یافته های نوین کشاورزی
سال پنجم- شماره٤- تابستان ۱۳۹۰

بررسی تاثیر کاربرد کودهای زیستی و منابع شیمیایی نیتروژن و فسفر بر صفات زراعی و درصد روغن در آفتابگردان

، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران*نورعلی ساجدی
حمید مدنی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران
محمد میرزاخانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، فراهان، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثرات تلقیح دو گانه کود های بیولوژیک با سطوح مختلف ازت و فسفر بر خصوصیات زراعی آفتابگردان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا شد. عوامل مورد آزمایش شامل نیتروکسین در دو سطح بدون تلقیح و با تلقیح به صورت بذر مال، بارور ۲ در دو سطح بدون تلقیح و با تلقیح به صورت بذرمال و کود های شیمیایی در چهار سطح بدون مصرف، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۷۵ کیلوگرم فسفر، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۲۵ کیلوگرم فسفر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار عملکرد دانه و درصد روغن نسبت به شاهد ۱۱و ۲/۸٪ افزایش نشان دادند. با کاربرد توام نیتروکسین و بارور ۲ عملکرد دانه نسبت به شاهد ۱۸٪ افزایش یافت. بیشترین درصد روغن معادل ٤٦/۳۸ از اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار توام با کاربرد نیتروکسین حاصل شد. بیشترین عملکرد دانه معادل ٤۵۹۹/۷۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۷۵ کیلوگرم فسفر توام با کاربرد نیتروکسین و بارور ۲ حاصل شد که با تیمار۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم فسفر و کاربرد نیتروکسین با عملکرد معادل ٤۳۷۱/۱۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری نشان نداد. به طور کلی نتایج نشان داد با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر توام با کاربرد کود های زیستی نیتروکسین و بارور۲ می توان به عملکرد قابل قبولی دست یافت.

واژه های کلیدی: آفتابگردان، درصد روغن، کودهای زیستی، کودهای شیمیایی، عملکرد دانه

---

* نویسنده مسئول: n-sajedi@iau-arak.ac.ir E-mail:

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۹/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۳/۲

مقدمه

آفتابگردان از مهم‌ترین دانه های روغنی در جهان می باشد و به عنوان پنجمین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی به حساب می آید. اسید های چرب غیر اشباع آفتابگردان بالابوده و محتوی کلسترول آن کم می باشد، لذا روغن آن از کیفیت بالایی برخوردار است (۱۷). عناصر نیتروژن و فسفر از مهم‌ترین عناصر غذایی گیاهان محسوب می شوند و نقش بسزایی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی دارند اما متاسفانه به منظور تولید بیشتر و کسب در آمد بالاتر، مصرف این عناصر توسط کشاورزان با مصرف روزافزون همراه است و از طرفی مصرف بیش از حد لزوم این عناصر در مزارع علاوه بر تحمیل هزینه تهیه و مصرف آنها باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی، آلودگی، کاهش کیفیت محصولات زراعی و باغی می شود. از طرفی افزایش مداوم کودهای شیمیایی موجب تاثیر منفی در خاک و بر هم زدن تعادل عناصر غذایی در آن می شود و درنتیجه عملکرد کاهش می یابد. در اکثر کشورهای پیشرفته نسبت نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب ۱۰۰، ٤٥ و ۳۵ است، این نسبت در ایران بسیار نامتعادل و تقریباً ۱۰۰، ۱۱۱ و ۳ بوده و همیشه در مصرف کود، بیشتر به کودهای فسفاته توجه شده است (۲۰).

کودهای بیولوژیک یا کودهای میکروبی شامل موادی هستند جامد، مایع یا نیمه جامد که حاوی یک و یا چند گونه ریز سازواره خاص بوده که با ترشح هورمون های رشد گیاه، باعث گسترش بیشتر و بهتر سیستم ریشه ای شده و موجب جذب بهتر عناصر و در نتیجه رشد بیشتر گیاه می شود و با افزایش اجزای عملکرد گیاهان، موجب افزایش عملکرد می گردند (۱). ازتوباکتر یک باکتری آزادزی تثبیت کننده نیتروژن اتمسفر است. مقدار نیتروژن تثبیت شده بوسیله این باکتری ۲۰ تا ٤۰ کیلوگرم در هکتار در سال برآورد شده است که برای تثبیت نیتروژن نیاز به وجود مقدار زیادی ماده آلی دارد (۳ و۱۲).

وقتی ازتوباکترها به‌صورت بذر مال مورد استفاده قرار می گیرند، قدرت جوانه زنی به‌طور قابل توجهی بهبود می یابد، همچنین می تواند با تولید موادی، برخی از بیماری های گیاهی را نیز کنترل نماید (۲۳). باکتری‌های محرک رشد شامل سودوموناس، به‌طور طبیعی باکتری‌های موجود در خاک هستند که ریشه گیاه را کلونیزه می‌کنند و به گیاهان از طریق افزایش رشد، سود می‌رسانند (۱۸). این باکتری‌ها و ترکیبات مترشحه از آنها می‌توانند کارائی جذب عناصر غذایی را افزایش دهند (۵). باکتری‌های مذکور باعث افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می‌شوند (۷). سودوموناس باعث افزایش معنی‌دار در عملکرد سیب‌زمینی و چغندرقند شده است (۹ و ۱۵). تأثیر مثبت ازتوباکتر بر افزایش رشد و عملکرد غده سیب زمینی مشخص شده است، بیشترین عملکرد غده از تیمار (۱۵ تن در هکتار کود دامی + ازتوباکتر + ۱۰۰ ٪ مقدار توصیه شده کود نیتروژن) به‌دست آمد (۲۱). رحیم زاده آبیازنی و همکاران (۱۳۸۵) طی تحقیقی که روی سورگوم علوفه ای انجام دادند، اعلام نمودندکه کود زیستی(P5, P7, P13) تاثیر قابل توجهی بر جذب عناصر فسفر، نیتروژن و میزان علوفه تر و خشک از خود نشان می دهد(٤). بنابراین هدف از انجام

این تحقیق مطالعه تاثیر تلفیق کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر صفات زراعی و درصد روغن آفتابگردان بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرات تلقیح دو گانه کودهای بیولوژیک با سطوح مختلف ازت و فسفر بر خصوصیات زراعی آفتابگردان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا شد. عوامل مورد آزمایش شامل نیتروکسین در دو سطح بدون تلقیح و با تلقیح به صورت بذر مال، بارور ۲ در دو سطح بدون تلقیح و با تلقیح به صورت بذرمال و کود شیمیایی در چهار سطح بدون مصرف، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۷۵ کیلوگرم فسفر، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم فسفر و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم فسفر بود. کود زیستی نیتروکسین حاوی باکتری های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم، یکی از موثرترین کود های زیستی تامین کننده نیاز های غذایی گیاهان است. این کود با تثبیت ازت هوا و انتقال آن به سیستم رشد گیاه موجب ایجاد تعادل در جذب عناصر مورد نیاز گیاه می شود و با ترشح هورمون رشد اکسین، رشد و توسعه ریشه و قسمت های هوایی گیاه را افزایش داده و در نتیجه موجب افزایش میزان محصول در واحد سطح می گردد. ازتوباکتر با ترشح انواع آنتی بیوتیک ها و سیانید هیدروژن از تهاجم بسیاری از عوامل بیماری زا خاک زی به ریشه جلوگیری می کند.

باکتری های جنس آزوسپیریلوم از تثبیت کننده های همیار نیتروژن به ویژه در گیاهانی مانند غلات می باشند که به صورت همیاری با ریشه، تثبیت زیستی نیتروژن را انجام می دهند (۲۲). بارور۲ حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه های باسیلوس لنتوس سویه P5 و سودوموناس پوتیدا سویه P13 می باشد که به ترتیب با استفاده از دو سازوکار ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز باعث تجزیه ی ترکیبات فسفره ی نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه می گردند (٦). زمین مورد نظر در بهار۹۰ شخم عمیق زده شد، سپس قبل از کشت از خاک جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه برداری شد. بر اساس آزمون خاک تیمارهای نیتروژن و فسفر اعمال شد. یک دوم کود نیتروژن از منبع اوره و تمام کود فسفره و پتاسیم به ترتیب از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بر اساس آزمون خاک در هنگام کاشت و مابقی کود نیتروژن به صورت سرک در مرحله ستاره ای شدن طبق استفاده شد.

جدول۱: تجزیه خاک محل انجام آزمایش

Soil Depth (cm)	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)	N (%)	K ppm)	P (ppm)	pH	EC ($ds\ m^{-1}$)	OC (%)
۰-۳۰	۲٦	۲٦	٤۸	۰/۱۵	۱٦۹	۵/۱	۷/۷	٤/٦	۱/٤

هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به فاصله ٦٠ سانتی متر بین ردیف و ۲۰ سانتی متر روی ردیف در نظر گرفته شد. طول خطوط کاشت شش متر و بین دو کرت یک متر به صورت نکاشت باقی ماند. رقم مورد کشت پروگرس بود. کاشت در ۱۳۹۰/۳/۱ به روش دستی انجام شد. آبیاری مزرعه از ابتدا به صورت بارانی بر حسب نیاز با توجه به شرایط اقلیمی صورت گرفت. در زمان بلوغ فیزیولوژیکی از هر کرت آزمایشی تعداد ۱۵ بوته برداشت شد. برداشت به صورت کف بر و پس از حذف دو ردیف حاشیه و نیم متر از بالا و پایین هر کرت انجام گرفت و صفات زراعی و عملکرد دانه اندازه گیری شد. سپس از هر کرت آزمایشی نمونه ای بذر به موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بخش تحقیقات دانه های روغنی، آزمایشگاه ملی دانه های روغنی ارسال و درصد روغن اندازه گیری شد. اعداد خام از اندازه گیری صفات مختلف کمی و کیفی حاصل شدند. این اعداد وارد نرم افزارEXCEL شدند و با استفاده از نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر کود های شیمیایی بر وزن دانه در طبق و درصد روغن دانه در سطح احتمال ۱٪ و بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ ٪ معنی دار بود (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین صفات نشان داد با افزایش مقادیر نیتروژن و فسفر صفات وزن دانه در طبق، عملکرد دانه و درصد روغن دانه افزایش یافت.

بیشترین وزن دانه در طبق و عملکرد دانه از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۷۵ کیلوگرم فسفر حاصل شد، اما بیشترین درصد روغن دانه از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر حاصل شد. با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار صفات وزن دانه در طبق، عملکرد دانه و درصد روغن دانه نسبت به شاهد به ترتیب ۱۸، ۱۱و ۲/۸٪ افزایش نشان دادند (جدول ۳). به نظر می رسد که با مصرف متعادل نیتروژن و فسفر زمینه لازم برای توسعه ریشه و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته فراهم شده است. از طرفی باتوجه به اینکه بیشترین تعداد برگ فعال در بوته نیز از این تیمار حاصل شد (جدول۳)، می توان نتیجه گرفت دوام سطح برگ در این تیمار بیشتر بوده و لذا مدت زمان انجام فتوسنتز و ساخت و ساز در گیاه افزایش یافته است و انتقال از منابع به مقاصد به شکل مطلوب‌تری صورت گرفته است، لذا منجر به افزایش وزن دانه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه شد.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ فعال در بوته	وزن طبق در بوته	قطر طبق	وزن دانه در طبق	عملکرد دانه	درصد روغن دانه
تکرار	۲	۱۹٤/۱۸ ns	۵/۷۸ ns	۱۳/۸۲ ns	۱۲/۹۸ ns	۲/۲٤ ns	۱۳۵۸٤۵/۷۷ ns	۱/٤٤ ns
کود شیمیایی(F)	۳	۸۹/۵۲ ns	٤/۲٤ ns	۱۷۷ ns	۱/۳۷ ns	۳۲۱/۸۳**	۹۱۷۷۹۹/٦۳*	٤/۷۵**
نیتروکسین(N)	۱	۲۰۳/۸۵ ns	۲۳/٦۳*	۱۳۰۷/۱۹**	۳/۵۳ ns	۳۵۸/٤٤**	۳۳۵۳۹۷۷/۷۵**	۵/۲٦ ns
کود شیمیایی × نیتروکسین	۳	۸۵/۲۵ ns	۲/٤۸ ns	۷۲۲/۵٤**	۱۵/۳۸*	۱٤۷*	۱۰٦۳٤٦/۹٤ ns	۱۱/۰٦**
بارور(B)	۱	۱۷۱/٦۱ ns	٦/۸۷ ns	۱۷٤/۰۷	۰/۸۵ ns	٤/٤۳ ns	۳٦۸۳۸۹/۵۵ ns	٤/۲۱*
کود شیمیایی × بارور	۳	۱۷۱/٤۲ ns	۹/۹۲ ns	٤٤۳/۹٦*	۱۰/۳٦ ns	۲۲/۱۳ ns	۱٦٤٤۸۵/۹٦ ns	۵/۵۱**
نیتروکسین × بارور	۱	۳۷۸/۷۸ ns	۳۱/۹۱*	۱۱۰۰/٤۵**	۹/۹۰ ns	۱۳۵/٤٤ ns	۱۱۷۲۰٤۹/۸۷ ns	۰/۰۵۷ ns
شیمیایی×نیتروکسین× بارور	۳	۵۱۲/٤۸*	۵/٤ ns	٤۰/۲۰ ns	۱/۳۰ ns	۱۹۷/۹۷**	۱۱۱۱۵۰٤/۸٤*	۱٦/۰۲**
خطا	۳۰	۱٦۲/۲۹	٤/۲٦	۱۱۰/۹۹	٤/۰۹	٤۱/۷۹	۳۲٦۲۰۱/۰٦	۰/۹۸
ضریب تغییرات(٪)		۱۰/۷۱	۱۰/۵٤	۱٤/۸۹	۱۰/۷۲	۱۵/۰٦	۱۵/۳۸	۲/۱۸

ns، * و**: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

اثر نیتروکسین بر تعداد برگ فعال در بوته در سطح احتمال ۵ ٪ و بر وزن طبق در بوته، وزن دانه در طبق و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین ها (جدول ۳) با تلقیح نیتروکسین کلیه صفات اندازه گیری شده افزایش یافتند. تلقیح بذر با نیتروکسین باعث افزایش صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ فعال در بوته، وزن طبق در بوته، قطر طبق، وزن دانه در طبق، عملکرد دانه و درصد روغن دانه به ترتیب ۳/۳، ٦/۸، ۱۳/۵، ۲،۱۱/۸، ۱۳/۲ و ۰/۳ ٪ شد (جدول ۳).

به نظر می رسد باکتری های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم موجود در نیتروکسین با تثبیت ازت هوا و انتقال آن به سیستم رشد گیاه موجب ایجاد تعادل در جذب عناصر مورد نیاز گیاه می شود و با ترشح هورمون رشد اکسین، رشد و توسعه ریشه و قسمت های هوایی گیاه را افزایش داده و در نتیجه موجب افزایش میزان محصول در واحد سطح می گردد.

اثر تلقیح بذر با کود زیستی بارور ۲ بر درصد روغن دانه در سطح ۵ ٪ معنی دار شد و بر سایر صفات اثر معنی داری نشان نداد (جدول ۲). کود زیستی بارور ۲ باعث افزایش غیر معنی دار ارتفاع بوته، وزن طبق در بوته، وزن دانه در طبق و عملکرد دانه شد. اما در صد روغن دانه را کاهش داد (جدول ۳).

جدول۳: مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات اندازه گیری شده

	ارتفاع بوته (cm)	تعداد برگ فعال در بوته	وزن طبق در بوته (g)	قطر طبق (cm)	وزن دانه در طبق(g)	عملکرد دانه (kg/ha)	روغن دانه (٪)
F کود شیمیایی							
F1	۱۱۷/۰۵a	۱۹/٤۳a	۷۱/۱٦a	۱۸/۵۲a	۳۷c	۳۳۳۲/٦۹b	٤۵b
F2	۱۱۸/۰۰a	۱۹/۸٤a	٦۵/۹٤a	۱۸/۹٦a	٤۸/۸٤a	۳۹۹۵/٤۱a	٤۵/۷٦ab
F3	۱۲۲/۹۸a	۲۰/۲۷a	۷۵/۳۳a	۱۹/۳۰a	٤۵/۱۹ab	۳۷٦٦/۱۷ab	٤٦/۳۰a
F4	۱۱۷/٦۹a	۱۸/۸۷a	۷۰/٦٦a	۱۸/۷۲a	٤۰/٦۲bc	۳۷٦۰/۲۵ab	٤۵/۰۱b
Nنیتروکسین							
N1	۱۱٦/۸۷a	۱۸/۹۰b	٦۵/۵۵b	۱۸/٦۰a	٤۰/۱۸b	۳٤٤۹/۲۹b	٤۵/٤٤a
N2	۱۲۰/۹۹a	۲۰/۳۰a	۷۵/۹۹a	۱۹/۱۵a	٤۵/٦۵a	۳۹۷۷/۹۷a	٤۵/۵۹a
Bبارور ۲							
B1	۱۱۷/۰٤a	۱۹/۹۸a	٦۸/۸۷a	۱۹/۰۱a	٤۲/٦۱a	۳٦۲٦/۰۲a	٤۵/۸۱a
B2	۱۲۰/۸۲a	۱۹/۲۲a	۷۲/٦۸a	۱۸/۷٤a	٤۳/۲۲a	۳۸۰۱/۲٤a	٤۵/۲۲b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج ٪ تفاوت معنی داری ندارند

به نظر می رسد باکتری حل کننده موجود در کود زیستی بارور ۲ باعث تجزیه ی ترکیبات فسفره ی نامحلول و در نتیجه قابل جذب شدن آن برای گیاه شده و زمینه رشد اندام های هوایی و زیرزمینی فراهم شده و در نتیجه افزایش بیوماس، عملکرد دانه نیز افزایش یافته است.

اثر متقابل مصرف کود شیمیایی و نیتروکسین بر صفات وزن طبق در بوته و درصد روغن در سطح ۵٪ و بر قطر طبق و وزن دانه در طبق در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین مقادیر ارتفاع بوته، وزن طبق در بوته، قطر طبق، وزن دانه در طبق و عملکرد دانه در طبق از تیمار اثر متقابل ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۷۵ کیلوگرم فسفر توام با تلقیح نیتروکسین حاصل شد، که با تیمار اثر متقابل نیتروکسین توام با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم از نظر آماری اختلاف معنی داری نشان ندادند.

بیشترین درصد روغن معادل ٤٦/۳۸ از اثر متقابل ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار توام با کاربرد نیتروکسین حاصل شد(جدول ٤). به نظر می رسد که مصرف متعادل نیتروژن و فسفر و تلقیح بذر با نیتروکسین زمینه بهبود صفات زراعی فراهم شده و باعث افزایش عملکرد دانه و درصد روغن می شود. اثر متقابل کود شیمیایی و کود زیستی بارور ۲ بر صفات وزن طبق در بوته در سطح احتمال ۵٪ و بر درصد روغن دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگسن صفات نشان داد که با مصرف تیمار های ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۷۵ کیلوگرم فسفر و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار توام با تلقیح بذر با کود زیستی بارور ۲ صفات ارتفاع بوته، وزن طبق در بوته، قطر طبق، وزن دانه در طبق، عملکرد دانه افزایش یافت.

جدول٤: مقایسه میانگین اثرات دو گانه صفات اندازه گیری شده

	ارتفاع بوته (cm)	تعداد برگ فعال در بوته	وزن طبق در بوته (g)	قطر طبق (cm)	وزن دانه در طبق(g)	عملکرد دانه (kg/ha)	روغن دانه (٪)
کود شیمیایی × نیتروکسین							
F1N1	۱۱٤/٥۱a	۱۸/۳۲ab	٦۷/٥۳b	۱۷/٤۱a	۲۹/۳۹c	۲۹٤۰/۷٤b	٤۳/٦۱b
F1N2	۱۱۹/٥۹a	۲۰/٥٤ab	۷٤/۷۸ab	۱۹/٦۳a	٤٤/٦۲ab	۳۷۲٤/٦۳a	٤٦/٤۰a
F2N1	۱۱۲/۳۷a	۱۹/۷۹ab	٤۹/۳٦c	۱۷/۷۷a	٤٦/۸۰ab	۳۷٥۰/۱۳a	٤٦/۱۰a
F2N2	۱۲۳/٦٤a	۱۹/۸۹ab	۸۲/٥۳a	۲۰/۱٦a	٥۰/۸۸a	٤۲٤۰/٦۹a	٤٥/٤۳a
F3N1	۱۲۲/۷۰a	۱۹/٤٥ab	۷٥/۷۹ab	۱۹/۳۰a	٤۳/۲۱ab	۳٦۰۱/۱۰ab	٤٦/۲۲a
F3N2	۱۲۳/۲۷a	۲۱/۰۸a	۷٤/۸۷ab	۱۹/۳۱a	٤۷/۱۷ab	۳۹۳۱/۲٤a	٤٦/۳۸a
F4N1	۱۱۷/۹۰a	۱۸/۰٤b	٦۹/٥۳ab	۱۹/۹٤a	٤۱/۳۳b	۳٥۰٥/۱۹ab	٤٥/۸٦a
F4N2	۱۱۷/٤۸a	۱۹/۷۰ab	۷۱/۷۹ab	۱۷/٤۹a	۳۹/۹۱b	٤۰۱٥/۳۱a	٤٤/۱٦b
کود شیمیایی × بارور ۲							
F1B1	۱۱۲/۸۸a	۱۹/۰٥b	٦۹/۹۸a	۱۸/۹۷a	۳٦/۳۹c	۳۱٦٦/۱۹b	٤٥/٤۷bc
F1B2	۱۲۱/۲۱a	۱۹/۸۰ab	۷۲/۳۳a	۱۸/۰۷a	۳۷/٦۲c	۳٤۹۹/۱۹ab	٤٤/٥۳c
F2B1	۱۱۳/۳۲a	۱۹/٦٦ab	٥٥/۷۹b	۱۸/٥۰a	٤۷/۷۹a	۳۸۳۲/٦٥ab	٤٥/۳۷bc
F2B2	۱۲۲/٦۸a	۲۰/۰۱ab	۷٦/۱۰a	۱۹/٤۳a	٤۹/۸۹a	٤۱٥۸/۱٦a	٤٦/۱٥b
F3B1	۱۲۰/۷۰a	۲۱/۹۱a	۷٤/٥۳a	۱۸/٥٦a	٤۳/۹٤abc	۳٦٦۲/۳٥ab	٤۷/٤٦a
F3B2	۱۲٥/۲۷a	۱۸/٦۲b	۷٦/۱۳a	۲۰/۰٥a	٤٦/٤٤abc	۳۸٦۹/۹۹ab	٤٥/۱۳bc
F4B1	۱۲۱/۲٦a	۱۹/۲۹ab	۷٥/۱۷a	۲۰/۰۲a	٤۲/۳۲abc	۳۸٤۲/۹۰ab	٤٤/۹٦bc
F4B2	۱۱٤/۱۳a	۱۸/٤٥b	٦٦/۱٥b	۱۷/٤۲a	۳۸/۹۳bc	۳٦۷۷/٦۰ab	٤٥/۰۷bc
نیتروکسین × بارور ۲							
N1B1	۱۱۲/۱۷a	۱۸/٤٦b	٥۸/۸٦b	۱۸/۲۸a	۳۸/۲۰b	۳۲۰٥/٤۲b	٤٥/۷۱a
N1B2	۱۲۱/٥۷a	۱۹/۳٤b	۷۲/۲٥a	۱۸/۹۳a	٤۲/۱٦ab	۳٦۹۳/۱٦a	٤٥/۱۸a
N2B1	۱۲۱/۹۱a	۲۱/٥۰a	۷۸/۸۸a	۱۹/۷۳a	٤۷/۰۲a	٤۰٤٦/٦۲a	٤٥/۹۲a
N2B2	۱۲۰/۰۷a	۱۹/۱۱b	۷۳/۱۱a	۱۸/٥٦a	٤٤/۲۷a	۳۹۰۹/۳۱a	٤٥/۲٦a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج ٪ تفاوت معنی داری ندارند

بیشترین تعدا برگ فعال در بوته و درصد روغن دانه از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفرو بدون مصرف کود زیستی حاصل شد (جدول ۵). با مصرف۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار ارتفاع بوته، وزن طبق در بوته، قطر طبق، وزن دانه در طبق و عملکرد دانه به ترتیب ۱۰ ، ۹، ۵/۳، ۲۱/۷ و ۱۸٪ نسبت به شاهد افزایش یافتند. درزی و همکاران (۱۳۸٤) تحقیقی را بر روی گیاه رازیانه با استفاده از کود فسفات زیستی و ورمی کمپوست و مقایسه با تیمار شاهد (کود شیمیایی) انجام دادند. نتایج آنها نشان داد کود فسفات زیستی به تنهایی دارای تاثیر معنی داری بر تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه نبود ولی اثر معنی داری بر روی ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک داشت. از نظر تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه و عملکردهای دانه و بیولوژیکی مخلوط کود زیستی و ورمی کمپوست بهترین نتایج را نشان داد (۲). اثر متقابل کود های زیستی نیتروکسین و بارور ۲ بر صفات تعداد برگ فعال در بوته و وزن دانه در طبق به ترتیب در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد با کاربرد توام کود های زیستی نیتروکسین و بارور ۲ صفات ارتفاع

بوته، تعداد برگ فعال در بوته، وزن دانه در طبق، قطر طبق، وزن طبق در بوته و عملکرد دانـه نسـبت بـه عدم مصرف کود های زیستی به ترتیب ٦/٥، ٣/٤، ١٩/٤، ١٣/١،٦/٥ و ١٨٪ افزایش یافتند (جدول ٤). این موضوع بیانگر اثر سودمند کود های زیستی مورد استفاده بر بیولوژی خاک و رشد و نمو اندام های هوایی و تولید بیوماس مطلوب و در نتیجه تولید عملکرد قابل قبول می باشـد. بیشـترین درصـد روغـن معـادل ٤٥/٩٢ از کاربرد نیتروکسین و بدون کود زیستی بارور ٢ حاصل شد که با سایر تیمـار هـا در یـک گـروه آماری قرار گرفتند (جدول ٤).

به نظر می رسد که در تلقیح گیاه با باکتری‌های محرک رشد، تولید و سنتز اتیلن تنظـیم مـی‌شـود کـه در نتیجه آن، رشد گیاه افزایش می‌یابد. آنزیم ١- آمینو سیکلو پروپان ١- کربوکسیلیک (ACC) دآمیناز تجزیه ماده ACC دآمیناز دآلفا کتوبوتیریک اسید را کاتالیز می‌کند (١٩). از آنجا کهACC دآمیناز پیش‌مـاده تولیـد اتیلن در گیاهان آلی است، بنابراین با حذف این ماده، مقدار اتیلن در گیاه کـاهش یافتـه و بـه تبـع آن، از اثرات منفی آن کاسته می‌شود (١٤). داشتن ساقه طویل‌تر به معنـی داشـتن سـطح فتوسـنتزکننده بیشـتر و تولید مواد متابولیکی بیشتر است که باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود. اثر باکتری بر افزایش رشد سـاقه به تولید اکسین و جیبرلین تعمیم داده می شود که بر رشد ساقه و ریشه، تأثیرگذار مـی‌باشـد (١١). طبـق نظر نیمیرا و همکاران (١٩٩٥)، افزایش ارتفاع بوته‌های ذرت در تیمارهای تلقیح شده با قارچ میکوریزا و باکتری حل‌کننده فسفات، به وجود یک رابطه بین هورمون‌های گیاهی و ویتـامین‌هـا در تـأثیر ایـن مـواد تلقیحی بر ارتفاع گیاه، نسبت داده شده است (١٦).

تلقیح بذر با ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات به‌دلیل قدرت و کـارائی بـالائی کـه در جـذب عناصـر غذائی و به‌ویژه فسفر از خود نشان می‌دهند، باعث تداوم طول عمر برگ در مراحل نمو گیـاه شـده و در نتیجه باعث قابلیت انجام فتوسنتز بیشتر می‌گردند که می‌تواند در مرحله پر شـدن دانـه بـرای گیـاه مـوثر باشد. احتشامی (٢٠٠٨) و یوسفی‌راد (٢٠٠٧) نیز نشان دادند کـه در تیمارهـای حـاوی ریزسـازواره‌هـای حل‌کننده فسفات، تعداد برگ در بوته بیشتر است (٨ و ٢٤).

اثر متقابل سه گانه تیمار ها بر صفات ارتفاع بوته، و عملکرد دانه در سطح احتمال ٥٪ و بـر صـفات وزن دانه در طبق و درصد روغن در سطح احتمال ١٪ معنی دار شد (جدول ٢).

مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین مقادیر صفات ارتفاع بوته، وزن طبق در بوته، قطر طبق، وزن دانه در طبق و عملکرد دانه از تیمار اثر متقابل ١٥٠ کیلوگرم نیتروژن+ ٧٥ کیلوگرم فسفر توام با کاربرد کود های زیستی نیتروکسین و بارور ٢ حاصل شد. بیشترین درصد روغن معادل ٤٨/٧٢٪ از تیمار اثر متقابل ١٥٠ کیلوگرم نیتروژن+ ٧٥ کیلوگرم فسفر توام با مصرف نیتروکسین و بدون بارور ٢ حاصل شد با تیمار اثر متقابل ١٥٠ کیلوگرم نیتروژن+ ٧٥ کیلوگرم فسفر توام با مصرف نیتروکسین و بارور ٢ با میانگین ٤٧/٢٧٪ روغن اختلاف معنی داری نشان نداد (جدول ٥).

جدول ۵: اثر متقابل سه گانه تیمار های آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده

تیمارها	ارتفاع بوته (cm)	تعداد برگ فعال در بوته	وزن طبق در بوته(g)	قطر طبق(cm)	وزن دانه در طبق(g)	عملکرد دانه (kg/ha)	روغن دانه (٪)
کود شیمیایی × نیتروکسین × بارور ۲							
F1N1B1	۹۹/٥٦b	١٦/٣٦c	٦٠/٩٥c	١٧/٧٣ab	٢٧/٩٧e	٢٥٩٧/٣٨d	٤٣/٤٠h
F1N1B2	١٢٩/٤٧a	٢٠/٢٧abc	٧٤/١٢abc	١٧/١٠ab	٣٠/٨١de	٣٢٨٤/١١bcd	٤٣/٨٢fgh
F1N2B1	١٢٦/٢١a	٢١/٧٥ab	٧٩/٠٢abc	٢٠/٢١a	٤٤/٨٢abc	٣٧٣٤/٩٩abc	٤٧/٥٥ab
F1N2B2	١١٢/٩٥ab	١٩/٣٣bc	٧٠/٥٤abc	١٩/٠٥ab	٤٤/٤٣abc	٣٧١٤/٢٧abc	٤٥/٢٥def
F2N1B1	١١٢/٨٨ab	١٩/٦٦bc	٣٧/٠٦d	١٧/٠٨ab	٤٩/٠٠ab	٣٧٨٣/٦٥abc	٤٧/١٥bc
F2N1B2	١١١/٨٥ab	١٩/٩١abc	٦١/٦٧c	١٨/٤٦ab	٤٤/٦٠abc	٣٧١٦/٦١abc	٤٥/٠٤d-g
F2N2B1	١١٣/٧٦ab	١٩/٦٦bc	٧٤/٥٢abc	١٩/٩١a	٤٦/٥٨abc	٣٨٨١/٦٦bc	٤٣/٥٩gh
F2N2B2	١٣٣/٥٢a	٢٠/١١abc	٩٠/٥٣a	٢٠/٤٠a	٥٥/١٩a	٤٥٩٩/٧١a	٤٧/٢٧ab
F3N1B1	١١٨/٠٠ab	٢٠/١٦abc	٦٨/٦٢bc	١٧/٩١ab	٣٥/٤٤cde	٢٩٥٣/٦١d	٤٦/٢٠bcd
F3N1B2	١٢٧/٤٠a	١٨/٧٥bc	٨٢/٩٧ab	٢٠/٦٨a	٥٠/٩٨ab	٤٢٤٨/٦٠ab	٤٦/٢٣bcd
F3N2B1	١٢٣/٤٠ab	٢٣/٦٦a	٨٠/٤٤abc	١٩/٢١ab	٥٢/٤٥ab	٤٣٧١/١٠ab	٤٨/٧٢a
F3N2B2	١٢٣/١٤ab	١٨/٥٠bc	٦٩/٣٠bc	١٩/٤٢a	٤١/٨٩bcd	٣٤٩١/٣٨a-d	٤٤/٠٤fgh
F4N1B1	١١٨/٢٤ab	١٧/٦٦bc	٦٨/٨٢bc	٢٠/٤٢a	٤٠/٣٨bcd	٣٤٨٧/٠٦a-d	٤٦/٠٨bcd
F4N1B2	١١٧/٥٧ab	١٨/٤١bc	٧٠/٢٤abc	١٩/٤٦a	٤٢/٢٨bcd	٣٥٢٣/٣٣a-d	٤٥/٦٤cde
F4N2B1	١٢٤/٢٨ab	٢٠/٩١ab	٨١/٥٣abc	١٩/٦٢a	٤٤/٢٥abc	٤١٩٨/٧٥ab	٤٣/٨٤fgh
F4N2B2	١١٠/٦٩ab	١٨/٥٠bc	٦٢/٠٦c	١٥/٣٧b	٣٥/٥٨cde	٣٨٣١/٨٨abc	٤٤/٤٩e-h

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

با کاربر توام کودهای زیستی نیتروکسین و بارور ۲ در تیمار های بدون مصرف کود شیمیایی عملکرد دانه نسبت به شاهد ۳۰٪، در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۷۵ کیلوگرم فسفر عملکرد دانه نسبت به شاهد ۱۷٪، در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ۵۰ کیلوگرم فسفر عملکرد دانه نسبت به شاهد ۱۵٪ و در تیمار۵۰ کیلوگرم نیتروژن + ۲۵ کیلوگرم فسفر عملکرد دانه نسبت به شاهد ۹٪ افزایش نشان داد (جدول ۵). نتایج این تحقیق با نتایج جهان و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد. آنها گزارش نمودند بیشترین سطح برگ، قطر طبق و عملکرد دانه، محتوی کلرفیل برگ و درصد نیتروژن و فسفر برگ در آفتابگردان از اثر متقابل باکتری آزوسپریلیوم و سودوموناس توام با ۱۰۰٪ فسفر و نیتروژن توصیه شده حاصل شد. آنها افزایش عملکرد دانه را نسبت به شاهد (مصرف کود شیمیایی) ۲۵٪ گزارش نمودند (۱۰). محفوظ و شرف الدین (۲۰۰۷) در بررسی خود نشان دادند مخلوط کود های بیولوژیک شامل *Azotobacter chroococcum*، *Azospirillum* و *Bacillus megatherium* به همراه کودهای شیمیایی NPK موجب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه ها، وزن تر علوفه و وزن خشک هر گیاه در مقایسه با اثر کودهای شیمیایی در رازیانه شد. هنگامی کودهای بیولوژیک به همراه ۵۰ ٪ از NPK اعمال شدند، وزن خشک و تر افزایش یافت. بالاترین مقدار کربوهیدرات ها هم درحالتی به دست آمد که کودهای آلی بیولوژیک به همراه ۵۰ ٪ NPK استفاده شد. با اعمال ۵۰ ٪ NPK کمترین مقدار اسانس به دست آمد (۱۳).

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن+ ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار توام با کاربرد نیتروکسین و بارور ۲ با تولید عملکردی معادل ۳٤۹۱/۳۸ کیلوگرم در هکتار و میانگین ٤٤/۰٤ ٪ روغن ضمن کاهش هزینه های کود های شیمیایی، می تواند گامی موثر در راستای کشاورزی پایدار باشد.

منابع

۱- الماسی، م. ت. و شیرانی راد، ا. ح. ۱۳۸٤. باکتری های محرک رشد گیاه (PGPR) و مکانیسم تأثیر آنها بر رشد و عملکرد گیاهان "مجله رویش پایدار،سال پنجم ،شماره اول ،صفحه ٤۰-٤۲.

۲- درزی، م. ت.، قلاوند، ا.، رجالی، ف. و سفیدکن، ف. ۱۳۸۵.بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزا عملکرد گیاه دارویی رازیانه"، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۲، شماره٤، صفحه ۲۷٦-۲۹۲.

۳- خاورزی، ک. و ملکوتی، م. ج.۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کود های بیولوژیک در کشور. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج وزارت جهاد کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب کشور.

٤- رحیم زاده ابیازنی، م.، وزان، س.، ملبوبی، م. ع. و مدنی، ح. ۱۳۸۵. تاثیر باکتری های P5, P7, P13 همراه با مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر در جذب عناصر فسفر، روی، نیتروژن و عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه ای در منطقه ساوه. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان. صفحه ۹٤.

5- Adesemoye, A., Torbert, H. and Kloepper, J. 2009. Plant growth-promoting Rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. Microbial Ecology, 58 (Suppl 4): 921-929.

6- Anonymous, A. 2006. Available in URLL: http://www. Greenbiotech-co. Com/pro.asp?

7- Ashrafuzzaman, M., Hossein, F. A., Razi Ismail, M., Anamul Hoque, M. D., Zahurul Islam, M., Shahidullah, S. M. and Meon, S. 2009. Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. African Journal of Biotechnology, Vol. 8(7), 1247-1252.

8- Ehteshami, S. M. R. 2008. Effect of phosphate biofertilizers on quantitative and qualitative indices of grain corn (*Zea mays* L.) under water deficit stress. Ph.D Thesis, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.

9- Farzana Y, Saad ROS, Kamaruzaman S, 2009. Growth and storage root development of Sweet potato inoculated with rhizobacteria under glasshouse conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3 (Suppl 2): 1461-1466.

10- Gehan G. Mostafa and A. A. Abo-Baker, 2010. Effect of Bio- and Chemical Fertilization on Growth of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) at South Valley Area. Asian Journal of Crop Science, 2: 137-146.

11- Gutierrez-Manero, F. J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouachi, J., Tadeo, F. R. and Talon, M- 2001. The plant-growth-promoting Rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. Plant Physiology, 111: 206–211.

12- Kader, M. A., M. H. Mian and M. S. Hoque. 2002. Effect of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Department of soil science, Bagladesh Agricultural University, Mymensigh. Bagladesh. Vol 2 (4), pp: 251-261.

13- Mahfouz. S.A. and M.A. Sharaf-Eldin, (2007), "Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill)", Int. Agrophysics, 21, 361-366.

14- Mandal, A., Patra, A. K., Sinjh, D., Swarup, A. and Ebhin Masto, R. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stage.Bioresource Technology, 98: 3585-3592.

15- Mehnaz, S., Weselowski, B., Aftab, F., Zahid, S., Lazarovits, G. and Iqbal, J. 2009. Isolation, characterization, and effect of *fluorescent pseudomonads* on micropropagated sugarcane. Canadian Journal of Microbiology, 55 (Suppl 8): 1007–1011.

16- Niemira, B. A., Safir, G. R., Hammerschmidt, R. and Bird, G. W. 1995. Production of prenuclear minitubers of potato with peat-based arbuscular mycorrhizal fungal inoculum. Agronomy Journal, 87: 942-946.

17- Razi, H. and Asad, M. T. 1998. Evaluation of variation of agronomic traits and water stress tolerant in sunflower conditions. Agricultural and Natural Resources Sciences. 2: 31-43.

18- Saharan, B. S. and Nehra, V. 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review. Life Sciences and Medicine Research, Vol. 21: 1-28.

19- Saleem, M. 2007. Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress. Agriculture, 34: 635-648.

20- SalehRastin, N. 2004. Sustainable management from viewpoint soil biology. Necessity of biofertilizers industrial production in Iran (Proceeding of papars, second publications). Eds: Khavazi, K., Asadi Rahmani, H., and Malakouti, M. J. pp. 5-32. Water and Soil Research Institute, Agricultural Research and Education Organization, Ministry of Agriculture, 439p.

21- Singh, S. K. and Gupta, V. K. 2005. Influence of farm yard, nitrogen and bio-fertilizer on growth, tuber yield of potato under rain-fed condition in East Khasi hill district of Meghalaya. Indian Journal. Agricultureal Science Digest. Vol: 25, Issue: 4.

22- Swedrzynska, D. and A. Sawicka. 2000. Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on development and yielding of maize (*Zea mays* ssp. *Saccharata* L.) under different cultivation conditions. Polish Journal of Enviromental Studies. P: 505-509.

23- Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K., De, R., Saxena, A. K., Shekhar Nautiyal, Shlipi Mittal, C., Tripathi, A. K. and Johri, B. N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science. 89: 136-150.

24- YousefiRad, M. 2007. Effects of mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on tolerance to salinity of barley cultivars. Ph.D Thesis, Islamic Azad University, Science and Researches Branch.