کارگاه‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

اصول تنظیم قراردادها

مقاله نویسی علوم انسانی

مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، سال پنجم، شماره ۱۹، پاییز ۱۳۹۰، صفحه ۶۴-۵۳

اثر منابع مختلف فسفر و باکتری‌های حل‌کننده آن بر آنالیز رشد ذرت هیبرید (ksc۷۰۴)

سلیمان محمدی[۱]، لیمو هوشمند[۲]، حمدالله کاظمی‌اربط[۳]، ورهرام رشیدی[۴] و سونیا عارفی[۲*]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر منابع مختلف فسفر و باکتری‌های حل‌کننده آن بر آنالیز رشد ذرت هیبرید سینگل کراس KSC۷۰۴، آزمایشی در سال ۱۳۸۵ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش شامل، باکتری‌های حل کننده فسفات در چهار سطح شامل: شاهد، باکتری تیوباسیلوس، حل‌کننده فسفات و باکتری تیوباسیلوس+ حل کننده فسفات، فسفر مصرفی در سه سطح شامل: شاهد (عدم مصرف)، مصرف فسفر بر مبنای آزمون خاک از منبع خاک فسفات و مصرف فسفر بر مبنای آزمون خاک از منبع سوپر فسفات تریپل بود. در این مطالعه، هر ۱۵ روز یک‌بار نیم متر مربع از هر کرت برداشت و ماده خشک بوته، شاخص‌های سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد کاربرد باکتری تیوباسیلوس + حل‌کننده فسفات + سوپرفسفات تریپل موجب افزایش تولید ماده خشک در واحد سطح و سرعت رشد محصول گردید، ولی باعث کاهش سرعت رشد نسبی، به دلیل کاهش ساخت مواد فتوسنتزی شد. همچنین، شاخص سطح برگ در مراحل اولیه رشد به کندی، ولی با شروع مرحله رشد سریع گیاه، به سرعت افزایش یافت. بالاترین مقدار شاخص سطح برگ (۴/۳)، ماده خشک (۳۴۵۱ گرم در مترمربع) و سرعت رشد محصول (۵/۱۴ گرم بر مترمربع) از کاربرد تیمار باکتری تیوباسیلوس + حل کننده فسفات + سوپرفسفات تریپل به دست آمد. از طرف دیگر مصرف باکتری تیوباسیلوس + حل کننده فسفات + خاک فسفات، نتایج مشابه و نزدیک به مصرف سوپر فسفات تریپل همراه با حل کننده‌ها را نشان داده است. می‌توان نتیجه گرفت مصرف حل کننده‌ها و باکتری تیوباسیلوس برای فراهمی فسفر قابل دسترس گیاه در هر دو منبع فسفر مفید است. همچنین، وجود منبع فسفر از خاک فسفات به دلیل ارزان بودن و کاهش هزینه، قابل دسترس بودن و کاهش اثرات زیست محیطی ناشی از آلودگی کودهای شیمیایی می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای فسفاته رایج نظیر سوپر فسفات تریپل باشد.

واژگان کلیدی: آنالیز رشد، باکتری‌های حل کننده فسفات، ذرت، منابع فسفر.

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی
۲- کارشناس ارشد زراعت
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
*(نگارنده‌ی مسئول) sonyaarefi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۵
تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۶

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بخشی از توسعه اقتصادی جامعه نوین بستگی به پیشرفت کشاورزی دارد، زیرا به طور مستقیم و غیرمستقیم محصولات کشاورزی از جمله تولید گیاهان زراعی برای مصرف انسان مورد نیاز می‌باشند. با وجود این‌که افزایش قابل ملاحظه‌ای در طی بیست سال گذشته در تولید گیاهان زراعی، به‌ویژه غلات به وجود آمده است، متوسط عملکرد اکثر گیاهان زراعی هنوز کمتر از حد بالقوه آنها است(Fathi، 2000). ذرت همراه با برنج و گندم سه محصول زراعی مهم در جهان هستند که در شرایط مختلف اقلیمی در مناطق معتدله، نیمه گرمسیری و گرمسیری کشت می‌شوند. سطح زیر کشت سالیانه ذرت در جهان بیش از ۱۴۲ میلیون هکتار با تولید ۶۳۸ میلیون تن دانه است که از این مقدار حدود ۴۴ درصد آن متعلق به آمریکا می‌باشد (Anonymous, 2004). آسیب‌های زیست محیطی و تغییر ساختار فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک‌ها و مشکلات ناشی از استفاده بی‌رویه از کودها معضل اساسی قرن حاضر است (Hoseinzadeh, 2005). فسفر یکی از عناصر اصلی مورد نیاز ذرت است که در بسیاری از فرآیندهای بیوشیمیایی ترکیبات انرژی‌زا از جمله ATP، ساخت و ساز و کارهای انتقال انرژی نقش دارد. کمبود این عنصر فعل و انفعالات سوخت و ساز، نظیر تبدیل قند به نشاسته، را در گیاه متوقف می‌سازد و در نتیجه در برگ آنتوسیانین (رنگ ارغوانی) تشکیل می‌شود (Malakouti, 2000). خاک فسفات یا (سنگ فسفات) یکی از مواد اولیه مهم برای تولید کودهای فسفاته است. میزان فسفر محلول در این ماده اندک است و مقدار کل آن بر حسب نوع معدن و یا عملیات تغلیظ تا ۳۹ درصد P_2O_5 متغیر می‌باشد. ایجاد صنایع تولید کود فسفاته مستلزم صرف هزینه‌های زیادی است که انجام آن برای همه کشورها میسر نیست (Malakouti, 2000). کاربرد مستقیم خاک فسفات یکی از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌های تأمین فسفر گیاه بوده که عمدتاً در خاک‌های اسیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Chien *et al.*, 1996). استفاده از خاک فسفات به تنهایی، برای خاک‌های آهکی مناسب نیست، چون به‌طور طبیعی و به دلیل فراوانی یون کلسیم، واکنش فسفر با آن منجر به تشکیل آپاتیت می‌شود، در این راستا محققین زیادی تلاش کرده‌اند تا با استفاده از گوگرد، میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات، مواد آلی و باکتری‌های اکسید کننده گوگرد، بالاخص انواع جنس باکتری تیوباسیلوس، کارآیی کاربرد مستقیم خاک فسفات در خاک‌های آهکی را افزایش دهند (Khavazi *et al.*, 2001). باکتری‌های جنس تیوباسیلوس از مهم‌ترین و رایج‌ترین انواع باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد در اکثر خاک‌های زراعی می‌باشند (Basharati and Saleh Rastien, 2000). گایند و گاوور(Gaind and Gaur, 1991) گزارش کردند که تلفیق خاک فسفات با باکتری حل‌کننده فسفات و تیوباسیلوس باعث تجمع ماده خشک در گیاه لوبیا می‌شود، زیرا اسیدهای آلی تولید شده به‌وسیله باکتری‌های حل‌کننده فسفات و همچنین تولید آنزیم فسفاتاز به وسیله این باکتری‌ها و اسید فسفریک تولید شده توسط فعالیت باکتری‌های تیوباسیلوس می‌توانند بر خاک فسفات اثر گذاشته و باعث حلالیت فسفر و در نتیجه افزایش تجمع ماده خشک شوند. ملکوتی (Malakouti, 2000) نیز گزارش کرد که بین تراکم و فعالیت ریشه و مقدار جذب فسفر، رابطه مثبتی وجود دارد و تارهای کشنده نقش عمده‌ای در جذب فسفر و در نتیجه افزایش سرعت رشد محصول ایفا می‌کنند. با عنایت به تثبیت فسفر در خاک‌های آهکی، مصرف بیش از حد نیاز آن در گذشته، پایین بودن راندمان جذب کودهای فسفاته به وسیله گیاه و عدم آب‌شویی

Archive of SID

www.SID.ir

این ترکیبات، باید سعی شود بهترین مدیریت از لحاظ مصرف و استفاده از آنها اعمال گردد (Malakouti, 2000).

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر خاک فسفات، باکتری تیوباسیلوس و حل کننده‌های فسفات بر شاخص‌های رشد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ KSC جهت دستیابی به عملکرد مناسب، کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۹ ثانیه شمالی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۸ ثانیه شرقی و با ارتفاع ۱۳۷۱ متر از سطح دریا، بافت خاک سیلت لومی و pH= ۷/۵ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و استفاده از باکتری‌های حل کننده فسفات در چهار سطح a_1: شاهد، a_2: باکتری تیوباسیلوس (*Thiobacilus thiooxidans*) به میزان 10^7 CFU/g در بسته‌های ۱ کیلوگرمی پودر جامد مرطوب، a_3:حل کننده فسفات (فسفاته بارور ۲ که حاوی دو باکتری(*Pantoea agglomerans, Strain P5 and Pseudomonas putida, Strain P13*) به میزان 10^8 *CFU/g* در بسته‌های ۱۰۰ گرمی پودر جامد مرطوب) و a_4: باکتری تیوباسیلوس و حل کننده فسفات، فسفر مصرفی در سه سطح b_1: شاهد (عدم مصرف)، b_2: مصرف فسفر بر مبنای آزمون خاک از منبع خاک فسفات (به صورت خاک فسفات در مراکز توزیع کود وجود دارد و قابل عرضه است) و b_3: مصرف فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل بر مبنای آزمون خاک انجام شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم زدن، انجام دو دیسک عمود بر هم برای خرد کردن کلوخه‌ها، تسطیح، دندانه‌زدن و ایجاد پشته در تمام قطعه آزمایش به طور یکسان انجام شد. فواصل خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها روی خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند. هر واحد آزمایشی شامل ۵ ردیف به طول ۱۰ متر بود که دو ردیف کناری به عنوان حاشیه و سه ردیف وسط جهت نمونه‌برداری و برداشت عملکرد نهایی در نظرگرفته شدند. کاشت در نیمه دوم اردیبهشت به روش خشکه کاری در عمق ۵ سانتی‌متر صورت گرفت. به منظور سبز شدن یکنواخت و دست‌یابی به تراکم بوته مورد نظر، عملیات کاشت به صورت دستی و با تعداد ۳ بذر در هر کپه انجام شد. پس از سبز شدن و رفع خطر حمله آگروتیس در مرحله ۳- ۲ برگی پس از استقرار کامل بوته‌ها، گیاهچه‌های اضافی تنک شدند. بر اساس نتایج آزمایش تجزیه خاک، ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در مرحله آماده سازی زمین (قبل از کاشت) و در مرحلهٔ ۶ برگی به عنوان کود سرک پای بوته‌ها داده شد و کودهای فسفاته بارور ۲ و تیوباسیلوس به طور جداگانه برای هر کرت آزمایشی در ۵ لیتر آب حل گردید و در عمق ۵ سانتی‌متری پایین‌تر از محل قرارگیری بذرها با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از خطوط کاشت قرار داده شدند. خاک فسفات و سوپر فسفات تریپل نیز به طور یکنواخت در خطوطی مجاور خطوط کاشت با فاصله ۱۰ سانتی‌متر و در عمق ۵ سانتی‌متر پایین‌تر از ردیف کاشت، مصرف شدند. برای کنترل علف‌های هرز مزرعه از علف‌کش انتخابی ارادیکان برابر توصیه‌های قبل از کاشت استفاده شد و بعد از سبز شدن برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش D- ۲،۴ استفاده شد. خاک‌دهی پای بوته، سله‌شکنی و مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز زمانی که ارتفاع بوته‌ها حدود ۵۰ سانتی‌متر بود، انجام شد. در تمام طول فصل رویش، آبیاری به طور منظم و دقیق برابر نیاز آبی گیاه و میزان تبخیر از تشتک کلاس A (بر

Archive of SID

www.SID.ir

مبنای ۱۰۰ میلی‌لیتر تبخیر) به عمل آمد. نمونه‌برداری برای تجزیه و تحلیل رشد از سطح ۰/۵ متر مربع از هر کرت و هر ۱۵ روز یک‌بار با رعایت حاشیه انجام گرفت. برای هر تیمار سطح برگ به طور جداگانه اندازه‌گیری شد و جهت تعیین وزن خشک بوته، نمونه‌ها را به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده و سپس از روی وزن خشک اندام‌هوایی شاخص‌های سرعت رشد محصول (CGR)، شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد نسبی (RGR)، برای هر تیمار محاسبه شدند. مقدار درجه روزهای رشد (GDD)، برای مراحل مختلف رشد نیز بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب محاسبه گردید. بدین منظور صفر فیزیولوژیک ذرت، ۱۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد و جهت محاسبه GDD از رابطه یک استفاده شد (Zabihi, 2004).

$$GDD=\sum_{1}^{n}(\frac{T_{\max}+T_{\min}}{2}-T_b)$$ (رابطه ۱):

که در آن T_{max} حداکثر دمای روزانه، T_{min} حداقل دمای روزانه و T_b صفر گیاهی می‌باشند.

داده‌های حاصل از آزمایش به وسیله نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل آماری شدند و به وسیله آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه میانگین‌ها انجام گرفت و برای ترسیم شکل‌ها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

ماده خشک بوته

تغییرات ماده خشک بوته در شکل‌های ۱ الی ۵ نشان می‌دهد ماده خشک کل در بین تیمارهای کودی و باکتری متفاوت بود. حداکثر ماده خشک در بین تیمارهای باکتری به تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل کننده فسفات در GDD=۱۷۰۰ برابر ۳۱۴۹/۱ گرم بر متر مربع و کمترین مقدار آن در همین GDD به تیمار شاهد (بدون تیمارحل‌کننده) برابر ۲۹۲۵ گرم بر مترمربع مربوط بود (شکل ۱). بیشترین مقدار ماده خشک در بین منابع کودی مربوط به تیمار سوپر فسفات تریپل در GDD=۱۷۰۰ برابر ۳۳۲۱ گرم بر متر مربع و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) در همین GDD برابر ۲۷۳۷ گرم بر متر مربع بود (شکل ۲). در بین اثرات متقابل نیز بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به تیمار (تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات و سوپرفسفات تریپل) برابر ۳۴۵۱ گرم بر متر مربع مشاهده شد و کمترین مقدار ماده خشک مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف کود و حل‌کننده) برابر ۲۶۲۴ گرم بر متر مربع بود (شکل ۵). همانطوری که در شکل‌ها دیده می‌شود تجمع ماده خشک احتمالاً در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم بودن پوشش گیاهی به عنوان سطح دریافت کننده تشعشع خورشیدی، آهسته‌تر بوده ولی با گسترش سطح برگ سرعت تجمع آن افزایش و به حداکثر مقدار خود رسیده و در اواخر فصل رشد به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها، از سرعت رشد کاسته شده است. افزایش ماده خشک در گیاه ذرت در تیمارهای حل‌کننده و تیمارهای کودی احتمالاً به دلیل کاهش pH، افزایش حلالیت فسفر و عناصر ریز مغذی می‌باشد. طی آزمایشی، سالاردینی (Salardini, 1993) اعلام کرد که روند تجمع ماده خشک در گیاه ذرت به صورت سیگموییدی است، وی گزارش کرد که روند تغییرات تجمع ماده خشک احتمالاً ناشی از روند تغییرات جذب فسفر باشد زیرا میزان جذب فسفر در ابتدای فصل رشد به علت پایین‌بودن دما به خوبی صورت نمی‌گیرد، ولی به تدریج جذب فسفر و تجمع ماده خشک با سرعت زیادی انجام می‌گیرد و بالاخره در مراحل آخر رشد جذب فسفر متوقف می‌شود. گایند و گاوور(Gaind

Archive of SID

www.SID.ir

and Gaur, 1991) گزارش کردند که تلفیق خاک فسفات با باکتری حل‌کننده فسفات و تیوباسیلوس باعث تجمع ماده خشک در گیاه لوبیا می‌شود، زیرا اسیدهای آلی تولید شده به‌وسیله باکتری‌های حل کننده فسفات و همچنین تولید آنزیم فسفاتاز به وسیله این باکتری‌ها و اسید فسفریک تولید شده توسط فعالیت باکتری‌های تیوباسیلوس می‌توانند بر خاک فسفات اثر گذاشته و باعث حلالیت فسفر و در نتیجه افزایش تجمع ماده خشک باشند.

شاخص سطح برگ

روند تغییرات LAI در شکل‌های ۶ الی ۱۰ نشان می‌دهد که منحنی تغییرات شاخص سطح برگ لگاریتمی است. یعنی که در اواسط فصل رشد به میزان حداکثر خود می‌رسد و سپس با مرگ برگ‌های پیرتر کاهش می‌یابد. حداکثر LAI در بین منابع کودی مربوط به تیمار سوپر فسفات تریپل برابر ۴/۱ و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد برابر ۳/۸ و تیمار خاک فسفات برابر۴ بود که در GDD= ۱۳۵۰ حاصل شد (شکل ۷). تغییرات LAI در بین حل کننده‌های فسفات بسیار کم بود به طوری که LAI تیمار شاهد برابر ۳/۹ و تیمار حل‌کننده فسفات، تیمار باکتری تیوباسیلوس و تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات برابر ۴ بود (شکل ۶). در بین اثرات متقابل سطوح حل‌کننده‌ها با سطوح مختلف کودی بیشترین LAI در GDD =۱۳۰۰ مربوط به تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات و سوپرفسفات تریپل برابر ۴/۳ و کمترین مقدار LAI مربوط به اثر متقابل تیوباسیلوس و حل کننده فسفات با عدم مصرف کود برابر ۳/۸ به دست آمد و مقدار LAI برای تیمار تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات با خاک فسفات برابر ۴/۱ بود (شکل‌های ۸ الی ۱۰). چنین به نظر می‌رسد که در اوایل رشد به علت پایین بودن دما، گسترش ریشه گیاه، جذب فسفر و سایر عناصر کمتر است. با گرم شدن هوا جذب فسفر و عناصر ضروری با سرعت زیادتری انجام می‌شود و تقسیم و تکثیر سلولی و در نهایت گسترش سطح برگ افزایش می‌یابد و سبب می‌شود که بیشترین سطح برگ در مرحله ظهور گل تاجی به دست آید و پس از آن در اثر سایه‌اندازی و پیر شدن برگ‌ها، شاخص سطح برگ کاهش یابد. شاخص سطح برگ بیان کننده نسبت سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط گیاه مورد نظر می‌باشد (Gardner *et al.*, 1990). نقش مهم سطح برگ در جذب تشعشع خورشیدی و تأثیر آن بر رشد و عملکرد نهایی سویا و ذرت در تحقیقات واتسون و رامستاد (Watson and Ramstad, 1987) نیز به اثبات رسیده است.

سرعت رشد محصول

مفیدترین کمیت در تجزیه و تحلیل رشد جوامع گیاهی سرعت رشد محصول است و عبارت است از میزان افزایش وزن خشک یک اجتماع گیاهی بر واحد سطح در واحد زمان می‌باشد. نتایج تغییرات CGR در شکل‌های ۱۱ الی ۱۵ نشان می‌دهد که در بین منابع کودی بیشترین CGR مربوط به تیمار سوپر فسفات تریپل برابر ۴/۸ گرم بر متر مربع و کمترین CGR مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) برابر ۳/۹ گرم بر متر مربع و تیمار خاک فسفات برابر ۴ گرم بر مترمربع در GDD = ۱۳۰۰ حاصل شد (شکل ۱۱). در بین اثرات متقابل سطوح حل کننده‌ها با سطوح مختلف کودی بیشترین مقدار سرعت رشد محصول مربوط به اثر متقابل تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل کننده فسفات با سوپرفسفات تریپل برابر ۵/۱۴ گرم بر متر مربع بود و CGR تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات و خاک‌فسفات برابر ۴/۷۸ گرم بر مترمربع در GDD= ۱۳۰۰ حاصل شد (شکل ۱۵). در بین تیمارهای حل کننده، کمترین تغییرات سرعت رشد محصول به تیمار شاهد برابر ۴/۵۱ گرم بر متر

Archive of SID

www.SID.ir

مربع و بیشترین مقدار آن به تیوباسیلوس و حل کننده فسفات با ۴/۷۸ گرم بر متر مربع و برای تیوباسیلوس با ۴/۶۰ گرم بر متر مربع و حل کننده فسفات با ۴/۶۹ گرم بر متر مربع حاصل شد. احتمالاً CGR رابطه مستقیمی با منبع تأمین کننده فسفر، شرایط محیطی و مرحله رشد گیاه دارد و حداکثر CGR زمانی حاصل می‌شود که پوشش برگ‌ها مطلوب و در نتیجه حداکثر میزان تبدیل انرژی خورشیدی در گیاه صورت گرفته باشد. ملکوتی(Malakouti, 2000) نیز گزارش کرد که بین تراکم و فعالیت ریشه و مقدار جذب، رابطه مثبتی وجود دارد و تارهای کشنده نقش عمده‌ای در جذب فسفر ایفا می‌کنند. کوچکی و سرمدنیا (Koocheki and Sarmadnia, 1999) در رابطه با روند تغییرات CGR بیان کرده‌اند که سرعت رشد محصول در مراحل اولیه به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و جذب کمتر نور خورشید توسط گیاهان کم است. با ادامه رشد افزایش سریعی در CGR صورت می‌گیرد زیرا سطح برگ توسعه یافته و با جذب نور بیشتر، بخش کمتری از آن از لابه‌لای جامعه گیاهی بدون استفاده به سطح خاک نفوذ می‌کند.

سرعت رشد نسبی

سرعت رشد نسبی (RGR) را شاخص کارآیی نیز می‌نامند، این شاخص بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله مشخص زمانی است (Gardner *et al.*, 1990). روند تغییرات سرعت رشد نسبی نزولی است. این روند در شکل‌های ۱۶ الی ۲۰ نشان داده شده‌اند. به طوری که ملاحظه می‌شود در بین تیمارهای کودی، سرعت رشد نسبی تیمار شاهد و خاک فسفات نسبت به سوپر فسفات تریپل بیشتر است. اختلاف بین تیمار شاهد با سوپر فسفات تریپل برابر ۰/۰۰۱ گرم برگرم در ۱۱۳۸ درجه روز رشد است (شکل ۱۷). در بین تیمار حل کننده‌ها، سرعت رشد نسبی تیمار شاهد نسبت به تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات بیشتر است (شکل ۱۶). در GDD = ۱۱۳۸ اختلاف بین سرعت رشد نسبی تیمار شاهد با باکتری تیوباسیلوس و حل کننده فسفات ۰/۰۰۰۵ گرم بر گرم، با تیمار باکتری تیوباسیلوس ۰/۰۰۱ گرم بر گرم و با تیمار حل‌کننده فسفات ۰/۰۰۰۵ گرم بر گرم می‌باشد. چنین به نظر می‌رسد که روند تغییرات RGR با توجه به روند رشد گیاه قابل توجیه باشد، زیرا با افزایش سن گیاه، سرعت رشد نسبی کاهش می‌یابد. این کاهش به این دلیل است که قسمت هایی که به گیاه افزوده می‌شوند بافت‌های ساختمانی هستند نه متابولیکی و چنین بافت‌هایی سهمی در میزان رشد ندارند. کاهش سرعت رشد نسبی همچنین تا اندازه‌ای با کمی جذب نور (در سایه قرار گرفتن) و افزایش سن برگ‌های پایین‌تر گیاه نیز مرتبط است. واتسون و رامستاد (Watson and Ramstad, 1987) نیز گزارش کرد که سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر دلیل اصلی نزولی بودن سرعت رشد نسبی است.

نتیجه‌گیری کلی

بالاترین مقدار شاخص سطح برگ (۴/۳)، ماده خشک (۳۴۵۱ گرم بر متر مربع) و سرعت رشد محصول (۵/۱۴ گرم بر متر مربع) از کاربرد باکتری تیوباسیلوس + حل کننده فسفات + سوپرفسفات تریپل به دست آمد. از طرف دیگر، مصرف باکتری تیوباسیلوس + حل کننده فسفات + خاک فسفات، نتایج مشابه و نزدیک به مصرف سوپر فسفات تریپل همراه با حل کننده‌ها را نشان داده است. می‌توان نتیجه گرفت مصرف حل کننده‌ها و باکتری تیوباسیلوس برای فراهمی فسفر قابل دسترس گیاه برای هر دو منبع فسفر مفید بوده است. همچنین، وجود منبع فسفر از خاک فسفات به‌دلیل ارزان بودن و کاهش هزینه، قابل دسترس بودن و کاهش اثرات

Archive of SID

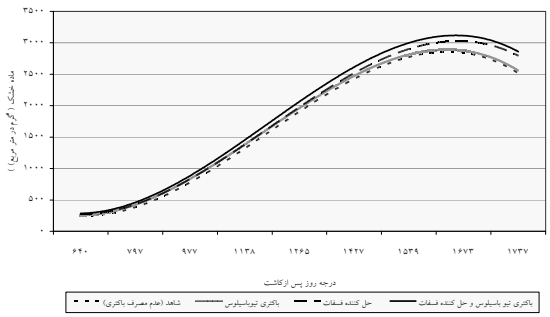
www.SID.ir

زیست محیطی ناشی از آلـودگی کودهـای شـیمیایی می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای فسفاته رایـج نظیر سوپرفسفات تریپل باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه های فیزیکی وشیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش

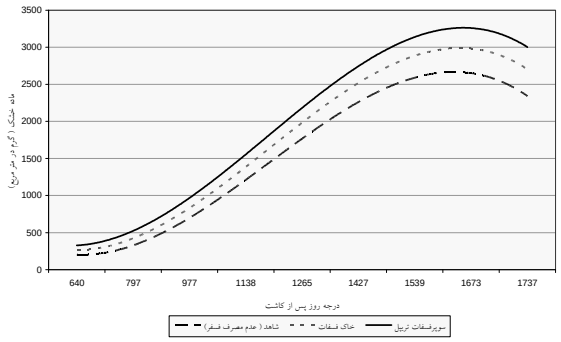
Table 1- results of soil decomposition test

بافت خاک Soil Tex	رس ٪ Clay	لای ٪ Silt	شن ٪ Sand	پتاسیم قابل جذب p. p. m	فسفر قابل جذب p. p. m	ازت کل N ٪	کربن آلی ٪O. C	درصد مواد خنثی شونده ٪T. N. V	اسید کل اشباع Ph	هدایت الکتریکی EC ×۱۰^{۳}	درصد S.P	عمق Depth
S:L	21	52	27	259	7.18	0.19	1.89	14.25	7.70	0.77	28	0-30



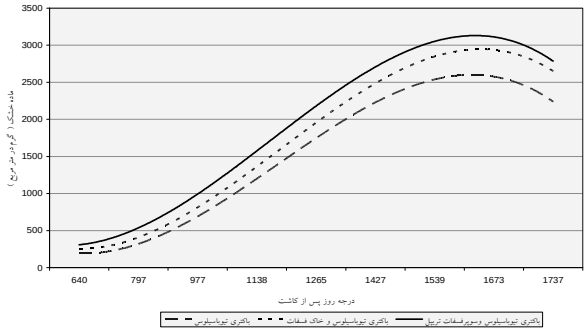
شکل ۱ـ روند تجمع ماده خشک کل در سطوح مختلف حل‌کننده

Figure 1- TDM accumulation in the different levels of phosphate solubilizing bacteria.



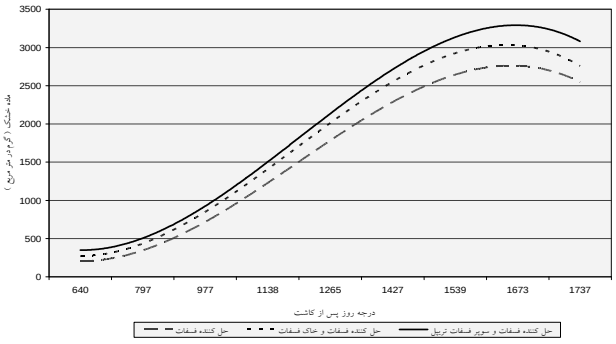
شکل ۲ـ روند تجمع ماده خشک کل در سطوح مختلف کودی

Figure 2- TDM accumulation in the different levels of fertilizer



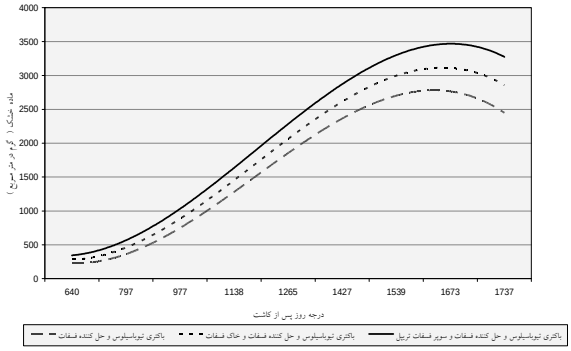
شکل ۳ ـ روند تجمع ماده خشک تیمار باکتری تیوباسیلوس در سطوح کودی

Figure 3- TDM accumulation thiobacillus bacteria treatment in the different levels of fertilizer.



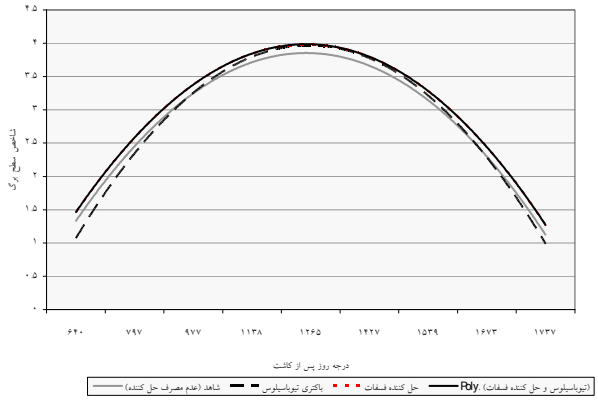
شکل ۴ ـ روند تجمع ماده خشک تیمار حل‌کننده فسفات در سطوح مختلف کودی

Figure 4- TDM accumulation phosphate solubilizing bacteria treatment in the different levels of fertilizer



شکل ۵ ـ روند تجمع ماده خشک کل تیمار باکتـری تیـــوباسیلوس و حل‌کننده فسفات در سطوح مختلف کودی

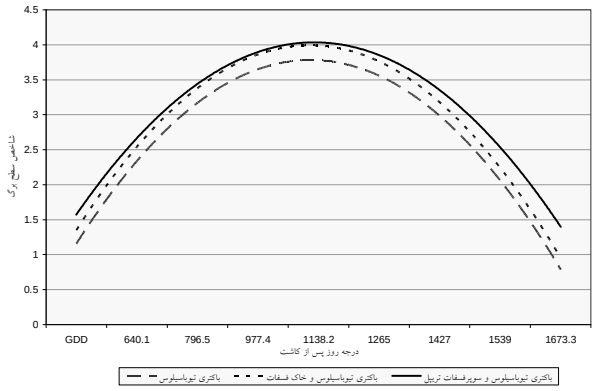
Figure 5 - TDM accumulation thiobacillus bacteria and phosphate solubilizing bacteria treatment in the different levels of fertilizer.



شکل ۶ ـ روند تغییرات شاخص سطح برگ در سطوح مختلف حل‌کننده

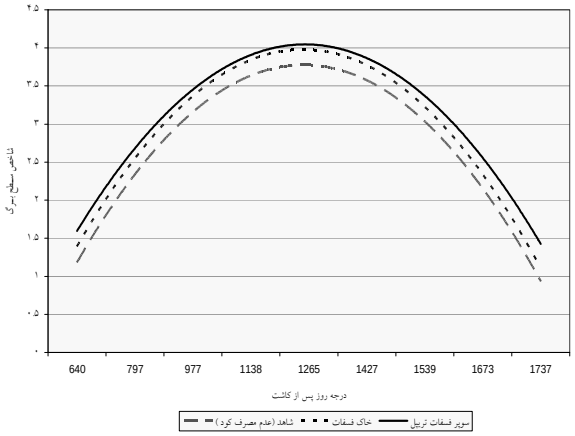
Figure 6 - LAI in the different levels of phosphate solubilizing bacteria

ID.ir



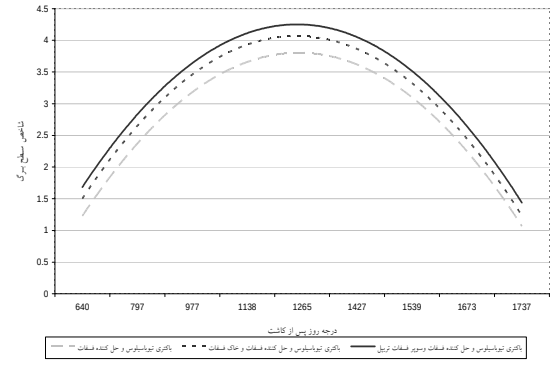
شکل ۸ ــ روند تغییرات شاخص سطح برگ تیمار باکتری تیوباسیلوس در سطوح مختلف کودی

Figure 8 - LAI thiobacillus bacteria treatment in the different levels of fertilizer



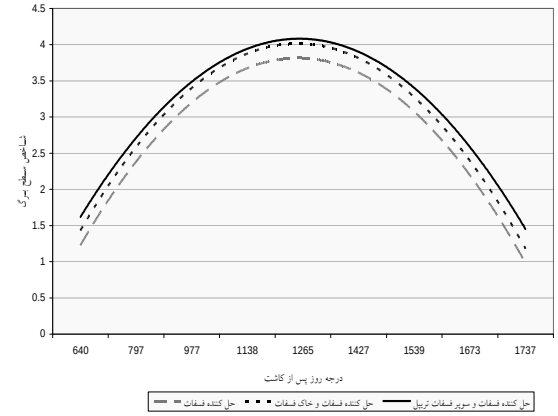
شکل ۷ ــ روند تغییرات شاخص سطح برگ در سطوح مختلف کودی

Figure 7- LAI in the different levels of fertilizer



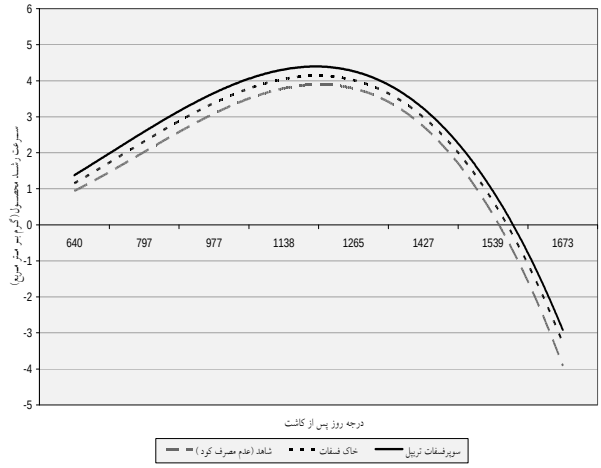
شکل ۱۰ ــ روند تغییرات شاخص سطح برگ تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات در سطوح مختلف کودی

Figure 10- LAI thiobacillus bacteria and phosphate solubilizing bacteria treatment in the different levels of fertilizer.



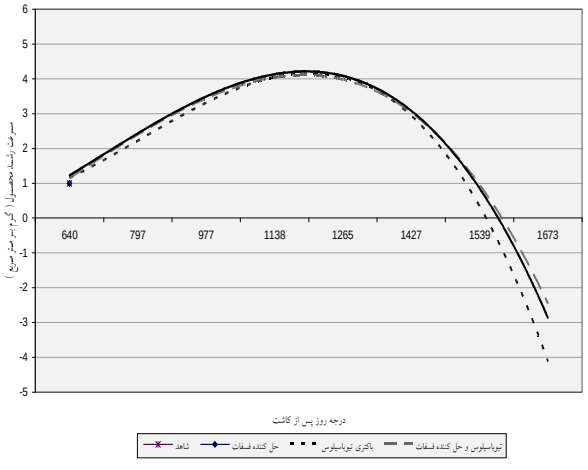
شکل ۹- روند تغییرات شاخص سطح برگ تیمار حل‌کننده فسفات در سطوح مختلف کودی

Figure 9- LAI phosphate solubilizing bacteria treatment in the different levels of fertilizer.



شکل ۱۲- روند تغییرات سرعت رشد محصول در سطوح مختلف کودی

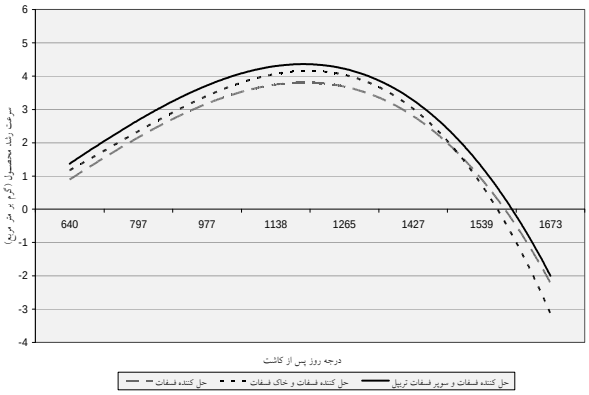
Figure 12- CGR in the different level of fertilizer.



شکل ۱۱ ــ روند تغییرات سرعت رشد محصول در سطوح مختلف حل کننده

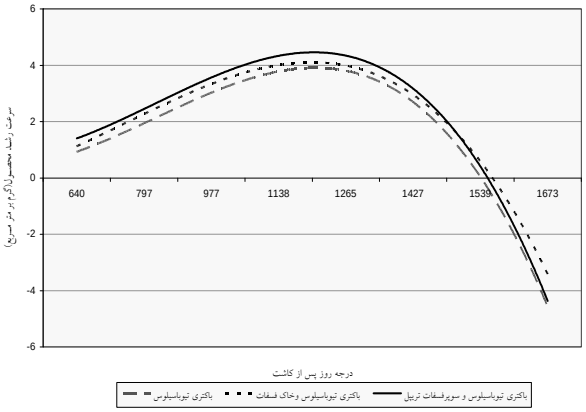
Figure 11- CGR in the different levels of phosphate solubilizing bacteria.

www.SID.ir



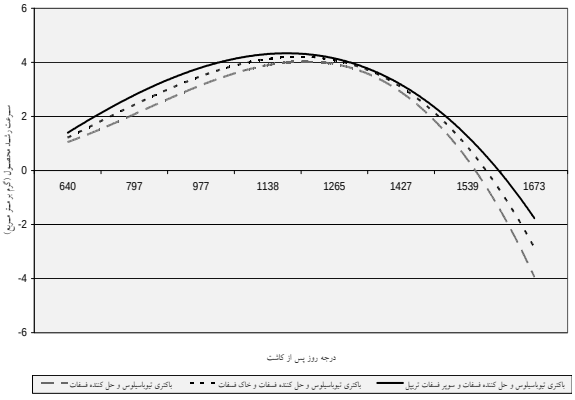
شکل ۱۴ ـ روند تغییرات سرعت رشد محصول تیمار حل‌کننده فسفات در سطوح مختلف کودی

Figure 14. CGR phosphate solubilizing bacteria treatment in the different levels of fertilizer.



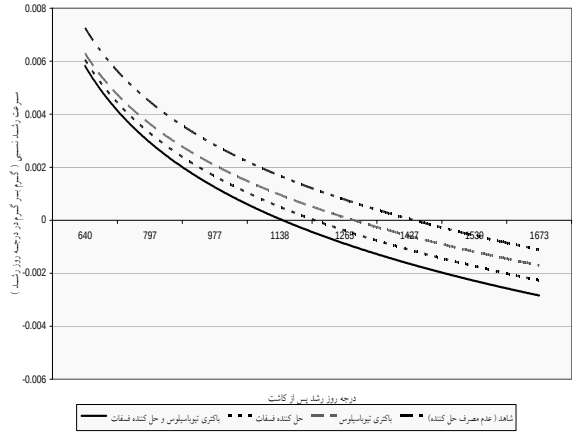
شکل ۱۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول تیمار باکتری تیوباسیلوس در سطوح مختلف

Figure 13. CGR thiobacillus bacteria treatment in the different levels of fertilizer.



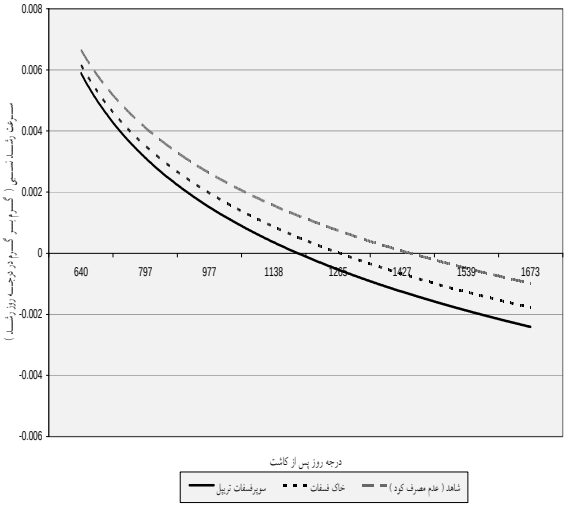
شکل **۱۵**- روند تغییرات سرعت رشد محصول تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات در سطوح مختلف کودی

Figure 15- CGR thiobacillus bacteria and phosphate solubilizing bacteria treatment in the different levels of fertilizer



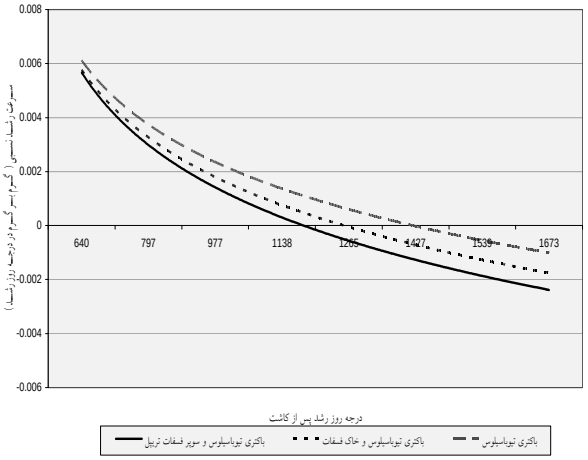
شکل ۱۶- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در سطوح مختلف حل‌کننده.

Figure 16- RGR in the different levels of phosphate solubilizing bacteria.



شکل ۱۷- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در سطوح مختلف کودی

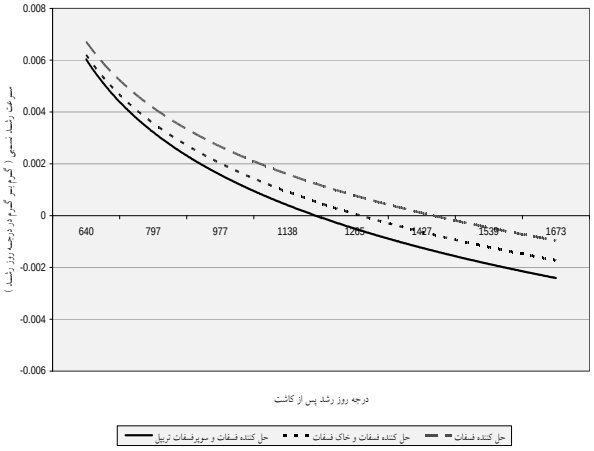
Figure 17. RGR in the different levels of fertilizer



شکل ۱۸- روند تغییرات سرعت رشد نسبی تیمار باکتری تیوباسیلوس در سطوح مختلف کودی

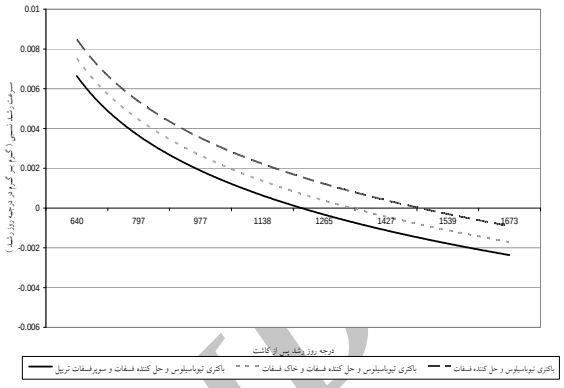
Figure 18. RGR thiobacillus bacteria treatment in the different levels of fertilizer.

www.SID.ir



شکل ۱۹- روند تغییرات سرعت رشد نسبی تیمار حل‌کننده فسفات در سطوح مختلف کودی

Figure 19- RGR phosphate solubilizing bacteria treatment in the different levels of fertilizer



شکل ۲۰- روند تغییرات سرعت رشد نسبی تیمار باکتری تیوباسیلوس و حل‌کننده فسفات در سطوح مختلف کودی

Figure 20- RGR of thiobacillus bacteria and phosphate solubilizing bacteria treatment in the different levels of fertilizer

References

منابع مورد استفاده

- Anonymous. 2004. Share to communicate the level under cultivation of oil seeds in Iran. Agricultural Jahad Ministry. Agronomy Assistance.
- Besharati Kelayeh, H., and M. SalehRastean. 2000. Study of the effect of application inoculation thiobacillus bacteria with sulphur in increase ability absorption of phosphor. *J. Soil and Water Sci.* 13(1): 23- 39.
- Chien, S.H., R.G. Menone, and K.S. Billingham. 1996. Phosphorus availability from phosphate rock as enhanced by water- soluble phosphorus. *J. Soil. Sci.* 60:1173-1177.
- Fathi, G. 2000. Growth and nourishment crop plant. Mashhad University Jahad Publication. 372 pp. (In Persian)
- Gaind, S., and A.C. Gaur. 1991. Thermotolerant phosphate solublising micro organisms and their interaction with mung bean. *J. Plant and Soil.* 133: 141-149.
- Gardner, F.P., R.B. Parce, and R.L. Mitchell. 1990. Physiology of crop plants. The Iowa State Univ, Press. Pp: 187-208.
- Hoseinzadeh, H. 2005. Report of effect of phosphate barvar2 biofertilizer on yield of maize. Tehran University Jahad Publication. (In Persian)
- Khavazi, K., F. Nourgholipour, and M.J. Malakouti. 2001. Effect of thiobacillus and phosphate - solublizing bacteria on increasing P availability from rock phosphate for corn. International Meeting on Direct Application of Rock Phosphate and Related Appropriate Technology - latest Development and Practical Experiences. Kualalumpur, Malaysia.

Archive of SID

www.SID.ir

- Koocheki, A., and G. Sarmadnia. 1999. Physiology of crop plants. 7th ed. Agricultural Jahad of Mashhad. 400 pp. (In Persian)
- Malakouti, H. 2000. Permanent farming and increase yield with betterment use fertilizer in Iran. 2th ed. Agricultural Education Publication. (In Persian)
- Ortus, I., and P.J. Harris. 1996. Enhancement uptake of phosphorus by mycorrhizal in root sorghum plant as influenced by forms of nitrogen. *J. Plant and Soil.* 184(2): 225- 264.
- SalarDini, A. 1993. The soil fertility. 4th ed. Tehran University Publication. (In Persian)
- Watson, S.A. and P.E. Ramstad. 1987. Corn: Chemistry and technology. By the Amirican Association of Cereal Chemists, Inc.
- Zabihi, K. 2004. Design increase production of Maize. Agricultural Jahad Publication.

Archive of SID

www.SID.ir

کارگاه‌های آموزشی مرکز اطلاعات علمی

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

اصول تنظیم قراردادها

مقاله نویسی علوم انسانی