

## به نام خدا

بررسی تاثیر آبیاری، باکتری های حل کننده فسفر و سطوح مختلف فسفر بر قابلیت جذب فسفر در گندم

Effect of irrigation, Inoculation of Phosphorous solublizing bacteris and differnts levels of phosphorus on yield, seed yield and Phosphorus uptake of wheat (*Triticum aestivum*)

صدیقه غنایی ۱ و محمد صلاحی فراهی ۲

۱- نویسنده مسئول مدرس دانشگاه پیام نور. ۲- محقق مرکز تحقیقات گلستان

Bahar\_gh36@yahoo.com

جهت ارزیابی عکس العمل گندم به آبیاری، تلقیح با حل کننده های فسفر و مقادیر کود فسفر، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار در آزاد شهر (کشت و صنعت گل چشمه) اجرا شد. عامل آبیاری در دو سطح (بدون آبیاری و آبیاری تکمیلی)، عامل حل کننده فسفر در دو سطح و شامل تلقیح با *Bacillus lentus* و بدون تلقیح، و عامل فسفر در ۴ سطح و شامل مصرف ۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص با منشأ سوپرفسفات تریپل بود. نتایج نشان داد اثر آبیاری بر صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، عملکرد دانه، درصد پروتئین، درصد فسفر و عملکرد پروتئین در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر فسفر نیز بر ارتفاع گیاه، تعداد سنبلچه در سنبله، عملکرد دانه، درصد پروتئین، درصد فسفر، عملکرد پروتئین و عملکرد فسفر در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل در مورد هیچ یک از صفات معنی دار نشد. حداکثر عملکرد دانه در تیمار تلقیح با حل کننده فسفر و در تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص به ترتیب با ۵۷۰۲ و ۵۹۶۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. با افزایش کود فسفر درصد پروتئین و فسفر دانه افزایش یافته است. حداکثر درصد پروتئین و فسفر دانه مربوط به تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر به ترتیب ۱۴/۵۸ و ۰/۲۹ بیش از سایر تیمارها بود.

**کلمات کلیدی:** عملکرد دانه، سوپر فسفات تریپل، درصد فسفر، درصد پروتئین.

در سالهای گذشته به علت مصرف گسترده و بی رویه کودهای شیمیایی فسفوری، مقدار فسفر قابل جذب در خاک بسیاری از مزارع افزایش یافته است. در حال حاضر مقدار فسفر قابل جذب در خاک مزارع مختلف حتی در یک ناحیه بسیار متفاوت

می‌باشد به طوری که در بسیاری از مزارع این عنصر در خاک تجمع یافته و ممکن است تا چند سال نیازی به مصرف این کود نباشد حال آن‌که در تعدادی از مزارع در همان ناحیه ممکن است نیاز به مصرف کود فسفوری وجود داشته باشد. جذب فسفر بیش از حد نیاز با کاهش میزان رشد در برخی از گونه‌های گیاهی همراه است. چنین اثرهایی ممکن است به این دلیل باشد که فسفر، سرعت جذب و انتقال بعضی از عناصر غذایی کم‌مصرف مانند آهن، روی و مس را کاهش می‌دهد (ملکوتی، ۱۳۷۹). کارآیی نسبی کود فسفوری به واکنش خاک، وضعیت فسفر در خاک، روش و زمان مصرف، نیاز خاص گیاهان زراعی و برخی تفاوت‌های مرتبط به خاک بستگی دارد. در خاک‌هایی با pH بالا، میزان جذب این عنصر توسط ذرات خاک بیشتر می‌شود (زرین کفش، ۱۳۷۱). طول مدتی که فسفر افزوده شده به صورت قابل جذب باقی می‌ماند به طبیعت خاک و شرایطی که در آن قرار گرفته بستگی دارد به طوری که بعضی از خاک‌ها که قدرت تثبیت فوق‌العاده‌ای دارند؛ این زمان کوتاه و بیش از چند روز نمی‌باشد؛ در حالی که در خاک‌های دیگر این زمان ممکن است چند ماه تا چند سال باشد. در خاک‌هایی که قدرت تثبیت آنها زیاد است قرار دادن نواری کود با کاهش تماس فسفر با ذرات خاک از تثبیت شدن آن می‌کاهد (حق پرست تنها، ۱۳۷۱). یکی از راه‌های جذب فسفر استفاده از مواد بیولوژیک می‌باشد. نتایج حاصل از تولید بومی این کودها در دستور کار موسسات و مراکز تولیدی قرار گرفته است. کودهای بیولوژیک در مقایسه با کودهای شیمیایی از منافع اقتصادی و زیست محیطی فراوانی برخوردار هستند. کودهای بیولوژیک علاوه بر صرفه اقتصادی، باعث پایداری منابع خاک، حفظ توان تولید در دراز مدت و جلوگیری از آلودگی محیط زیست می‌گردند. از طرف دیگر، تولید محصولات غذایی با کیفیت که محصول کودهای بیولوژیک است نه تنها باعث رضایت خاطر مصرف کنندگان می‌شود بلکه تأمین و تضمین سلامت جسمی آنان را نیز در پی دارد. امروزه اهمیت کودهای بیولوژیک نه بخاطر تأمین نیازهای گیاه بلکه کاربرد آنها از آن جهت که به محیط زیست آسیب نمی‌رساند و به بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و در نتیجه سلامت مصرف کنندگان کمک می‌کنند از توجه ویژه‌ای برخوردار است (قربانی، ۱۳۸۶).

میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات ۱ (PSM)

میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات (باکتری‌ها و قارچ‌ها) فسفر را پس از حل کردن و تبدیل کردن برای جذب، در دسترس گیاه قرار می‌دهند. تعدادی از باکتری‌های خاک به‌ویژه آنهایی که متعلق به جنس سودوموناس و باسیلوس و قارچ‌های متعلق به جنس پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس هستند دارای این توان هستند که فسفات نامحلول خاک را به وسیله ترشح اسیدهایی مانند فرمیک، استیک، پروپیونیک، لاکتیک، گلوکوسیک، فورمیک و سانسیتیک به شکل محلول در می‌آورند که این اسیدها pH خاک را پایین می‌آورند (افضل و همکاران، ۲۰۰۵).

صالح راستین (۱۳۸۰)، میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات را گروهی از ریزجانداران خاک‌زی اطلاق می‌کند که به عنوان اجزای مکمل چرخه فسفر قادرند از طریق مکانیسم‌های مختلف، فسفر را از منابع نامحلول آزاد کنند. توسلی و همکاران (۱۳۸۲) معتقدند که اسپور قارچ (فرم مقاوم قارچ) تحت تأثیر نوع گیاه و شرایط کشت قرار می‌گیرد و باید در برنامه‌ریزی‌های زراعی حتماً به این مسئله توجه داشت. با داشتن تناوب زراعی مناسب و گنجاندن گیاهانی که میزبان خوبی برای قارچ‌های مایکوریزا می‌باشند می‌توان مانع از کاهش جمعیت این قارچ‌های مفید در خاک‌های کشاورزی گردید.

#### آبیاری

محققین زیادی اثرات آبیاری تکمیلی را بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم مورد آزمایش قرار دادند. توشیح (۱۳۸۱) نتیجه گرفت که تاثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه در سطح یک دصد معنی دار شد. به طوری که افزایش عملکرد دانه در تیمارهای یک مرتبه آبیاری بعد از کاشت، سه مرتبه آبیاری در مرحله خوشه و شیری و خمیری، دو مرتبه آبیاری در مرحله خوشه و شیری، یک مرتبه آبیاری در مرحله شیری شدن سب افزایش عملکردی معادل ۱۵۴، ۶۰، ۳۹، و ۱۹ کیلو گرم نسبت به شاهد شدند.

#### مواد و روشها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳ شروع و بمدت یک سال در آزاد شهر واقع در استان گلستان اجرا گردید. ارتفاع از سطح دریا ۴۵ متر و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی می باشد متوسط بارندگی سالانه برابر با ۳۵۰ میلی متر اقلیم منطقه از نوع نیمه خشک معتدل A2M3 بوده که ضریب دوارتن این نوع اقلیم ۱۰ تا ۲۰ می باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه فاکتور انجام شد. فاکتور اول آبیاری در دو سطح (عدم آبیاری و آبیاری تکمیلی)، فاکتور دوم باکتری حل‌کننده فسفر (بدون تلقیح و تلقیح با *Bacillus lentus*) و کود فسفوری (با منشأ سوپرفسفات تریپل) در چهار سطح و شامل: - عدم مصرف فسفر (P0) - ۲۵ کیلو گرم فسفر خالص در هکتار (P1) - ۵۰ کیلو گرم فسفر خالص در هکتار (P2) - ۷۵ کیلو گرم فسفر خالص در هکتار (P3) بود. جهت تعیین عملکرد دانه، در زمان رسیدن دانه (خرداد ماه ۱۳۹۰) دو ردیف حاشیه و نیم متر از دو طرف ردیف‌های وسط حذف و بقیه برداشت گردید. جهت تعیین ارتفاع گیاه، تعداد سنبله در متر مربع، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه، وزن هزار دانه، وزن خشک، شاخص برداشت (حاصل تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک)، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین دانه (حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین دانه)، درصد فسفر دانه اندازه گیری شد.

## نتایج و بحث

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه، درصد پروتئین، درصد فسفر، عملکرد پروتئین و عملکرد فسفر دانه تحت تأثیر آبیاری، حاکننده فسفر و مصرف فسفر. <sup>ns</sup>، \* و \*\* : به ترتیب عدم معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

منابع تغییر	ی	درصد			
		عملکرد دانه	عملکرد پروتئین	درصد فسفر	عملکرد پروتئین
تکرار (R)	۲	۰/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۵ <sup>ns</sup>	۸۷۲/۹ <sup>ns</sup>
آبیاری	۱	۱۵/۵۳ <sup>**</sup>	۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۷ <sup>ns</sup>	۳۴۴۴۳۷ <sup>**</sup>
حل‌کننده فسفر	۱	۸/۵۹ <sup>**</sup>	۱۱/۸۴ <sup>**</sup>	۰/۰۰۵ <sup>**</sup>	۳۷۶۴۳۰ <sup>**</sup>
فسفر (P)	۳	۶/۳۹ <sup>**</sup>	۱۱/۰۱ <sup>**</sup>	۰/۰۰۹ <sup>**</sup>	۲۶۰۹۲۲ <sup>**</sup>
حل‌کننده فسفر × آبیاری	۱	۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۵۶۱ <sup>ns</sup>
فسفر × آبیاری	۳	۰/۶۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۴ <sup>ns</sup>	۱۱۸۶۶ <sup>ns</sup>
فسفر × حل‌کننده فسفر	۳	۰/۷۶ <sup>ns</sup>	۰/۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۶ <sup>ns</sup>	۲۹۸۹۴ <sup>ns</sup>
فسفر × حل‌کننده فسفر × آبیاری	۳	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۲ <sup>ns</sup>	۶۴۸ <sup>ns</sup>
خطای آزمایش	۳۰	۰/۷۶	۱/۱۱	۰/۰۰۰۴	۱۵۹۷۲
کل	۴۷	-	-	-	-
ضریب تغییرات	-	۱۶/۴۵	۷/۷۱	۷/۷۴	۱۷/۲۸
					۲۰/۲۷

## عملکرد دانه:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت عملکرد دانه گندم نشان می‌دهد که تأثیر آبیاری بر عملکرد دانه از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱-۴). میزان عملکرد در تیمار عدم آبیاری با ۵۸۴۹ کیلوگرم در هکتار و تیمار آبیاری با ۷۱۱۴

کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. تلقیح با حل‌کننده فسفر نیز با ۵/۷۰۲ تن در هکتار و در تیمار عدم تلقیح به میزان ۴/۸۸۶ تن در هکتار بود، که در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس بر صفت عملکرد دانه گندم نشان می‌دهد که تأثیر کود فسفر بر عملکرد دانه از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). علت آن را می‌توان به افزایش رشد و نمو، فتوسنتز و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه دانست با کاربرد فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل، عملکرد نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت به طوری که بیشترین عملکرد مربوط به سطح ۷۵ کیلوگرم کود فسفر در هکتار با ۵/۹۶۰ تن در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد با ۴/۳۳۰ تن در هکتار بوده است.

### درصد پروتئین دانه:

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد، اثر آبیاری بر درصد پروتئین معنی‌دار نشد. درصد پروتئین دانه در تیمار تلقیح با حل‌کننده فسفر نسبت به اختلاف معنی‌داری داشته است (۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین صفات در تیماری که تلقیح شده بود، مصرف شده درصد پروتئین دانه با ۱۴/۲۳ درصد و در تیمار عدم تلقیح با قارچ مایکوریزا درصد پروتئین دانه با ۱۳/۲۰ درصد بود. با تلقیح کلونیزاسیون ریشه افزایش و جذب عناصر تسهیل می‌شود (راجا و همکاران، ۲۰۰۲). اگرچه اثر فسفر بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار شد. با افزایش مصرف فسفر درصد پروتئین دانه افزایش یافت به گونه‌ای که کمترین درصد پروتئین دانه با ۱۲/۵۰ درصد از تیمار عدم کاربرد کود فسفر و بیشترین آن با ۱۴/۵۸ درصد از تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار بدست آمد.

### درصد فسفر دانه:

جدول مقایسات میانگین (جدول ۱) نشان می‌دهد که بین تیمار تلقیح با حل‌کننده فسفر و عدم تلقیح در جذب فسفر تفاوت معنی‌دار وجود دارد. در صورت تلقیح درصد فسفر دانه معادل ۰/۲۵۸ درصد و در صورت عدم تلقیح فسفر دانه ۰/۲۷۸ درصد بود. مصرف کود فسفر بر درصد فسفر دانه گندم موثر بود. با افزایش مصرف فسفر درصد فسفر دانه هم افزایش یافت. تجزیه واریانس صفات، بر درصد فسفر دانه گندم، تحت تأثیر کود فسفر اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده شده است (۱). به طوری که در تیمار مصرف فسفر با افزایش میزان فسفر، درصد فسفر دانه افزایش یافته است. حداکثر درصد فسفر دانه گندم با

مصرف ۷۵ کیلوگرم کود فسفر در هکتار با ۰/۲۹ درصد و در تیمار عدم مصرف کود فسفر حداقل درصد فسفر دانه با ۰/۲۳ درصد مشاهده شد

### عملکرد پروتئین دانه:

عملکرد پروتئین دانه از حاصل ضرب درصد پروتئین دانه در میزان عملکرد دانه بدست می‌آید نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که عملکرد پروتئین دانه در تلقیح با حل کننده فسفر افزایش یافت به طوری که کمترین عملکرد پروتئین دانه با ۶۴۲/۹ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار عدم تلقیح و بیشترین عملکرد پروتئین دانه با ۸۲۰ متعلق به تیمار تلقیح بود. عملکرد پروتئین از حاصل ضرب درصد پروتئین در میزان عملکرد دانه بدست می‌آید. بالاترین میزان عملکرد پروتئین دانه با ۸۹۱/۷ کیلوگرم در هکتار به تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر در هکتار تعلق داشت. اختلاف معنی داری بین این تیمار و تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر با ۸۷۳/۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد. در این دو تیمار عملکرد دانه زیاد بود و موجب شد بیشترین عملکرد پروتئین دانه از این دو تیمار حاصل شود. کمترین عملکرد پروتئین نیز مربوط به تیمار عدم مصرف کود با ۵۴۳/۳ کیلوگرم در هکتار بود. اختلاف معنی داری بین این تیمار و تیمار مصرف ۲۵ کیلوگرم فسفر در هکتار با ۶۸۹/۱ کیلوگرم پروتئین در هکتار مشاهده شد. بر اساس نتایج وفاپور و همکاران (۱۳۹۰) استفاده از سطوح مختلف کود فسفر اثر معنی داری بر روی عملکرد پروتئین دانه گندم دارد.

### عملکرد فسفر دانه:

عملکرد فسفر دانه از حاصل ضرب درصد فسفر دانه در میزان عملکرد دانه بدست می‌آید. با افزایش مصرف کود فسفر عملکرد فسفر دانه افزایش پیدا کرد به طوری که کمترین میزان عملکرد فسفر با ۱۰/۱۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار عدم مصرف کود و بیشترین عملکرد فسفر دانه با ۱۷/۴۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار مصرف ۷۵ کیلوگرم فسفر به دست آمد. اختلاف معنی داری بین تیمار مصرف ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب ۱۶/۲۱ و ۱۷/۴۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد. در دو تیمار اخیر بالا بودن درصد فسفر باعث شد تفاوتی بین این تیمارها از نظر عملکرد فسفر مشاهده نشود. احتشامی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی تأثیر قارچ مایکوریزا بر جذب فسفر دو رقم گندم در خاک‌های با فسفات مختلف گزارش کردند که با وجود این که حلالیت فسفر تحت شرایط قلیایی کم می‌باشد اما تلقیح با قارچ مایکوریزا بر حل شدن فسفر در خاک و جذب آن موثر است. کالدیرینی و

همکاران (۱۹۹۵) بیان کردند که کود فسفر بر عملکرد فسفر دانه در ارقام مختلف اثر معنی داری داشت به طوری که در بین ارقام، هیبرید ۲۰۰ trigomax بیشترین عملکرد فسفر دانه را داشت.

## منابع فارسی

- آستارایی، ع. ر. و کوچکی، ع. ۱۳۷۵. کاربرد کود های بیولوژیکی در کشاورزی پایدار (ترجمه). ناشر انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۱۱ص.
- آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸. ۱۳۸۹. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فن آوری اطلاعات.
- احتشامی، م. ر.، رنگل، ز.، آقاعلیخانی، م. ۱۳۸۶. نقش میکوریز (*Glomus intraradices L.*) بر جذب فسفر در انواع خاک فسفات توسط گندم. دومین همایش ملی بومی شناختی ایران. کرج. ۲۰۵ ص.
- اردکانی، م. ر.، مجد، ف.، مظاهری، د. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۰. بررسی کارایی آزوسپیریلوم میکوریزا و استرپتومایسیس به همراه مصرف کود دامی با استفاده از فسفر-۳۲. مجله علوم زراعی ایران. جلد سوم. شماره ۱. ص. ۶۹-۵۶.
- اروجی، ی.، شیانی، ل. و تهرانی، م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر میکوریزی بر جذب مواد غذایی در گیاه دارویی شیرین بیان. دومین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران. دانشگاه یزد. ۶۱ ص.
- اصغرزاده، ن. ع. و صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. اهمیت قارچ های میکوریزا در کشاورزی. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات). مرکز نشر آموزش کشاورزی کرج. ۵۴۴ ص.
- امیرآبادی، م.، رجالی، ف.، اردکانی، م. ر. و برجی، م. ۱۳۸۸. تأثیر کاربرد مایه تلقیح ازتوباکتر و قارچ میکوریزی بر جذب برخی عناصر معدنی توسط ذرت علوفه ای (رقم سینگل گراس ۷۰۴) در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب). جلد ۲۳. شماره ۱. ص. ۱۱۵-۱۰۷.
- اسدی رحمانی، ه. اصغر زاده، ا. خاوازی، ک. رجالی، ف. ثوابقی، غ. ۱۳۸۶. حاصلخیزی بیولوژیک خاک کلیدی برای استفاده پایدار از اراضی در کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران. ۱۱۵ ص.