	0.081 ^e	4450 ^e
use of fertilizer and uninoculation	استفاده از کود کپل شیمیایی و بدون تلقیح، سال دوم	20.4 ^b	20.42 ^e	0.47 ^c	0.065 ^{bc}	۷۸۸۲ ^g
inoculation with <i>Azotobacter</i> and without nitrogen	تلقیح با <i>Azotobacter</i> و بدون کود فسفوری، سال دوم	18.2 ^{bc}	37.52 ^c	1.26 ^{bc}	0.071 ^d	6119 ^f
inoculation with <i>Azotobacter</i> and 100% nitrogen	تلقیح با <i>Azotobacter</i> و ۱۰۰٪ کود فسفوری، سال دوم	19.5 ^b	24.73 ^d	1.32 ^{bc}	0.073 ^{cd}	4631 ^b
inoculation with <i>Azotobacter</i> and without phosphorus	تلقیح با <i>Azotobacter</i> و بدون کود فسفوری، سال دوم	18.4 ^{bc}	33.89 ^{bc}	1.45 ^b	0.076 ^{cd}	5232.3 ^{bc}
inoculation with <i>Pseudomonas</i> and without phosphorus	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و بدون کود فسفوری، سال دوم	18.8 ^{bc}	24.11 ^d	1.52 ^b	0.079 ^{cd}	3980.4 ^{cd}
inoculation with <i>Pseudomonas</i> and 100% phosphorus	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و ۱۰۰٪ کود فسفوری، سال دوم	18.3 ^b	27.49 ^{cd}	1.58 ^b	0.112 ^e	4841.4 ^{bc}
inoculation with <i>Pseudomonas</i> + <i>Azotobacter</i> without phosphorus	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و <i>Azotobacter</i> و بدون کود فسفوری، سال دوم	18.1 ^b	26.24 ^{cd}	1.69 ^b	0.095 ^{bc}	5353.8 ^{bc}
inoculation with <i>Pseudomonas</i> + <i>Azotobacter</i> + 50% N.P	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و <i>Azotobacter</i> و ۵۰٪ کود N.P، سال دوم	17.8 ^b	43.63 ^a	1.77 ^b	0.121 ^e	6065.5 ^f
inoculation with <i>Pseudomonas</i> + <i>Azotobacter</i> + 100% N.P	تلقیح با <i>Pseudomonas</i> و <i>Azotobacter</i> و ۱۰۰٪ کود N.P، سال دوم	17.7 ^b	34.84 ^{cd}	2.54 ^a	0.126 ^e	5456.5 ^{bc}

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مختلف و فاصله هستند، قابل تمییز در با آزمون LSD، در سطح ۵٪ می‌باشند.
 Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability levels using LSD test

برگ و غده در اثر کاربرد باکتری‌های محرک رشد مشاهده شد، که این فرآیند منجر به تولید علوفه با کیفیت بالا جهت تغذیه دام شد. مونتاز و همکاران (Montanez *et al.*, ۲۰۱۲)، تأثیر هشت سویه باکتری را بر گیاه ذرت بررسی کردند و گزارش نمودند که تلفیق باکتریایی موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی شد. یو و همکاران (Yu *et al.*, ۲۰۱۲)، تأثیر تلفیق دو سویه از باکتری‌های حل‌کننده فسفات (سودوموناس، باسیلوس) و دو سویه از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (رتروباکتر، بورخولدریا) را بر حلالیت سنگ فسفات و تحریک رشد و جذب عناصر غذایی توسط نهال‌های گردو مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که این باکتری‌ها موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی شد.

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از اثر معنی‌دار سال، تیمارهای کودی و برهم‌کنش سال در کود بر وزن خشک غده در سطح آماری یک درصد بود (جدول ۲). در بین دو سال اختلاف معنی‌داری در وزن خشک غده مشاهده نشد (جدول ۳). در سال اول آزمایش، بین تیمارهای دارای کود زیستی به جز تیمارهای تلفیق با /زتوباکتر بدون کود شیمیایی و تلفیق با سودوموناس بدون کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تیمار شاهد دارای کمترین میزان وزن خشک غده و تیمار تلفیق مشترک با دو باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بیشترین میزان را دارا بود (جدول ۴). مقایسه میانگین بین تیمارها در سال دوم نشان داد که تیمار تلفیقی /زتوباکتر+ سودوموناس+ ۱۰۰ درصد کود شیمیایی دارای بیشترین وزن خشک غده بود و کمترین میزان آن به تیمار شاهد اختصاص داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین بین تیمارها در برهم‌کنش سال در کود نشان داد که تیمار /زتوباکتر+ سودوموناس+ ۱۰۰ درصد کود شیمیایی در سال دوم، بیشترین و تیمار شاهد در سال دوم کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). افزایش وزن خشک ریشه، نشان‌دهنده افزایش رشد ریشه بوده و افزایش رشد ریشه، تأثیر به‌سزایی در جذب و تغذیه بهتر گیاه دارد. از این رو به نظر می‌رسد که با به‌کارگیری این باکتری‌ها، رشد ریشه افزایش داشته است که به‌تبع آن، جذب آب و عناصر غذایی نیز بهتر شده است. با توجه به توانایی باکتری‌ها در افزایش تولید مواد تنظیم‌کننده رشد به‌ویژه سیتوکینین و توانایی باکتری‌ها در حلالیت فسفر، این نتایج دور از انتظار

شایان ذکر است که اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمار تلفیق مشترک با دو باکتری به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی وجود نداشت. کمترین میزان وزن خشک برگ نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). مقایسه میانگین بین تیمارها در سال دوم آزمایش بالاترین میزان وزن خشک را مربوط به تیمار /زتوباکتر+سودوموناس+ ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین میزان آن را تیمار شاهد دانست (جدول ۵). با توجه به نقش باکتری‌های محرک رشد بر جذب آب و عناصر غذایی، همراه با تولید سطح برگ، افزایش وزن خشک برگ در گیاه شلغم علوفه‌ای به‌واسطه تجمع ماده‌ی خشک بیش‌تر در نتیجه فتوسنتز قابل پیش‌بینی است. تلفیق بذر با باکتری‌های جنس /زوسپریلیوم باعث افزایش وزن خشک برگ‌های بوته ذرت شد (Kapulink *et al.*, ۱۹۸۲). مشخص شده است رابطه مستقیمی بین درصد وزنی برگ و کیفیت علوفه وجود دارد، به‌طوری‌که هر چه درصد وزنی کم‌تر باشد، کیفیت علوفه کم‌تر خواهد بود (Rezvani-Moghaddam and Nasiri- Mahallati, ۲۰۰۰) و همکاران (Gholami *et al.*, ۲۰۰۹) و شاهارونا و همکاران (Shaharoon *et al.*, ۲۰۰۶) نیز افزایش وزن خشک برگ را در اثر کاربرد باکتری‌های محرک رشد در گیاه ذرت گزارش کردند.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سال، تیمارهای کودی و برهم‌کنش سال در کود بر وزن خشک ساقه اثر معنی‌داری در سطح آماری یک درصد داشتند (جدول ۲). در بین دو سال بیشترین وزن خشک ساقه در سال دوم مشاهده شد (جدول ۳). بین سطوح مختلف کودی در سال اول آزمایش نشان داد بالاترین وزن خشک ساقه در تیمار شاهد و کمترین آن نیز مربوط به تیمار تلفیق مشترک با دو باکتری به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود (جدول ۴). مقایسه میانگین بین تیمارها در سال دوم، بالاترین میزان وزن خشک را مربوط به تیمار /زتوباکتر+سودوموناس+ ۵۰ درصد کود شیمیایی و کمترین میزان آن را تیمار شاهد دانست (جدول ۵). مقایسه میانگین بین تیمارها در برهم‌کنش سال در کود نشان داد که تیمار /زتوباکتر+سودوموناس+ ۵۰ درصد کود شیمیایی در سال دوم، بیشترین و تیمار شاهد در سال اول کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). در این آزمایش میزان اختصاص ماده‌ی خشک در ساقه کم‌تر از

کود شیمیایی دارای بالاترین میزان فسفر بود، هر چند این تیمار با تیمار تلقیح با دو باکتری به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی و تیمار تلقیح با سودوموناس و ۱۰۰ درصد کود فسفر تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان فسفر در بافت گیاهی نیز در تیمار شاهد دیده شد (جدول ۴). در سال دوم، مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بالاترین میزان فسفر به تیمارهای تلقیحی *ازتوباکتر* + *سودوموناس* + ۵۰ درصد کود شیمیایی، *ازتوباکتر* + *سودوموناس* + ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، *ازتوباکتر* + *سودوموناس* + بدون کود شیمیایی، *سودوموناس* + ۱۰۰ درصد کود فسفر و *ازتوباکتر* + ۱۰۰ درصد کود نیتروژن تعلق داشت و کمترین میزان آن نیز به تیمار شاهد اختصاص داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین بین تیمارها در برهم‌کنش سال در کود نشان داد که تیمار *ازتوباکتر* + *سودوموناس* + ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به همراه تیمار *ازتوباکتر* + *سودوموناس* + ۵۰ درصد کود شیمیایی و تیمار *سودوموناس* + ۱۰۰ درصد کود فسفر در سال دوم، بیشترین و تیمار شاهد در سال اول کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). به نظر می‌رسد افزایش جذب فسفر در گیاهان همزیست با باکتری‌های محرک رشد به واسطه افزایش سطح تماس جذب‌کننده سیستم ریشه‌ای و در نتیجه افزایش منطقه تخلیه فسفر توسط سطح جذب‌کننده ریشه باشد (Zaidi et al., ۲۰۰۴). همچنین کیم و همکاران (Kim et al., ۱۹۹۸) اظهار داشتند که افزایش جذب فسفر در گیاهان تلقیح‌شده، به واسطه افزایش در تعداد مناطق جذب در واحد و سطح ریشه و توانایی بیشتر این ریشه‌ها برای جذب فسفر می‌باشد. همچنین ذکر شده است که افزایش جذب فسفر در گیاهان همزیست می‌تواند به سبب افزایش ترشح متابولیت‌ها و اسیدهای آلی از این ریزجانداران باشد که در قابلیت انحلال فسفر غیر قابل جذب و افزایش جذب آن توسط گیاه میزبان بسیار مؤثر است (Caravaca et al., ۲۰۰۵). برخی پژوهشگران بر این باورند که نقش اصلی کودهای زیستی در تولید هورمون‌های محرک رشد و دسترسی بیشتر عناصری از قبیل فسفر است تا تولید و تثبیت نیتروژن (Vessey, ۲۰۰۳). گزارش شده است تلقیح با استفاده از دو گونه باکتری *سودوموناس فلورسنس* سبب افزایش عناصری چون نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ گیاه موز شد (Kavino et al., ۲۰۱۰). همچنین استفاده

نمی‌باشد. نتایج ساجید و همکاران (Sajid et al., ۲۰۰۸) بیان‌کننده افزایش وزن خشک ریشه گیاهان تلقیح شده با PGPR به علت افزایش تولید هورمون و جذب عناصر می‌باشد. ورما و همکاران (Verma et al., ۲۰۱۳) در بررسی وزن خشک ریشه نخود گزارش کردند که تلقیح با باکتری‌های ریزوسفری، افزایش ۴۴-۵۷ درصدی ماده‌ی خشک را به دنبال داشت.

بررسی داده‌های آزمایش نشان داد که تیمار کودی بر میزان نیتروژن موجود در بافت گیاهی اثر معنی‌داری در سطح آماری یک درصد داشت، در حالی که اثر سال و برهم‌کنش سال در کود اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). در سال اول، مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که تیمار تلقیح بذر با *ازتوباکتر* به علاوه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و تیمار شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار نیتروژن را موجب شدند (جدول ۴). مقایسه میانگین بین تیمارها در سال دوم نشان داد که تیمار تلقیحی *ازتوباکتر* + *سودوموناس* + ۵۰ درصد کود شیمیایی دارای بیشترین مقدار نیتروژن و کمترین میزان آن به تیمار شاهد اختصاص داشت (جدول ۵). احتمالاً یکی از دلایل افزایش درصد پروتئین با کاربرد باکتری‌های *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر*، تثبیت نیتروژن توسط این باکتری‌ها می‌باشد. گزارش شده است که این باکتری‌ها جذب نیتروژن را به طور مستقیم انجام می‌دهند (Ashrafuzzaman et al., ۲۰۰۹). نیتروژن در سنتز کلروفیل، آمینواسید و پروتئین نیز نقش دارد. شاهین و همکاران (Shaheen et al., ۲۰۰۷) افزایش جذب نیتروژن را به تثبیت نیتروژن و ترشح تنظیم‌کننده‌های رشد مثل اکسین، سیتوکینین و جیبرلین توسط *ازتوباکتر* نسبت دادند. پس *ازتوباکتر* با افزایش جذب نیتروژن به سنتز این مواد نیز کمک می‌کند (Mahato et al., ۲۰۰۹). بیان شده است که باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش نسبت نیتروژن به کربن می‌شوند (Chang and Yang, ۲۰۰۹).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر سال، تیمار کودی و برهم‌کنش سال در کود بر میزان فسفر بافت گیاهی اثر معنی‌داری در سطح آماری یک درصد داشت (جدول ۲). در بین دو سال بیشترین میزان فسفر در سال دوم مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تیمارها در سال اول نشان داد که تیمار تلقیح مشترک با دو باکتری *ازتوباکتر* و *سودوموناس* به همراه ۱۰۰ درصد

سال اول کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). به عقیده رای و گائور (Rai and Gaur, ۱۹۹۸) اثر *آزوسپریلیوم* و اثر مخلوط این باکتری و *ازتوباکتر* بر افزایش عملکرد سورگوم معنی‌دار بوده است. کاربرد کودهای زیستی موجب افزایش عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش و عملکرد بیولوژیکی چند رقم گندم شده است (Zaki et al., ۲۰۱۲). باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* به کار رفته در این پژوهش به واسطه حلالیت فسفر، تثبیت نیتروژن، تولید سیدروفور از طریق توسعه سیستم ریشه‌ای، موجب بهبود جذب آب و عناصر غذایی، افزایش غلظت رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، افزایش سطح برگ و در نتیجه جذب نور و بالا بردن کارایی فتوسنتزی و تولید ماده‌ی خشک در طی دوره‌ی رویش گیاه شلغم علوفه‌ای و در نهایت افزایش عملکرد علوفه تر و خشک با کیفیتی بالا شدند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق حاکی از تأثیر مثبت باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد کمی و جذب عناصر غذایی شلغم علوفه‌ای بود. در بین سطوح مختلف کودی، کاربرد تلفیقی باکتری *سودوموناس* و *ازتوباکتر* به همراه ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، بهترین کارایی را داشت، به طوری که در اکثر صفات مورد مطالعه دارای بالاترین میزان بود. البته در اکثر مواقع این تیمار با کاربرد تلفیقی *سودوموناس* و *ازتوباکتر* به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین بهتر خواهد بود که از این تیمار استفاده شود. در تمام موارد (به جز قطر ساقه) میزان ویژگی‌های مورد ارزیابی در سال دوم بیش از سال اول بود که می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که باکتری‌های محرک رشد بهتر خود را با محیط وفق داده‌اند. البته می‌تواند به دلیل شرایط بهتر محیطی در سال دوم نیز باشد. توجه به نتایج به دست آمده می‌توان این‌گونه بیان کرد که میزان جذب عناصر غذایی بالاتر نسبت به شاهد، موجب افزایش رشد اندام‌های رویشی گیاه شده است. توانایی باکتری‌های مورد مطالعه در توسعه سیستم ریشه‌ای نیز از عوامل مؤثر در جذب عناصر غذایی است. همچنین PGPR با تولید آنزیم فسفاتاز، قادر به معدنی کردن فسفات آلی خاک می‌باشند و منابع فسفر قابل جذب برای گیاه از خاک را افزایش می‌دهند.

از باکتری‌های حل‌کننده فسفات در گیاه تمشک موجب افزایش معنی‌دار میزان فسفر شده است (Esitken, ۲۰۱۰). نتایج نشان داد که اثر سال و سطوح کودی اثر معنی‌داری بر عملکرد علوفه تر در سطح آماری یک درصد داشت، در حالی که برهم‌کنش کود در سال، معنی‌دار نبود (جدول ۲). در بین دو سال بیشترین عملکرد علوفه تر در سال دوم مشاهده شد (جدول ۳). در سال اول آزمایش، تیمار کود کامل شیمیایی بالاترین میزان عملکرد علوفه تر را داشت، هر چند بین این تیمار و تیمار تلفیق تلفیقی با دو باکتری و ۵۰ درصد کود شیمیایی و تیمار تلفیق تلفیقی با دو باکتری و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تیمار شاهد نیز کمترین مقدار عملکرد علوفه تر را نشان داد (جدول ۴). در سال دوم آزمایش، هر چند بیشترین عملکرد علوفه تر از تیمار کود کامل شیمیایی به دست آمد ولی با سایر تیمارها (به جز تیمار شاهد) اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد علوفه نیز از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۵). ناندا و همکاران (Nanda et al., ۱۹۹۵) گزارش کردند که تلفیق بذر ذرت با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* سبب افزایش عملکرد علوفه سبز می‌شود. هرناندز و همکاران (Hernandez et al., ۱۹۹۵) نیز مشاهده کردند که تلفیق بذر ذرت با باکتری *سودوموناس فلورسنس* موجب افزایش عملکرد علوفه شد. همچنین نتایج نشان داد که اثر سال و سطوح کودی اثر معنی‌داری بر عملکرد علوفه خشک در سطح آماری یک درصد داشت، در حالی که برهم‌کنش کود در سال، در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین دو سال بیشترین عملکرد علوفه خشک در سال دوم مشاهده شد (جدول ۳). بالاترین میزان عملکرد علوفه خشک در سال اول در تیمار تلفیقی *ازتوباکتر*+*سودوموناس*+۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین بین تیمارها در سال دوم نشان داد که تیمارهای تلفیقی *ازتوباکتر*+*سودوموناس*+۵۰ درصد کود شیمیایی و تیمار کود کامل شیمیایی دارای بیشترین میزان عملکرد علوفه خشک بودند و کمترین میزان آن به تیمار شاهد اختصاص داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین بین تیمارها در برهم‌کنش سال در کود نشان داد که تیمارهای تلفیقی *ازتوباکتر*+*سودوموناس*+۵۰ درصد کود شیمیایی و تیمار کود کامل شیمیایی در سال دوم، بیشترین و تیمار شاهد در

تشکر و قدردانی

در پایان لازم است از همکاری و مساعدت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان و قطب علمی گیاهان علوفه‌ای کشور تشکر و قدردانی شود.

در ضمن، از آنجا که سیدروفور نقش زیادی در جذب آهن دارد، بنابراین این باکتری توانایی بیشتری در تولید سیدروفور داشته است. افزایش در میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه باعث افزایش تجمع ماده خشک و مواد معدنی در ساقه‌ها و برگ‌های گیاه شد و در نتیجه عملکرد بالاتر گیاه شده است.

منابع

- Amal, G. A., Orabi, S. and Gomaa, A. M. ۲۰۱۰. Bio-organic farming of grain sorghum and its effect on growth, physiological and yield parameters and antioxidant enzymes activity. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, ۶(۳): ۲۷۰-۲۷۹.
- Asghar, H. N., Zahir, Z. A., Arshad, M. and Khalig, A. ۲۰۰۳. Relationship between invitro production promoting activities in *Brassica Juncea* L. **Biology and Fertility of Soils**, ۳۵: ۲۳۱-۲۳۷.
- Ashrafuzzaman, M., Hossein, F. A., Rzai Ismail, M., Anamul, M. D., Zahrul Islam, M., Shahiullah, S. M. and Meon, S. ۲۰۰۹. Efficiency of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. **African Journal of Biotechnology**, ۸: ۱۲۴۷-۱۲۵۲.
- Caravaca, F., Alguacil, M. M., Azcon, R., Parlade, J., Torres, P. and Roldan, A. ۲۰۰۵. Establishment of two ectomycorrhizal shrub species in a semiarid site after in situ amendment with sugar beet, rock phosphate and *Aspergillus niger*. **Microbial Ecology**, ۴۹: ۷۳-۸۲.
- Chandrasekar, B. R., Ambrose, G. and Jayabalan, N. ۲۰۰۵. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. **Journal of Agricultural Technology**, ۱(۲): ۲۲۳-۲۳۴.
- Chang, C. H. and Yang, S. S. ۲۰۰۹. Thermo-tolerant phosphate-solubilizing microbes for multi-functional biofertilizer preparation. **Bioresource Technology**, ۱۰۰: ۱۶۴۸-۱۶۵۸.
- Dhanasekar, R. and Dhanadapani, R. ۲۰۱۲. Effect of biofertilizers on the growth of *Helianthus annuus*. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, ۲(۴): ۱۴۳-۱۴۷.
- Ebrahimi, S., Iran nejad, H. and Modrres Sanavy, A. M. ۲۰۰۷. Effect of *Azotobacter chroococcum* application on quantity and quality forage of rape seed cultivars. **Pakistan Journal of Biological Science**, ۱۰(۱۸): ۳۱۲۶-۳۱۳۰.
- Ehteshami, S. M. R., Abbasi, M. R. and Khavazi, K. ۲۰۱۳a. Effect of *Pseudomonas putida* on yield and phosphorus uptake of three forage sorghum cultivars in Varamin. **Soil Biology**, ۱(۲): ۱۳۳-۱۴۴. (In Persian)
- Ehteshami, S. M. R., Janzamin, I., Ramezani, M., Khavazi, K. and Zand B. ۲۰۱۳b. Effect of integrated management of phosphorus fertilizer on quantitative and qualitative yield of two forage corn cultivars in Varamin. **Journal of Crop Improvement**, ۱۵(۱): ۹۵-۱۱۰. (In Persian)
- Estiken, A., Yildiz, H. E., Ercils, S., Donmez, M. F., Turan, M. and Gunes, A. ۲۰۱۰. Effects of plant growth promoting bacteria on yield, growth and nutrient content of organically grown strawberry. **Scientia Horticulturae**, ۱۲۴: ۶۲-۶۶.
- Gholami, A., Shahsavani, S. and Nezarat, M. ۲۰۰۹. The effect of growth promoting rhizobacteria on germination, seedling growth and yield of maize. **International Journal of biological life Sciences**, ۱(۱): ۳۵ - ۴۰.
- Gutierrez-Manero, F. J., Acero, N., Lucas, J. A. and Probanza, A. ۱۹۹۶. The influence of native rhizobacteria on European alder growth, caracterizacion and biological assay of metabolites produced by growth promoting and growth inhibiting bacterial. **Plant and Soil**, ۱۸۲: ۶۷-۷۴.
- Hanson, W. C. ۱۹۵۰. The photometric determination of phosphorus in fertilizers using the phosphor vanadomolybdate complex. **Journal of Science in Food and Agriculture**, ۱: ۱۷۲-۱۷۳.
- Hernandez, A. N., Hernandez, A. and Heydrich, M. ۱۹۹۵. Selection of rhizobacteria for use in mazecultivation. **Cultivos tropicales**, ۶: ۵-۸.
- Kapulink, Y., Sarig, S., Nur, A., Okon, Y. and Henis, Y. ۱۹۸۲. The effect of *Azospirillum* inoculation on growth and yeild of corn. **Journal of Botany**, ۳۱: ۲۴۷-۲۵۵.

- Kavino, M., S. Harish, N. Kumar, D. Saravanakumar and R. Samiyappan.** ۲۰۱۰. Effect of chitinolytic PGPR on growth, yield and physiological attributes of banana (*Musa spp.*) under field conditions. **Applied Soil Ecology**, ۴۵: ۷۱-۷۷.
- Kim, K. Y., Jordan, D. and McDonald, G. A.** ۱۹۹۸. Effect of phosphate-solubilizing bacteria (PSB) and VAM on tomato growth and soil microbial activity. **Biology and Fertility of Soils**, ۲۶: ۷۹-۸۷.
- Kirchner, M.** ۱۹۹۳. Soil microbial population and activities in reduced chemical input agroecosystems. **SSSAJ**. ۵۷: ۱۲۸۹-۱۲۹۵.
- Kizilkaya, R.** ۲۰۰۸. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. **Ecological Engineering**, ۳۳: ۱۵۰-۱۵۶.
- Kothari, S. K., Marschner, H. and George, E.** ۱۹۹۰. Effect of AM fungi and rhizosphere organisms root and shoot morphology, growth and water relations in maize. **New Phytologist**, ۱۱۶: ۳۰۳-۳۱۱.
- Larsen, J., Cornejo, P. and Barea, J. M.** ۲۰۰۹. Interactions between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and the plant growth promoting rhizobacteria *Paenibacillus polymyxa* and *P. maseans* in the mycorrhizosphere of *Cucumis sativus*. **Soil Biology and Biochemistry**, ۴۱(۲): ۲۸۶-۲۹۲.
- Mahato, P., Badoni, A. and Chauhan, J. S.** ۲۰۰۹. Effect of *Azotobacter* and nitrogen on seed germination and early seedling growth in tomato. **Researcher**, ۱(۴): ۳۵-۴۳.
- Montanez, A., Rodriguze Blanco, A., Barlocco, C., Beracochea, M. and Sicardi, M.** ۲۰۱۲. Characterization of cultivable putative endophytic plant growth promoting bacteria associated with maize cultivars (*Zea mays* L.) and effects in vitro. **Applied Soil Ecology**, ۵۸: ۲۱-۲۸.
- Nanda, S. S. M., Swain, K. C., Panda, S. C., Mohanty, A. K. and Alim, M. A.** ۱۹۹۵. Effect of nitrogen and biofertilizers in lodder rainfed upland conditions of Orisa. **Current Agricultural Research**, ۸: ۴۵-۴۷.
- Naserirad, H., Soleymanifard, A. and Naseri, R.** ۲۰۱۱. Effect of integrated application of bio-fertilizer on grain yield, yield components and associated traits of maize cultivars. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, ۱۰ (۲): ۲۷۱-۲۷۷.
- Rai, S. N. and Gaur, A. C.** ۱۹۹۸. Characterization of *Azotobacter spp.* and effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. **Plant and Soil**, ۱۰۹: ۱۳۱-۱۳۴.
- Ramakrishnan, K. and Selvakumar, G.** ۲۰۱۲. Effect of biofertilizers on enhancement of growth and yield on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **International Journal of Research in Botany**, ۲(۴): ۲۰-۲۳.
- Rezvani-Moghadam, P. and Nasiri-Mahallati, M.** ۲۰۰۰. Study of the effect of harvesting stages on nutrient, yield and planting properties of tree cultivars of forage sorghum. ۶th Congress of Agronomy and Plant Breeding. pp: ۲۳۵.
- Saber, Z., Pirdashti, H. and Esmaili, M.** ۲۰۱۲. Response of wheat growth parameters to co-inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and different levels of inorganic nitrogen and phosphorus. **World Applied Science Journal**, ۱۶ (۲): ۲۱۳-۲۱۹.
- Saharan, B. S. and Nehra, V.** ۲۰۱۱. Plant growth promoting rhizobacteria: A critical review. **Life Sciences and Medicine Research**, Vol (۲۱): ۱-۳۲.
- Sajid, M., Zahir, N., Zahir, A., Naveed, M., Arshad, M. and Shahzad, S. M.** ۲۰۰۸. Variation in growth and ion uptake of maize due to inoculation with plant growth promoting rhizobacteria under stress. **Soil and Environment**, ۲۹(۲): ۱۷۸-۱۸۴.
- Shaharoon, B., Arshad, M., Zahir, Z. A. and Khalid, A.** ۲۰۰۶. Performance of *Pseudomonas spp.* containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. **Soil Biology and Biochemistry**, ۳۸: ۲۹۷۱-۲۹۷۵.
- Shaheen, A. M., Rizk, F. A., Omiana, B., Sawan, M. and Ghoname, A. A.** ۲۰۰۷. The integrated use of bio-inoculants and chemical nitrogen fertilizer on growth, yield and nutritive value of two Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) cultivars. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, ۱(۳): ۳۰۷-۳۱۲.
- Shalan, M. N.** ۲۰۰۵. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth and seed quality of *Nigella sativa* plants. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, ۸۳: ۸۱۱-۸۲۸.
- Sharma, A. K.** ۲۰۰۴. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobis, India, ۴۰۷ p.

- Smart, A., Jeranyama, P. and Owen, V.** ۲۰۰۴. The use of Turnips for extending the grazing season, College of Agriculture and Biology Sciences. South Dakota State University, USDA.
- Sudha, S. N. Jayakumar, R. and Sekar, V.** ۱۹۹۹. Introduction and expression of the cry¹Ac gene of *Bacillus thuringiensis* in a cereal-associated bacterium, *Bacillus polymyxa*. **Current Microbiology**, ۳۸: ۱۶۳-۱۶۷.
- Verma, J. P., Yadav, J., Tiwari, K. N. and Kumar, A.** ۲۰۱۳. Effect of indigenous *Mesorhizobium spp.* and plant growth promoting rhizobacteria on yields and nutrients uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under sustainable agriculture. **Ecological Engineering**, ۵۱: ۲۸۲-۲۸۶.
- Vessy, K.** ۲۰۰۳. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, ۲۵۵: ۵۷۱-۵۸۶.
- Wu, Q. S. and Xia, X.** ۲۰۰۶. Arbuscular mycorrhiza fungus influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. **Journal of Plant Physiology**, ۱۶۳: ۴۱۷-۴۲۵.
- Wu, Q. S., Xia, R. X. and Zou, Y. N.** ۲۰۰۸. Improved soil structure and citrus growth after inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi under drought stress. **European Journal of Soil Biology**, ۴۴: ۱۲۲-۱۲۸.
- Yu, X., Liu, X., Zhu, T. H., Liu, G. and Mao, C.** ۲۰۱۲. Co-inoculation with phosphate-solubilizing and nitrogen-fixing bacteria on solubilization of rock phosphate and their effect on growth promotion and nutrient uptake by walnut. **European Journal of Soil Biology**, ۵۰: ۱۱۲-۱۱۷.
- Yolcu, H., Turan, M., Lithourgidis, A., Cakmakci, R. and Koc, A.** ۲۰۱۱. Effects of plant growth-promoting and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi arid condition. **AJCS**, ۵(۱۳): ۱۷۳۰-۱۷۳۶.
- Zahir, A. Z., Abbas, S. A., Khalid, A. and Arshad, M.** ۲۰۰۰. Substrate depended microbially derived plant hormones for improving growth of maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. **Pakistan Journal of Soil Science**, ۱۵: ۷-۱۱.
- Zaidi, A., Khan, M. S. and Aamil, M.** ۲۰۰۴. Bioassociative effect of rhizospheric microorganisms on growth, yield and nutrient uptake of greengram. **Journal of Plant Nutrition**, ۲۷: ۵۹۹-۶۱۰.
- Zaki, N. M., Gomaa, F., Radwan, I., Hassanein, M. S. and Wali, A. M.** ۲۰۱۲. Effect of mineral, organic and biofertilizers on yield, yield components and chemical composition of some wheat cultivars. **Journal of Applied Science Research**, ۸(۱): ۱۷۴-۱۹۱.

Archived at SID.ir

Effect of seed biological treatment and chemical fertilizer integration on forage yield and nutrients uptake of turnip (*Brassica rapa* L.)

Seyed MohammadReza Ehteshami¹ and Mohammad Rabiei²

¹. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, ². Researcher, Rice Research Institute of Iran (RRII)

(Received: November 2, 2013 - Accepted: May 9, 2014)

Abstract

To investigate the effect of seed biological treatment and fertilizer integration on yield and nutrients uptake of turnip (*Brassica rapa* L.), an experiment was conducted at research institute of rice during 2011 and 2012. The experiment was arranged base on randomized complete block design with three replications. Treatments were involved 9 levels: use of fertilizer and uninoculation, seed inoculation with *Azotobacter chroococcum* strain 1) and without nitrogen, seed inoculation with *A. chroococcum* strain 1) and full nitrogen, seed inoculation with *Pseudomonas fluorescens* strain 2) and without P fertilizer, seed inoculation with *P. fluorescens* strain 2) and full P fertilizer, seed co-inoculation (with *P. fluorescens* strain 2) and *A. chroococcum* strain 1)) and without fertilizer, seed co-inoculation and 50% N.P. fertilizer, seed co-inoculation and 100% N. P. fertilizer and without inoculation and fertilizer (control). Investigated characteristics were including plant height, stem diameter, nutrients content (N, P) in plant tissue, dried weight of leaf and tuber and fresh and dried forage yield. The results showed significant effect of seed biological treatment on all of investigated characteristics. This present findings showed that, fertilizer integrated management has important role in enhancement of turnip yield, and it could be suggested that these bacteria have positive effect on forage yield of turnip, and therefore can be used as complementary fertilizer.

Key words: *Azotobacter*, Integrated management, Nutrients, *Pseudomonas*, Yield

*Corresponding author: smrehteshami@yahoo.com