



## بررسی میزان جذب فسفر و بازده زراعی کود شیمیایی فسفر همراه با کاربرد باکتری های محرك رشد گیاه در زراعت جو

سید احمد افتخاری<sup>۱\*</sup>، محمدرضا اردکانی<sup>۱</sup>، فرهاد رجالی<sup>۲</sup>، فرزاد پاک نژاد<sup>۱</sup>، طاهره حسن آبادی<sup>۱</sup>

۱\_ دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ۲\_ عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

\* [Ahmadeftekhari61@yahoo.com](mailto:Ahmadeftekhari61@yahoo.com)

### چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر کارایی باکتری های محرك رشد گیاه به همراه مقادیر مختلف فسفر در مزرعه مرکز تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی کرج به اجرا در آمد. آزمایش به صورت اسپلت پلات فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتور اصلی شامل کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل در چهار سطح (  $P_2=75$ ,  $P_1=50$ ,  $P_0=0$  ) و  $P_3=100$  کیلوگرم در هکتار ) و فاکتورهای فرعی شامل باکتریهای *Pseudomonas fluorescense* در دو سطح ( کاربرد و عدم کاربرد) و *Azospirillum lipoferum* در دو سطح ( کاربرد و عدم کاربرد) بود. نتایج این بررسی نشان داد که غلظت و عملکرد فسفر دانه و عملکرد دانه با افزایش مصرف فسفر، افزایش می یابد، همچنین باکتری ها نیز در افزایش فسفر جذبی گیاه و عملکرد گیاه نقش ایفا می کنند. بیشترین عملکرد دانه (۱۰۹۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد فسفر دانه (۳۴/۹۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد همزمان باکتری ها همراه با ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار مشاهده شد. همچنین بازده زراعی فسفر با افزایش مصرف فسفر کاهش می یابد که البته کاربرد باکتری ها می توانند مانع کاهش کارایی مصرف فسفر شده و با افزایش مصرف فسفر، بازده زراعی را افزایش دهد. نتایج فوق نشان می دهد که باکتری ها با کمک به افزایش جذب عناصر و با افزایش کارایی زراعی کود فسفر، موجبات افزایش جذب عناصر توسط گیاه و در نهایت افزایش عملکرد دانه را فراهم می نمایند.

واژگان کلیدی: بازده زراعی فسفر، غلظت و عملکرد فسفر دانه

### مقدمه

فسفر از مهمترین عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان می باشد که برای جبران کمبود این عنصر در خاک از کودهای شیمیایی فسفره استفاده می شود که به دلیل راندمان کم آن، پس از مصرف در سال اول فقط ۵ تا ۲۰٪ آن جذب گیاه می شود و بقیه آن به ترکیباتی با درجه حلالیت پایین تر تبدیل می شوند. باکتریهای ریزوسفری محرك رشد گیاه (PGPR) اغلب برای توصیف باکتریهای آزاد زی خاک استفاده می شود که در سطح و یا نزدیک ریشه های گیاهان حضور داشته و با استفاده از یک یا چند مکانیسم معین باعث بهبود رشد گیاه میزبان خود می گردد (Klopper & Schroth., 1978). به طور کلی مکانیسم های تاثیر باکتریهای PGPR به صورت مکانیسم های غیر مستقیم شامل کنترل بیولوژیک و بازدارندگی از رشد باکتریها، قارچ ها و نماتد های بیمارگر و مکانیسم های مستقیم شامل تثبیت بیولوژیک نیتروژن مولکولی، حل کنندگی فسفات و افزایش دسترسی گیاه به فسفر از طریق انحلال آنزیمی و غیر آنزیمی فسفات های نا محلول آلی و معدنی، تولید هورمون های محرك رشد گیاه نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین، تولید آنزیم ACC دامیناز و اثرات سینرژیستی بر میکروارگانیسم های دیگری باشد (Glick et al., 1995). آزمایش حاضر به منظور بررسی توانایی باکتری ها در افزایش جذب و کارایی زراعی فسفر و تاثیر آن روی عملکرد دانه به انجام رسید.



## مواد و روش‌ها

آزمایش مذکور در مزرعه مرکز تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج - ماهدشت به اجرا درآمد. آزمایش به صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. دو فاکتور شامل چهار سطح کودشیمیایی فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل ( $P_0=0$ ,  $P_1=50$ ,  $P_2=75$ ,  $P_3=100$  کیلوگرم در هکتار) درکتهای اصلی و فاکتورهای فرعی باکتریهای *Pseudomonas fluorescense* در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد) و *Azospirillum lipoferum* در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد) در کتهای فرعی قرار گرفتند. پس از عملیات تهیه زمین و پیاده نمودن نقشه طرح در زمین، کود شیمیایی فسفر براساس تیمارها به خاک افزوده شد. سپس میزان بذر محاسبه شده برای هر کرت با باکتری آغشته و براساس تیمارها در زمین به صورت یکنواخت کشت گردید و اقدام به ایجاد فارو شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش ریحان بوده که رقمی پر محصول وزودرس و نیمه حساس به سرما می باشد. عملیات برداشت پس از حذف حاشیه ها و از دو خط میانی صورت گرفت. همچنین غلظت فسفر دانه بر اساس روش رنگ سنجی با دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه گیری شد (Johnson & Wilrinson 1992).

عملکرد فسفر دانه = عملکرد دانه \* غلظت فسفر دانه

بازده زراعی کود = (عملکرد دانه در تیمار کود خورده - عملکرد دانه در تیمار شاهد) / (میزان کود دریافتی)

آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ توسط MSTAT-C انجام گرفت.

## نتایج و بحث

کاربرد مقادیر مختلف فسفر اثر مثبتی روی صفات عملکرد دانه و عملکرد فسفر دانه و غلظت فسفر دانه داشت که این میزان تاثیر روی عملکرد دانه ( $P < 5\%$ ) و عملکرد فسفر دانه ( $P < 1\%$ ) و غلظت فسفر دانه ( $P < 1\%$ ) معنی دار بود. همچنین بازده زراعی فسفر نیز با افزایش مصرف فسفر کاهش می یابد که نتایج نشان می دهد که علی رقم افزایش غلظت فسفر دانه و عملکرد فسفر دانه و عملکرد دانه اما بیشترین تاثیر کاربرد مصرف فسفر در اولین سطح فسفر مصرفی (۵۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده می شود. کاربرد آزوسپیریولوم نیز توانست بر روی صفات عملکرد دانه ( $P < 1\%$ ) و عملکرد فسفر دانه ( $P < 1\%$ ) و فسفر دانه ( $P < 1\%$ ) تاثیر معنی دار داشته باشد و در کاربرد همزمان با فسفر روی عملکرد دانه ( $P < 5\%$ ) و عملکرد فسفر دانه ( $P < 1\%$ ) تفاوت معنی دار مشاهده شد و توانست در بالاترین مقدار مصرف فسفر، تاثیر بیشتری داشته باشد. همچنین نتایج بازده زراعی فسفر نیز نشان داد که با افزایش مصرف فسفر، آزوسپیریولوم توانسته که علی رقم کاهش بازده زراعی فسفر با افزایش فسفر مصرفی، بازده زراعی فسفر را افزایش دهد. که تاثیر آزوسپیریولوم را در افزایش بازده زراعی فسفر نشان می دهد. کاربرد سودوموناس توانست روی صفات عملکرد دانه ( $P < 1\%$ ) و عملکرد فسفر دانه ( $P < 1\%$ ) و غلظت فسفر دانه ( $P < 1\%$ ) تاثیر معنی دار داشته باشد و همچنین در بالاترین مقدار مصرف فسفر، بیشترین مقدار آنها بدست آمد که البته صفات اندازه گیری شده کاربرد سودوموناس نسبت به عدم مصرف آن در سطوح مختلف فسفر برتری داشت و همچنین در اغلب صفات کاربرد سودوموناس با مقادیر  $P_1=50$ ,  $P_2=75$ ,  $P_3=100$  کیلوگرم در هکتار توصیه شده تفاوت معنی دار نداشت و در کاربرد همزمان با فسفر روی عملکرد دانه و عملکرد فسفر دانه تفاوت معنی دار مشاهده نشد در حالی که روی غلظت فسفر دانه ( $P < 1\%$ ) تفاوت معنی دار مشاهده شد همچنین نتایج بازده زراعی فسفر نشان می دهد که کاربرد سودوموناس در مقادیر مختلف فسفر اثر مثبت روی بازده زراعی فسفر داشته و بیشترین بازده زراعی فسفر در  $P_1PSE_1$  مشاهده شد و با افزایش مصرف فسفر، از بازده زراعی فسفر کاسته شد. کاربرد توام سودوموناس و آزوسپیریولوم دارای

اثر مثبت و سینرژیستی روی صفات عملکرد دانه و عملکرد فسفر دانه و غلظت فسفر دانه داشت که البته این میزان تاثیر معنی دار نبود. کاربرد سه گانه سودوموناس، آزوسپیریوم و فسفر روی بسیاری از صفات اثر مثبت داشته که البته این تاثیر مثبت روی عملکرد دانه ( $P < 5\%$ ) و عملکرد فسفر دانه ( $P < 5\%$ ) معنی دار بود و در اغلب صفات نیز کاربرد همزمان سودوموناس و آزوسپیریوم همراه با سطح فسفر ۱۰۰ درصد، اثرات چشمگیری داشته است. بیشترین بازده زراعی فسفر در زمان عدم کاربرد فسفر در تیمار  $P_3AZO_0PSE_0$  و در زمان کاربرد تنهای آزوسپیریوم همراه با مقادیر مختلف فسفر در تیمار  $P_2AZO_1PSE_0$  و بیشترین بازده زراعی فسفر در زمان کاربرد تنهای سودوموناس همراه با مقادیر مختلف فسفر در تیمار  $P_2AZO_0PSE_1$  و بیشترین بازده زراعی فسفر در زمان کاربرد همزمان آزوسپیریوم و سودوموناس همراه با مقادیر مختلف فسفر در تیمار  $P_3AZO_1PSE_1$  مشاهده شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده و بررسی کارایی زراعی فسفر

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم / هکتار)	عملکرد فسفر دانه (کیلوگرم / هکتار)	غلظت فسفر دانه (%)	بازده زراعی فسفر (کیلوگرم / کیلوگرم)
عدم کاربرد فسفر	۷۶۹۷.۵ C	۱۱.۳۲ D	۰.۱۴۷ D	---
کاربرد ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار $P_1$	۸۵۳۶.۹ B	۱۶.۰۵ C	۰.۱۸۸ C	۱۶.۷۹
کاربرد ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار $P_2$	۸۸۵۹.۲ AB	۱۹.۷۶ B	۰.۲۲۳ B	۱۵.۴۹
کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار $P_3$	۹۱۹۳.۹ A	۲۶.۱ A	۰.۲۸۴ A	۱۴.۹۶
عدم کاربرد باکتری آزوسپیریوم $AZO_0$	۸۱۵۶.۲ B	۱۶.۸ B	۰.۲۰۶ B	---
کاربرد باکتری آزوسپیریوم $AZO_1$	۸۸۰۷.۶ A	۱۸.۹۸ A	۰.۲۱۵ A	---
$P_0 \cdot AZO_0$	۷۳۸۸ D	۱۰.۷۱ E	۰.۱۴۵ E	---
$P_0 \cdot AZO_1$	۸۰۰۶ CD	۱۱.۹۳ E	۰.۱۴۹ E	---
$P_1 \cdot AZO_0$	۸۲۶۹ BCD	۱۴.۸۵ D	۰.۱۷۸ D	۱۷.۶۲
$P_1 \cdot AZO_1$	۸۸۰۵ BC	۱۷.۷۴ C	۰.۱۹۸ C	۱۵.۹۸
$P_2 \cdot AZO_0$	۸۴۳۳ BCD	۱۹.۱۳ BC	۰.۲۱۸ B	۱۳.۹۳
$P_2 \cdot AZO_1$	۹۲۸۶ AB	۲۰.۷۴ B	۰.۲۲۸ B	۱۷.۰۷
$P_3 \cdot AZO_0$	۸۵۳۴ BCD	۲۴.۰۷ B	۰.۲۸۲ A	۱۱.۴۶
$P_3 \cdot AZO_1$	۹۸۵۳ A	۲۸.۵۸ A	۰.۲۸۶ A	۱۸.۴۷
عدم کاربرد باکتری سودوموناس $PSE_0$	۸۰۵۰ B	۱۵.۰۵ B	۰.۱۸۷ B	---
کاربرد باکتری سودوموناس $PSE_1$	۸۹۱۱.۷ A	۲۰.۹۲ A	۰.۲۳۴ A	---
$P \cdot PSE_0$	۷۴۱۹ B	۱۰.۳۰ E	۰.۱۳۹ F	---
$P_0 \cdot PSE_1$	۷۹۷۵ B	۱۲.۴۴ E	۰.۱۵۶ E	---
$P_1 \cdot PSE_0$	۷۸۳۸ B	۱۲.۸۷ E	۰.۱۶۴ E	۸.۳۸
$P_1 \cdot PSE_1$	۹۲۳۶ A	۱۹.۷۱ C	۰.۲۱۲ C	۲۵.۲۲
$P_2 \cdot PSE_0$	۸۳۴۳ AB	۱۶.۴۱ D	۰.۱۹۷ D	۱۲.۳۲
$P_2 \cdot PSE_1$	۹۳۷۶ A	۲۳.۴۶ B	۰.۲۵۰ B	۱۸.۶۸
$P_3 \cdot PSE_0$	۸۶۰۰ AB	۲۱.۳۳ C	۰.۲۴۹ B	۱۱.۸۱
$P_3 \cdot PSE_1$	۹۷۸۷ A	۳۱.۳۲ A	۰.۳۲۰ A	۱۸.۱۲
$AZO_0 \cdot PSE_0$	۷۴۹۳ C	۱۳.۷۱ D	۰.۱۸۳ C	---
$AZO_0 \cdot PSE_1$	۸۷۳۱.۸ B	۲۰ B	۰.۲۲۹ B	---
$AZO_1 \cdot PSE_0$	۸۵۲۱.۴ B	۱۲.۳۶ C	۰.۱۹۱ C	---
$AZO_1 \cdot PSE_1$	۸۹۹۲.۶ A	۲۱.۵۸ A	۰.۲۴۰ A	---
$P_0 \cdot AZO_0 \cdot PSE_0$	۶۸۱۸ E	۹.۱۸۰ H	۰.۱۳۵ G	---
$P_0 \cdot AZO_0 \cdot PSE_1$	۷۹۵۹.۶ BCDE	۱۲.۴۲ GH	۰.۱۵۶ EF	---
$P_0 \cdot AZO_1 \cdot PSE_0$	۸۰۲۰ BCDE	۱۱.۴۱ GH	۰.۱۴۲ FG	---
$P_0 \cdot AZO_1 \cdot PSE_1$	۷۹۹۲.۳ BCDE	۱۲.۴۷ GH	۰.۱۵۶ EF	---
$P_1 \cdot AZO_0 \cdot PSE_0$	۷۳۳۵ DE	۱۱.۶۹ GH	۰.۱۶۰ EF	۱۰.۳۴
$P_1 \cdot AZO_0 \cdot PSE_1$	۹۲۰۳ BC	۱۸.۰۰ CDEF	۰.۱۹۶ D	۲۴.۸۷
$P_1 \cdot AZO_1 \cdot PSE_0$	۸۳۴۰ BCDE	۱۴.۰۵ FG	۰.۱۶۸ E	۶.۴۰
$P_1 \cdot AZO_1 \cdot PSE_1$	۹۲۶۹ BC	۲۱.۴۲ BCD	۰.۲۲۹ C	۲۵.۵۳
$P_2 \cdot AZO_0 \cdot PSE_0$	۷۴۲۳ DE	۱۵.۰۶ EFG	۰.۱۹۲ D	۸.۰۷
$P_2 \cdot AZO_0 \cdot PSE_1$	۹۴۴۳ B	۲۳.۲۰ B	۰.۲۴۵ BC	۱۹.۷۸
$P_2 \cdot AZO_1 \cdot PSE_0$	۹۲۶۳ BC	۱۷.۷۵ DEF	۰.۲۰۲ D	۱۶.۵۷
$P_2 \cdot AZO_1 \cdot PSE_1$	۹۳۰۸ BC	۲۳.۷۲ B	۰.۲۵۴ B	۱۷.۵۴
$P_3 \cdot AZO_0 \cdot PSE_0$	۸۳۹۴.۱ BCDE	۲۰.۵۶ CDE	۰.۲۴۵ BC	۱۵.۷۶
$P_3 \cdot AZO_0 \cdot PSE_1$	۸۶۷۴.۴ BCD	۲۷.۶۷ B	۰.۳۱۹ A	۷.۱۵
$P_3 \cdot AZO_1 \cdot PSE_0$	۸۸۰۷ BCD	۲۲.۲۲ BC	۰.۲۵۲ B	۷.۸۷
$P_3 \cdot AZO_1 \cdot PSE_1$	۱۰۹۰۰ A	۳۴.۹۴ A	۰.۳۲۰ A	۲۹.۰۸



در هر ستون میانگینهایی که دارای حروف مشابه میباشند، اختلاف معنی داری ندارند. (دانکن ۰/۵)

منابع:

1. Glick, B. R. 1995. The enhancement of plant growth by Free-Living Bacteria. Can. J. Microbiol. 41: 109-117.
2. Johnson, J. W. and R. E. Wilrinson. 1992. Wheat growth response of cultivars to H<sup>+</sup> concentration. Plant and Soil. 146: 55-59.
3. Kloepper, J. W. and Schroth, M. N. 1978. Plant Growth Promoting Rhizobacteria on radishes. Proceeding of the International Conference on Plant Pathogenic Bacteria. 2: 879-882

## Evaluation Phosphorus uptake and Agronomic Phosphorus efficiency with PGPRs application on barley

Seyyed Ahmad Eftekhari<sup>1\*</sup>, Mohammad Reza Ardakani<sup>1</sup>, Farhad Rejali<sup>2</sup>, Farzad Paknejad<sup>1</sup>, Tahere Hasanabadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agriculture Research Center, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran

<sup>2</sup> Soil and Water Research Institute, Iran

\* [Ahmadeftekhari61@yahoo.com](mailto:Ahmadeftekhari61@yahoo.com)

### Abstract

This experiment was designed to investigate Evaluation Phosphorus uptake and Agronomic Phosphorus efficiency with PGPRs application on barley. The trial field was located on field research Islamic Azad University, Karaj Branch. Three factors included *Azospirillum* inoculation; at two levels (Azo<sub>1</sub>=with and Azo<sub>0</sub>= without application) and *pseudomonas* inoculation, at two levels (Pse<sub>1</sub>=with and Pse<sub>0</sub>=without application) as sub plot and phosphorus fertilization at four levels (P<sub>0</sub>=0, P<sub>1</sub>=50, P<sub>2</sub>=75, P<sub>3</sub>=100 kg.ha<sup>-1</sup>) as main plot, have been studied in split-plot factorial experiment. in the form of complete randomized block design. The results showed phosphorus content, phosphorus yield and grain yield increase with increasing phosphorus using. Also bacteria with increasing plant uptake phosphorus and yield the most grain yield (10900kg.ha<sup>-1</sup>) phosphorus yield (34.94 kg.ha) was Azo\*Pse\*P<sub>3</sub> treatment observed. Also Agronomic Phosphorus efficiency decrease that bacteria application can prevent decreasing use efficiency phosphorus. The results shows bacteria improve nutrition uptake and increasing Agronomic Phosphorus efficiency cause nutrient uptake and increasment grain yield.

**Keywords:** Agronomic Phosphorus efficiency, phosphorus content, phosphorus yield.