دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، ۱۲ الی ۱۴ شهریور ۱۳۹۰
(حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه)

تاثیر باکتری های محرک رشد (PGPR) سودو موناس فلورسنت و فشردگی خاک بر جذب عناصر غذایی توسط گیاه سیب زمینی(*Solanum tuberosum L.*) رقم آگریا

محمد بهبود[۱]، احمد گلچین[۲]، حسین بشارتی[۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاک شناسی ، دانشگاه زنجان
۲-استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۳-استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، رئیس موسسه تحقیقات خاک و آب کشور
ایمیل: m.behbud@gmail.com

چکیده
بمنظور بررسی تاثیر سطوح مختلف باکتری های محرک رشد (سودوموناس فلورسنت) و فشردگی خاک بر جذب وغلظت عناصر غذایی توسط گیاه سیب زمینی (*Solanum tuberosum L.*) رقم آگریا، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان انجام شد. این آزمایش در خاکی با بافت لوم با دو سطح باکتری محرک رشد(با و بدون باکتری) و سه سطح فشردگی خاک (۱/۳، ۱/۵۶ و ۱/۸ گرم بر سانتی متر مکعب) اجرا گردید. نتایج نشان داد با افزایش میزان فشردگی خاک غلظت عناصر پر مصرف و کم مصرف در برگ و غده سیب زمینی کاهش یافت اما کاربرد باکتری های محرک رشد باعث افزایش معنی داری در غلظت عناصر غذایی در برگ و غده سیب زمینی گردید. اثرات متقابل فشردگی خاک و باکتری های محرک رشد بر غلظت پتاسیم غده و آهن برگ تاثیر معنی داری داشت ولی بر غلظت سایر عناصر اندازه گیری شده تاثیری ایجاد نکرد.

کلمات کلیدی: باکتری های محرک رشد، سودوموناس فلورسنت، سیب زمینی، فشردگی خاک

مقدمه
بعضی از ریز جانداران موجود در ریزوسفر با مکانیزم‌های مختلفی باعث تغییرات فیزیولوژیک و مرفولوژیک در گیاه شده که مجموعه این تغییرات روی رشد گیاه، تغذیه و سلامت آن دارد. اصطلاح باکتری های محرک رشد ابتدا در سال ۱۹۷۸ توسط کلوپر و شروت مطرح گردید. باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌توانند به دو روش مستقیم و غیر مستقیم بر رشد و نمو گیاه اثرات مفید داشته باشند. در روش مستقیم باکتری‌ها با تولید یک ترکیب خاص و مؤثر و یا با تسهیل در جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، رشد آن را بهبود می‌بخشند. در روش غیر مستقیم، این باکتری‌ها برخی از اثرات مضر میکروارگانیسم‌های پاتوژنی را با استفاده از یک یا چند مکانیسم، حذف و یا تعدیل می‌نمایند از طرف دیگر به این صورت به سلامت گیاه کمک کرده و در نهایت منجر به افزایش رشد گیاه می‌شوند (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰). حفظ نسبت‌های مناسب بین فازهای جامد، مایع و گاز خاک اهمیت ویژه‌ای دارد. این نسبت‌ها فقط در بعضی خاک‌ها و در شرایط اقلیمی خاص و فعالیت صحیح انسانی حاصل می‌شود. با ورود ماشین به مزرعه فاز جامد خاک در حجم معین افزایش یافته و فاز گازی آن کاهش می‌یابد. از جمله شاخص‌های نشان دهندهٔ تخریب ساختمان فیزیکی خاک، تراکم خاک می‌باشد. تراکم خاک بوسیله افزایش در چگالی ظاهری خاک، یا کاهش تخلخل تعریف می‌شود (زارعیان، ۱۳۶۴). محققین اعلام کردند که درصد Cu ,Zn, Mn. Fe, Mg, Ca, K, P به طور معنی داری در گیاهان تیمار شده با باکتری های محرک رشد افزایش یافت. لذا در این مطالعه، هدف بررسی قابلیت جذب عناصر غذایی با مصرف باکتری های محرک رشد در خاک های با فشردگی های مختلف می باشد (Carlot et al, 2002).

مواد و روشها

بمنظور مطالعه بر روی سطوح مختلف باکتری های محرک رشد و فشردگی خاک بر جذب و غلظت عناصر غذایی توسط گیاه سیب زمینی رقم آگریا یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار در گلخانه گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان اجرا گردید. تیمار ها شامل دو سطح باکتری محرک رشد (با و بدون باکتری) و سه سطح فشردگی خاک (۱/۳، ۱/۵۶ و ۱/۸ گرم در سانتی متر مکعب) بودند. ابتدا خاک مناسب جهت کاشت انتخاب گردید این خاک دارای بافت لوم بود که پس از تجزیه، عناصر غذایی جهت رساندن غلظت آنها به حد بهینه به خاک اضافه گردید (جدول ۱) سپس خاک درون جعبه های مخصوص کاشت ریخته و تراکم های مورد نظر اعمال گردید.

جدول ۱- نتایج حاصل از آنالیز خاک اولیه

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی $dS\ m^{-1}$	واکنش خاک	کربن آلی (٪)	آهک	بافت خاک	فسفر	پتاسم	روی	آهن	منگنز	مس
						$mg\ kg^{-1}$					
۰-۲۰	۲	۷/۵	۰/۴۵	۱۵	لوم	۷	۱۷۰	۱/۵	۵/۱	۳	۰/۷

مایه تلقیح باکتری های محرک رشد (سودوموناس فلورسنت) از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه و در ظرفی حاوی ۴۰ لیتر آب ریخته شد. بذور سیب زمینی به مدت ۲۴ ساعت درون این ظرف قرارداده شدند و هنگام کاشت نیز ۲ سی سی از این سوسپانسیون بر روی هر ریخته شد. در نیمه مرداد ماه نمونه برداری برگ از تیمارهای مختلف انجام و پس از شتشوی نمونه ها با آب مقطر، نمونه ها در پاکت های کاغذی مخصوص به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد خشک شدند. نمونه های برگ سپس آسیاب و توزین شده و برای تعیین عناصر پر مصرف و کم مصرف مراحل هضم و عصاره گیری را طی نمودند. میزان نیتروژن توسط دستگاه کجلدال، پتاسیم و فسفر به ترتیب با دستگاه فلیم فتو متر و اسپکتروفتومتر و عناصر کم مصرف با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شدند. از هر تیمار پنج غده ا نتخاب و بعد از گرفتن پوست آنها به صورت لایه های برش داده شدند و از برش های تهیه شده برای اندازه گیری میزان عناصر غذایی غده استفاده گردید. داده های حاصل از آزمایش توسط نرم افزار MSTAT-C آنالیز و میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد مقایسه شدند.

نتیجه و بحث

اثرات ساده فشردگی خاک و باکتری های محرک رشد بر غلظت عناصر پر مصرف برگ و غده سیب زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد اما در مورد اثرات متقابل این دو تیمار فقط پتاسیم غده از لحاظ اماری در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد.

جدول ۱ : نتایج تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف فشردگی خاک، و باکتری محرک رشد و اثرات متقابل آنها بر غلظت N، P و K برگ و غده سیب زمینی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		برگ (درصد)			غده (درصد)		
		N	P	K	N	P	K
C	۲	۲۳/۸۵ **	۴۹۶/۲۷**	۱۳/۶۷ **	۱۷/۹۷**	۲۱۷/۳۶ **	۱۲/۰۱**
B	۱	۱/۲۶**	۴۴/۸۰**	۰/۵۲**	۰/۲۴**	۳۴/۴۴ **	۰/۰۹ **
C×B	۲	۰/۴	۰/۰۴ns	۰/۰۰ns	۰/۰۳ns	۰/۳۶ ns	۰/۰۰۸**
خطا	۱۲	۰/۰۹	۰/۴۵	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۰۰۱
C.V درصد	–	۹/۲۲	۴/۱۹	۷/۵۳	۶/۶۱	۴/۱۰	۱/۱۶

ns اختلاف معنی دار نیست، ** معنی دار در سطح ۱٪ ، * معنی دار در سطح ۵٪

جدول ۲: تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف فشردگی خاک، و باکتری های محرک رشد و اثرات متقابل آنها بر غلظت های Fe،Zn، Mn و Cu در برگ سیب زمینی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		برگ(mg/kg)				غده(mg/kg)			
		Zn	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu
C	۲	۵۳**	۱۷۸۴/۶۹**	۱۸۱۷/۶۰**	۴۸**	۱۰۹/۲۹**	۲۰۷۹**	۹۸۳**	۱۳۶**
B	۱	۶/۰۰*	۱۹/۶۷**	۳۶/۸۰**	۵/۰۵**	۴/۳۶*	۲۷/۸۲**	۳/۵۱**	۱/۸۵*
C×B	۲	۰/۵ns	۳/۲۵*	۴/۶۷ns	۱/۰۰ns	۰/۰۲ns	۰/۲۱ns	۰/۲۷ns	۰/۲۰ns
خطا	۱۲	۰/۹۴	۰/۸۲	۲/۰۱	۰/۳۶۸	۰/۶۶	۱/۲۰	۰/۳۹	۰/۳۶
C.V درصد	–	۳/۱۹	۰/۶۴	۱/۰۳	۱/۶۷	۴/۴۵	۱/۴۶	۱/۸۷	۶/۳۲

ns اختلاف معنی دار نیست، ** معنی دار در سطح ۱٪ ، * معنی دار در سطح ۵٪

اثرات ساده فشردگی خاک بر غلظت عناصر کم مصرف برگ و غده سیب زمینی در سطح یک درصد معنی دار شد. همچنین اثرات ساده باکتری های محرک رشد به جز غلظت عنصر روی برگ و غده و نیز مس غده که در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شدند، غلظت سایر عناصر در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. در اثرات متقابل سطوح مختلف فشردگی خاک و باکتری های محرک رشد، غلظت آهن برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین ها نشان داد که بالاترین غلظت عناصر پر مصرف از سطح تیمار شاهد فشردگی خاک (۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب) بدست آمد و کمترین غلظت این عناصر نیز از سطح سوم فشردگی خاک بدست آمد (۱/۸ گرم بر سانتی متر مکعب) که بیشترین تا ثیر فشردگی خاک بر فسفر برگ بود که در سطح سوم فشردگی خاک ۵۰ درصد کاهش غلظت نسبت به شاهد نشان داد. غلظت پتاسیم و نیتروژن برگ در سطح سوم فشردگی خاک به ترتیب نسبت به شاهد ۴۳ و ۴۵ درصد کاهش داشتند. همچنین مقایسه میانگین ها نشان می دهد که غلظت کلیه عناصر پر مصرف در تیمار تلقیح شده با باکتری های محرک رشد به طور معنی داری نسبت به تیمار تلقیح نشده با باکتری های محرک رشد افزایش یافته است. در مورد غلظت عناصر کم مصرف برگ و غده سیب زمینی نیز بالاترین غلظت این عناصر از تیمار شاهد فشردگی خاک (۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب) که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با سطح دوم و سوم فشردگی خاک داشت، بدست آمد. اما بالاترین غلظت عناصر کم مصرف برگ و غده سیب زمینی از تیمار تلقیح با

باکتری های محرک رشد بود که اختلاف معنی داری با تیمار تلقیح نشده با باکتری داشت. همچنین مقایسه میانگین های اثرات متقابل این دو تیمار بر عناصر پر مصرف و کم مصرف نشان می دهد که بالاترین غلظت پتاسیم غده و آهن برگ از سطح اول فشردگی خاک و سطح اول باکتری های محرک رشد (تلقیح با باکتری) بدست آمد.

نتیجه گیری

به دلیل ممانعت فشردگی خاک از گسترش ریشه، جذب عناصری که بوسیله پدیده انتشار در خاک حرکت می کنند (فسفر و پتاسیم) کاهش می یابد در نتیجه غلظت آنها در گیاه کمتر می شود. نیتروژن خاک نیز به دلیل فشردگی و عدم تهویه مناسب خاک که باعث پدیده دنیتریفیکاسیون در خاک میشود، باعث هدر رفت نیتروژن خاک می گردد و در نتیجه غلظت آن در گیاه کاهش می یابد (لیپیک و استپنیوسکی، ۱۹۹۵). فشردگی خاک تخلخل تهویه ای را کاهش می دهد بنابراین سرعت تنفس را که برای جذب فعال عناصر غذایی، حیاتی می باشد کاهش می دهد (رحمان و ایتو، ۱۹۹۸). تاثیر مثبت باکتری های محرک رشد نیز بر جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف به دلیل تولید متابولیت های خاص مشهود می باشد ولی بیشترین تاثیر آن بر غلظت آهن برگ و غده سیب زمینی بود که به دلیل تولید سیدروفور می باشد. در خاک های فشرده غلظت آهن برگ با کاربرد باکتری های محرک رشد افزایش داشت که این موضوع می تواند به دلیل تولید سیدرفور باشد که با کلات سازی، جذب آن را تسهیل و غلظت آن را در گیاه افزایش داده است. ساخت هورمون هایی مثل اکسین و سیتو کینین توسط باکتری های محرک رشد و تحریک رشد ریشه باعث افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی میگردند (دبلار و همکاران، ۲۰۰۳). اگرچه باکتری های محرک رشد مفید می باشند ولی کاربرد آنها در خاک های فشرده نمی تواند بطور کامل اثرات سوء فشردگی خاک را کاهش دهد.

منابع

خاوازی، ک. و ملکوتی، م. ج . ۱۳۸۰. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران. ۶۰۴ صفحه.

زارعیان، س (۱۳۶۴)، اثر رطوبت خاک روی مقاومت کششی گاوآهن و درجه پودر شدن خاک، مجله علوم کشاورزی ایران، شماره‌های ۱،۲،۳ و ۴ : ۱۶-۱۱.

Dobbelaere S, Vanderleyden J, and Okon Y, 2003. Plant growth-promoying effects of diazotrofs in the rhizosphere. Critical Reviews of Plant science. 22: 107-149.

Lipiec J, and Stepniewski W, 1995. Effects of soil compaction and tillage systems on uptake and losses of nutrients. Soil Tillage Research. 35, 37–52.

Rahman MH, and Ito M, 1998. Compaction and moisture effects on phase composition of an Andisol. Bangladesh Journal of Soil Science., 25: 125–33.

Carlot M, Giacomini A, and Casella S, 2002. Aspect of plant-microbe interactions in heavy metal polluted soil. Acta Biotecnology. 22: 13-20.