Archive of SID

اثرات کود سوپر فسفات تریپل به همراه کود زیستی فسفاته بر جذب برخی عناصر غذایی و صفات رویشی نهال پسته

سمانه جوادی نژاد[۱]، علی عباس پور[۲]، حمیدرضا اصغری[۳]، حسین میرزایی مقدم[۴*]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۲

چکیده

به دلیل عدم مدیریت صحیح و پایدار خاک و تغذیه گیاه، تعادل عناصر غذایی در خاک و درختان پسته به هم خورده است که این امر یکی از مهمترین دلایل پایین بودن عملکرد پسته در واحد سطح در بسیاری از مناطق کشور می‌باشد. از این رو تحقیقات روی جنبه‌های مختلف تأثیر و کاربرد کودهای زیستی بر گیاه پسته ضروری به نظر می‌رسد. لذا در این پژوهش به منظور بررسی اثر کود سوپر فسفات تریپل (در سه سطح ۰ (P_0)، ۱ (P_1) و ۲ (P_2) گرم در کیلوگرم) در تلفیق با کود زیستی فسفاته بارور-۲ (در دو سطح ۰ (B_0) و ۲/۵ (B_1) گرم در کیلوگرم) بر جذب برخی عناصر غذایی (فسفر و نیتروژن) و صفات رویشی (وزن خشک، ارتفاع و طول ریشه گیاه) نهال پسته، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دامغان انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که کاربرد کود زیستی بارور-۲ در هر دو سطح کاربرد کود سوپر فسفات تریپل سبب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی (تا ۲۱٪)، فسفر (تا ۴۱٪) و نیتروژن اندام‌های هوایی (تا ۹۳٪)، ارتفاع گیاه (تا ۱۴٪) و طول ریشه (تا ۹٪) شد. در سطوح بالای کاربرد کود سوپر فسفات تریپل (۲ گرم در کیلوگرم) ارتفاع گیاه، وزن خشک و فسفر اندام‌های هوایی کاهش یافت. نتایج بیانگر این واقعیت است که کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی فسفردار از تأثیر مثبت کودهای زیستی می-کاهد. در نهایت جهت بالابردن عملکرد درختان پسته پیشنهاد می‌شود از کود زیستی به تنهایی یا همراه با مقادیر بسیار کم کودهای فسفره استفاده گردد.

کلمات کلیدی: کود بیولوژیکی، فسفر، کود شیمیایی، پسته، حاصلخیزی خاک

۱-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه آب وخاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

۲- دانشیار گروه آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

۳-دانشیار گروه زارعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

۴-استادیار گروه آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود (*نویسنده مسئول: hosseinsg@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پسته (*Pistacia vera*) متعلق به تیره سماق (Anacardiaceae) می‌باشد. این محصول در بین محصولات صادراتی ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و سهم قابل توجه آن از صادرات کشور (به طور متوسط حدود ۱۵۰ هزار تن در سال (۳۷) نشان از نقش مهم آن در اقتصاد کشاورزی ایران می‌باشد. شرایط آب و هوایی مناسب و فراوانی نسبی مناطق کشت، باعث شده تا کشور ایران با وجود عملکردی پایین در مقایسه با برخی کشورها همچنان به عنوان بزرگترین تولیدکننده و صادر کننده جهانی پسته باقی بماند (۱۴ و ۲۵). اما در طی سال‌های اخیر کشورهای دیگر تولید کننده پسته، با استفاده از فناوری‌های پیشرفته، از مناطق کشت خود به نحو موثرتری استفاده نموده‌اند و به تدریج در صدد تسلط بر بازارهای صادراتی پسته ایران هستند (۳۷). کشور ایران نیز اگر خواهان حفظ جایگاه خود در تولید و صادرات این محصول می‌باشد، بایستی با رعایت اصول علمی و مشاوره با اهل فن، هزینه‌ها را کاهش و محصول با کیفیت بالا تولید نماید (۱۰). کودهای زیستی متشکل از میکروارگانیسم‌های مفیدی هستند که هر کدام به منظور خاصی تولید گردیده و باعث تثبیت نیتروژن و رها شدن یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول آن‌ها می‌شوند. این میکروارگانیسم‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر می‌شوند و گیاه را در جذب عناصر مورد نیاز گیاه، یاری می‌کنند (۳۱). باکتری‌هایی که در ریزوسفر و بر روی ریشه گیاه مستقر شده و رشد گیاه را افزایش می‌دهند، تحت عنوان باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) شناخته می‌شوند. این باکتری‌ها از طریق مکانیزم‌های تثبیت زیستی نیتروژن، افزایش جذب و فراهمی یا محلول کردن عناصر غذایی، تولید هورمون‌های رشد گیاهی، انواع ویتامین‌ها و سیدروفورهای کلاته‌کننده آهن باعث تحریک و افزایش رشد گیاهان می‌شوند (۸). ضرورت یافتن جایگزینی مناسب برای رهاسازی فسفات‌های تجمع یافته در خاک زمانی بیشتر احساس می‌شود که دانسته شود که منابع فسفاته موجود در خاک، قابلیت تأمین فسفات مورد نیاز گیاهان، برای تولید بهینه تا ۱۰۰ سال آتی را دارا می‌باشد (۳۶). کود زیستی فسفاته بارور-۲ جاویباکتری *پانتوا آگلومرانس*سویه 5P که با تولید اسیدهای آلی باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات معدنی می‌شود و باکتری *سودوموناس پوتیدا* سویه ۱۳P که با تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات آلی آن می‌گردد، استفاده شده است. این کود زیستی را می توان در طیف گسترده‌ای از خاک‌های ایران و برای محصولات گوناگون به کار برد (۱۵ و ۱۶). با توجه به وجود خاک‌های شور و قلیا در نقاط پسته خیز ایران، این کود دارای ویژگی ارزنده‌ای می‌باشد (۱۵).

فسفر یکی از مهمترین عناصر پرمصرف مورد نیاز گیاهان می‌باشد که نقش بسیار مهمی در تولید و انتقال انرژی گیاه دارد (۳۴). کمبود فسفر در پسته باعث دیر باز شدن جوانه‌ها، رنگ‌پریدگی برگ‌ها و پیدایش نقطه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

سوخته با شکل‌های غیر یکنواخت می‌شود (۷). باکتری‌های جنس *سودوموناس* از مهمترین باکتری‌های افزاینده رشد گیاه می‌باشند که سبب محلول کردن فسفر خاک با تولید مقادیر قابل ملاحظه مواد و هورمون‌های تحریک کننده رشد، به ویژه انواع اکسین‌ها و جیبرلین‌ها، رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۳۵). محققان در بررسی‌های خود اعلام نموده‌اند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد، ضمن کاهش میزان مصرف و افزایش کارایی کودهای شیمیایی (۲۶) سبب افزایش رشد گیاهان، به واسطه افزایش جذب فسفر و سایر عناصر غذایی شده‌اند (۲۱).

در تحقیقی، آذرمی و همکاران (۲۰۱۶) دریافتند که تلقیح باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد سبب افزایش عملکرد وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی نهال‌های پسته شد. آنها عامل اصلی رشد بهتر نهال‌های پسته را به تولید هورمون‌های رشد و سیدروفور و نیز افزایش حلالیت عناصر غذایی کم محلول در خاک نظیر فسفر نسبت دادند (۱۸). آذرمی و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق دیگری بر روی نهال پسته دریافتند که افزودن باکتری‌های محرک رشد و عنصر روی، سبب افزایش معنی‌دار غلظت فسفر، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، ساکاروز، ترکیبات فنلی و شاخص پایداری غشای سلولی نهال‌های پسته در شرایط استرس شوری شد (۱۹). سرچشمه پور و همکاران (۱۳۹۲) نیز با تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفر بر محیط کشت نهال‌های پسته، افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، ارتفاع نهال و تعداد برگ به ازای هر نهال را مشاهده نمودند (۹). جانگ و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که کاربرد باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد، سبب افزایش معنی‌دار کلروفیل برگ، ارتفاع برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی نهال‌های صنوبر و نیز افزایش جذب نیتروژن و فسفر نسبت به شاهد گردید (۲۲). افزایش فسفر قابل دسترس خاک، باعث مقاومت گیاه در برابر خوابیدگی، زودرسی محصول، کیفیت بالاتر، افزایش سرعت نمو گیاهی از سبز شدن تا آغاز گلدهی و گرده افشانی شده و در نتیجه عملکرد افزایش می‌یابد (۳۲). تاکنون تحقیقات مختلفی بر روی کود زیستی بارور ۲ بر رشد و عملکرد محصولات مختلف نظیر عدس (۴)، ذرت (۱۲) انجام شده است، مطالعات کمی در زمینه تأثیر کودهای زیستی بر روی درخت پسته که یک محصول تجاری و مهم در ایران محسوب می‌شود صورت گرفته است. همچنین تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تأثیر توام کود زیستی بارور -۲ و کودهای شیمیایی فسفر بر رشد و عملکرد نهال‌های پسته در ایران گزارش نشده است. کود بارور-۲ حاوی باکتری‌های مفید حل کننده فسفات است که با ترشح آنزیم‌های فسفاتاز و نیز اسیدی کردن خاک سبب رهاسازی یون فسفات از ترکیبات کم محلول فسفر می‌شود. این امر سبب افزایش قابلیت جذب فسفر توسط گیاهان می‌گردد (۶). با توجه به مطالب مذکور، این تحقیق،

www.SID.ir

Archive of SID

به منظور بررسی اثر کود سوپر فسفات تریپل در تلفیق با کود زیستی فسفاته بارور-۲ بر جذب برخی عناصر غذایی و صفات رویشی نهال پسته و همچنین اثر این فاکتورها بر فسفر قابل جذب، فسفر محلول و pH خاک انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود زیستی فسفاته بارور-۲ در دو سطح ۰ (B_0) و ۲/۵ (B_1) گرم در کیلوگرم (بر اساس توصیه شرکت زیست فناور سبز برای هر درخت ۱ گرم و هر نهال ۰/۲۵ گرم کود بارور ۲)و کود سوپر فسفات تریپل در سه سطح ۰ (P_0) و ۱ (P_1) و ۲ (P_2) گرم در کیلوگرم پیت ماس بودند که تیمار P2 بر اساس توصیه کودی منطقه (برای درخت و نهال به ترتیب ۲۰۰ و ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل در هر هکتار) بوده است. لازم به ذکر است که کود زیستی فسفاته بارور-۲ حاوی سویه‌های باکتری سودموناس پوتیدا و پانتوا آگلومرانس بود (۱۶).

گلدان‌ها با۵۰ گرم پیت ماس به همراه مقادیر مورد نظر از تیمارهای مربوطه مخلوط گردیده و پر شدند. در تیمار B1 ۲/۵ گرم در کیلوگرم کود زیستی و در تیمارهای P1 وP2 به ترتیب ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل به هر گلدان افزوده شد. مشخصات پیت ماس مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است. این بستر از جمله محیط‌های کشت متداول جهت تکثیر نهال در منطقه دامغان می‌باشد. بذر مورد استفاده در این تحقیق پسته رقم عباسعلی بود که این رقم جزء ارقام مقاوم به سرما و پربازده در منطقه دامغان محسوب می‌شود (۲). بذرها قبل از کاشت با محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد ضد عفونی سطحی شدند. در تاریخ نهم تیرماه ۱۳۹۳ بذور جوانه زده پسته در تیمارهای حاوی کود زیستی، با مقادیر مورد نظر از کود بارور-۲ به طور جداگانه آغشته و در داخل گلدان‌ها قرار داده شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد و پس از آن با توجه به شرایط دمایی گلخانه آبیاری بر اساس ۶۰ درصد رطوبت زراعی و با وزن کردن گلدان‌ها هرهفته سه بار و بعد از یک ماه که گلدان‌های کوچک به گلدان‌های بزرگتر انتقال داده شدند، آبیاری هفته‌ای دوبار انجام گرفت.

جدول ۱- برخی ویژگیهای شیمیایی پیت ماس مورد استفاده.

ویژگی	واحد	مقدار
pH (۱ : ۵)	-	۷/۲
EC(۱ : ۵)	ds/m	۰/۶۵
نیتروژن کل*	mg/kg	۴۵۰
فسفر کل**	mg/kg	۸۵

* به روش کجلدال (۱۱)، ** به روش اسید نیتریک و اسید پرکلریک غلیظ (۲۳).

www.SID.ir

Archive of SID

برداشت نهایی در تاریخ دوازدهم آبان ماه ۱۳۹۳ صورت پذیرفت. بدین ترتیب که اندام هوایی از محل طوقه و ریشه‌ها نیز بعد از تخلیه گلدان‌ها از پیت ماس جدا شده و ابتدا با آب معمولی و سپس ۲ بار با آب مقطر شسته شدند و بعد از هوا خشک شدن، وزن اندام هوایی با ترازویی به دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. سپس اندام هوایی در داخل پاکت-های کاغذی قرار گرفتند و ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شده و مجدداً با ترازو توزین شدند. پس از هواخشک شدن بستر کشت (پیت ماس)، مقدار pH (توسط pH متر اوریون مدل ۲۶۲) در سوسپانسیون ۱ به ۵ پیت ماس به آب اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت فسفر قابل دسترس در نمونه‌ها به روش اولسن انجام گرفت (۱۱). در نمونه‌های گیاهی، صفات رویشی نظیر وزن خشک ریشه، اندام‌های هوایی، ارتفاع گیاه و طول ریشه اصلی (پس از شست و شوی کامل با فشار آب) اندازه‌گیری شد. پس از هضم نمونه‌ها با اسید نیتریک و اسید پرکلریدریک، غلظت فسفر و پتاسیم به ترتیب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNIC, 4802 UV/VIS, Double beam) و فلیم فوتومتر (NANOLYTIK, CL 378) اندازه‌گیری شد (۲۳). جهت تعیین نیتروژن کل در ریشه و اندام‌های هوایی گیاه از دستگاه کجلدال (Gerhardt, Vapodest 45, S) استفاده شد (۱۱). تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و به کمک نرم افزارMSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

الف- صفات رویشی گیاه

با توجه به جدول ۲، مشاهده می‌شود که علاوه بر اثرات اصلی، اثرات متقابل کود شیمیایی فسفر و کود زیستی بارور-۲ بر ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام هوایی نهال پسته در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. تنها اثر اصلی کود بارور-۲ بر طول ریشه گیاه در سطح ۵٪ معنی‌دار نشده است. لازم به ذکر است که به دلیل معنی‌دار نبودن اثرات ۲ فاکتور اصلی مذکور بر وزن خشک ریشه همچنین غلظت فسفر ریشه و پتاسیم ریشه و اندام هوایی و هدایت الکتریکی خاک، داده‌ها در مطالعه حاضر آورده نشده است.

شکل ۱ نشان می‌دهد که کاربرد کود زیستی فسفاته بارور-۲ به همراه کود فسفر در سطوح P_0 و P_1 توانست به‌طور معنی‌داری ارتفاع نهال پسته را نسبت به شاهد افزایش دهد. در شرایط عدم کاربرد کود فسفر استفاده از کود بیولوژیک بارور-۲ (P_0B_1) سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه به میزان ۳۰/۷۹ درصد نسبت به شاهد (P_0B_0) شد. تقی زاده و فرحوش (۱۳۹۶) نیز با کاربرد کود زیستی بارور ۲ افزایش صفات رویشی و عملکرد گیاه عدس را مشاهده نمودند (۴).

www.SID.ir

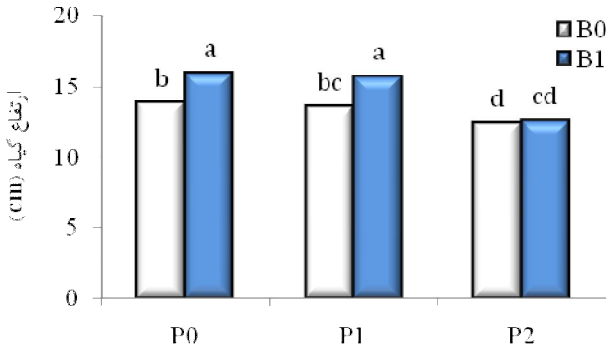
Archive of SID

بنظر می‌رسد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد ضمن کاهش میزان مصرف و افزایش کارایی کودهای شیمیایی سبب افزایش رشد گیاهان می‌شود. استفاده از کودهای فسفره در مقادیر زیاد (P_2B_1 و P_2B_0) سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه نسبت به شاهد شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس داده های مربوط به صفات رویشی نهال پسته و فسفر قابل دسترس.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)	طول ریشه گیاه (سانتیمتر)	نیتروژن گیاه (درصد)	فسفر گیاه (درصد)	فسفر قابل دسترس (میلیگرم در کیلوگرم)	pH
تکرار	۲	۰/۲۸	۰/۰۰۱	۱۸/۵۶۷	۰/۰۳	۰/۰۰۰	۲۲۵/۸	۰/۰۳۳
کود فسفر	۲	۳۲/۸۹**	۰/۲۲۷**	۱۳۸/۶۸۲**	۹/۵۵**	۰/۰۹۶**	۱۰۳۷/۶**	۰/۰۰۵^{ns}
کود بارور-۲	۲	۳۲/۳۱**	۰/۱۷۰**	۱۶/۹۱۹^{ns}	۷/۸۶**	۰/۰۷۹**	۱۰۴۰**	۰/۰۱۹^{ns}
کود فسفر* بارور-۲	۴	۱۲/۶۴**	۰/۰۷۹**	۹۴/۷۱۳**	۲/۹۵**	۰/۰۲۹**	۷۴/۷^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}
خطا	۱۶	۰/۴۶	۰/۰۰۵	۵/۷۳۵	۰/۱۱	۰/۰۰۱	۱۴۱/۲	۰/۰۲۳
ضریب تغییرات		٪۴/۸۴	٪۷/۶۶	٪۱۰/۴۵	٪۱۱/۱	٪۱۰/۰۵	٪۲۴/۱	٪۱/۹۵

** در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. ^{ns} در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست.



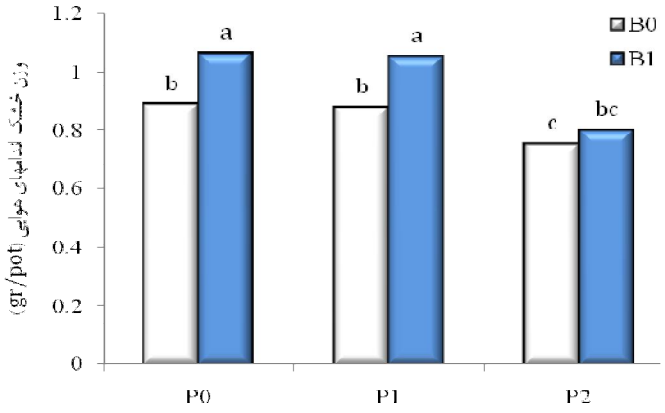
شکل۱. اثر متقابل کود شیمیایی فسفر و کود بارور-۲ بر ارتفاع گیاه.

B0: بدون کود بارور ۲،B1: تلقیح کود بارور ۲، P0، P1 و P2 به ترتیب ۰، ۱ و ۲ گرم کود سوپرفسفات تریپل بر کیلوگرم پیت ماس.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. اثر متقابل کود فسفات و کود بارور-۲ بر وزن خشک اندام هوایی نهال پسته.

B0: بدون کود بارور ۲، B1: تلقیح کود بارور ۲، P0، P1 و P2 به ترتیب ۰، ۱ و ۲ گرم کود سوپرفسفات تریپل بر کیلوگرم پیت ماس.

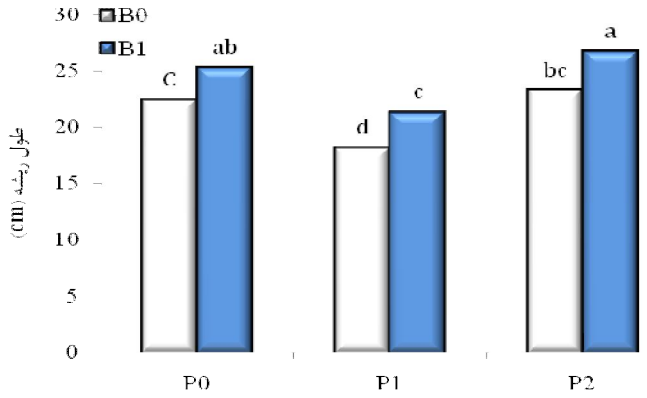
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، به کاربردن کود زیستی فسفاته بارور-۲ به همراه کود فسفات، توانسته است، وزن خشک اندام هوایی را نسبت به شاهد در تمامی سطوح فسفر افزایش دهد. همچنین نتایج بازگو کننده افزایش ۱۶/۶۸ درصدی وزن خشک اندام هوایی گیاه در تیمار P_0B_1 نسبت به تیمار شاهد (P_0B_0) می‌باشد. نتایج تحقیقات جانگ و همکاران (۲۲) نشان داد که افزودن کودهای حاوی باکتری‌هایی از جنس باسیلوس سابتیلیس توانسته است وزن خشک و ارتفاع نهال‌های صنوبر را پس از ۱۲۰ روز به ترتیب ۳۷ و ۶۲ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد. تیمارهای حاوی مقادیر زیاد فسفر (P_2B_0 و P_2B_1) سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی گیاه نسبت به تیمارهای بدون فسفر (P_0B_0 و P_0B_1) شد. باید توجه داشت که از تأثیرات افزایشی این باکتری‌ها زمانی می‌توان به خوبی بهره برد که کودهای شیمیایی به مقدار مورد نیاز در اختیار گیاه باشد. در غیر این صورت گیاه ترجیح می‌دهد که بدون صرف انرژی، از کود شیمیایی استفاده کند و کاربرد باکتری‌ها در عمل بی‌تأثیر است (۵). باساوارجا و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقات خود دریافتند که کاربرد سطوح بالای کود شیمیایی فسفر از فعالیت میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر می‌کاهد (۲۰).

شکل۳ نشان می‌دهد که تیمار B1 طول ریشه نهال پسته را نسبت به شاهد و همچنین نسبت به تیمار B2 به طور معنی‌داری کاهش داده است. این در حالی است که وزن خشک و غلظت فسفر ریشه در تیمار مذکور نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشته است (نتایج آورده نشده است). لذا می‌توان چنین استنباط نمود که رشد و

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. اثر متقابل کود فسفات و کودبارور-۲ برطول ریشه نهال پسته.

B0: بدون کود بارور ۲، B1: تلقیح کود بارور ۲، P0، P1 و P2 به ترتیب ۰، ۱ و ۲ گرم کود سوپرفسفات تریپل بر کیلوگرم پیت ماس.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستندبراساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

توسعه ریشه‌های جانبی در تیمار مذکور زیاد بوده که علی رغم کاهش نیافتن وزن خشک ریشه، طول ریشه در این تیمار کاهش یافته است. کود زیستی فسفاته بارور-۲ سبب افزایش معنی‌دار طول ریشه نهال پسته گردیده است. تغییر در اندازه و مورفولوژی خارجی و داخلی ریشه‌ها به دلیل تأثیر مثبت باکتری‌های محرک رشد، بر توانایی ریشه در دسترسی به حجم وسیع‌تر خاک اثر گذاشته و قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی و آب را افزایش داده که در نهایت منجر به افزایش کارایی مصرف کود و عملکرد بیشتر خواهد شد (۳۵). آنچه که تا به امروز مشخص شده تأثیر PGPR بر مورفولوژی ریشه بیشتر به واسطه تولید هورمون‌های محرک رشد می‌باشد که توسط این گروه از باکتری‌ها تولید می‌شود (۳۱). این باکتری‌ها با ترشح ترکیباتی شبیه هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین، جیبرلین و سیتوکینین سبب ایجاد تارهای کشنده، ریشه‌های جانبی و برجستگی‌هایی در سطح ریشه می‌نمایند که این تغییر در شکل ریشه برجذب مواد غذایی از خاک تأثیر می‌گذارد (۳۵).

ب: غلظت عناصر غذایی در نهال پسته

با توجه به جدول۲ مشاهده می‌شود که علاوه بر اثرات اصلی، اثرات متقابل کودشیمیایی فسفر و کود زیستی بارور-۲ بر غلظت نیتروژن و فسفر نهال پسته در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. شکل ۴ بیانگر افزایش معنی‌دار فسفر اندام هوایی در اثر کاربرد کود فسفاته زیستی بارور-۲ در شرایط بدون کود فسفر (P_0) و مقدار کم فسفر (P_1) بوده است. در مقادیر زیاد فسفر (P_2) کود بارور-۲ تأثیر منفی بر مقدار فسفر اندام‌های هوایی گیاه داشته است. به نظر می‌رسد

www.SID.ir

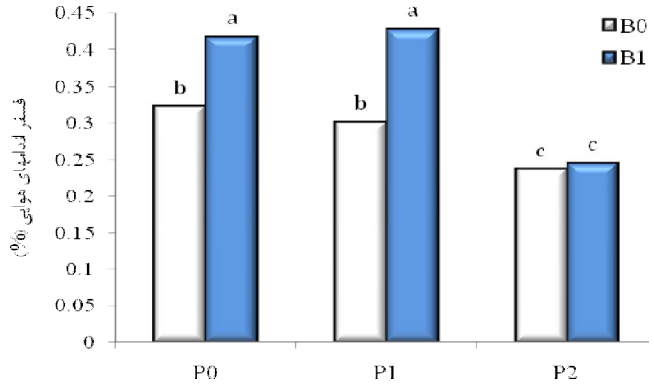
Archive of SID

افزایش فسفر پیکره گیاهی در تیمارهای مذکور به دلیل نقش بسیار مهم میکروارگانیسم‌های حل کننده‌ی فسفات موجود در ساختار کود بیولوژیک برای فراهمی و جذب بیشتر این عنصر می‌باشد. سینگ و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه به همراه سطوح مختلف کود فسفر، موجب بهبود معنی‌دار رشد گیاه عدس در مقایسه با شاهد می‌شود (۳۰). سینگ و کاپور (۱۹۸۸) نیز گزارش کردند که تلقیح میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات با سنگ فسفات و یا بدون آن، باعث افزایش عملکرد باقلا می‌شود و جذب فسفر توسط گیاه نسبت به شاهد تلقیح نشده افزایش می‌یابد. مقادیر زیاد فسفر از تأثیر مثبت کودزیستی فسفاته بارور-۲ کاسته است (۲۹). واضح است که با گسترش ریشه گیاه و به دنبال آن افزایش سطح جذب، فسفر بیشتری جذب می‌گردد به طوری که فسفر در مقادیر پایین‌تر به دلیل کمبود و در مقادیر بالاتر به دلیل تجمع بیش از حد فسفر و نقش منفی آن درجذب برخی عناصر غذایی نظیر روی و مس می‌تواند رشد گیاه را دچار محدودیت نماید (۳۳ و ۳۶). توحیدی نیا و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود بر روی گیاه ذرت به نتایج متفاوتی دست یافتند. آنها با کاربرد توام کود بارور-۲ و کود شیمیایی فسفر در سطوح ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار بر گیاه ذرت دریافتند که در سطوح بالاتر فسفر تأثیر کود زیستی بارور-۲ بر صفات رویشی گیاه ذرت بهتر بوده است (۶). بایستی یادآور شد که بخش عمده فسفر موجود در کودهای فسفره به صورت ترکیبات نامحلول در خاک‌های آهکی رسوب نموده و از دسترس ریشه گیاه خارج می‌گردد (۲۴ و ۳۶). دراین تحقیق pH بستر کشت ۷/۲ بوده است (جدول ۱) و افزودن تیمارهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر pH بستر کشت نهال‌های پسته نگذاشته است (جدول ۲). لذا با توجه به خنثی بودن pH بستر کشت (پیت ماس) در این تحقیق، رسوب ترکیبات نامحلول فسفات‌های کلسیم کمتر اتفاق خواهد افتاد و حلالیت فسفر در این بستر کشت در اثر افزودن مقادیر زیاد کود فسفر خواهد بود (۱۷). بنابراین، دلیل احتمالی روند کاهش میزان غلظت فسفر اندام‌های هوایی نهال پسته در سطوح بالای کود فسفره سوپر فسفات تریپل ایجاد مسمومیت در محیط ریشه گیاه و در نتیجه تأثیر منفی بر جذب عناصر غذایی از خاک داشته است (۱). بایستی یادآور شد که به دلیل پایین بودن ظرفیت بافری در محیط‌های کشت بدون خاک نسبت به محیط خاک، حلالیت فسفر بیشتر می‌باشد (۱۷).

با توجه به شکل۵ کاربرد توام کودبارور-۲ و کود فسفات تأثیر مثبت در نیتروژن گیاه داشته و سبب افزایش آن نسبت به شاهد شده است که با تحقیقات جانگ و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت (۲۲). این افزایش می‌تواند به دلیل نقش بسیار مهم عنصر فسفر باشد، زیرا برای جذب نیتروژن و تغییر و تحولات آن در داخل گیاه نظیر احیای نیترات به آمونیم، انرژی فراوان مورد نیاز است که با وجود فسفر کافی و ATP فراوان تامین می‌شود (۲۲ و ۲۴).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. اثر متقابل کود فسفات و کود بارور-۲ بر غلظت فسفر اندام هوایی نهال پسته.

B0 : بدون کود بارور ۲، B1: تلقیح کود بارور ۲، P0، P1 و P2 به ترتیب ۰، ۱ و ۲ گرم کود سوپرفسفات تریپل بر کیلوگرم پیت ماس.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

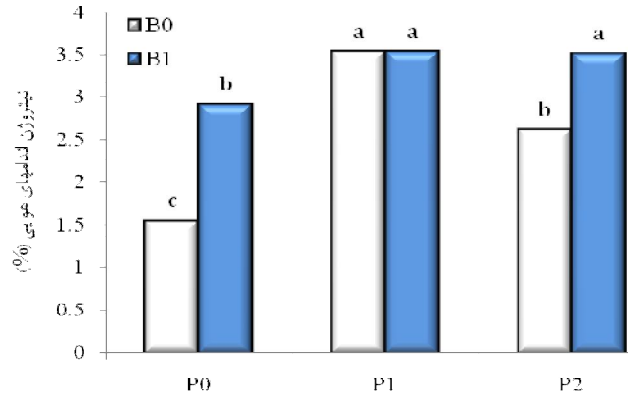
میکروارگانیسم‌های محرک رشد به طرق مختلف سبب افزایش جذب عناصر غذایی و به تبع آن رشد بهتر ریشه و اندام‌های هوایی گیاهان می‌گردند. از جمله این مکانیسم‌ها می‌توان به تولید هورمون‌های رشد، افزایش معدنی شدن ترکیبات آلی نیتروژن دار، بهبود شرایط تثبیت بیولوژیکی نیتروژن به طریق آزادزی و همیاری، افزایش حلالیت ترکیبات معدنی کم محلول به ترکیبات محلول‌تر و تولید ترکیبات آلی کلات کننده عناصر کم محلول موجود در خاک اشاره نمود (۲۷ و ۲۸). بنابراین نقش غیر قابل انکار کود بیولوژیک را در این عامل می‌توان دخیل دانست. محققان دریافتند که حضور این گونه کودهای بیولوژیک نه تنها سبب افزایش جذب عناصر معدنی نظیر نیتروژن می‌شوند، بلکه قادرند در چرخه بیوژئوشیمیایی عناصر غذایی در خاک نیز مداخله کنند و از طریق تسهیل حلالیت عناصر معدنی، موجب جذب کارآمد آنها توسط گیاه شوند (۳۱).

ج: فسفر قابل دسترس، فسفر محلول و pH خاک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۲)، نشان داد که تنها اثرات اصلی کود فسفر و کود بارور-۲ بر فسفر قابل دسترس خاک در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. شکل ۶ نشان می‌دهد که با اضافه شدن کود شیمیایی فسفر، فسفر قابل دسترس خاک به طور معنی‌داری افزایش یافته است، این در حالی است که کاربرد مقادیر زیاد کود سوپر فسفات تریپل سبب کاهش غلظت فسفر اندام‌های هوایی گیاه شد (شکل ۴). به نظر می‌رسد که فسفر زیاد از طریق واکنش با سایر

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. اثر متقابل کود فسفات و کود بارور-۲ بر غلظت نیتروژن اندام هوایی نهال پسته.

B0: بدون کود بارور ۲، B1: تلقیح کود بارور ۲، P0، P1 و P2 به ترتیب ۰، ۱ و ۲ گرم کود سوپرفسفات تریپل بر کیلوگرم پیت ماس.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

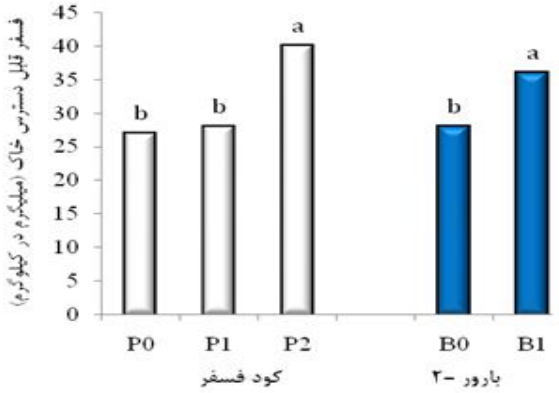
عناصر غذایی مورد نیاز گیاه نظیر روی، مس و آهن سبب کاهش رشد نهال‌های پسته و در نتیجه کاهش جذب فسفر از محیط کشت شده است. اگر چه قول‌لرعطا (۱۳) نیز در پژوهش خود مشاهده کرد که افزایش فسفر خاک به طور معنی‌داری، فسفر قابل دسترس خاک را افزایش می‌دهد، اما باید توجه داشت که بالا بردن سطح فسفر قابل استفاده، همواره دستاورد ملموسی به دنبال نخواهد داشت. یک آزمایش دراز مدت نشان داد که اضافه کردن بیشتر کود فسفاتی، هر چند که میزان فسفر قابل دسترس خاک را افزایش می‌دهد، اما در میزان برداشت فسفر به وسیله گیاه تأثیری ندارد. به عبارت دیگر هر قدر فسفر قابل دسترس خاک بیشتر باشد، برداشت گیاه بیشتر معطوف به این منبع بوده و از منبع غیر قابل دسترس کمتر استفاده می‌شود. ولی اگر فسفر قابل دسترس در سطح پایینی باشد، عکس این حالت رخ خواهد داد. در طولانی مدت، برداشت گیاه از هر دو خاک (با فسفر قابل دسترس زیاد و کم) یکسان می‌باشد و مصرف زیادتر فسفر در این حالت نه تنها هزینه تولید را افزایش می‌دهد (۳)، بلکه بر جذب سایر عناصر غذایی تأثیر منفی خواهد گذاشت (۳۳). ژانگ و همکاران (۲۰۱۷) در یک آزمایش مزرعه‌ای ۳ ساله بر روی گیاه ذرت دریافتند که کاربرد کود فسفر، مقدار مس و روی گیاه را نسبت به شاهد (بدون کاربرد کود) به طور معنی‌داری کاهش داد، اگر چه بر غلظت آهن و منگنز گیاه بی‌تأثیر بود (۳۶).

مطابق شکل ۶ کاربرد کود زیستی فسفاته بارور-۲ سبب افزایش معنی‌دار فسفر قابل دسترس خاک شده است. در اکثر تحقیقات انجام یافته، تولید اسیدهای آلی و غیر آلی از جمله مکانیسم‌های عمده انحلال فسفات توسط میکروارگانیسم‌ها ذکر شده است (۳۶ و ۲۷). در این تحقیق به خاطر پایین بودن pH اولیه پیت ماس (۷/۲ در

www.SID.ir

Archive of SID

سوسپانسیون ۱ به ۵ پیت ماس به آب)، افزودن کود زیستی، تأثیر معنی‌داری بر pH بستر کشت نداشته است (جدول ۲). بخشی از این افزایش قابلیت دسترسی فسفر در اثر کاربرد کود بارور-۲ ممکن است، به خاطر تولید ترکیبات آلی کمپلکس کننده فسفر باشد. در این تحقیق، ترکیبات حاصل از فعالیت باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد و نیز ترشحات ریشه در شرایط حضور باکتری‌های مذکور اندازه‌گیری نشده است، لذا در این خصوص نیاز به تحقیقات بیشتر می‌باشد.



شکل۶. اثرات اصلی کاربرد کود شیمیایی فسفاته (راست) و کود بارور-۲ (چپ) بر فسفر قابل دسترس خاک.

B0: بدون کود بارور B1،۲: تلقیح کود بارور ۲، P0، P1 و P2 به ترتیب ۰، ۱ و ۲ گرم کود سوپرفسفات تریپل بر کیلوگرم پیت ماس.

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه گیری کلی

افزودن کود فسفره به صورت سوپر فسفات تریپل و نیز کاربرد کود زیستی بارور-۲ سبب افزایش قابلیت دسترسی فسفر محیط کشت گردید. اما این کودها تأثیر معنی‌داری بر pH محیط کشت نداشت. کاربرد کود زیستی بارور-۲ افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی، فسفر و نیتروژن اندام‌های هوایی، ارتفاع گیاه و طول ریشه نهال پسته را به همراه داشت و تأثیر این افزایش در سطوح کمتر کود شیمیایی بارزتر بود. نتایج همچنین نشان داد که کارایی کود زیستی به قابلیت دسترسی فسفر محیط کشت و به عبارتی دیگر به مقدار کود فسفره مصرفی بستگی داشت و حداکثر عملکرد کود زیستی در مقادیر کم کاربرد کود فسفره اتفاق افتاد. همچنین با افزایش میزان فسفر از حد مطلوب آن، از کارایی کودهای زیستی کاسته شد. علاوه بر این، نتایج این تحقیق نشان داد که کود بارور-۲ بدون افزودن کودهای شیمیایی فسفره یا در حضور مقدار کم آنها تأثیر بهتری بر رشد و عملکرد نهال پسته داشته است. لذا

www.SID.ir

Archive of SID

توصیه می‌شود که از کودهای زیستی فسفره به جای کودهای شیمیایی در بسترهای کشت نهال‌های مختلف به‌ویژه نهال پسته استفاده گردد. در پایان، پیشنهاد می‌شود که به منظور درک بهتر تغییر و تحولات فسفر خاک و گیاه، اندازه‌گیری عناصر غذایی کم مصرف، نظیر مس و روی نیز بررسی شود.

منابع

۱- اصلانی، ز. ع. حسنی، م. ح. رسولی صدقیانی، ف. سفیدکن، و م. برین. ۱۳۹۱. تأثیر دو گونه قارچ آربوسکولار مایکوریزا بر رشد، مقادیر کلروفیل و جذب فسفر در گیاه ریحان(*Basilicum L Ocimum*) تحت شرایط تنش خشکی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳:۲۷. ۴۸۶-۴۷۱.

۲- افشاری، ح. حکم‌آبادی، ح. عبادی، ع. عرب، ح. قربانیان، ع. ۱۳۸۸. بررسی مقاومت به سرمای بهاره برخی ارقام تجاری پسته منطقه دامغان. فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. شماره ۱۸. ۷۶-۶۰.

۳- بهنام، م. و س. م. وفایی.۱۳۸۶. ضرورت تولید و کاربرد کودهای فسفاته بیولوژیکی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی. اطلاع رسانی آموزش و ترویجی، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان میانه، آذربایجان شرقی.

۴- تقی‌زاده، ف. و فرح‌وش، ف. ۱۳۹۶. بررسی امکان جایگزینی کود زیستی بارور-۲ با کود شیمیایی فسفاته در زراعت عدس (*Lens culinaris*). مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. سال نهم. شماره ۳۱. ۱۳۹-۱۲۴.

۵- توحیدی مقدم، ح. ر. حمیدی آ، ف. قوشچی، و ا. موسوی. ۱۳۸۵. کاربرد کودهای بیولوژیک به منظور بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی در زراعت سویا. نهمین کنگره علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان.

۶- توحیدی نیا،م. ع.، د. مظاهری، س. م. ب. حسینی،و ح. مدنی.۱۳۹۲. اثر مصرف توام کود زیستی بارور-۲ و کود شیمیایی فسفر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجلهعلومزراعی ایران ۱۵ (۴): ۳۲۴-۳۱۲.

۷- پناهی، ب.، ع. اسماعیل پور، ف. فربود، م. موذن پور و ح. فریورمهین. ۱۳۸۱. راهنمای پسته (کاشت، داشت، برداشت). وزارت جهادکشاورزی معاونت جهادکشاورزی، معاونت آموزش وتجهیزنیروی انسانی، انتشارات آموزش کشاورزی.

www.SID.ir

Archive of SID

۸- حاجیلو، م. سلیمی، ح. اصغری، ح. ر. خاوازای، ک. ۱۳۸۹. استفاده از باکتری های محرک رشد گیاه به عنوان کود زیستی در جهت پایداری اکوسیستم های زراعی. اولین کنگره چالشهای کود در ایران : نیم قرن مصرف کود ، تهران هتل المپیک

۹- سرچشمه‌پور، م. بشارتی، ح. ثواقبی، غ. ر. ۱۳۹۴. افزایش کارایی خاک فسفات با استفاده از برخی ریز جانداران بومی باغ‌های پسته برای بهبود رشد و تغذیه دانهال پسته در تنش شوری. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). سال ۲۹، شماره ۳. ۳۸۱-۳۷۱.

۱۰-شجاع الدینی، م. ۱۳۸۲. پسته، آفات، کمبودهاو بیماری ها. انتشارات فروزش. کرج. ۳۵-۳۹.

۱۱-علی احیایی، م. و ع. ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۲.شرحروشهای تجزیهشیمیایی خاک (جلد اول). نشریه ۸۹۳. موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، تهران. ۱- ۷۷.

۱۲-فرحوش، ف. رحمتی، ع. جعفری، ف. امیر حلاجی، ح. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر چهار نوع کود بیولوژیک (نیتروکسین، ازتوباکتر، فسفاته بارور، فسفاته گرانوله) و کودهای شیمیایی فسفاته و نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید ۷۰۴ ذرت. مجله پژوهش در علوم زراعی. سال چهارم. شماره ۱۴. ۹۲-۸۱.

۱۳-قول‌لرعطا، م. ۱۳۸۴. اثر تلقیح میکوریزایی بر عملکرد شبدر برسیم و جذب عناصر غذایی در سطوح مختلف شوری و فسفر خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهر کرد.

۱۴-کرباسی، ع. و توحیدی، الف. ح. ۱۳۹۳. عوامل موثر بر صادرات پسته ایران. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. جلد ۷، شماره ۱. ۱۱۲-۹۱.

۱۵-ملبوبی، م. ع. ۱۳۸۶. ویژگی‌های کود زیستی فسفات بارور ۲ . جهاد دانشگاهی. زیست فناور سبز، ۱۰۴-۱۲۷.

۱۶- یخچالی، ب. افضل القوم، الف. ح. یگانگی، پ. شورگشتی، ح. صیامی، الف. علوی، س. م. (۱۳۹۰). بهینه سازی شرایط رشد باکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاه کود زیستی فسفاته بارور ۲. مجله زیست شناسی ایران. جلد ۲۳. شماره ۴. ۵۰۶-۴۹۴.

17- Abbaspour, A. and Arocena, J. M. 2012. Evaluation of Chloropyromorphite Stability in the Rhizosphere of Brassica juncea and Medicago sativa in a Sand Culture. Journal of Envirinmental Quality. Technical reports. 1525-1530.

18- Azarmi, F. Mozafari, V. Abbaszadeh Dahaji, P. and Hamidpour, M. 2016. Biochemical, physiological and antioxidant enzymatic activity responses of pistachio seedlings treated with plant growth promoting rhizobacteria and Zn to salinity stress. Acta Physiol Plant 38:21-34

19- Azarmi, F. Mozaffari, V. Hamidpour, M. and Abbaszadeh-Dahaji, P. 2016. Interactive Effect of Fluorescent Pseudomonads Rhizobacteria and Zn on the Growth, Chemical Composition, and Water

www.SID.ir

Archive of SID

Relations of Pistachio (Pistacia vera L.) Seedlings under NaCl Stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 47:8. 955-972.

20- Basavaraja, M. Srikantaiah, S. Umesha, K. Prasanna, S. Lakshmipathi, N. 2014. Growth and Dry matter production of soybean as influenced by beneficial microorganisms under field conditions. Curr Agri Res. 2:1. doi: http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.2.1.09.

21- Cakmakci, R. Figen, D. Aydin, A. Fikrettin, S. and Sahin, F. 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biology and Biochemistry 38: 1482-1487.

22- Jang, J. H. Kim, S. H. Khaine, I. Kwak, M. J. Lee, H. k. Lee, T. Y. Lee, W. Y. Woo, S. Y. 2018. Physiological changes and growth promotion induced in poplar seedlings by the plant growth-promoting rhizobacteria *Bacillus subtilis* JS. Photosynthetica. 56: 4. 1188-1203.

23- Miller, R.O. 1998. Nitric-perchloric acid wet digestion in an open vessel. In 'Handbook of reference methods for plant analysis'. (Ed. YP Kalra). Chapter 5. pp. 57–61.

24- Oliveira, C. A.Alves, M. C. Marriel, I. E. Gomes, E. A. Scotti, M. R. Carneiro, N. PGuimaraes, C.T. Schaffert R. E and Sa, N. M. 2008. "Phosphate solubilizing microorganismisolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian Cerrado Biome". Soil Biology and Biochemistry 3: 1-6.

25- Pakravan, M. R. and Kavoosi Kalashami, M. 2015. Future Prospects of Iran, U.S and Turkey's Pistachio Exports. International journal of agricultural management and development. 1:3. 181-188.

26- Pan, B. Bai, Y.M. Leibovitch, S. and Smith, D.L. 1999.Plant growth promoting rhizobacteria and kinetin as ways to promote corn growth and yield in a short growing season area. Agronomy Journal 11: 179-186.

27- Richardson A.E. Barea, G.M. McNeill, A.M. and Prigent-Combaret, C. 2009. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. Plant Soil 321:305–339.

28- Sanhita-gupta, D. Dilp, K. and Srivasta, K. 2004. Growth promotion of tomato plants by rizobacteria and imposition of energy stress on Rhizoctonia solani. Soil Biology and Biochemistry 27:1051-1058.

29- Singh, S. and K. Kapoor. 1988. Effect of inoculation of phosphate solubilizing microorganisms and arbuscular mycorrizal fungus on mungbean grown under natural soil condition. Mycoorrhiza, 7:5. 249-253.

30- Singh, N. Singh, G. Aggarwal, N. and Khanna, V. 2018. Yield enhancement and phosphorus economy in lentil (*Lens culinaris Medikus*) with integrated use of phosphorus, Rhizobiumand plant growth promoting rhizobacteria. Journal of Plant Nutrition. 41:6. 737-748.

31- Tabassum, B. Khan, A. Tariq, M. Ramzan, M. Iqbal khan, M. S. Shahid, N. Aaliya, K. 2017. Bottlenecks in commercialisation and future prospects of PGPR. Applied Soil Ecology 121:102-117.

32- Turk Z. M. A. and Tawaha, A. R. M. 2002. Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba bean (vicia faba L.minor) in the absence moisture strees. Biotechnology Argonomy Society Environment 6:3. 171-179.

www.SID.ir

Archive of SID

33- Van Den Driessche, R. 2000. Phosphorus, copper and zinc supply levels influence growth and nutrition of a young *Populus trichocarpa* (Torr. & Gray) P. deltoides (Bartr. ex Marsh) hybrid. New Forests 19: 2. 143-157.

34- Wagar, A. Shahrna, B. Zahir Z. A. and Arshad, M. 2004. Inocolation with ACC- deaminase containing rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. Pakistan Journal of Agriculture 41: 119-124.

35- Zahir, A. Z. Arshad, M. and Frankenberger, W. F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: application and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy 81: 97-168.

36- Zhang, W. Liu, D.Y. Li, C. Chen, X.P. and Zou, C.Q. 2017. Accumulation, partitioning, and bioavailability of micronutrients in summer maize as affected by phosphorus supply. European Journal of Agronomy. 86: 48-59

37- Zheng, Z. Saghaian, S. and Reed, M. 2012. Factors Affecting the Export Demand for U.S. Pistachios. International Food and Agribusiness Management Review. 15:3. 139-154.

www.SID.ir