بررسی تأثیر باکتری های محرک رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد ذرت دانه ای و کاهش مصرف کود پتاسیمی در ایستگاه تحقیقاتی شاوور

ابراهیم جواهری و سید محمدهادی موسوی فضل[1]
اعضای هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کاربرد کود بیولوژیکی محرک رشد (PGPR) بر عمکرد ذرت با هدف کاهش مصرف کود پتاسیم، آزمایشی به شکل بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار و پنج تیمار به مدت دو سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور اجرا گردید. محاسبات آماری نشان دادند کاربرد کود بیولوژیکی محرک رشد همراه کود پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس آزمون خاک با تولید ۷۳۵۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کاربرد کود بیولوژیکی به تنهایی با تولید ۵۳۹۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را به خود اختصاص داده اند. همچنین میزان عملکرد زیست توده برای تیمارهای اول و پنجم به ترتیب ۲۱۷۶۰ و ۱۸۷۸۰ کیلوگرم در هکتار و وزن هزار دانه برای تیمار سوم که در صدر قرار داشت ۳۰۱/۸ و برای تیمار پنجم ۲۸۳ گرم اندازه گیری شد. همچنین شاخص برداشت برای تیمار دوم ۳۴/۶۱ اندازه گیری شد. به طور کلی به منظور متعادل نمودن سطح پتاسیم موجود و به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب مصرف پتاسیم به میزان توصیه شده بر اساس آزمون خاک از منابع کودی و نیز کاربرد مواد آلی به طور مستمر قابل توصیه می‌باشد.

واژه های کلیدی: سودوموناس، پتاسیم، ذرت

مقدمه

سطح زیرکشت ذرت (*Zea mays*) در کشور حدود ۱۶۶۰۰۰ هکتار برآورد شده که از این مقدار بیش از ۵۴۰۰۰ هکتار آن به خوزستان اختصاص دارد. پتاسیم یکی از عناصر ضروری پرمصرف برای گیاهان است که نقش مهمی در رشد و توسعه آن ها ایفا می کند. تغذیه مناسب و کافی با این عنصر باعث افزایش کمیت و کیفیت آن می شود. پژوهش های انجام شده در نقاط مختلف استان خوزستان نشان می‌دهد که میزان پتاسیم قابل دسترس در خاک، کمتر از حد بحرانی است و علیرغم اعمال تیمارهای کودی پتاسیم، کمبود این عنصر مشاهده شده است. پژوهشگران علت آن را تخلیه شدید اراضی زراعی از پتاسیم و افزایش ظرفیت تثبیت پتاسیم دانسته اند. در نتیجه با افزودن کود شیمیائی به خاک، مقادیر زیادی از آن تثبیت و کمبود پتاسیم در گیاه رفع نمی‌شود (۷ ،۲و۱). در گزارش دیگری نشان داده شد که با توجه به تخلیه شدید خاک‌های مورد آزمایش، تنها با افزودن میزان زیاد کود پتاسیمی (۷۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم)، امکان افزایش پتاسیم قابل جذب و در نتیجه افزایش عملکرد وجود دارد و پتاسیم مصرفی در سطح پائین سبب افزایش پتاسیم قابل جذب خاک نمی شود (۸). نتیجه پژوهش در شرکت کشت و صنعت کارون نشان داد که در طی سالیان گذشته رس خاک به شدت تخلیه شده است و مطالعات کانی شناسی نشان داد که رس غالب ورمیکولیت می‌باشد. همچنین میزان تثبیت پتاسیم در حالت خشک و مرطوب به ترتیب به میزان ۴۰ و ۲۱ درصد تعیین شد که نشان دهنده قدرت تثبیت بالای خاک مذکور می‌باشد. همچنین با توجه به میزان تثبیت پتاسیم و نوع رس غالب با مصرف ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، میزان ویژگی های کمی و کیفی نیشکر افزایش چشمگیری را نشان داد (۳). در پژوهش دیگری با عنوان بررسی پاسخ گیاه نیشکر به پتاسیم از منابع مختلف، نشان داده شد که علیرغم اعمال تیمار کود پتاسیم، کمبود این عنصر در گیاه مشاهده شد. اما روی عملکرد کمی و کیفی نیشکر تاثیر زیادی نداشته است و این نتایج موید تحقیقات گذشته در این زمینه می‌باشد (۳). در گزارشی نشان داده شد که با توجه به تخلیه شدید خاک‌های مورد آزمایش، تنها با افزودن میزان زیاد کود پتاسیمی (۷۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم)، امکان افزایش پتاسیم قابل جذب و در نتیجه افزایش عملکرد وجود

دارد و پتاسیم مصرفی در سطح پائین سبب افزایش پتاسیم قابل جذب خاک نمی شود (۸). در بررسی دیگری که تاثیر کاربرد باکتری های محرک رشد گیاه و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت انجام شد، نتایج حاکی از افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و برخی صفات دیگر اندازه گیری شده داشت (۳). در بررسی اثر کود زیستی (میکوریزا) بر تنش خشکی بر ویژگی‌های ذرت سینگل کراس ۷۰۴ مورد آزمایش اثر مثبت آن گزارش گردید (۱۰). در حالی‌که در سالیان اخیر مصرف کمتر کودهای شیمیائی و توسعه کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته، طبق پژوهش انجام شده در منطقه، مصرف ۷۰۰ الی ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در کشت ذرت، برای رسیدن به نتیجه مطلوب رقم بالائی محسوب می‌گردد. مصرف بالای کود علاوه بر ایجاد مشکلات زیست محیطی، از لحاظ اقتصادی نیز برای کشاورز هزینه بالائی در بر دارد (۲۵). از جمله راهکارهای قابل انجام برای دستیابی به عملکرد مطلوب، استفاده از انواعی از کودهای زیستی می باشد که به محرک های رشد معروفند. این باکتری‌ها از یک یا چند مکانیسم مختلف برای تحریک رشد گیاه استفاده می‌کنند. تحریک رشد گیاهان با این مکانیسم ها می تواند به صورت مستقیم مانند بهبود تغذیه گیاهی یا غیرمستقیم مانند تأثیر بر سلامت گیاه با حذف عوامل بیماری زا انجام پذیرد (۱۸). با توجه به شرایط موجود (ظرفیت بالای تثبیت این عنصر درخاک و لزوم تامین نیاز گیاه)، استفاده از کود بیولوژیکی به منظور تحریک گیاه به افزایش رشد ریشه و پیکره، ضمن دستیابی به افزایش تولید، می‌توان انتظار کاهش هزینه ها را داشت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کاربرد کود بیولوژیکی بر عملکرد کمی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در اراضی استان خوزستان (در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور واقع در ۶۰ کیلومتری شمال اهواز که دارای تحت گروه خاک *Typic Torriorthents* و فامیلی خاک *fine, carbonatic, hyperthermic*) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار: ۱- شاهد مطلق (بدون تلقیح) و کاربرد کود شیمیائی پتاسیم به میزان توصیه شده موسسه تحقیقات خاک و آب، ۲- شاهد منفی (استفاده از مایه تلقیح اتوکلاو شده) و کاربرد کود شیمیائی پتاسیم به میزان توصیه شده (۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم)، ۳- تلقیح با کود بیولوژیکی و کاربرد کود شیمیائی پتاسیم به میزان توصیه شده، ۴- تلقیح با کود بیولوژیک و بدون کاربرد کود شیمیائی پتاسیم، ۵- تلقیح با کود بیولوژیکی و کاربرد کود شیمیائی پتاسیم ۵۰ درصد کمتر از مقدار توصیه شده، در ۴ تکرار به مدت ۲ سال اجراء شد. از سولفات پتاسیم به عنوان منبع پتاسیم برای تیمار کود پتاسیم و باکتری سودوموناس (*Pseudomonas putida strain 168*) به عنوان مایه تلقیح میکروبی استفاده گردید. مایه تلقیح به میزان ۲۵۰ سانتی متر مکعب برای ۲۵ کیلوگرم بذر طبق توصیه به روش بذرمال قبل از کشت استفاده شد. کودهای شیمیایی از منابع اوره برای نیتروژن، سوپرفسفات تریپل برای فسفر و سولفات پتاسیم برای پتاسیم بر اساس آزمون خاک تعیین و مصرف گردید. دیگر عناصر مورد نیاز گیاه بر اساس نتایج آزمون خاک، پیش از کاشت استفاده شد. همه کودهای شیمیایی و به جز اوره در مرحله کاشت به روش خاک کاربرد (پخش و زیر خاک کردن) مصرف شد. کود اوره در دو نوبت در مراحل یک ماه پس ازکاشت (۵ تا ۶ برگه شدن ذرت) و دو ماه پس از کاشت در مرحله ظهور گل های نر، به روش کود آبیاری مصرف شد. نمونه‌برداری از خاک از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری قبل و بعد از اجرای آزمایش انجام و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل غلظت عناصر (Zn، Cu، Mn، Fe، P، K، N) ، بافت، EC، CEC و pH مطابق با دستورالعمل‌های موسسه تحقیقات خاک و آب تجزیه گردید. ابعاد هر کرت آزمایشی ۹/۶ مترمربع شامل ۴ متر طول هر کرت و ۲/۴ متر عرض هر کرت (۴ پشته)، فاصله بین دو پشته ۶۰ سانتیمتر، فاصله بوته ها ۲۰ سانتیمتر به روش کپه ای انجام شد. نمونه برداری برگ زیرین بلال در مرحله ظهور گل انجام و غلظت پتاسیم اندازه‌گیری شد (۶). هنگام برداشت محصول با حذف یک متر از ابتدا و انتهای پشته در هر کرت، از محصول برداشت و عملکرد، وزن هزاردانه، زیست توده، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال یادداشت برداری شد و در نهایت محاسبات انجام و مقایسات میانگین ها به روش آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در جدول یک آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود وضعیت خاک از نظر شوری مطلوب و از نظر pH با توجه به درصد بالای آهک، خاکی آهکی محسوب می شود که از نظر جذب عناصر محدودیت هایی ایجاد می نماید. نیاز به مصرف فسفر، پتاسیم و منگنز، در غالب کود شیمیایی می باشد که بر اساس توصیه های موسسه تحقیقات خاک و آب انجام خواهد شد.

جدول ۱: برخی ویژگی های شیمیایی‌خاک مزرعه مورد آزمایش

عمق خاک	Ec	pH	T.N.V	O.C	P	K	Mn	Fe	Zn
	$dS.m^{-1}$		٪		میلی گرم در کیلوگرم				
۰-۳۰	۱/۵۵	۷/۷	٪۴۷	۰/۹	*۱۱	*۲۵۴	۱/۲	۸/۷	۱/۴

حداقل مقادیر اندازه گیری شده پتاسیم و فسفر در خاک محل آزمایش می باشد

نتایج مقایسات میانگین عملکرد، زی‌توده، وزن هزاردانه، تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف بلال در جدول ۲ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می شود بالاترین میزان عملکرد مربوط به تیمار دوم (مصرف ۱۰۰درصد پتاسیم بر توصیه آزمون خاک و استفاده از مایه تلقیح استریل شده) به میزان ۷۳۵۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار پنجم (فقط مصرف کود میکربی) به میزان ۵۳۹۵ کیلوگرم در هکتار می باشد. هرچند تیمار دوم در صدر گروه بندی قرار گرفت، اما تیمارهای اول (مصرف پتاسیم براساس آزمون خاک) با عملکرد ۷۲۱۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار چهارم با مصرف نصف کود پتاسیم همراه کود میکربی محرک رشد با عملکرد ۶۸۸۵ کیلوگرم در هکتار در یک ردیف قرار گرفتند. این نتایج با نتایج ابراهیم پور و همکاران ۱۳۹۰ و Faramarzi و همکاران ۲۰۱۲ مشابه است.

جدول ۲ میانگین مربعات عملکرد دانه، بیوماس، وزن هزاردانه، تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف بلال

تیمار	عملکرد دانه (Kg/ha)	بیوماس (Kg/ha)	وزن هزار دانه (gr)	تعداد ردیف بلال	تعداد دانه در ردیف
۱	۷۲۱۰ AB	۲۱۷۶۰A	۲۸۳B	۱۳/۷۵ B	۴۰ A
۲	۷۳۵۵ A	۲۱۲۵۰ A	۲۸۷ B	۱۴ B	۳۹/۵ A
۳	۶۴۵۸ C	۲۱۵۱۰ A	۳۰۱/۸ A	۱۴/۷۵ A	۴۰/۲۵ A
۴	۶۸۸۵ B	۲۰۱۳۰ B	۲۹۷ A	۱۴ AB	۳۸/۲۵ A
۵	۵۳۹۵ D	۱۸۷۸۰ C	۲۶۸/۸ C	۱۳/۵ B	۳۸/۲۵ A

میزان اختلاف عملکرد دو تیمار دوم و اول حدود ۲ درصد و تیمار اول و سوم بیش از ۶ درصد می باشد. تیمار شاهد (تیمار پنجم) با کمترین عملکرد به میزان ۵۳۹۵ کیلوگرم در هکتار به تنهایی در کلاس آخر رده بندی قرار گرفت. مقایسات مرکب میانگین های زی‌توده در دو سال آزمایش نشان داد که تیمارهای اول، سوم و دوم هر سه در یک گروه قرار گرفته و تیمارهای چهارم و پنجم به ترتیب هرکدام یک گروه را به خود اختصاص داده است. بالاترین عملکرد زیست توده با ۲۱۷۶۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار اول و تیمارهای سوم و دوم به ترتیب دارای عملکرد ۲۱۵۱۰ و ۲۱۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بوده اند. تیمارهای چهارم و پنجم نیز دارای عملکرد ۲۰۱۳۰ و ۱۸۷۸۰ کیلوگرم در هکتار بوده اند. نتایج مقایسات میانگین ها برای وزن هزار دانه مربوط به تیمار سوم با مصرف کود پتاسیم براساس آزمون خاک به همراه کود میکربی به میزان ۳۰۱/۸ گرم در صدرگروه است. همچنین این تیمار همراه تیمار چهارم (مصرف ۵۰ درصد کود پتاسیم براساس آزمون خاک همراه کود میکربی) در یک گروه قرار گرفتند. تیمارهای دوم و اول به ترتیب با ۲۸۷/۵ و ۲۸۳ گرم نیز گروه دوم را به خود اختصاص داده اند. تیمار پنجم (شاهد) به تنهایی آخرین کلاس رده بندی را به خود اختصاص داد. بالاترین شاخص برداشت محاسبه شده مربوط به تیمار اول با ۳۳/۸درصد می باشد. تیمارهای سوم، چهارم و دوم به ترتیب با ۳۳/۴۴، ۳۲/۰۲ و ۳۱/۹۹ درصد در رتبه

های بعدی قرار دارند. با توجه به تخلیه شدید خاک از پتاسیم (Khademi و همکاران، ۱۹۹۹. جعفرنژادی و ملکوتی، ۱۳۷۶) به دلیل کشت و کار مستمر و عدم مصرف کودهای شیمیایی به منظور متعادل نمودن سطح موجود پتاسیم، به نظر می رسد مصرف پتاسیم به میزان توصیه شده قادر به تامین نیاز گیاه نبوده و لازمست که برای تامین پتاسیم علاوه بر مصرف کود شیمیایی از منابع دیگر مانند مصرف مواد آلی وکودهای زیستی استفاده نمود تا تعادل لازم برای دستیابی هرچه بهتر گیاه به عناصر مورد نیاز فراهم گردد. در گزارش شنگ و همکاران (۲۰۰۸) تجزیه کانی های پتاسیم دار و آزادسازی پتاسیم توسط *Bacillus globisporus* Q12 با تولید اسیدهای آلی آمده است اما با توجه به نتایج به دست آمده به نظر نمی رسد *Pseudomonas putida strain 168* آنگونه که شایسته است بتواند در رها سازی و تامین پتاسیم برای گیاه موثر باشد. اگر هر کیلوگرم کود پتاسیم حدود ۱۵۰۰ تومان ارزش گذاری شود با صرفه جویی در مصرف این کود به میزان ۷۵ کیلوگرم قریب ۱۱۲۵۰۰ تومان حفظ و در عوض با مصرف حدود یک کیلوگرم از کود زیستی به ازای بذر مصرفی در هر هکتار و هزینه کرد ۲۰ هزار تومان برای این کار بیش از ۹۰ هزار تومان صرفه اقتصادی برای کشاورز خواهد داشت.

منابع

ابراهیم پور، فرشاد و همکاران. ۱۳۹۰. بررسی اثرات روش مصرف کودهای بیولوژیک در ترکیب با کودهای شیمیایی بر تولید ذرت دانه ای و برخی ویژگی های شیمیایی خاک در شرایط خوزستان، نشریه پژوهش های زراعی ایران، جلد ۱۰، شماره ۱ ص ۲۴۶-۲۴۰، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

بی نام. ۱۳۹۴. آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ج اول محصولات زراعی، تهران، ایران.

جعفرنژادی، علیرضا و عبدالعلی گیلانی. ۱۳۸۲. بررسی اثرات پتاسیم بر عملکرد سه رقم برنج و روند جذب ریز مغذی ها در استان خوزستان،گزارش پژوهشی، وزرات جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

خادمی، زهرا و ابراهیم جواهری. ۱۳۷۸. بررسی و مقایسه اثرات مقادیر مختلف پتاسیم بر عملکرد ذرت رقم ۷۰۴، چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

Khademi. Z. M.R. Balali and M.J. Malakouti. 1999. Potassium accumulation and crop response to potassium. 15 -18 May. Tehran. Iran.

Sheng, X.F. and He, L.Y. 2006. Solubilization of Potassium bearing minerals by a wild type strain of Bacillus edaphicus and its mutants and increased potassium uptake by wheat. Canadian. J. Microbiol. 52, 66-72.

.

Study the effects of Plant Growth promoting rhyzobacteria (PGPR) on corn yield and decrease potassium fertilizer

E. Javaheri, and S. MH. Mousavifaz[1]
Scientific members board of agricultural and natural resources research and education center of Khuzestan

Abstract
In order to study the effects of used biologic fertilizer (Pseudomonas putida strain 168) on corn yield (Zea mays SC- 704) for decrease the chemical potassium consumption a randomized complete block design by five treatment and four replications in shavoor research station four tow year were placed. Statistical calculate showed that PGPR consumption with potassium fertilizer (K_2So_4 150Kgha^{-1}) based on soil test was the most yield (150 kgha^{-1}). The biomass yield for the first and fifth treatment were 21760 and 18780 (150 kgha^{-1}) respectively and the weight of seed for the third treatment was measured 301.8 and 283 gr for the fifth. Index harvest for second treatment was 34.61. Generally in order to balance the potassium level and to obtain the optimum yield using organic matter and potassium is proposed based on soil test regularly.

Keywords: Pseudomonas, potassium, corn