



## Biological evaluation of phosphate and sulfate fertilizers on yield and yield components of soybean cultivars M9

A.M.Alijani<sup>1\*</sup>, H.Madani<sup>2</sup>

1-Msc student, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Boroujerd Branch, Iran  
2- Islamic Azad University, Arak Branch, Iran

### Abstract

In order to evaluate the biological effects of phosphate and sulfate fertilizers on yield and yield components of soybean varieties in 1389 in the city Alashtar M9 Research - province was conducted. This experiment was carried out in farm condition, using completely randomized factorial design with treatments and 3 replications. The treatments included, inoculation with *Thiobacillus thiooxidans* (T1) and without inoculation (T0) and inoculation with *Pseudomonas putida* (P1) and without inoculation (P0). After maturity, plant height, number of pods per plant, seeds per pod, seed weight, seed yield and biological yield were determined. The highest yield of 4423 kg ha of compound fertilizer, biological treatment of phosphate and sulfate was obtained. Yield of pods and seed weight shows a direct relationship.

**Key words:** soybean, biological fertilizer, grain yield, yield components



\*مسئول مکاتبات: 09166608136 Aghalijani@yahoo.com

## ارزیابی اثر کاربرد کودهای زیستی فسفات و سولفات بر عملکرد و اجزا عملکرد سویا

رقم M۹

آقا محمد علیجانی<sup>۱\*</sup>، حمید مدنی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

### چکیده

به منظور ارزیابی اثر کاربرد کودهای زیستی فسفات و سولفات بر عملکرد و اجزا عملکرد سویا رقم M۹ پژوهشی در سال ۱۳۸۹ در شهرستان الشتر- استان لرستان اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل کاربرد کود زیستی فسفات در دوسطح (کاربرد و عدم کاربرد) و تیمار کود زیستی سولفات در دوسطح (کاربرد و عدم کاربرد) که با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. پس از رسیدگی ارتفاع بوته، تعداد غلاف در هر گیاه، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تعیین گردیدند. بالاترین عملکرد دانه به میزان ۴۴۲۳ کیلوگرم در هکتار در اثر کاربرد تیمار ترکیب کود زیستی فسفات و سولفات حاصل گردید. عملکرد دانه با تعداد غلاف و وزن هزار دانه رابطه ی مستقیمی نشان می دهد.

واژه های کلیدی: سویا، کود بیولوژیکی، عملکرد دانه، اجزای عملکرد

### مقدمه

نباتات روغنی به عنوان یکی از منابع اصلی تأمین پروتئین و انرژی، نقش ارزنده ای در تغذیه انسان دارند. در این میان، سویا به دلیل تولید روغن و پروتئین بالا در واحد سطح در بین گیاهان روغنی دارای اهمیت بیشتری هستند. سویا با داشتن ۳۵ تا ۴۵ درصد پروتئین و ۱۸ تا ۲۲ درصد روغن در دانه، یک گیاه با ارزش و استراتژیک می باشد. علاوه بر مصارف مختلف روغن سویا در تغذیه، در صنعت هم از آن مواد گوناگونی تهیه می شود. روغن سویا حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر؛ اسید اولئیک، اسید لینولئیک، و اسید لیتولنیک می باشد و این اسیدهای چرب اشباع نشده، از لحاظ تأمین ویتامین و حفظ سلامتی انسان، فوق العاده مهم می باشند (برگلند، ۲۰۰۲). فسفر و گوگرد از عناصر ضروری پرمصرف برای رشد و نمو گیاهان می باشند، متأسفانه شکل قابل جذب این عناصربمیزان کافی در خاک موجود نمی باشند؛ واضح است که در خاکهای آهکی، مانند اکثریت خاکهای ایران و همچنین بسیاری از خاک های استان لرستان بدلیل وجود بی کربنات فراوان در آب آبیاری و آهکی بودن خاک ها غلظت قابل جذب این عناصر کمتر از حد بحرانی است، کمبود این عناصر، بویژه عناصر روی بیشتر مطرح است (ملکوتی، ۱۳۷۹؛ ضیائیان و ملکوتی، ۱۹۹۵؛ کریمیان، ۱۳۷۷). شرط اصلی اثربخشی گوگرد، سرعت مناسب اکسایش آن در خاک است، بنحوی که بتواند در طی دوره ی رویشی گیاه، علاوه بر تأمین یون سولفات، با خاصیت اسیدزایی و

کاهش pH، لاقل در مقیاس میکروسایت های ریزوسفری، قابلیت دسترسی سایر عناصر غذایی مانند فسفر، آهن، روی، منگنز و مس را نیز بهبود بخشد. گوگرد، جزو ساختمان اسیدهای آمینه سیستین و متیونین و در نتیجه جزء ساختمان پروتئین هاست. هر دو این اسیدهای آمینه، برای ساختن دیگر ترکیبات دارای گوگرد، مانند کوآنزیم ها و فرآورده های ثانوی گیاهان لازم هستند (Sunarpi and Anderson, 1996). از دلایل قابل ذکر در افزایش جذب گوگرد توسط سویا در یک تحقیق در سایر تیمارها نسبت به تیمار کاربرد کود زیستی گوگرد به تنهایی ایجاد رشد بیشتر در گیاه توسط فسفر و روی و ایجاد شرایط مناسب تر اکسیداسیون گوگرد را ذکر کرد زیرا عناصر فوق در سنتز پروتئین بسیار فعال هستند. در

[Aghalijani@yahoo.com](mailto:Aghalijani@yahoo.com)

09166608136

\*مسئول مکاتبات:



واکنش به کمبود گوگرد، پروتئین های دارای گوگرد اندک ساخته می شوند، که در درون سیتوپلاسم سلول های برگ کاملاً آشکار است (مارشور، ۱۹۹۹). کاربرد کودهای زیستی، به ویژه باکتری های افزایش دنده رشد گیاه، مهمترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برای نظام کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی با کاربرد باکتری های مذکور است (گامالرو و همکاران، ۲۰۰۴). کاربرد کودهای زیستی برای حفظ توازن بیولوژیک حاصلخیزی خاک به منظور به حداکثر رساندن روابط بیولوژیک مطلوب نظام وبه حداقل رساندن استفاده از مواد و عملیاتی که بر هم زننده اکوسیستم می باشند از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۲۳). کود های زیستی، حاوی ریز سازواره های مفید در تغذیه گیاه می باشند که می

توانند مشتمل بر گروه های مختلف از قبیل باکتری ها- قارچ ها، اکتینومیت ها و مانند آن باشند. امروزه استفاده از این کود ها در جهت گام برداشتن به سوی کشاورزی پایدار و استفاده از اثرات مفید آن ها رو به افزایش است. در طبیعت گروهی از ریز سازواره های حل کننده فسفات وجود دارند که با رها سازی تدریجی یون فسفات، نیاز به کود های فسفاته شیمیایی را کاسته و کار آیی آن ها را بالا می برند. این ریز سازواره ها با استقرار در منطقه ریزوسفر از ترشحات ریشه استفاده نموده و با تغییر PH و یا ترشح آنزیم ها، شرایط را برای تبدیل فسفر نا محلول به شکل قابل استفاده در گیاه فراهم می سازند یکی از ساز و کار های تبدیل فسفات به شکل معدنی و محلول ترشح اسید های آلی مانند اسید های استیک، پروپیونیک، لاکیک، گلیولیک، فوماریک و سوکینیک است. نقش این اسید ها کاهش PH به صورت موضعی است را در پی دارد. ساز و کار دیگر ترشح آنزیم های فسفاتاز توسط میکروارگانیسم ها و تجزیه ترکیبات فسفاته آلی و حتی معدنی است.



باکتری های تیوباسیلوس در بسته های یک کیلوگرمی و با جمعیت  $10^8 \times 1$  سلول به ازای هر گرم مایه تلقیح قابل عرضه به بازار می باشد. این کود از بهترین و مؤثرترین سویه باکتری و با تأیید مؤسسه تحقیقات خاک و آب جهت مصرف در محصولات کشاورزی تهیه و عرضه می گردد. مایه تلقیح بیوگوگرد حاوی چند نوع باکتری اکسید کننده گوگرد می باشد که قادرند در شرایط مناسب از نظر رطوبت و درجه حرارت، گوگرد را اکسید کرده و در نتیجه به طور موضعی باعث کاهش PH خاک و متعاقب آن افزایش قابلیت جذب عناصری نظیر فسفر، آهن، روی و همچنین تأمین گوگرد (سولفات) مورد نیاز گیاهان گردند. در صورت مصرف صحیح مایه تلقیح بیوگوگرد در شرایط خاک های آهکی حداقل ۲۰ درصد افزایش عملکرد در محصولات زراعی و باغی را به دنبال خواهد داشت. با عنایت به فراوانی منابع گوگرد در داخل

کشور عمدتاً از منابع گاز سوز تأمین می شود، مصرف کود های گوگردی به همراه بیوگوگرد به همراه بیوگوگرد بسیار مطلوب خواهد بود. فسفر از جمله عناصر کلیدی در گیاه به شمار می رود که وظایف مهمی را در گیاه به عهده دارد. این عنصر در نقل و انتقالات انرژی در فرایند های متابولیکی گیاه، تقسیم سلولی - ساختمان فسفر لیژید های دیواره سلولی، توسعه قسمت های زایشی گیاه و رشد و تکامل ریشه ها نقش دارد. مقدار کم فسفر در اکثر خاک ها را می توان با اضافه نمودن فسفر به خاک برطرف نمود ولی بالا بردن قابلیت جذب فسفر و کاهش در میزان تثبیت، امری پیچیده و مهم می باشد اگر چه میزان فسفر در خاک زراعی زیاد است ولی مقدار قابل جذب آن برای گیاه کم می باشد، با استفاده از باکتری های حل کننده فسفات این مشکل بزرگ تا حد زیادی حل می شود.

## مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۹-۸۸ بصورت کشت بهاره در استان لرستان، شهرستان الشتر واقع در عرض جغرافیایی "۱۴، ۷، ۳۴" و طول جغرافیایی "۴۳، ۴۴، ۴۹" در زمینی به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع اجرا گردید. ارتفاع این ایستگاه تحقیقاتی از سطح دریا ۱۷۱۵ متر می باشد. به منظور ارزیابی اثر کاربرد کودهای زیستی فسفات و سولفات بر عملکرد و اجزا عملکرد سویا رقم (M9) به صورت طرح آماری فاکتوریل دو عاملی و بر پایه ی بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و کاربرد چهار تیمار شامل: ۱- بذر آغشته به حل کننده زیستی گوگرد ۲- بذراغشته به حل کننده زیستی فسفات ۳- حل کننده زیستی گوگرد و حل کننده زیستی فسفات که هرکرت شامل ۵ خط کشت با طول ۶ متر، فاصله هر ردیف ۶۰ سانتیمتر و فاصله بته ۱۰ سانتیمتر و مساحت هرکرت ۱۸ متر مربع، فاصله دوکرت بصورت چهارخط نکاشت انجام خواهد شد (بصیری، ۱۳۷۲). نمونه برداری از خاک بصورت کمپلکس و به روش تصادفی از ۵ نقطه تهیه می گردد و بافت خاک، مقادیر EC، pH، مقدار عناصر پرنیاز و ریزمغذی در خاک تعیین می گردد (جدول ۱). عملیات تهیه زمین شامل شخم بهاره، دیسک و تسطیح جوی وپشته بندی و تهیه ردیف ها بوسیله فارو انجام می گردد؛ براساس نقشه طرح زمین تقسیم بندی می گردد.



هدف از انجام این پژوهش بررسی قابلیت جذب عناصر غذایی و بهبود حاصل خیزی خاک و کمک به پایداری اکو سیستم جهت نیل به کشاورزی پایدار و جلوگیری از خطر مسمومیت خاک به وسیله کود های شیمیایی می باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (سانتی متر)	بافت خاک	درصد آهک	pH	نیتروژن کل درصد	فسفر میلی گرم در کیلوگرم	آهن میلی گرم در کیلوگرم	روى	منگنز
۳۰-۰	لومی رسی	۲۱/۲	۷/۶۵	۰/۰۶	۶/۷	۱۰/۱۸	۱/۱۱	۷-۴

در هر قطعه شماره تیمار مشخص می گردد. جهت اعمال تیمارهای باکتریایی حل کننده فسفر و گوگرد بایستی روش تلقیح بذر، بذرها را به صورت سوسپانسیون غلیظ ۸۰٪/ تلقیح نماییم (شارما و نمادا، ۱۹۹۹). به منظور حصول اطمینان عملیات تلقیح بذر ها با باکتریهای حل کننده گوگرد و فسفر بذرها را در شرایط مناسب با صمغ مخصوص در سایه آغشته نموده و جهت افزایش درصد جوانه زنی میزان بذر بیشتری کشت می گردد؛ پس از استقرار گیاهچه ها در مرحله ی ۴ برگ، بوته ها تنک و به یک بوته در هر نقطه کشت تقلیل می یابند. در مرحله ۷ تا ۸ برگ مبارزه با علف های هرز بصورت دستی توسط کارگر انجام می گردد. عملیات آبیاری بعد از کاشت به روش نشتی و در مراحل بعدی بصورت سیفونی انجام می شود. ارتفاع ساقه: در مراحل پایانی رشد و در زمان رسیدگی اقدام به اندازه گیری ارتفاع ساقه شد. همچنین از هر کرت پنج بوته به طور تصادفی انتخاب شده و صفاتی نظیر تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد غلاف در گره، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد شاخه های فرعی اندازه گیری شدند. غلاف در بوته: تعداد غلاف های موجود در بوته ها شمارش شد. تعداد دانه در غلاف: تعداد دانه های موجود در هر غلاف شمارش گردید. وزن صد دانه: بعد از جدا کردن دانه ها از غلاف به صورت تصادفی دانه ها انتخاب شده و وزن صد دانه به دست آمد. توزین به وسیله ی ترازوی دیجیتالی انجام شد. عملکرد دانه: دانه های ۱/۵ متر مربع از هر کرت برداشت شده و به هکتار تعمیم داده شد. (جونز و کیس، ۱۹۹۰ نلسون، ۱۹۷۳). نتایج بدست آمده توسط ابزارگردآوری با استفاده از نرم افزار SAS، آزمون دانکن در سطح ۵٪ آنالیز واریانس ها مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد (لیتل، ۲۰۰۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس

ارتفاع	عملکرد	عملکرد بیولوژیک	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	SOV
۱۳,۰۶۹*	۱۴۱۰۰۱**	۱۳۴۶۸۴۳*	۲,۷۳ns	۰,۰۰۸ns	۲۴,۴۵*	R
۳۵۶,۵۱**	۱۸۳۵۹۳۵**	۷۳۵۳۲۶۰۹**	۸۶,۱۰**	۰,۰۹۶**	۳۹۲۴,۶۴**	A
۱۴,۴۸	۴۴۹۸۷	۶۰۴۵۴۳۹	۳,۲۸	۰,۰۰۷	۳۵,۲۳	EA
۳۵۴,۴۰**	۳۴۴۰۲۵۲**	۱۲۲۹۳۳۲۰**	۶۶,۱۸**	۰,۰۱۹ns	۳۱۷,۶۶**	B
۳۷۳,۷۸**	۳۲۰۰۰۵۷**	۲۹۰۲۵۸۲۴**	۱۰۲,۶۶**	۰,۰۱۴ns	۲۰۰,۲*	C
۱۰,۶۵ns	۵۰۷۶۶*	۷۶۸۳۹۵۲**	۱۰,۱۳ns	۰,۰۱۵ns	۱۰,۷۹ns	BC



CV ۳,۷۴ ۳,۹۹ ۳,۲۸ ۷,۳۸ ۵,۳۸ ۴,۸

این نتایج تأثیر باکتریهای حل کننده ی فسفر و گوگرد و همچنین محلولپاشی روی (Zn) را بر افزایش غلظت نیتروژن در بخش هوایی گیاه که ناشی از اثر بهبود تغذیه گیاه از لحاظ سه عنصر مهم فسفر، گوگرد، و روی در اندام های گیاه می باشد را خاطر نشان می سازد. نتایج آزمایشهای گوناگون اثر سینرژیستی باکتری ریزوبیوم و باکتری های حل کننده فسفات بیانگر افزایش جذب نیتروژن و فسفر در گیاهان گردیده است (Chabot et al. 1998) محققان در آزمایش مزرعه ای بر روی سویا، اثرات متقابل بین باکتری هم زیست تثبیت کننده نیتروژن و باکتری. حل کننده فسفات (*Pseudomonas putida*) را مورد بررسی قرار دادند نتایج این بررسی نشان داد این تیمارها باعث افزایش غلظت عناصری همچون نیتروژن، فسفر، آهن و روی گردیده اند (Rosas et al. 2002).

#### وزن هزار دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده (جدول ۲) در اثر حل کننده زیستی فسفات در سطح احتمال ۵٪ و اثر کاربرد حل کننده. زیستی گوگرد در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری را نشان داد که در این تحقیق کاربرد حل کننده زیستی فسفر و حل کننده زیستی گوگرد به ترتیب باعث افزایش ۲/۸۲ و ۲/۱۸ درصد وزن هزار دانه در سویا گردیدند و اما اثر متقابل این دو نوع حل کننده طبق جدول اثرات دو گانه صفات اندازه گیری شده (جدول ۳) اختلاف معنی داری را نشان ندادند. تحقیقات مشابه نشان داده که افزودن باکتریهای اکسید کننده گوگرد باعث افزایش سریع در رشد و توسعه ریشه ها و همچنین افزایش طول بوته، وزن هزار دانه و میزان درصد عملکرد دانه را به همراه داشته است (شاید، ۲۰۰۴).

#### تعداد دانه در غلاف

طبق نتایج به دست آمده در این تحقیق در جدول تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده (جدول ۲) و جدول اثرات دو گانه صفات اندازه گیری شده (جدول ۳) در اثر کاربرد این دو نوع حل کننده زیستی فسفات و گوگرد اختلاف معنی دار نشد.

#### تعداد غلاف در بوته

نتایج به دست آمده در جدول تجزیه واریانس این تحقیق (جدول ۲) اثرات ساده در اثر کاربرد حل کننده زیستی فسفات در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار شد این نتایج نشان داد که در اثر کاربرد حل کننده زیستی فسفات و حل کننده زیستی گوگرد به ترتیب باعث افزایش ۳/۹۱ درصدی و ۴/۶۷ درصدی تعداد غلاف در گیاه سویا گردید. اما همان طور که در جدول اثرات دو گانه جدول ۳ نشان داده شده است اثر متقابل حل کننده زیستی فسفر و گوگرد اختلاف معنی دار نشد اما کمترین میزان تعداد غلاف در بوته ۵۳/۳۳ عدد در اثر عدم کاربرد حل کننده فسفات و حل کننده گوگرد و بهترین تعداد غلاف مربوط به کاربرد این حل کننده ها ۵۷/۹۹ غلاف در بوته مشاهده گردید. هر چند اختلاف معنی دار نبوده است و با کاربرد آن ها باعث افزایش ۸/۷۳ درصد تعداد غلاف در بوته گردیده است. نتایج تحقیقات آشکار می سازد کاربرد حل کننده های زیستی گوگرد و محلولپاشی روی در گیاه سویا، تأثیر مثبتی بر میزان جذب عناصر همچون نیتروژن و فسفر توسط گیاه بوجود می آورند که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی و افزایش تعداد دانه و تعداد غلاف تولید شده توسط گیاه می گردد. احتمالاً از مکانیسم هایی که باعث جذب بیشتر عناصر می گردد می توان به تولید پروتون ( $H^+$ ) و همچنین سایدرروفورها در محیط ریشه گیاه که آزادی سازی یون را افزایش می دهند و افزایش سطح جذب ریشه به دلیل رشد و توسعه سیستم ریشه گیاه اشاره نمود از طرف دیگر رشد و توسعه ریشه در اثر کاربرد و باکتریهای حل کننده گوگرد و



همچنین توسعه ی اندامهای هوایی و توسعه سطوح برگ در اثر حضور روی باعث افزایش حجم ریشه و در نتیجه افزایش سطح جذب ریشه گیاه سویا گردیده عملکرد را افزایش می دهد (Soltani et al,2010).

جدول ۳- مقایسه اثرات صفت اندازه گیری شده

تیمارها	وزن هزاردانه	تعداددانه درغلاف	تعدادغلاف دربوته	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	ارتفاع
P <sub>0</sub>	۱۵۶,۲۸b	۲,۰۶a	۵۴,۱۶b	۹۹۹۶b	۳۷۰۲,۱۹b	۷۷,۰۷b
P <sub>۱</sub>	۱۶۰,۷a	۲,۱۳a	۵۶,۲۸a	۱۰۷۹۱a	۴۱۷۲,۸۹a	۸۱,۴۴a
S <sub>0</sub>	۱۵۶,۷۹b	۲,۰۹۷a	۵۳,۹۶b	۹۷۹۱b	۳۷۱۷b	۷۷,۰۹b
S <sub>۱</sub>	۱۶۰,۲۱a	۲,۱۲a	۵۶,۴۸a	۱۰۹۹۵a	۴۱۵۸a	۸۱,۴۲a

#### ارتفاع بوته

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده (جدول ۲) کاربرد حل کننده زیستی فسفات و حل کننده زیستی گوگرد در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری را نشان داد که درصدی در اثر کاربرد حل کننده زیستی فسفات و گوگرد افزایش به ترتیب ۵/۶۷٪ و ۵/۶۱٪ ارتفاع بوته را در پی داشت. اما در اصر کاربرد توأم این دو حل کننده طبق جدول اثرات دو گانه صفات اندازه گیری شده (جدول ۳) اختلاف معنی دار نگردید. به دلیل نقش گوگرد و عنصر روی در افزایش فتوسنتز که از طریق توسعه سطح برگها و تولید قند بیشتر انجام می گردد، میزان گره بندی افزایش یافته و در نهایت باعث رشد بیشتر گیاه بویژه از نظر طول بوته، افزایش تعداد غلاف در بوته و همچنین افزایش عملکرد دانه در گیاه سویا می گردد (ویجاپایپیرایا و همکاران، ۲۰۰۹) همچنین تحقیقات نشان داده به کارگیری باکتریهای حل کننده گوگرد باعث تشکیل ریشه های موئین بیشتر گردیده و در نتیجه جذب آب و عناصر توسط گیاه را در نتیجه گسترش سیستم ریشه ای افزایش داده است، و بدنبال آن میزان رشد و عملکرد گیاه افزایش می یابد (رومی زاده و کریمیان، ۱۹۹۶).

#### عملکرد بیولوژیک

طبق جدول تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده (جدول ۲) در اثر کاربرد حل کننده زیستی فسفر و حل کننده زیستی گوگرد اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار گردید که این اختلاف باعث افزایش به ترتیب ۷/۹۵٪ و ۱۲/۲۹٪ درصدی عملکرد بیولوژیک سویا در این شرایط گردیدند. همچنین طبق نتایج جدول اثرات دو گانه اندازه گیری شده (جدول ۳) اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار گردید و این در حالی است که میزان عملکرد در اثر کاربرد حل کننده های زیستی فسفر و گوگرد ۱۱/۶۶۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین و عملکرد بیولوژیک در اثر عدم کاربرد ۹/۶۶ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان را در هکتار نشان داده اند. در آزمایشی برهمکنش های سه گونه از باکتری های حل کننده فسفات و بردی ریزوبیوم ژاپنیکوم بر عملکرد و جذب P, Fe, Mn, Cu و Zn در وزن خشک بخش هوایی سویا، وزن دانه در بوته و غلظت عناصر فوق در بخش هوایی گیاه اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد باکتری های حل کننده فسفات به طور متوسط، وزن خشک، غلظت فسفر، آهن، روی و مس در بخش هوایی گیاه را به ترتیب ۱۵۶، ۳۰، ۹/۳، ۶ و ۸/۳ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (رائی پور و اصغرزاده، ۱۳۸۴). نتایج مطالعات بشارتی و همکاران ۱۳۸۸، نشان داد کاربرد باکتریهای تیو باسیلوس به همراه کود گوگرد باعث افزایش معنی دار رشد بخش هوایی ذرت گردید. تحقیق دیگری در خاکهای آهکی با ۴۱ درصد کربنات کلسیم نشان داد کاربرد



گوگرد باعث افزایش معنی دار وزن خشک بخش هوایی، عملکرد دانه در گیاه سویا گردیده است (کلباسی، ۱۹۸۸). نتایج تحقیقات آشکار می سازد کاربرد حل کننده های زیستی گوگرد و محلولپاشی روی در گیاه سویا، تأثیر مثبتی بر میزان جذب عناصر همچون نیتروژن و فسفر توسط گیاه بوجود می آورند که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی و افزایش تعداد دانه و تعداد غلاف تولید شده توسط گیاه می گردد. احتمالاً از مکانیسم هایی که باعث جذب بیشتر عناصر می گردد می توان به تولید پروتون ( $H^+$ ) و همچنین سایدروفورها در محیط ریشه گیاه که آزادی سازی یون را افزایش می دهند و افزایش سطح جذب ریشه به دلیل رشد و توسعه سیستم ریشه گیاه اشاره نمود از طرف دیگر رشد و توسعه ریشه در اثر کاربرد و باکتریهای حل کننده گوگرد و همچنین توسعه ی اندامهای هوایی و توسعه سطوح برگ در اثر حضور روی باعث افزایش حجم ریشه و در نتیجه افزایش سطح جذب ریشه گیاه سویا گردیده عملکرد را افزایش می دهد ( Soltani et al, 2010). در برگ های سبز بیشترین پروتئین در درون کلروپلاست ها جا دارد، که در آنجا، مولکول های کلروفیل از گروه های پروستتیک ترکیبات پیچیده ی پروتئین رنگیزه تشکیل شده اند نتایج تحقیقات فوق نشان دهنده افزایش کلروفیل برگ گیاهان تحت تیمار گوگرد است (Ahmad et al. 2005).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات دوگانه صفت اندازه گیری شده

تیمارها	وزن هزاردانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	عملکرد یولوژیک	عملکرد دانه	ارتفاع
P.S.0	۱۵۴,۱۱b	۲,۰۹b	۵۳,۳c	۹۶۶۸c	۳۵۱۱,۲c	۷۵,۰۳c
P.S.1	۱۵۸,۴۵a	۲,۰۹b	۵۵,۰۲b	۱۰۳۲۳b	۳۸۹۸b	۷۹,۱۲b
P.S.0	۱۵۹,۴a	۲,۱b	۵۴,۶۲b	۹۹۱۴bc	۳۹۲۲b	۷۹,۱۲b
P.S.1	۱۶۱,۹a	۲,۱۶a	۵۷,۹۵a	۱۱۶۶۸a	۴۴۲۳a	۸۳,۷۳a

#### عملکرد دانه

طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نتایج به دست آمده نشان می دهد که در اثرات ساده این حل کننده های زیستی فسفات و گوگرد اختلاف در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شده است و این اختلاف باعث افزایش ۱۲/۶۹ درصدی در اثر کاربرد حل کننده زیستی فسفات و ۱۱/۸۶ درصد در اثر کاربرد حل کننده زیستی گوگرد در گیاه سویا در شرایط این تحقیق گردیده است. و این در حالی است که اثرات متقابل طبق جدول اثرات دو گانه (جدول ۴) این تحقیق باعث اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ شده است. و بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به کاربرد حل کننده های زیستی فسفات و گوگرد به میزان ۴/۴۲۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان مربوط به عدم کاربرد این حل کننده ها ۳۵۱۱ کیلوگرم در هکتار بوده است. صفر پور حقیقی و قدیمی (۱۳۸۲) نیز نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه و روغن سویا در اثر مصرف خاکی روی به همراه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دست آمد. تحقیقات نشان داده است که افزودن باکتریهای اکسید کننده گوگرد باعث افزایش سریع در رشد و توسعه ریشه ها و همچنین افزایش میزان درصد عملکرد دانه و پروتئین را به همراه داشته است (شایند، ۲۰۰۴). همچنین تحقیقات نشان داده به کارگیری باکتریهای حل کننده گوگرد باعث تشکیل ریشه های موئین بیشتر گردیده و در نتیجه جذب آب و عناصر توسط گیاه را در نتیجه گسترش سیستم ریشه ای افزایش داده است، و بدنبال آن میزان رشد و عملکرد گیاه افزایش می یابد (رومی زاده و کریمیان، ۱۹۹۶).





## نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به نحوه عمل این حل کننده های زیستی در خاک که باعث تبدیل فسفاتهای نامحلول به یون ارتوفسفات اولیه و ثانویه میشوند و با توجه به اینکه باکتری های تیو گوگرد باعث تامین گوگرد مورد نیاز با اکسیداسیون گوگرد و تولید اسید سولفوریک و رها سازی آن در خاک میتواند موجب کاهش PH و افزایش قابلیت جذب عناصر از قبیل فسفر و عناصر کم مصرف آهن، روی، مس و منگنز گردد. لذا در این تحقیق با استفاده از این کودهای زیستی شاهد افزایش عملکرد دانه بوده ایم. و توصیه اینست که جهت نیل به کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد در واحد سطح از این حل کننده های زیستی استفاده شود.

## منابع

- ۱ - ملکوتی، م. ج. و م. طهرانی، ۱۳۷۹. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان). انتشارات دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس. چاپ دوم. ۲۹۲ صفحه.
- ۲ - ضیائی، ع و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۷. بررسی اثر کودهای محتوی عناصر ریزمغذی و زمان مصرف آنها در افزایش تولید بذر، نشریه علمی پژوهشی مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ویژه نامه مصرف بهینه کود. جلد ۱۲. شماره ۱.
- ۳ - صفرپور حقیقی، ش. و ن. قدیمی. ۱۳۸۲. اثر مصرف عناصر آهن و روی بر زراعت ارقام سویا در کارشناسی ارشد دانشگاه ارومیه. ۱۵۱ صفحه
- ۴ - آستارایی، علی رضا و عوض کوچکی (ترجمه) سوبارائو. ان. اس (۱۳۷۵)، کاربرد کود های بیولوژیک در کشاورزی پایدار، جهاد دانشگاه مشهد، ایران
- ۵ - محمد بای بوردی. محمد جعفر ملکوتی، هرمز امرمکری و مهدی نفیسی (۱۳۷۹)، تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار، نشر آزمون کشاورزی.
- ۶ - مقاله: مرتضی مرادی و همکاران در یافته های نوین در کشاورزی، سال سوم، شماره ۲، زمستان ۱۳۸۲ با عنوان: مقایسه کارایی فسفر بیولوژیک و شیمیایی در زراعت آفتابگردان روغنی در شرایط آب و هوایی اراک.
- ۷ - بشارتی، ح، ع، فلاح. ۱۳۸۸. تاثیر مقادیر مختلف گوگرد و ما به تلقیح باکتریهای نیوباسیلوس بر غلظت آهن در بخش هوایی درخت. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان. صفحات ۹۱-۹۳.
- ۸ - شرکت گیاه با تولید کود های زیستی و آلی همکام با کشاورزی پایدار و ارگانیک، <http://gyah.ir>



- 9- Ahmad, F., Ahmad, L. & Saghir, M. 2005. Indol acetic acid production by the indogenous isolate of Azotobacter and Pseudomonas fluorescens in the presence and absence of Tryptophan, Turk. J. Biol. 29:29-34.
- 10- Chabot, R., C. Beauchamp, J. Kloepper and H. Antoun. 1998. Effect of phosphorus on root colonization and growth promotion of maize by bioluminescent mutants of phosphate solubilization Rhizobium leguminosarum biovar.Phaseoli. Soil Biol. Biochem. 30: 1615-1618.
- 11- Roomizadeh, S. and N. Karimian. 1996. Manganese-iron relationship in soybean grown calcareous soils. J. Plant Nutr. 19(2): 397-406.
- 12- Kalbasi:Filsoof:F.and Rezai\_Nejad y.Effect of sulfur treatment on yidd and uptake of fc; zn and mn by corn;sorghum and soybean.J.plant Nutr; 11(6-) 11; 1355-1360
- 13- Soltani, A., Khavazi, K., Asadi-Rahmani, H., Omidvari,M., Abaszadeh,P. and Mirhoseyni,H.2010. Plant growth promoting characteristics in some Flavobacterium spp.isolated from soils of Iran.Journal of Agricultural Science Vol. 2, No. 4: 106 - 115
- 14- Marshner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. London. Pp. 889.
- 15- Sunarpi, J. and W. Anderson, 1996. Effect of sulfur nutrition on the redistribution of sulfur in vegetative soybean plants. Plant Physiol., 112: 623-631.
- 16- Shinde, D.B., R.M. Kadam and A.C. Jadhav, 2004. Effects of sulfur oxidizing micro-organisms on growth of soybean. J. Maharashtra Agric. Univ., 29: 305-307.
- 17- Sharma ,K.N.,and Namdeo.1999.Effect of biofertilizers and phosphorus on NPK contents,uptake and grain quality of soybean (Glycin max(L.)Merril) and nutrient status of soil.Crop Research Hisar ,17:164-169.
- 18- Rosas, S., M. Rovera, J. Andres and N. Correa. 2002. Effect of phosphorous solubilizing bacteria on the rhizobialegume symbiosis. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial phosphate Solubilization.Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain.
- 19- Jones, J.B., and V.W. Case. 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. p. 389-428. In R.L. Westerman (ed.) Soil testing and plant analysis. 3rd ed. SSSA Book Ser. 3. SSSA, Madison, WI.
- 20- Berglund, A.R. 2002. Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota. Published in cooperative and with support from the North Dakota Soybean Council, 136p.
- 21- Gamalero , E., Trota, a., Massa, N., Copetta, A. ,Martiontti, M.G.,and Berta, G.2004. Impact of two fluorescent pseudomonades and an arbuscular mycorrhizal fungus on tomato plant growth, root architecture and p acquisition.Mycorrhiza, 14:185-192.