دانشگاه گنبد کاووس
نشریه " تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان "
دوره اول، سال اول، پاییز ۹۲
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی اثرات باکتری‌های حل کننده فسفات به‌عنوان کودهای بیولوژیک و فسفر معدنی بر رشد و عملکرد سویا (*Glycine max* Merrill) رقم تلار در شمال ایران

اسماعیل یساری
استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۲۸

چکیده

برای بررسی اثرات فسفر معدنی و باکتری‌های حل کننده فسفات بر رشد و عملکرد رقم تلار سویا (*Glycine max* Merrill) مطالعه‌ای به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در تابستان سال ۱۳۹۱ در منطقه دشت ناز ساری به اجرا گذاشته شد. در این آزمایش سه سطح مصرف فسفر (۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل اصلی و چهار سطح تلقیح بذر سویا با باکتری‌های حل کننده فسفات شامل (شاهد یا بدون مصرف باکتری، تلقیح با باکتری *Pseudomonas fluorescens*، تلقیح با باکتری *Pseudomonas putida* و تلقیح با هر دو سویه باکتری‌ها) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج این آزمایش حاکی از آن بود که با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر حداکثر عملکرد دانه (۱۹۵/۶ گرم در متر مربع) به‌دست آمد و با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیب افزایش عملکرد دانه کاهش یافته و به ۱۸۵/۴ گرم در متر مربع رسید. اثرات اصلی تلقیح باکتری نیز نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه (۲۰۸ گرم در مترمربع) در تیمار مصرف توام هر دو سویه باکتری پزودوموناس فلورسنت و پوتیدا به‌دست آمد. مقایسه اثرات متقابل فسفر و باکتری نشان داد که در تیمار مصرف فسفر ۱۰۰ و مصرف توام هر دو سویه باکتری‌ها عملکرد دانه به حداکثر میزان یعنی ۲۵۱ گرم در مترمربع رسید. در صورتی‌که تحت اثرات متقابل مصرف فسفر ۵۰ کیلوگرم در هکتار و مصرف توام هر دو سویه ی باکتری‌ها عملکرد دانه معادل ۲۴۹/۴ گرم در مترمربع[1] بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار مصرف فسفر ۱۰۰ و مصرف توام هر دو سویه باکتری‌ها نداشت. این نتایج نشان داد که در حضور هر دو سویه باکتری‌های حل‌کننده فسفات، کاهش مصرف فسفر معدنی از ۱۰۰ به ۵۰ کیلوگرم در هکتار منجر به کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه نشد.

***واژه‌های کلیدی*: اجزای عملکرد، باکتری حل کننده فسفات، سویا، عملکرد دانه، فسفر معدنی**

*نویسند مسئول: e_yassari@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

مقدمه

فسفر بعد از نیتروژن، مهمترین عنصر غذایی ضروری و پر مصرف مورد نیاز گیاه است و به دو شکل آلی (اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپیدها، فسفوپروتئین‌ها، فسفات‌های اینوزیتول و قندهای فسفری) و معدنی (عمدتاً فسفات‌های کلسیم، منیزیم، آهن و آلومینیوم) در خاک‌ها یافت می‌شود. فسفر عنصر ضروری است که به شکل فسفات از خاک جذب می‌شود. ترکیب فسفر با مواد موجود در خاک موجب محدود شدن انتشار فسفر به سیستم ریشه می‌شود. بنابراین حتی زمانی که غلظت فسفر خاک بالاست امکان دارد که در دسترس گیاه نباشد. برای سازگاری با این شرایط گیاهان از روش‌های مختلف برای آزادسازی و جذب فسفر از خاک استفاده می‌کنند (Vance *et al*., 2003). زمانی که گیاه دچار کمبود فسفر می‌شود، ورود کربوهیدرات را به ریشه افزایش می‌دهد که موجب افزایش نسبت Root/Shoot می‌شود. همچنین مورفولوژی ریشه را از طریق افزایش سرعت رشد ریشه‌های جانبی و تولید سیستم ریشه‌ای بلندتر تغییر می‌دهد. علاوه بر این، کمبود فسفر موجب افزایش پروتئین‌های انتقال‌دهنده فسفات شده و خروج اسیدهای آلی، RNA آزها و فسفاتازها را افزایش می‌دهد. فسفات در تنظیم فتوسنتز و فعالیت گره‌ها نقش داشته و از این طریق موجب افزایش رشد و نمو گیاه می‌گردد (Gholami and Kouchaki, 2011). تلقیح آزوسپریلوم با ذرت و سورگوم نشان می‌دهد که این باکتری‌ها از طریق افزایش سیستم ریشه‌ای سبب افزایش جذب فسفر در این گیاهان می‌شوند (Fallik and Okon, 1988). تلقیح بذر ذرت با آزوسپریلوم سبب افزایش جذب یون فسفات شده که این افزایش حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد نسبت به شاهد بیشتر بوده است و چنین نتیجه گرفتند که افزایش جذب یون‌ها در اثر تلقیح گیاه با آزوسپریلوم می‌تواند نقش مهمی در افزایش رشد گیاه داشته باشد و در شرایط کمبود عناصر غذایی، آزوسپریلوم می‌تواند راندمان جذب عناصر غذایی اضافه شده را با کمک کردن گیاه در جذب آن‌ها بیشتر نماید. در حضور باکتری ازتوباکتر و پزودوموناس استریا میزان فسفر در گندم افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند. استفاده از میکرو ارگانیسم‌های ریزوسفری برای افزایش محصول، بالا بردن کیفیت تولیدات کشاورزی و کنترل بیماری‌های گیاهی نظر محققین را به خود جلب کرده است همند و همکاران (Hammond *et al*., 2004) تاثیر سریع استفاده از کودهای شیمیایی در رشد گیاهان سبب کم‌رنگ شدن فعالیت‌ها در زمینه علم میکروبیولوژی خاک در سال‌های اولیه گردید. به‌تدریج که اثرات سوء زیست محیطی تخریبی ناشی از استفاده‌ی بی‌رویه این کودها مشخص شد، اهتمام بیشتری در استفاده از این علم به عمل آمد. توانایی میکرو ارگانیسم‌های خاک زی در آزادسازی عناصر مغذی گیاهان مانند فسفر و پتاسیم، تجزیه‌ی ترکیبات آلی پیچیده در خاک و کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی، امروزه به نحو مطلوبی در جهت کشاورزی پایدار مورد استفاده کشورهای پیشرو در این امر است. باکتری‌های جنس پزودوموناس و به خصوص پزودوموناس‌های فلورسنت و پوتیدا از

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

مهم‌ترین اعضای جامعه‌ی باکتری‌های ریزوسفری هستند که سبب افزایش قابل ملاحظه میزان جذب فسفر در گیاهان زراعی می‌گردد. بنابراین برای بررسی اثرات این باکتری‌ها در قالب کودهای بیولوژیک بر جذب فسفر نامحلول خاک و تاثیر آن بر رشد و عملکرد رقم تلار سویا این آزمایش در منطقه دشت ناز ساری به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق اثرات فسفر معدنی و باکتری‌های حل کننده فسفات بر رشد و عملکرد رقم تلار گیاه زراعی سویا (*Glycine max* Merrill) مطالعه شده است. این تحقیق به صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در تابستان سال ۱۳۹۱ در منطقه دشت ناز ساری به اجرا گذارده شد. نتایج آزمایش‌های انجام شده روی نمونه خاک نشان داد که میزان ماده آلی خاک ۲,۵۱ درصد، میزان فسفر قابل جذب موجود در خاک در حد کمبود ۶,۷ پی پی ام و میزان پتاسیم قابل استفاده خاک ۲۹۷ پی پی ام بوده است. همچنین مشخص شد که بافت خاک از نوع رسی لومی با ۳۷ درصد رس، ۲۶ درصد لای و ۳۷ درصد ماسه و اسیدیته معادل با ۷/۷ می‌باشد. مقادیر عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک مشخص و عناصر NK به صورت قبل از کاشت به خاک افزوده و با خاک مخلوط شدند.

فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمایش شامل سه سطح مصرف فسفر (۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل) به‌عنوان عامل اصلی و چهار سطح تلقیح بذر سویا با باکتری‌های حل کننده فسفر شامل (شاهد یا بدون مصرف باکتری، تلقیح با باکتری *Pseudomonas fluorescens*، تلقیح با باکتری *Pseudomonas putida* و تلقیح توام هر دو سویه باکتری به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد.

بذر رقم تلار سویا بلافاصله قبل از کاشت با باکتری‌های مورد نظر بر حسب نوع تیمار تلقیح گردید. عملیات داشت شامل آبیاری به صورت معمول و بسته به نیاز گیاه صورت گرفت. در پایان رسیدگی فیزیولوژیکی عملیات برداشت صورت گرفت و در رطوبت ۱۴ درصد عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از یاد داشت برداری داده‌های به‌دست آمده به وسیله نرم‌افزار آماری SAS (SAS Institue, 1997) تجزیه واریانس شده و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

نتایج و بحث

وزن ۱۰۰ دانه: مطالعه اثرات سطوح اصلی فسفر نشان داد که کمترین میزان وزن صد دانه در تیمار عدم مصرف فسفر به میزان ۱۹/۴۹ گرم به‌دست آمد. نتایج همچنین نشان داد که با مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار وزن صد دانه به میزان ۲۰/۵۳ گرم افزایش یافته و با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم فسفر به حداکثر ۲۱/۶۶ گرم رسید. اگر چه اختلاف موجود در وزن صد دانه بین سه تیمار فسفر مورد مصرف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). رسنی‌پور و علی اصغرزاده (Rasni Pour and Ali Asfgarzadeh, 2007) نیز گزارش نمودند که حداکثر وزن دانه سویا در سطح مصرف ۵۸ میلی‌گرم سوپر فسفات تریپل در کیلوگرم خاک به‌دست آمد ولی این مقدار از نظر آماری تفاوت معنی داری با تیمار ۲۹ میلی‌گرم سوپر فسفات تریپل در کیلوگرم خاک نداشت. مقایسه اثرات اصلی سطوح مصرف باکتری بر وزن صد دانه حاکی از آن بود که حداقل میزان وزن صد دانه در تیمار شاهد یا عدم مصرف باکتری به میزان ۱۹/۱۸ گرم به دست آمد. همچنین با تلقیح بذر سویا با باکتری وزن صد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که با مصرف باکتری‌های فلورسنت و پوتیدا میزان وزن صد دانه به‌ترتیب به ۲۰/۸۵ و ۲۰/۹۳ گرم افزایش یافت و با مصرف هر دو سویه باکتری حداکثر وزن صد دانه (۲۱/۲۸ گرم) به‌دست آمد (جدول ۱).

وسول و همکاران (Wasul *et al.*, 2002) در تحقیق خود دریافتند که تلقیح باکتری حل کننده فسفات *Pseudomonas striata* به همراه باکتری *Bradyrhizobium* افزون بر افزایش گره زایی و وزن خشک گره، وزن صد دانه سویا را نیز بطور معنی‌داری افزایش داده است.

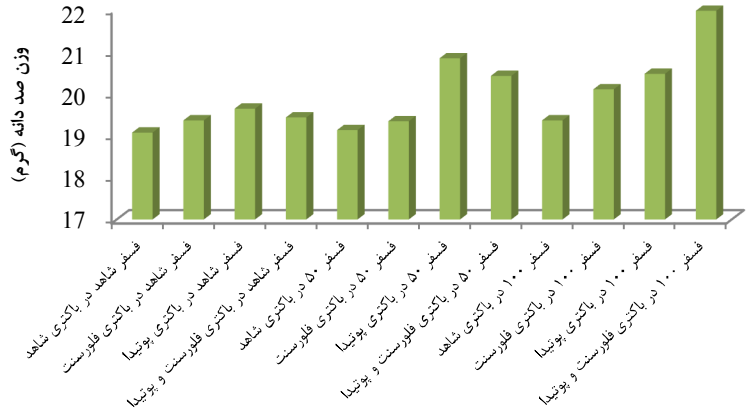
مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداقل میزان وزن صد دانه تحت اثرات متقابل دو گانه تیمار عدم مصرف فسفر و عدم استعمال باکتری به میزان ۱۹/۰۷ گرم به‌دست آمد و با مصرف سطوح فسفر و تلقیح باکتری روندی افزایشی پیدا نمود. به‌طوری‌که حداکثر میزان وزن صد دانه تحت اثرات متقابل مصرف فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و مصرف توام هر دو سویه باکتری به میزان ۲۱/۹۷ گرم حاصل شد (شکل ۱).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات سطوح فسفر و باکتری بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد

تیمار	وزن صد دانه (گرم)	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
اثرات سطوح فسفر				
فسفر شاهد	۱۹/۴۹ ab	۲/۲۶ bc	۸۰/۲۷ cd	۱۵۰/۴ bc
فسفر ۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۰/۵۳ ab	۲/۳۷ ab	۹۴/۱۶ bc	۱۹۵/۶ a
فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۱/۶۶ a	۲/۵۲ a	۹۱/۹۴ bc	۱۸۵/۴ ab
اثرات سطوح مصرف باکتری				
عدم تلقیح	۱۹/۱۸ bc	۲/۱۳ c	۷۵/۸۴ cd	۱۳۳/۳ cde
باکتری فلورسنت	۲۰/۸۵ ab	۲/۳۶ b	۸۴/۲۸ c	۱۷۶/۸ ab
باکتری پوتیدا	۲۰/۹۳ ab	۲/۴۱ ab	۹۲/۷۳ bc	۱۹۰/۴ ab
مصرف توام هر دو باکتری	۲۱/۲۸ a	۲/۴۴ ab	۱۰۲/۳۲ab	۲۰۸/۰ a
اثرات سطوح فسفر	ns	ns	*	*
اثرات سطوح مصرف باکتری	*	*	**	**
اثرات متقابل سطوح فسفر در مصرف باکتری	*	*	*	*
ضریب تغییرات (درصد)	۶/۵۲	۵/۴۵	۹/۵۹	۱۱/۲۲

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترکند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی‌دارند. ns، *و** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۱- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر وزن صد دانه

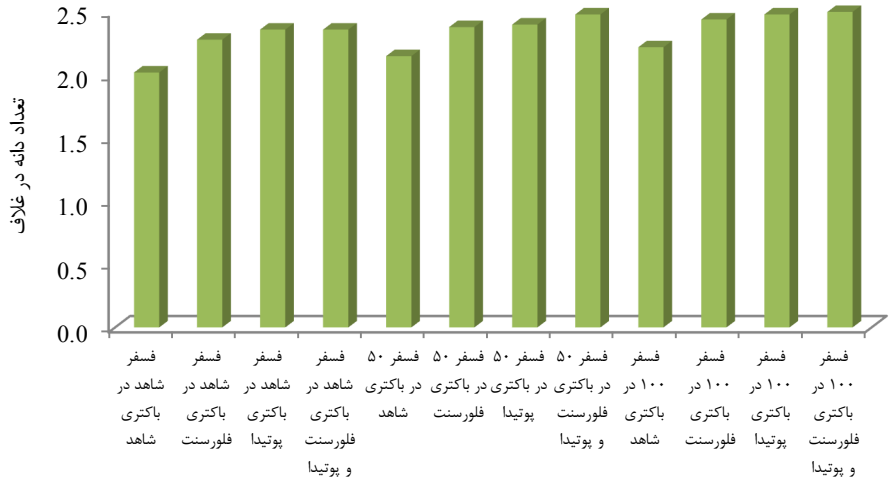
[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

تعداد دانه در غلاف

مطالعه‌ی اثرات سطوح اصلی فسفر نشان داد که کمترین تعداد دانه در غلاف در تیمار عدم مصرف فسفر یا شاهد با تعداد ۲/۲۶ به‌دست آمد و با افزایش سطح مصرف فسفر به ۵۰ و سپس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب به ۲/۳۷ و ۲/۵۲ افزایش یافت (جدول ۱).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداقل تعداد دانه در غلاف (۲/۱۳) در تیمار شاهد باکتری مشاهده شده. تعداد دانه در غلاف با تلقیح باکتری‌ها افزایش یافت به‌طوری‌که در تیمارهای مصرف باکتری‌ها به تنهایی تعداد دانه در غلاف به ۲/۳۶ افزایش یافت و در تیمار تلقیح توام هر دو سویه باکتری به حداکثر (۲/۴۴) رسید (جدول ۱). این نتایج با یافته‌های ترن تی و همکاران (Tran Thi *et al.*, 2006) مشابهت داشت. آنها دریافتند که مصرف توام سویه‌های باکتری فلورسنت و پوتیدا و باکتری برایدی رایزوبیوم باعث افزایش معنی‌داری در تعداد دانه در غلاف در ارقام سویا گردیده است.

مقایسه اثرات متقابل داده‌ها نشان داد که حداقل میزان تعداد دانه در غلاف تحت اثرات متقابل دو گانه عدم مصرف فسفر و عدم مصرف باکتری به میزان ۲/۰۲ به‌دست آمد. حداکثر میزان تعداد دانه در غلاف تحت اثرات متقابل مصرف فسفر ۱۰۰ در مصرف توام هر دو سویه باکتری به میزان ۲/۵۰ حاصل شد (شکل ۲). وسول و همکاران (Wasul *et al.*, 2002) گزارش نمودند که باکتری حل کننده فسفات تعداد دانه در غلاف سویا را بطور معنی‌داری افزایش داد که نتایج این تحقیق با مشاهدات آنها مطابقت دارد.

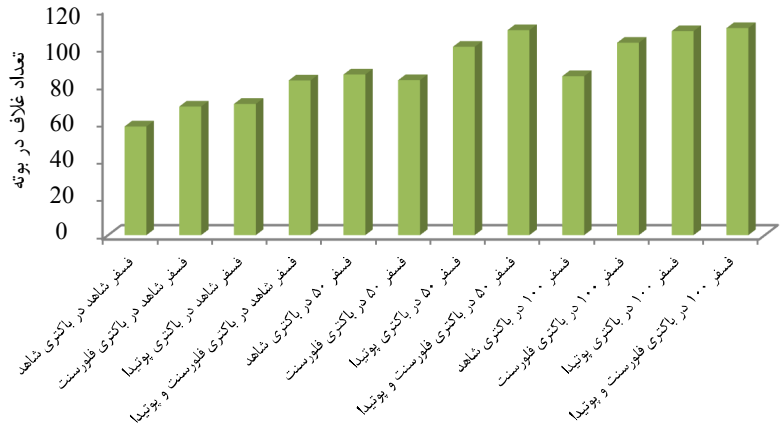


شکل ۲- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر تعدا د دانه در غلاف

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

تعداد غلاف در بوته: مطالعه اثرات سطوح اصلی فسفر نشان داد که کمترین میزان تعداد غلاف در بوته در تیمار عدم مصرف فسفر یا شاهد با ۸۰/۲۷ غلاف به دست آمد و با افزایش سطح مصرف فسفر به ۵۰ و سپس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تعداد غلاف در بوته به ترتیب به ۹۴/۱۶و ۹۱/۹۴غلاف در بوته افزایش یافت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداقل تعداد غلاف در بوته (۷۵/۸۴) در تیمار عدم مصرف باکتری به‌دست آمد. همچنین مشاهده شد که با تلقیح بذر سویا به‌طور جداگانه با سویه‌های باکتری فلورسنت و پوتیدا تعداد غلاف در بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و به‌ترتیب ۸۴/۲۷ و ۹۲/۷۳ رسید. حداکثر تعداد غلاف در بوته (۱۰۲/۳۳) در تیمار مصرف توام هر دو سویه باکتری به‌دست آمد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثرات متقابل فسفر در باکتری نشان داد که حداقل میزان تعداد غلاف در بوته تحت اثرات متقابل دو گانه عدم مصرف فسفر و عدم تلقیح بذر سویا با باکتری به میزان ۵۷/۷۳ و حداکثر میزان تعداد غلاف در بوته در اثرات متقابل فسفر ۵۰ و مصرف هر دو سویه باکتری‌ها (۱۰۸/۹۲) و اثرات متقابل مصرف فسفر ۱۰۰ و باکتری پوتیدا (۱۰۸/۴) به‌دست آمد (شکل ۳). آرگاو (Argaw, 2012) مشاهده نمود که تعداد غلاف در بوته در تیمارهای تلقیح با باکتری رایزوبیوم و پزودوموناس به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای عدم تلقیح افزایش یافت. وی تعداد غلاف در بوته را مهمترین اجزای عملکرد در تعیین میزان نهایی عملکرد دانه معرفی نمود. در این تحقیق نیز مشاهده شد که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار مصرف هر دو سویه باکتری با بالاترین میزان عملکرد دانه در این تیمار همراه بوده است.



شکل ۳- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر تعداد غلاف در بوته

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

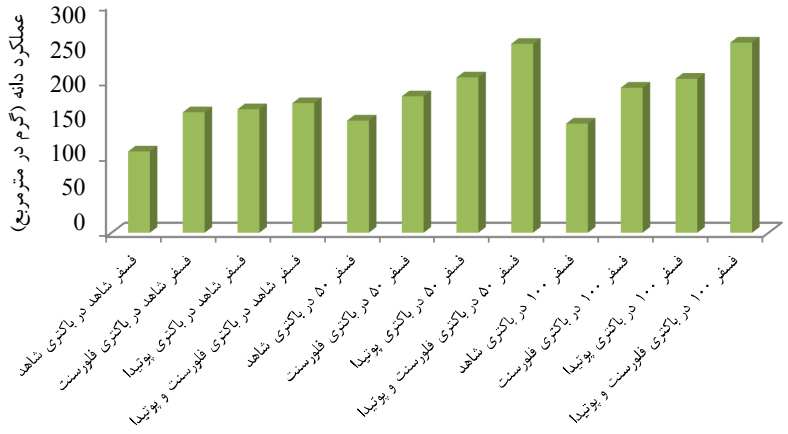
عملکرد دانه: کمترین میزان عملکرد دانه در سطح عدم مصرف فسفر یا تیمار شاهد با ۱۵۰/۴ گرم در مترمربع به دست آمد و با مصرف فسفر در سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۹۵/۶ گرم در مترمربع به دست آمد. همچنین، نتایج حاکی از آن بود که با افزایش مصرف فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه روند نزولی پیدا نموده، به میزان ۱۸۵/۴ گرم در مترمربع کاهش یافت (جدول ۱).

مقایسه اثرات اصلی سطوح مصرف باکتری بر عملکرد دانه حاکی از آن بود که حداقل میزان عملکرد دانه در تیمار شاهد یا عدم مصرف باکتری به میزان ۱۳۳/۳ گرم در مترمربع به دست آمد. همچنین با تلقیح جداگانه بذر سویا با باکتری فلورسنت و پوتیدا، عملکرد دانه به ترتیب به ۱۷۶/۸ و ۱۹۰/۴ گرم در مترمربع افزایش یافت. حداکثر میزان عملکرد دانه در مصرف توام هردو سویه باکتری فلورسنت و پوتیدا و به میزان ۲۰۸ گرم در مترمربع رسید (جدول ۱). رساس و همکاران (Rosas *et al.*, 2002) در یک آزمایش مزرعه‌ای بر روی سویا، اثرات متقابل باکتری‌های رایزوبیوم و پزودوموناس پوتیدا را مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که بالاترین عملکرد دانه سویا در تیمار تلقیح توام این باکتری‌ها بدست آمد.

مقایسه اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری نشان داد که حداقل میزان عملکرد دانه تحت اثرات متقابل دو گانه عدم مصرف فسفر و عدم تلقیح بذور سویا با باکتری‌های حل کننده فسفات به میزان ۱۰۷/۲۴ گرم در مترمربع به‌دست آمد. با مصرف سطوح فسفر و تلقیح باکتری عملکرد دانه روندی افزایشی پیدا نمود. در تیمار مصرف فسفر ۱۰۰ و مصرف توام هر دو سویه ی باکتری‌ها عملکرد دانه حداکثر به ۲۵۱ گرم در مترمربع رسید. این نتایج حاکی از آن بود که تحت اثرات متقابل مصرف فسفر ۵۰ کیلوگرم در هکتار و مصرف توام هر دو سویه ی باکتری‌ها به میزان ۲۴۹/۴ گرم در مترمربع حاصل گشت که تفاوت معنی‌داری با تیمار مصرف فسفر ۱۰۰ و مصرف توام هر دو سویه ی باکتری‌ها نداشت. (شکل ۴). این نتایج نشان داد که در حضور هر دو سویه باکتری‌های حل کننده فسفات، کاهش مصرف فسفر معدنی از ۱۰۰ به ۵۰ کیلوگرم در هکتار منجر به کاهش معنی داری در عملکرد دانه نشد. این نتایج با یافته‌های یزدانی و همکاران (Yazdani *et al.*, 2010) مطابقت داشت. آنها گزارش نمودند که با مصرف توأم باکتری‌های حل کننده فسفات و محرک رشد و مصرف ۵۰ درصد کود فسفره میزان عملکردی برابر با میزان مصرف کامل کود فسفره در ذرت به‌دست آمد. آرگاو (Argaw, 2012) در بررسی خود دریافت که مصرف توام سویه‌های باکتری پزودوموناس و باکتری رایزوبیوم به‌طور معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین تشکیل گره را در ارقام مورد مطالعه سویا افزایش داد. پیش از این، گزارشی مشابه توسط ووهویری و همکاران (Wahyudi *et al.*, 2011) در این زمینه ارائه

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

شده بود. ونیسارو و همکاران (Winarso *et al.*, 2011) دریافتند که مصرف توام اسید هیومیک و باکتری پزودوموناس (سویه پوتیدا) باعث افزایش pH خاک شده و در نتیجه قابلیت دسترسی فسفر افزایش می‌یابد. آنها همچنین افزودند که مصرف توأم اسید هیومیک و باکتری پزودوموناس پوتیدا باعث افزایش عملکرد دانه سویا شد؛ ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. در حالی که نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثرات مصرف باکتری حل کننده فسفات عملکرد دانه را در سویا به‌طور معنی‌داری (در سطح پنج درصد) افزایش داد.



شکل ۴- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر عملکرد دانه

تعداد شاخه فرعی : مطالعه اثرات سطوح اصلی فسفر نشان داد که کمترین میزان تعداد شاخه فرعی در تیمار عدم مصرف فسفر یا شاهد با تعداد ۳/۳۵ به‌دست آمد و با افزایش سطح مصرف فسفر به ۵۰ این تعداد به ۳/۷۵ شاخه فرعی افزایش یافت و با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به حداکثر آن یعنی به ۴/۵ افزایش یافت (جدول ۲).

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سطوح مصرف باکتری حل کننده فسفات نشان داد که حداقل تعداد شاخه فرعی (۳/۳۳) در تیمار شاهد یا عدم مصرف باکتری به‌دست آمد. همچنین مشاهده شد که تعداد شاخه فرعی در تیمارهای مصرف باکتری‌های فلورسنت و پوتیدا به‌ترتیب به ۳/۸۷ و ۳/۸۶

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

افزایش یافت (جدول ۲). حداکثر تعداد شاخه فرعی (۴/۴۱) در تیمار مصرف هر دو سویه مورد استفاده باکتری پزودوموناس به‌دست آمد.

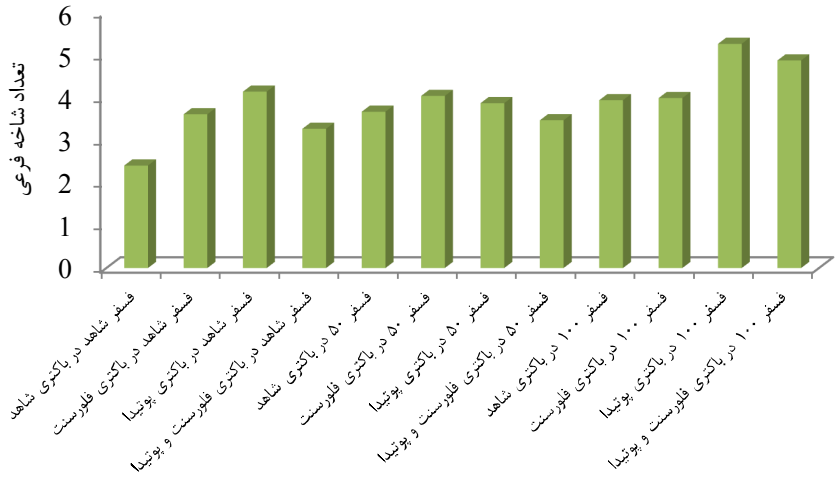
مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداقل تعداد شاخه فرعی تحت اثرات متقابل دو گانه عدم مصرف فسفر و عدم تلقیح بذر سویا با باکتری به میزان ۲/۴ به‌دست آمد. همچنین حداکثر تعداد شاخه فرعی تحت اثرات متقابل مصرف فسفر۱۰۰ در باکتری پوتیدا به میزان ۵/۲۵ حاصل گشت (شکل ۵). ووهویری و همکاران (Wahyudi *et al.*, 2011) گزارش نمودند که باکتری‌های پزودوموناس علاوه بر تاثیر بر ریشه‌زایی و رشد ریشه، تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی و رشد اندام‌های هوایی سویا داشت.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات سطوح فسفر و باکتری بر صفات مورفولوژی، عملکرد ماده‌خشک و شاخص برداشت

تیمار	تعدادشاخه فرعی	ماده خشک (گرم در مترمربع)	شاخص‌برداشت (درصد)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	ارتفاع تشکیل اولین غلاف (سانتی متر)
اثرات سطوح فسفر					
فسفر شاهد ۰ کیلوگرم در هکتار	۳/۳۵ ab	۱۴۲,۱۶ ab	۵۲/۰۴ b	۳۹/۵۳ bc	۷/۷۹ ab
فسفر ۵۰ کیلوگرم در هکتار	۳/۷۵ ab	۱۵۲/۱ ab	۵۲/۷۹ b	۴۲/۲۸ b	۷/۸۵ ab
فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۴/۵۰ a	۱۵۴/۹۸ ab	۵۷/۲۵ a	۴۵/۳۹ a	۷/۴۳ ab
اثرات سطوح مصرف باکتری					
عدم تلقیح	۳/۳۳ ab	۱۳۳/۷۳ bc	۵۴/۷۲ ab	۴۰/۸۹ b	۸/۲۵ a
باکتری فلورسنت	۳/۸۷ ab	۱۴۲/۹۶ ab	۵۱/۳۳ b	۴۲/۴۷ b	۷/۹۴ ab
باکتری پوتیدا	۳/۸۶ ab	۱۶۰/۴۹ ab	۵۴/۳۹ ab	۴۲/۸۹ ab	۷/۸۲ ab
مصرف توام هر دو باکتری	۴/۴۱ a	۱۷۲/۴۷ a	۵۳/۲۲ ab	۴۳/۳۵ ab	۶/۷۵ c
اثرات سطوح مصرف فسفر در باکتری					
اثرات سطوح فسفر	ns	ns	*	*	ns۷/۴
اثرات سطوح مصرف باکتری	ns	*	**	*	**
اثرات متقابل سطوح فسفر در باکتری	*	*	*	*	*
ضریب تغییرات (درصد)	۳/۴۲	۷/۹۹	۷/۴۳	۶/۵۴	۶/۶۵

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترکند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دارند. ns، * و ** به‌ترتیب نشان دهنده عدم معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

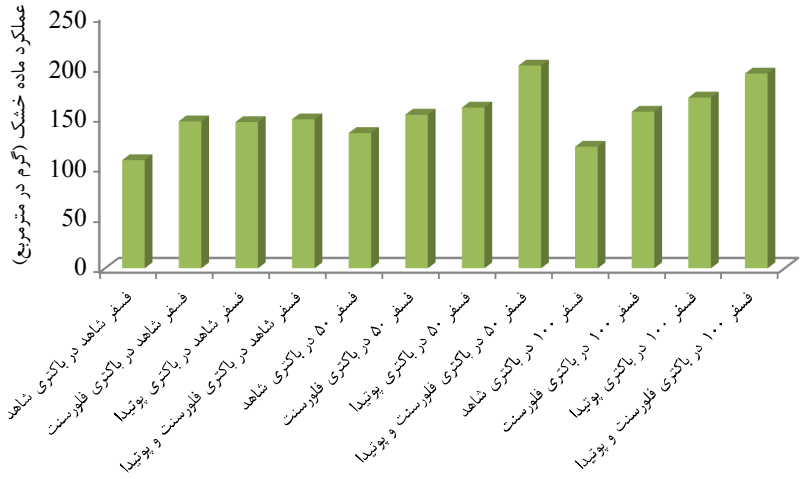


شکل ۵- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر تعداد شاخه فرعی

عملکرد ماده خشک: اثرات سطوح مختلف فسفر معدنی بر میزان عملکرد ماده خشک از نظر آماری معنی دار نبود. مطالعه اثرات سطوح اصلی فسفر نشان داد که کمترین میزان عملکرد ماده خشک در تیمار عدم مصرف فسفر با ۱۴۲/۱۶ گرم در مترمربع به‌دست آمد و عملکرد ماده خشک با مصرف فسفر معدنی در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار به‌ترتیب به میزان ۱۵۲/۱و ۱۵۴/۹۸ گرم در مترمربع افزایش یافت (جدول ۲). این نتایج با یافته‌های آراژو و همکاران (Araujo *et al.*, 1996) مطابقت داشت، آنها گزارش کردند که سطوح مصرف فسفر بیشتر، عملکرد ماده خشک در لوبیا را افزایش داد. مقایسه اثرات اصلی سطوح مصرف باکتری بر عملکرد ماده خشک حاکی از آن بود که حداقل میزان عملکرد ماده خشک در تیمار عدم مصرف باکتری به میزان ۱۳۳/۷۳ گرم در مترمربع و حداکثر میزان عملکرد ماده خشک در تیمار مصرف توام هر دو سویه باکتری به میزان ۱۶۲/۴۷ گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۲). یزدانی و همکاران (Yazdani *et al.*, 2010) مشاهده نمودند که با مصرف توأم باکتری‌های حل کننده فسفات و باکتری‌های محرک رشد، رشد اندام‌های هوایی و عملکرد ماده خشک سویا افزایش یافت. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداقل میزان عملکرد ماده خشک تحت اثرات متقابل دو گانه عدم مصرف فسفر و عدم تلقیح بذور سویا با باکتری‌های حل کننده فسفات به میزان ۱۰۷/۲۴ گرم در مترمربع به‌دست آمد. نتایج همچنین حاکی از آن بود که حداکثر میزان عملکرد ماده خشک تحت اثرات متقابل مصرف فسفر ۵۰ کیلوگرم در هکتار و تلقیح با هر دو سویه

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

باکتری‌ها به میزان ۲۰۱ گرم در متر مربع حاصل گشت (شکل ۶). این نتایج با یافته‌های ووهویدی و همکاران (Wahyudi *et al.*, 2011) مطابقت داشت. آنها گزارش نمودند که مصرف باکتری‌های پزودوموناس تاثیر معنی‌داری بر رشد اندام‌های هوایی و عملکرد ماده خشک سویا به همراه داشت.

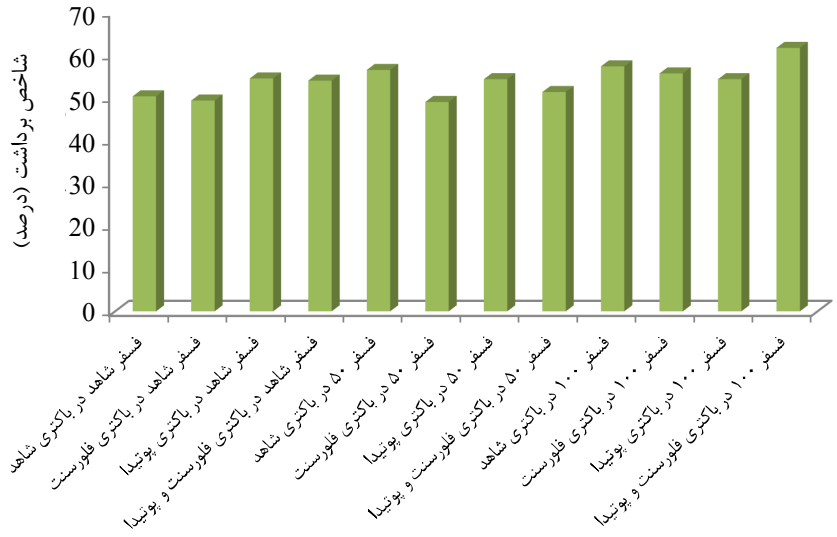


شکل ۶- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر عملکرد ماده خشک

شاخص برداشت: مطالعه اثرات سطوح اصلی فسفر نشان داد که با مصرف سطوح فسفر، شاخص برداشت روندی صعودی پیدا نمود به‌طوری‌که کمترین میزان شاخص برداشت در تیمار عدم مصرف فسفر به میزان ۵۲/۰۴ درصد و بیشترین میزان شاخص برداشت در تیمار فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ۵۷/۲۵ درصد به دست آمد (جدول ۲). این امر نشان می‌دهد که ظاهراً اثرات مصرف فسفر بیش از آنکه بر عملکرد ماده خشک تاثیرگذار باشد بر عملکرد دانه اثر می‌گذارد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین میزان شاخص برداشت (۵۱/۳۳ درصد) در تیمار مصرف باکتری فلورسنت به‌دست آمد. میزان شاخص برداشت در تیمار عدم تلقیح به حداکثر خود (۵۴/۷۲ درصد) رسید (جدول ۲).

حداقل میزان شاخص برداشت تحت اثرات متقابل دو گانه مصرف فسفر ۵۰ و تلقیح بذر سویا با باکتری فلورسنت به میزان ۴۹ درصد به‌دست آمد. حداکثر میزان شاخص برداشت تحت اثرات متقابل مصرف فسفر۱۰۰ در باکتری‌های فلورسنت و پوتیدا به میزان ۶۱/۶۷ درصد حاصل گشت (شکل ۷).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]



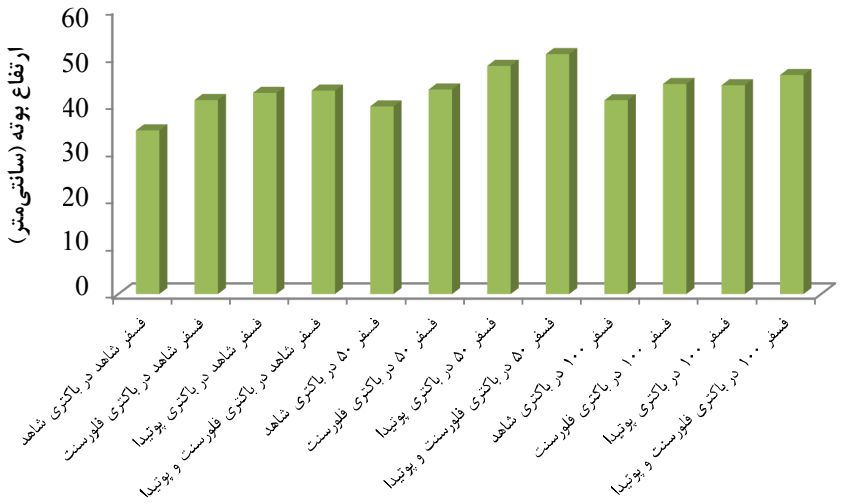
شکل ۷- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر شاخص برداشت

ارتفاع بوته: مطالعه اثرات سطوح اصلی فسفر نشان داد که کمترین میزان ارتفاع بوته در تیمار عدم مصرف فسفر با ۳۹/۵۳ سانتی‌متر به‌دست آمد. مصرف فسفر معدنی در سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار ارتفاع بوته در زمان برداشت را به میزان ۴۲/۲۸ سانتی‌متر افزایش داد. بیشترین ارتفاع بوته در تیمار فسفر ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار (۴۵/۳۹ سانتی‌متر) به دست آمد (جدول ۳).

اثرات اصلی سطوح مصرف باکتری بر ارتفاع بوته حاکی از آن بود که حداقل میزان ارتفاع بوته در تیمار عدم مصرف باکتری به میزان ۴۰/۸۹ سانتی‌متر و حداکثر میزان ارتفاع بوته در تیمار مصرف توام هر دو باکتری به میزان ۴۳/۳۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۲). این نتایج با مشاهدات آرگاو (Argaw, 2012) مطابقت داشت. وی در بررسی اثرات تلقیح بذر سویا با باکتری رایزوبیوم و پزودوموناس مشاهده نمود که ارتفاع گیاه در زمان برداشت و تعداد و وزن گره در بوته در تیمارهای تلقیح به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای عدم تلقیح افزایش یافت. وی همچنین تاکید نمود که مصرف توام هر دو گونه باکتری رایزوبیوم و پزودوموناس در مقایسه با مصرف انفرادی هریک از دو گونه باکتری تاثیر بیشتری بر ارتفاع بوته سویا داشته است.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که حداقل میزان ارتفاع بوته در تیمار عدم مصرف فسفر و عدم تلقیح بذور سویا با باکتری به میزان ۳۴/۵۳ سانتی‌متر به‌دست آمد. نتایج همچنین حاکی از آن بود که با مصرف متقابل فسفر ۵۰ و تلقیح با هر دو سویه باکتری حداکثر ارتفاع بوته (۵۰/۶۳ سانتی‌متر) حاصل شد (شکل ۸). این نتایج نشان می دهد که باکتری‌های حل کننده فسفات در سطوح متوسط مصرف فسفر معدنی به مراتب بیش از مصرف سطوح بالای فسفر بر رشد و ارتفاع سویا تاثیر می گذارد. دلایل این تأثیر علاوه بر توانایی این میکروارگانیسم‌ها در انحلال فسفات‌های نامحلول خاک، مربوط به سایر توانایی‌های این باکتری‌ها نظیر سنتز هورمون‌های محرک رشد نظیر ایندول استیک اسید، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و همچنین سنتز ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه نیز می‌تواند باشد که باعث افزایش رشد و کیفیت محصول می شود. این نتایج با یافته‌های آنتون (Antoun, 2002) همخوانی دارد.



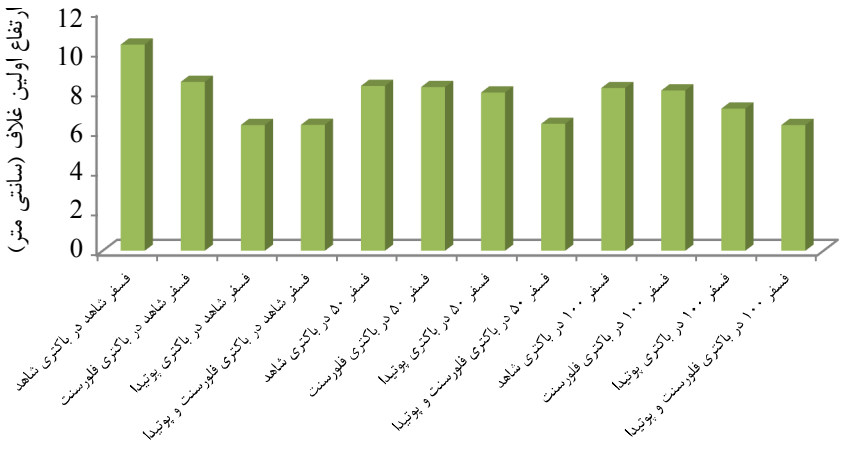
شکل ۸- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر ارتفاع بوته

ارتفاع تشکیل اولین غلاف: مطالعه اثرات سطوح اصلی فسفر نشان داد که پایین‌ترین ارتفاع اولین غلاف در بیشترین سطح مصرف فسفر (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) با ۷/۴۳ سانتی‌متر به‌دست آمد و بالاترین ارتفاع اولین غلاف در تیمار مصرف فسفر ۵۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۷/۸۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۲). به‌طورکلی هر چقدر ارتفاع اولین غلاف پایین‌تر باشد پتانسیل عملکرد بالاتری

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

را از بوته‌ها می‌توان انتظار داشت؛ زیرا غلاف‌ها در طول بیشتری از ساقه تشکیل می‌شوند. این نتایج نشان می دهد که با افزایش مصرف فسفر معدنی ارتفاع غلاف‌بندی سویا افزایش می‌یابد که این امر باعث افزایش تعداد غلاف در بوته و در نهایت عملکرد دانه می‌شود. اثرات اصلی سطوح مصرف باکتری بر ارتفاع اولین غلاف حاکی از آن بود که پایین‌ترین ارتفاع اولین غلاف در تیمار مصرف توام هر دو سویه باکتری فلورسنت و پوتیدا به میزان ۶/۷۵ سانتی‌متر و بالاترین ارتفاع اولین غلاف در تیمار باکتری شاهد به میزان ۸/۲۵ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۲). این نتایج نیز می‌تواند حاکی از آن باشد که نظیر آنچه که در خصوص تاثیر فسفر معدنی مشاهده گردید، تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات بر تشکیل اولین غلاف از ارتفاع پایین بوته موثر می باشد که می تواند باعث افزایش تعداد غلاف در ساقه و پتانسیل عملکرد دانه گردد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که که پایین ترین ارتفاع اولین غلاف در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و تلقیح بذور سویا با هر دو سویه باکتری به میزان ۶/۳۰ سانتی‌متر و حداکثر میزان ارتفاع تشکیل اولین غلاف در تیمار فسفر شاهد و عدم مصرف باکتری‌های به میزان ۱۰/۳۳ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل ۹).



شکل ۹- اثرات متقابل سطوح فسفر و باکتری بر ارتفاع تشکیل اولین غلاف

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش حاکی از آن بود که با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر حداکثر عملکرد دانه (۱۹۵/۶ گرم در مترمربع) به‌دست آمد و با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیب افزایش عملکرد دانه کاهش یافته و به ۱۸۵/۴ گرم در مترمربع رسید. حداکثر عملکرد دانه در فسفر ۵۰ با بیش ترین تعداد غلاف در بوته (۹۴/۱۶) همراه بوده است. در سطح مصرف فسفر ۱۰۰ حداکثر تعداد دانه در غلاف (۲,۵۲)، بیشترین تعداد شاخه فرعی (۴/۵)، حداکثر وزن صددانه (۲۱/۶۶ گرم)، بالاترین میزان عملکرد ماده خشک (۱۵۴,۹۸ گرم در متر مربع) و در نهایت حداکثر میزان شاخص برداشت (۷۵/۲۵ درصد) مشاهده گردید، اگر چه باعث تولید حداکثر عملکرد دانه در این نشد. این امر نشان می‌دهد که تعداد غلاف در بوته نسبت به سایر اجزای عملکرد فاکتور موثری در افزایش عملکرد دانه می باشد که این امر قبلا توسط آرگاو (Argaw, 2012) نیز گزارش شده است.

اثرات اصلی تلقیح باکتری نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه (۲۰۸ گرم در مترمربع) در تیمار مصرف توام هر دو سویه باکتری پزودوموناس فلورسنت و پوتیدا به دست آمد که با حداکثر تعداد غلاف در بوته (۱۰۲/۳۲)، بیشترین وزن صد دانه (۲۱/۲۸ گرم)، بیشترین تعداد دانه در غلاف (۲/۴۴)، حداکثر ارتفاع بوته (۴۳/۳۵ سانتی‌متر)، بالاترین عملکرد ماده خشک (۱۷۲/۴۷ گرم در مترمربع) همراه بود. مقایسه‌ی اثرات متقابل سطوح مصرف فسفر و سویه‌های باکتری نشان داد که در تیمارهای عدم مصرف باکتری با افزایش سطح مصرف فسفر عملکرد دانه و اجزای عملکرد افزایش یافتند. اما در حضور باکتری این روند افزایشی تا سطح مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر ادامه داشته و در سطح مصرف باکتری ۱۰۰ روندی کاهشی پیدا نمود. به‌طوری‌که در تیمار مصرف فسفر ۱۰۰ و مصرف توام هر دو سویه باکتری‌ها عملکرد دانه به حداکثر میزان یعنی به ۲۵۱ گرم در مترمربع رسید. در صورتی که تحت اثرات متقابل مصرف فسفر ۵۰ کیلوگرم در هکتار و مصرف توام هر دو سویه‌ی باکتری‌ها عملکرد دانه معادل ۲۴۹/۴ گرم در مترمربع به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار مصرف فسفر ۱۰۰ و مصرف توام هر دو سویه ی باکتری‌ها نداشت. این نتایج نشان داد که در حضور هر دو سویه باکتری‌های حل کننده فسفات، کاهش مصرف فسفر معدنی از ۱۰۰ به ۵۰ کیلوگرم در هکتار منجر به کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه نشد. یزدانی و همکاران (Yazdani *et al.*, 2010) در تحقیق خود به نتایج مشابهی دست یافتند. آنها مشاهده نمودند که با مصرف توأم باکتری‌های حل‌کننده فسفات و مصرف ۵۰ درصد کود فسفره میزان عملکردی برابر با میزان مصرف کامل کود فسفره در ذرت به‌دست آمد. این امر می تواند مربوط به توانایی حل کنندگی باکتری‌های حل کننده فسفات در انحلال فسفات‌های نا محلول و اثرات مثبت آنها در تحریک رشد گیاه مربوط باشد (Raju and Reddy, 1999). همچنین وینارسو و همکاران (Winarso *et al.*, 2011) مشاهده کردند که مصرف توأم اسید هیومیک و باکتری

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

پزودوموناس پوتیدا قابلیت دسترسی فسفر را برای گیاه افزایش داد. آنها همچنین افزودند که مصرف توام اسید هیومیک و باکتری پزودوموناس پوتیدا باعث افزایش عملکرد دانه سویا شد؛ ولی این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود. در حالی که نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثرات مصرف باکتری حل کننده فسفات عملکرد دانه را در سویا به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که باکتری‌های حل کننده فسفات در سطوح متوسط مصرف فسفر معدنی به مراتب بیش از مصرف سطوح بالای فسفر بر رشد و ارتفاع سویا تاثیر می‌گذارد. دلایل این تأثیر می‌تواند علاوه بر توانایی این میکروارگانیسم‌ها در انحلال فسفات‌های نامحلول خاک، احتمالا به سایر توانایی‌های این باکتری‌ها نظیر سنتز هورمون‌های محرک رشد نظیر ایندول استیک اسید، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و همچنین سنتز ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه باشد که باعث افزایش رشد و کیفیت محصول می‌شود (Antoun, 2002).

همچنین در خصوص ارتفاع اولین غلاف مشاهده شد که در تیمارهایی که باعث تشکیل غلاف از ارتفاع‌های پایین تری از ساقه شدند، تعداد غلاف بیشتر و عملکرد دانه بالاتری را به همراه داشتند. زیرا در این تیمارها غلاف‌ها در طول بیشتری از ساقه تشکیل می‌شوند. این نتایج نشان داد که با افزایش مصرف فسفر معدنی ارتفاع غلاف بندی سویا افزایش یافت که این امر باعث افزایش تعداد غلاف در بوته و نهایتا عملکرد دانه شد. همچنین تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفات بر تشکیل اولین غلاف از ارتفاع پایین بوته موثر بوده و باعث افزایش تعداد غلاف در ساقه و عملکرد دانه در این تیمارها گردید.

منابع

Antoun H. 2002. Field and greenhouse trials performed with phosphate solubilizing bacteria and fungi. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July 2002.

Araujo A.P., Teixeira M.G., De Almeida D.L. 1996. Phosphorus efficiency of wild and cultivated genotypes of common bean under biological nitrogen fixation. Soil Biology Biochemistry. 29: 951-957.

Argaw A. 2012. Evaluation of co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and Phosphate solubilizing *Pseudomonas* spp. effect on soybean (*Glycine max* L. Merr.) in Assossa Area. Journal of Agricultural Science and Technology, 14(1): 213-224.

Fallik E., Okon, Y. 1988. Growth response of maize roots to *Azospirillum* inoculation: Effect of soil organic matter content, number of rhizosphere bacteria and timing of inoculation. soil biochemistry, 20:45-49.

Gaur, A.C. 1990. Phosphate Solubilizaing microorganisms as biofertilizers omega scientific publisher. New Dehli, 176.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]

Gholami A., Kouchaki E. 2011. Mycorrhiza in Sustainable Agricluture. Shahrood University Publication. (In Persian).

Hammond J.P., Broadley M.R., White P.J. 2004. Genetic responses to phosphorus deficiency. Annals of Botany, 94: 323-332.

Olivera M., Iribarne C. Luch C. 2002. Effect of phosphorus on nodulation and N_2 fixation by bean (*Phaseolus vulgaris*). Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain.

Raju R.A., Reddy M.N. 1999. Effect of rock phosphate amended with phosphate solubilizing bacteria and farm yard manure in wetland rice (*Oryza sativa*). Indian Journal of Agricultural Science, 69: 451–453.

Rasni-Pour L., Asfgarzadeh N.A. 2007. Interaction effects of Phosphate Solubilizing Pseudomonas and *Bradyrhizobium japonicum* on soybean grwoth parametes, nodulation and nutrient absorbtion. Journal of Agricultural Science and Technology, 11(40): 53-63.

Rosas S., Rovera M., Andres, J., Correa N. 2002. Effect of phosphorous solubilizing bacteria on the rhizobia legume symbiosis. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain.

SAS Institute. Inc. 1997. SAS/STAT Users Guide, version 6.12. SAS Institute Inc. Cary. NC.

Son T.T.N., Diep C.N., Giang T.TM. 2006. Effects of Brady Rhizobia and Phosphate Solublizing Bacteria application on soybean in rotational system in the Mekong delta. Omonrice, 14: 48-57.

Vance C.P., Uhde-Stone C., Allan D.L. 2003. Phosphorus acquisitionand use: critical adaptation by plants for securing a non-renewable resourse. New Phytologist, 157: 423-447.

Winarso S., Sulistyanto D., Handayanto E. 2011. Effects of humic compounds and phosphate solubilizing bacteria on phosphorus availability in an acid soil. Journal of Ecology and the Natural Environment, 3(7): 232-240.

Wahyudi A., Indri Astuti R. Giyanto. 2011. Screening of *Pseudomonas* sp. Isolated from Rhizosphere of Soybean Plant as Plant Growth Promoter and Bio-control Agent. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 6 (1): 134-141.

Yazdani M., Pirdashti H., Esmaeili M.A., Bahman Yar M.A. 2010. Effect of inoculation phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on nutrient use efficiency in corn (*Zea mays* L.) cultivation. Electronic Journal of Crop Production, 3(2):65-80.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-21]