یافته های نوین کشاورزی
سال سوم- شماره۲- زمستان ۱۳۸۷

مقایسه کارایی فسفر بیولوژیک و شیمیایی در زراعت آفتابگردان روغنی در شرایط آب و هوایی اراک

مرتضی مرادی *، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
حمید مدنی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
محمدعلی ملبوبی، عضو هیات علمی موسسه تحقیقات ملی ژنتیک و فن آوری زیستی
رضا پیله وری خمامی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

چکیده

مقدار قابل توجهی فسفر به شکل غیر محلول در خاک وجود دارد و بعضی از باکتری های خاکزی ظرفیت آزاد سازی فسفر نامحلول را جهت رشد گیاه دارند. این آزمایش به منظور بررسی اثر باکتری های آزاد کننده فسفر در آفتابگردان روغنی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل با ٤ تکرار و طی سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا گردید. فاکتورها شامل دو سطح باکتری های آزاد کننده فسفر و چهار سطح مصرف کود فسفره (P_1 و P_2 به ترتیب ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم و P_3 و P_4 به ترتیب ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد با تلفیق فسفر بیولوژیک و فسفات آمونیوم صفات قطر طبق، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه در هکتار، شاخص برداشت و عملکرد بیوماس به طور معنی داری افزایش می یابد. بر همکنش فسفر و باکتری های آزاد کننده فسفر بارور۲ به جز در مورد درصد پوکی و درصد روغن در سایر صفات اندازه گیری شده معنی دار بود. در مجموع می توان نتیجه گرفت با مصرف باکتری های آزاد کننده فسفر می توان کود فسفر را تا ۵۰ درصد کاهش داد بدون آنکه در حصول عملکرد دانه کاهش معنی داری ایجاد شود.

واژه های کلیدی: باکتری های آزاد کننده فسفر، فسفر، آفتابگردان، عملکرد

---

* نویسنده رابط : E-mail: mrtmoradi@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله:۸۸/۲/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۲/۷

مقدمه

به موازات افزایش روز افزون جمعیت بر روی کره زمین، نیاز به غذا به ویـژه محـصولات کـشاورزی افزایش می یابد. افزایش تولیدات کشاورزی جهت رفع نیاز غذایی بشر از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح امکان پذیر است (۱). از آن جایی که آفتـابگردان نقـش مهمـی در تـامین روغن نباتی مورد نیاز کشور دارد، تامین عناصر غذایی گیاه در خاک جهت حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب دانه آن ضروری می باشد. این گیاه به دلیل سازگاری وسیع و دارا بودن بیشترین مقدار روغن دانه (٤٠ تا ٥٠ درصد) به عنوان مهمترین محصول دانه روغنی مطرح می باشد و کیفیت روغن دانه آن نیز بالا است (٦ و ١٦). مصرف صحیح و متناسب انواع کودها (شیمیایی، حیوانی، کمپوست گیاهی یا کود سبز و غیره) مهمترین و اساسی ترین راه حفظ و اصلاح شرایط حاصل خیزی خاک و افـزایش میـزان عملکـرد محصولات کشاورزی می باشد (۱ و ۵). فسفر از جمله عناصـر کلیـدی در گیـاه بـه شـمار مـی رود کـه وظایف مهمی را در گیاه به عهده دارد. این عنصر در نقل و انتقالات انرژی در فرآیندهای متابولیکی گیاه، تقسیم سلولی، ساختمان فسفولیپیدهای دیواره سلولی، توسعه قسمت های زایشی گیـاه و رشـد و تکامـل ریشه ها نقش دارد (۳، ۷ و ۸). مقدار کم فسفر در اکثر خاک ها را می توان با اضافه کردن فسفر به خاک برطرف نمود ولی بالا بردن قابلیت جذب فسفر و کاهش در میزان تثبیت، امری پیچیده و مهم مـی باشـد. اگر چه میزان فسفر در خاک زراعی زیاد است ولی مقدار قابل جذب آن بـرای گیـاه کـم مـی باشـد، بـا استفاده از باکتری های حل کننده فسفات این مشکل بزرگ تا حد زیادی حل می شود بالا بـودن درصـد عنصر فسفر قابل جذب برای گیاه با استفاده از باکتری هـای تـسهیل کننـده جـذب آن کـه مهمتـرین آن سودوموناس است امکان پذیر می باشد (٤ و ١١). تاثیر باکتری های حل کننده فسفات و کود فـسفره (در سه سطح ۰، ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیم) بر شاخص های رشـد و عملکـرد سـیب زمینی رقم آگریا در دو منطقه اراک و کرج انجام شد کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شـیمیایی فسفره به همراه باکتری های حل کننده فسفات بالاترین عملکـرد را در کـرج و اراک ایجـاد کـرد (١٤). آزمایش های مزرعه ای سه رقم جو نشان داد، تلفیق این میکروارگانیسم ها بـه طـور معنـی داری باعـث افزایش عملکرد گیاه گردید (۱۱). طی گزارش های اخیر اثر متقابل مصرف کود زیستی فـسفات بـا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل بر روی دو رقم برنج، بیشترین عملکرد را نسبت بـه تیمارهای کود شیمیایی بدون استفاده از کود زیستی نشان داد (۷). تحقیقات موفقیت آمیز زیادی طی دهه ۹۰ بر روی باکتری های حل کننده فسفات در تایوان صورت گرفت. گیاهان زراعی از قبیل بادام زمینـی، انواع گیاهان زینتی وسبزیجات به طور معنی داری پس از تلقیح باکتری، عملکـرد بیـشتری تولیـد کردنـد (۱۲). همچنین آزمایش ها نشان داد، استفاده از بـاکتری هـا نـه تنهـا باعـث افـزایش عملکـرد و کیفیـت

محصولات شد، بلکه مصرف کودهای شیمیایی و آلی را بـه نـصف تـا یـک سـوم کـاهش داد (۹). طـی آزمایشی تلقیح بذور نخود با باکتری حل کننده فـسفات و ریزوبیـوم باعـث افـزایش عملکـرد و اجـزای عملکرد نخود گردید (۷). در آزمایشی اثرات متقابل تلقـیح بـذور سـورگوم بـا ترکیبـی از بـاکتری هـای باسیلوس، سرایتا، سودوموناس و قارچ مایکوریزایی گلوموس ٤٥ روز پس از کاشت بررسـی شـد. نتـایج نشان داد، ترکیب سه نژاد باکتری و قارچ مایکوریزا رشد گیاه را ۱۷ تـا ۲۰ درصـد افـزایش داد (۳). طـی آزمایشی اثرات متقابل تثبیت کنندگان نیتروژن و باکتری های حل کننده فسفات در گیاه جو مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که نیتروژن قابل دسترس گیاه و محتوی فسفر بافت های گیاهی به طور معنـی داری افزایش یافت. تأمین و حفظ تعادل مواد غذایی گیاه و بهبود جذب نیتروژن و فـسفر توسـط ریـشه گیاه، مهمترین مکانیسم متقابل بین گیاه و باکتری می باشد (۷ و۱۱). در یک بررسی اثرات تلقیح برنج بـه وسیله تثبیت کننده نیتـروژن (ازتوبـاکتر) و میکروارگانیـسم هـای حـل کننـده فـسفات (سـودوموناس و آسپرژیلوس) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، این میکروارگانیسم ها می تواننـد باعـث افـزایش مصرف مواد غذایی توسط گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد گردند. همچنین بـا تلقـیح خـاک، مـی تـوان مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات را کاهش داد (۲، ۳ و ۷). بنابراین هدف از این مطالعه افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و بهبود حاصلخیزی خاک، همچنین کمک به پایداری تعادل سیـستم زنـده خـاک و پیشگیری از خطر تراکم آلاینده های شیمیایی در محیط زیست و نیز افزایش عملکرد و اجزای عملکـرد گیاه با استفاده از فسفر بیولوژیک (بارور ۲) در آفتابگردان روغنی می باشد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعـه تحقیقـاتی دانـشگاه آزاد اسـلامی واحـد اراک صـورت گرفت. ابتدا زمین شخم و پس از آن تسطیح زمین به کمک دیسک به صورت عمـود بـرهم جهـت خـرد کردن کلوخه ها صورت گرفت. مصرف کودهای پایه مانند سولفات پتاسیم و نیتروژن توصیه شده از منبع اوره مورد استفاده قرار گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۵ ردیف کاشت به فواصـل ٦۰ سـانتی متـر و بـه طول ٦ متر و فواصل کشت بذر روی ردیف ها ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. یک سوم کود سرک اوره را در زمان کاشت، یک سوم دیگر در مرحله ۱۰-۱۲ برگی و یک سوم باقی مانده در زمان ستاره ای شدن طبق به صورت نواری توزیع شد. رقم مورد استفاده آفتابگردان روغنی دیررس رقم پروگـرس آزاد گـرده افشان (OP) بود که از بخش تحقیقات دانه های روغنی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کـرج دریافـت شد. این رقم از نوع ارقام دیررس می باشد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک هـای کامـل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید.

تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف کود فسفر شیمیایی و بیولوژیک بود.

کودشیمیایی (P) در چهار سطح

P1: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم

P2: ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم

P3: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل

P4: ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل

کود فسفر بیولوژیک بارور۲ (B) در دو سطح

B1: مصرف کود بیولوژیک بارور۲

B2: مصرف کود بیولوژیک

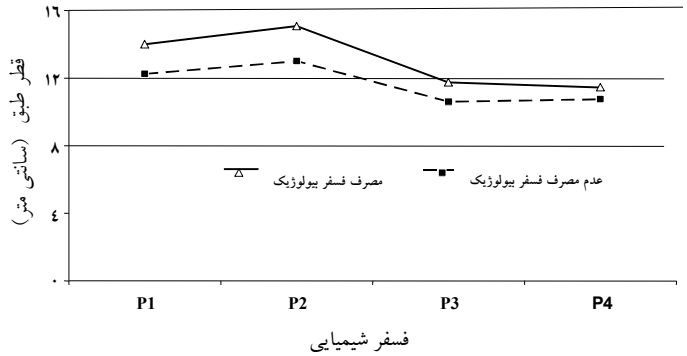
صفات مورد بررسی شامل قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، درصد پوکی دانه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه بود. برای اندازه گیری تعداد دانه هر طبق پس از جدا کردن دانه های موجود در ۱۰ عدد طبق، تعداد آن ها توسط دستگاه شمارنده بذر، شمارش و میانگین آن عنوان تعداد دانه در طبق برای هر کرت در نظر گرفته شد. برای تعیین وزن هزار دانه ، تعداد ۱۰ نمونه صدتایی بذر به صورت تصادفی انتخاب، وزن هزار دانه و سپس درصد پوکی تعیین شد (۱۳). برای تعیین عملکرد دانه پس از حذف دو ردیف حاشیه و نیم متراز بالا و پایین هر کرت آزمایشی، از چهار خط میانی جهت اندازه گیری عملکرد دانه، برداشت محصول به عمل آمد و دانه های برداشت شده با رطوبت حدود ۱۲ درصد معیار عملکرد دانه بودند (۱۳ و ١٦). از دانه های برداشت شده از هر کرت آزمایشی، نمونه های ۵۰ گرمی به طور تصادفی جدا شده و جهت تعیین درصد روغن به آزمایشگاه تجزیه بذر، بخش تحقیقات دانه های روغنی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج ارسال گردید. تجزیه آماری داده های آزمایشی مبتنی بر آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در دو سطح آماری ۱٪ و ۵٪ توسط نرم افزار MASTAT-C انجام و کلیه نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

قطر طبق

نتایج تجزیه واریانس صفت قطر طبق (جدول۱) نشان داد اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بین سطوح مختلف تیمار کاربرد و عدم کاربرد فسفر بیولوژیک و در سطح ۱٪ بین سطوح مختلف مصرف فسفر شیمیایی وجود داشت و همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود تیمار فسفر بیولوژیک موجب ایجاد بیشترین قطر طبق شد. اثر متقابل مصرف فسفر بیولوژیک به فسفر شیمیایی توانست قطر طبق را

در سطح ۵ درصد تحت تاثیر قرار دهد به طوری که بیشترین میزان قطر طبق مربوط به تیمار فسفر بیولوژیک به همراه مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم میانگین ۱۵/۰۷ سانتی متر را نشان داد (شکل ۱). نکته قابل توجه این است که مصرف سوپر فسفات تریپل چه به همراه فسفر بیولوژیک و چه بدون مصرف کود بیولوژیک موجب بروز کمترین تاثیر بر قطر طبق های آفتابگردان شده است. نتایج بعضی از مطالعات نشان داد که استفاده از کودهای شیمیایی دارای عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم، فسفر موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد دانه و قطر طبق در آفتابگردان شده و کود شیمیایی فسفره نقش مهم تری در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد از جمله قطر طبق داشته است (٦ و ١٦).



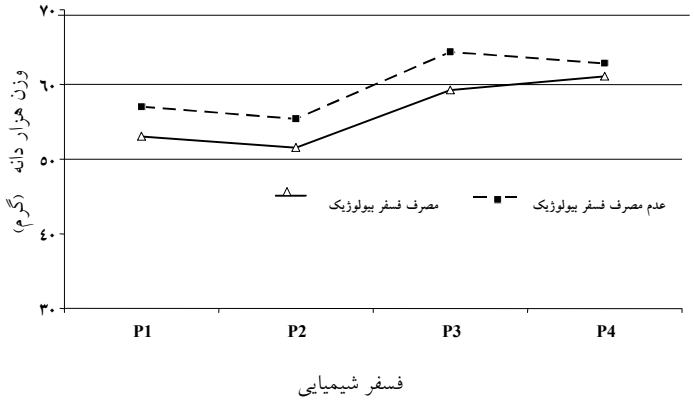
شکل ۱- اثر متقابل فسفر بیولوژیک در فسفر شیمیایی بر قطر طبق آفتابگردان

در شکل فوق P1، P2، P3 وP4: به ترتیب مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل را نشان می دهد.

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت وزن هزار دانه نشان داد سطوح مختلف فسفر بیولوژیک در سطح ۵٪ و سطوح مختلف فسفر شیمیایی در سطح ۱٪ بر این صفت تاثیر معنی دار داشته است (جدول ۱). همچنین در مقایسه میانگین تیمار فسفر بیولوژیک، بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار عدم مصرف فسفر بیولوژیک به میزان ۵۹/۸۹ گرم می باشد و در تیمار مصرف فسفر شیمیایی بیشترین وزن هزار دانه مربوط به مصرف سوپر فسفات تریپل با میانگین ٦١/٩٥ بود. همچنین اثر متقابل تیمار فسفر بیولوژیک و فسفر شیمیایی برای وزن هزار دانه در سطح ۱ ٪ معنی دار شد. به طوری که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار سوپر فسفات تریپل و عدم مصرف فسفر بیولوژیک بود (شکل ۲). هر چند وزن هزار دانه یک صفت وابسته به ژنتیک می باشد اما تحت تاثیر عوامل زراعی می تواند تغییر نماید (٦ و ١٣). فسفر بیولوژیک، تعداد دانه در طبق های گیاه آفتابگردان را افزایش داده و از طرفی چون با افزایش تعداد دانه

در طبق، وزن دانه کاهش می یابد بنابراین فسفر بیولوژیک نتوانسته روی وزن هزار دانه تاثیر چندانی بگذارد.



شکل ۲- اثر متقابل فسفر بیولوژیک در فسفر شیمیایی بر وزن هزار دانه آفتابگردان

در شکل فوق P1، P2، P3 و P4: به ترتیب مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل را نشان می دهد.

درصد پوکی

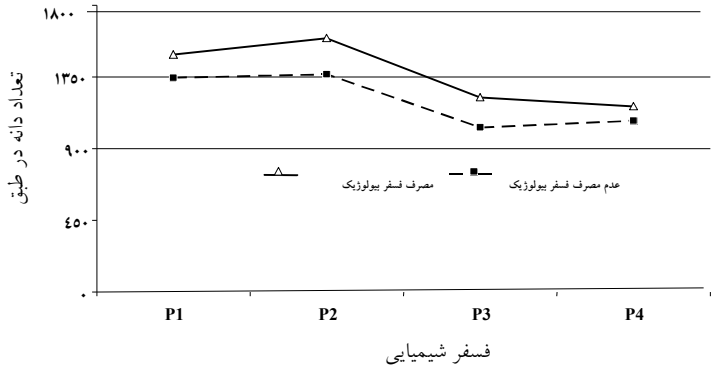
جدول تجزیه واریانس این صفت نشان می دهد که تفاوت های میان درصد پوکی دانه در تیمار فسفر بیولوژیک در سطح ۵٪ و در تیمار فسفر شیمیایی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. همچنین مقایسه میانگین صفت مذکور نیز حاکی از آن است که در تیمار مصرف فسفر بیولوژیک، استفاده از این کود درصد پوکی دانه در گیاه آفتابگردان را کاهش داده به طوری که کمترین میزان درصد پوکی با میانگین ۸/۰۶ مربوط این تیمار می باشد. همچنین در تیمار مصرف فسفر شیمیایی بیشترین میزان درصد پوکی مربوط به کاربرد سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان می دهد اثر متقابل فسفر بیولوژیک و فسفر شیمیایی با توجه به این که در برخی کرت ها موجب کاهش درصد پوکی دانه در طبق های گیاه آفتابگردان شد اما تاثیر معنی داری بر درصد پوکی دانه در طبق ها نداشت. درصد پوکی دانه صفتی است که به عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی مثل حاصلخیزی زمین، آبیاری به موقع، درجه حرارت هوا در موقع گرده افشانی، رطوبت نسبی هوا، باد و جمعیت حشرات گرده افشان بستگی دارد (٦).

تعداد دانه در طبق

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت تعداد دانه در طبق (جدول ۱) نشان می دهد سطوح مختلف تیمار فسفر بیولوژیک در سطح ۵٪ و سطوح مختلف تیمار فسفر شیمیایی در سطح ۱٪ بر این صفت تاثیر معنی دار داشته است. همچنین اثر متقابل فسفر بیولوژیک و فسفر شیمیایی بر تعداد دانه در طبق در سطح ۵٪

معنی دار شد به طوری که مصرف فسفر بیولوژیک با فسفات آمونیوم بـه میـزان ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلـوگرم در هکتار بیشترین تعداد دانه در طبق و عدم مصرف فسفر بیولوژیک با سوپر فسفات تریپـل کمتـرین تعـداد دانه در طبق را به خود اختصاص داد (شکل ۳). نکته قابل توجه این است که این صفت یکـی از اجـزای مهم عملکرد دانه در آفتابگردان محسوب می شود و در کنار تعداد طبق در واحد سطح و وزن هزار دانـه، در تعیین عملکرد دانه نقش مهمی ایفا می کند (۱۳).

به طور کلی کاربرد میکروارگانیسم های حل کننده فسفر در زراعت آفتابگردان می تواند مـسیر انتـشار و جذب فسفر را کاهش داده و موجب سهولت دسترسی عنصر فسفر برای گیاه گردد و همچنـین از طریـق بهبود تغذیه سایر عناصر روی تعداد دانه در طبق موثر باشد.



شکل ۳- اثر متقابل فسفر بیولوژیک در فسفر شیمیایی بر تعداد دانه در طبق آفتابگردان

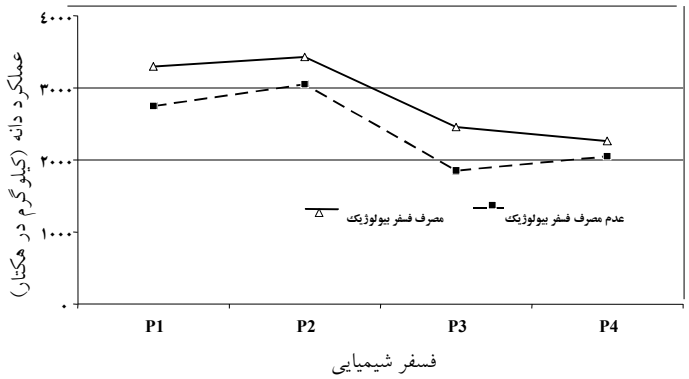
در شکل فوق P1، P2، P3 وP4: به ترتیب مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل را نشان می دهد.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت عملکرد دانه نشان می دهد تیمار مصرف فسفر بیولوژیک در سطح ۵٪ و تیمار مصرف فسفر شیمیایی در سطح ۱٪ این صفت را تحت تاثیر قرار داده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین عملکرد دانه نیز حاکی از آن بود که در تیمار مصرف فسفر بیولوژیک بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار مصرف فسفر بیولوژیک با میانگین ۲۸۵۹/۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار عدم مصرف فسفر بیولوژیک با میانگین ۲٤۲۳/۸۱ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین اثر متقابل فسفر بیولوژیک با فسفر شیمیایی در سطح ۵٪ نیز معنی دار شد و مصرف فسفر بیولوژیک با فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و عدم مصرف بیولوژیک با سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد

(شکل٤). عملکرد دانه عمدتا ناشی از افزایش تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و همچنین کاهش درصد پوکی دانه می باشد (۱۳). از طرفی افزایش جذب مواد معدنی توسط عوامل بیولوژیکی خاک موجب افزایش در ماده خشک گیاه شده و در نهایت عملکرد را تحت تاثیر قرار می دهد (۳ و ۸). بلیموف و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که مصرف همزمان تثبیت کنندگان نیتروژن و باکتری های آزاد کننده فسفر باعث افزایش عملکرد جو گردید و همچنین مطالعه بابانا و آنتون (۲۰۰٦) نشان داد که از ترکیب باکتری های آزاد کننده فسفر و قارچ آسپرژیلوس به همراه فسفات معدنی بیشترین عملکرد دانه گندم به دست آمد (شکل٤).!!!

!!

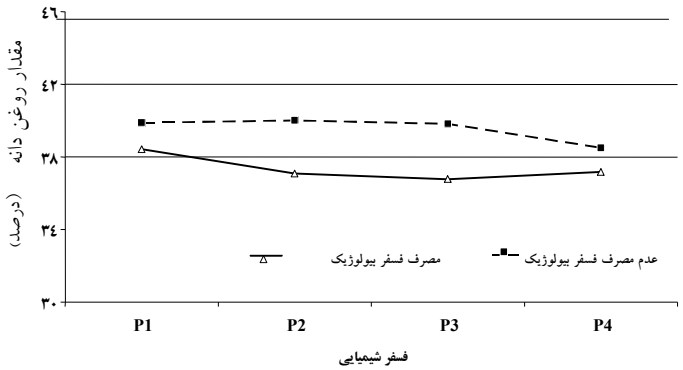


شکل ٤- اثر متقابل فسفر بیولوژیک در فسفر شیمیایی بر عملکرد دانه آفتابگردان

در شکل فوق P1، P2، P3 و P4: به ترتیب مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل را نشان می دهد.

درصد روغن دانه

نتایج تجزیه واریانس صفت درصد روغن دانه نشان داد تیمار کاربرد فسفر بیولوژیک در سطح ۱٪ و تیمار مصرف فسفر شیمیایی در سطح ۵٪ بر مقدار روغن دانه تاثیر معنی دار داشته است. همچنین اثر متقابل فسفر بیولوژیک با فسفر شیمیایی در صفت مذکور در سطح ۵٪ معنی دار شد به طوری که بیشترین مقدار روغن دانه از تیمار مصرف فسفات آمونیوم به میزان۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بدون استفاده از فسفر بیولوژیک به دست آمد. مقایسه این دو عامل بیانگر این نکته است که فسفر بیولوژیک نتوانسته است روی درصد روغن تاثیر چندانی نسبت به فسفر شیمیایی داشته باشد (شکل۵).



شکل ۵- اثر متقابل فسفر بیولوژیک در فسفر شیمیایی بر درصد روغن دانه آفتابگردان

در شکل فوق P1، P2، P3 و P4: به ترتیب مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل را نشان می دهد.

بنابراین می توان نتیجه گرفت کاربرد باکتری آزاد کننده فسفر توانست بر صفات قطر طبق، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، درصد پوکی، عملکرد دانه و درصد روغن دانه تاثیر معنی داری داشته و البته معنی دار نبودن تاثیر بر همکنش باکتری های آزاد کننده فسفر با فسفر شیمیایی در برخی صفات، خود نشان دهنده کارایی بالای این باکتری ها و توانایی رقابت با منابع شیمیایی فسفر می باشد. همچنین نتایج مناسبی در اثر تلفیق فسفر بیولوژیک با فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در عملکرد آفتابگردان به دست آمد و به این ترتیب به هدف کاهش مصرف فسفر شیمیایی با تلفیق فسفر بیولوژیک به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با فسفات آمونیوم می توان دست یافت.

جدول:۱ تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		قطر طبق	وزن هزار دانه	درصد پوکی	تعداد دانه در طبق	عملکرد دانه	درصد روغن
تکرار	۳	۳/٦۲^{ns}	۳۹/۰۱^{ns}	۱/۹۱^{ns}	٤۸٦۳۳/۵۸^{ns}	۲۳۱۲۸۱/٦۹^{ns}	۳/۱۲^{ns}
فسفربیولوژیک	۱	۱٦/۱۰*	۱۰۷/٦۷*	٦/۱۲*	۲۱۲۸۷۸/۱۲*	۱۵۱۸۵۸۸/۷۸*	۷۲/۰۰**
فسفر شیمیایی	۳	۱۷/۰٤**	۱۵۸/۰۲**	۱۱/٤۱**	۲۸٦۸۵۲/۷۵**	۲۵۹۸۱۸۷/۷۸**	۵/۵۸*
فسفر بیولوژیک × فسفرشیمیایی	۳	۰/۷۵*	۳/۹٤*	۲/۲۰ns	٦۹۰۹/۵٤*	٦۲۵۹٤/۹٤*	۱۰/۰۹*
خطا	۲۱	۳/٤۵	۳۱/۸۸	۱/۲۰	٤۰۹۷۷/۰۳	٦۸۳۱۱۲/٦۲	۳/۱۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۰۳	۹/۷۳	۱۲/۹۰	۱۵/۷٤	۲۲/۷۰	۱٤/٦٤

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول۲: مقایسه میانگین اثر فسفر بیولوژیک و فسفر شیمیایی در صفات مورد بررسی

تیمار	میانگین					
	قطر طبق (cm)	وزن هزار دانه (gr)	درصد پوکی	تعداد دانه در طبق	عملکرد دانه (kg/ha)	مقدار روغن (درصد)
فسفر بیولوژیک (B)						
B_1 (مصرف)	۱۳/۰٦a	٥٦/۲۲b	۸/۰٦b	۱۳٦۷/٤۳a	۲۸٥۹/٥۰a	۳٦/٦۱b
B_2 (عدم مصرف)	۱۱/٦٥b	٥۹/۸۹a	۸/۹۳a	۱۲۰٤/۳۱b	۲٤۲۳/۸۱b	۳۹/٦۱a
فسفر شیمیایی (P)						
P_1 (۱٥۰ kg/ha فسفات آمونیوم)	۱۳/۱۲a	٥٥/۰۲b	۷/٦۲b	۱٤۱۷/۳۷a	۳۰۲۱/۲٥a	۳۹/۱٥a
P_2 (۳۰۰ kg/ha فسفات آمونیوم)	۱٤/۰۳a	٥۳/٤۷b	۷/۸۷b	۱٤۷۹/۳۷a	۳۲۳۷/۲٥a	۳۷/۱٦b
P_3 (۱٥۰ kg/ha سوپر فسفات تریپل)	۱۱/۱۷b	٦۱/۷۸a	۱۰/۲٥a	۱۱۲٦/۷٥b	۲۱٥۳/۱۲b	۳۸/۲۹ab
P_4 (۳۰۰ kg/ha سوپر فسفات تریپل)	۱۱/۱۰b	٦۱/۹٥a	۸/۲٥b	۱۱۲۰/۰۰b	۲۱٥٥/۰۰b	۳۷/۸۳ab
اثر متقابل فسفر بیولوژیک × شیمیایی ($B_{\times}P$)						
B_1P_1	۱٤/۰۰ab	٥۳/۰٥de	۷/٥۰cd	۱٤۹۰/۰۰ab	۳۲۹٥/۷٥a	۳۸/٤۲ab
B_1P_2	۱٥/۰۷a	٥۱/٥٥e	۸/۰۰bcd	۱٥۹۲/۷٥a	۳٤۲٦/۰۰a	۳۷/۰۸b
B_1P_3	۱۱/۷٥cd	٥۹/۲۲abcd	۹/٥۰ab	۱۲۲۱/۷٥cd	۲٤٥٤/۷٥cd	۳٦/۷۷b
B_1P_4	۱۱/٤٥cd	٦۱/٦۷abc	۷/۲٥d	۱۱٦٥/۲٥cd	۲۲٦۱/٥۰de	۳۷/۱۷b
B_2P_1	۱۲/۲٥bcd	٥۷/۰۰bcde	۷/۷٥cd	۱۳٤٤/۷٥bc	۲۷٤٦/۷٥bc	۳۹/۸۸a
B_2P_2	۱۳/۰۰bc	٥٥/٤۰cde	۷/۷٥cd	۱۳٦٦/۰۰bc	۳۰٤۸/٥۰ab	٤۰/۲٤a
B_2P_3	۱۰/٦۰d	٦٤/۳٥a	۱۱/۰۰a	۱۰۳۱/۷٥d	۱۸٥۱/٥۰e	۳۹/۸۲a
B_2P_4	۱۰/۷٥d	٦۲/۸۲ab	۹/۲٥bc	۱۰۷٤/۷٥d	۲۰٤۸/٥۰de	۳۸/٥۰ab

اعدادی که در هر ستون دارای حرف مشترک می باشند، فاقد تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵٪ براساس آزمون دانکن می باشند

B_1: مصرف فسفر بیولوژیک

B_2: عدم مصرف فسفر بیولوژیک

P_1: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم

P_2: ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم

P_3: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل

P_4: ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل

منابع

۱- آستارایی، ع. و کوچکی، ع. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۲- اردکانی، م. ر.، مظاهری، د. و نور محمدی، ق. ۱۳۸۰. تأثیر کاربرد آزوسپیریلوم، مایکوریزا و استرپتومایس به همراه کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. علوم کشاورزی سال هفتم، شماره ۱، ص ۱-۱۵.

۳- راثی پور، ل. و اصغرزاده، ن. ع. ۱۳۸٦. اثرات متقابل باکتری های حل کننده فسفات و *Bradirhizobium japanicum* بر شاخص های رشد، غده بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا. علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، شماره ٤٠، ص٥٣-٦٣.

٤- سیلیسپور، م. و بانیانی، ع. ۱۳۷۸. امکان سنجی استفاده از کود میکروبی فسفاته در زراعت پنبه با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی فسفره. خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص٤٦٩.

٥- صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. وزارت جهاد کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی.

٦- عرشی، ی. ۱۳۷۳. علوم و تکنولوژی آفتابگردان (ترجمه) انتشارات اداره کل پنبه و دانه های روغنی ایران.

۷- کیانی راد، م. ۱۳۷٤. بررسی میکروارگانیسم های حل کننده فسفات و تاثیر آنها در کاهش مصرف کودهای فسفره در کشت سویا. پایان نامه دانشگاه تهران دانشکده کشاورزی، ۱۱۷ صفحه.

۸- ملبوبی، م. ع. ۱۳۷۷. بیولوژی ملکولی پاسخ گیاه به عوامل محیطی. چکیده مقالات پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۱۱.

9- Antoun, H. 2005. Field and greenhouse trials performed with Phosphate solubilizing bacteria and fungi. Departement of soil and agrifood engineering, faculty of agriculture and food.Science, Canada. 8 pp.

10- Babana, A. H. and Antoun, H. 2006. Effect of ti1emsi phosphate rock solubilizing microorganisms on phosphorus uptake and yield offield grown wheat(Triticum aestivum L.) in mail. Plant and soil. 287(1- 2):51 58.

11- Belimov, A. A., Kojemiakov, A. P. and Chuvarliyeva, C. V. 1995. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria. Plant and soil. 173(1): 29-37.

12- Chabot, R., Antoun, H. and Cescas, M. P. 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate solubilizing Rhizobium leguminosarum biovar Phaseoli. Plant and Soil. 184(2): 311-321.

13- Goyne, P. J. 1997. The influence of day length on sunflower growth, sunflower. 3, 3 & 6. (J.Aust. Sin. Assn).

14- Madani, H. 2006. The Effects of phosphate solubleizing Bactria (PSB) on potato yield at Iran Environment. 18th. world congress of soil science. Julie.9.15.2006. Phi1ade1phia Pennsylvania. U.

15- Olivera, M., lribane, C. and Liuck, C. 2002. Effect of phosphorus on nodulacion and N2 pixation by bean (*Phaseolus vulgaris*) proceedings ofthe 15 th International Meeting on Microbia phosphate solubilization.Salamanca university, 16-19 July. Salaman ca, spain.

16- Schneider, A. A. and Miller, J. F. 1981. Description of sunflower Growth stages. Crop science vol.21. Nar- Dec1981. 901-903.