



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۵ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۲

صفحه‌های ۱۳۴-۱۲۵

# بررسی واکنش لاین امیدبخش N8119 گندم به کاربرد کود زیستی فسفات

ایراندخت منصوری\*<sup>۱</sup>

۱. مربی، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۲/۳۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۱/۵/۲۱

### چکیده

به منظور بررسی واکنش لاین امیدبخش N8119 گندم به کاربرد کود زیستی فسفات، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری طی سال‌های زراعی ۱۳۸۷ الی ۱۳۸۹ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول کود زیستی فسفات در دو سطح شامل عدم مصرف کود زیستی و مصرف ۱۰۰ گرم در هکتار کود زیستی بود. فاکتور دوم کود فسفره در سه سطح شامل عدم مصرف کود فسفره، مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار و مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار انجام شد. نتایج نشان داد که کود زیستی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، وزن هزار دانه و ضریب برداشت داشت، اما تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گندم نشان نداد. در تیمارهایی که از کود بیولوژیک استفاده شد، از نظر میزان عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره (۵۲۸/۴۰ گرم در مترمربع) و ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره (۵۳۲/۹۵ گرم در مترمربع)، مشاهده نشد. بنابراین، به جای ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره که به‌طور عرف در مازندران در مزرعه گندم استفاده می‌شود می‌توان از ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با کود بیولوژیک (۱۰۰ گرم در هکتار) استفاده کرد که علاوه بر کاهش مصرف کود فسفره به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار، از آلودگی محیط زیست به‌خصوص خاک و آب نیز جلوگیری خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: ضریب برداشت، عملکرد، کود بیولوژیک، کود فسفره، وزن هزار دانه.

## ۱. مقدمه

تولید می‌شوند و باعث تثبیت نیتروژن و رهاسدن یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول آن‌ها می‌شوند. این ریزسازواره‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر می‌شوند و گیاه را در جذب عناصر یاری می‌کنند [۲۰]. بیشترین درصد ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات را باکتری‌ها و قارچ‌ها تشکیل داده‌اند که بیشتر آن‌ها باسیلوس و سودوموناس‌ها هستند، این باکتری‌ها از طریق کاهش تثبیت فسفر راندمان استفاده از کود را افزایش می‌دهند [۱۶، ۱۷].

کودهای زیستی فسفات‌ها علاوه بر صرفه‌جویی و کاهش مصرف کود شیمیایی فسفات، باعث جذب بیشتر فسفر توسط گیاهان و در نتیجه افزایش رشد آن می‌شوند و مقاومت گیاه به بیماری را افزایش می‌دهند. علاوه بر آن مصرف این نسل از کودها باعث کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و هزینه تولید محصولات زراعی می‌شود [۱۱، ۱۴]. این ریزسازواره‌ها معمولاً گیاه را در جذب عناصر همیاری می‌کنند و علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص، باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک رشد بیشتر گیاه، افزایش کمی و کیفی محصول، کاهش مصرف فسفر و در نتیجه کاهش هزینه اقتصادی و کاهش خسارت اکولوژیک می‌شوند [۲۰]. بدین لحاظ، از نظر علمی این باکتری‌ها محرک رشد گیاه نامیده می‌شوند. از آن‌جا که این باکتری‌ها از خاک گرفته می‌شوند، مزایای فراوانی برای آن‌ها ذکر می‌شود [۸]. در ایران نیز طی پژوهش‌های پنج ساله اخیر، جداکردن باکتری‌های حل‌کننده فسفر از خاک‌های مناطق مختلف کشور انجام شده است [۶]، این باکتری‌ها تحت آزمایش‌های متعددی مانند بررسی مقاومت به تنش‌های محیطی دما، شوری، pH‌های مختلف و رقابت با ریزسازواره‌های دیگر قرار گرفتند. براساس این تحقیقات، این باکتری‌ها می‌توانند دامنه وسیعی از pH بین ۵ تا ۱۱،

غلالت غذای اصلی مردم کشور را تشکیل می‌دهد و در رأس آن گندم، مهم‌ترین غله و محصولی استراتژیک، برای تأمین غذای مردم است [۳]. زراعت گندم در مناطق مختلف و شرایط آب و هوایی متفاوت انجام می‌شود و این امر حاکی از توانایی سازش بسیار زیاد این گیاه با اقلیم‌های گوناگون است [۲]. عواملی نظیر هزینه‌های پایین، درآمد نسبتاً زیاد، استفاده از کاه آن برای تغذیه دام و غیره باعث شده است که این محصول روز به روز بیشتر مورد توجه قرار گیرد [۵]. بنابراین، توجه ویژه‌ای به تغذیه مناسب این گیاه برای افزایش کمی و کیفی و در نتیجه افزایش درآمد کشاورزان می‌شود [۶]. استفاده از لاین‌های امیدبخش مانند لاین امیدبخش N8119 گندم با طول خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد بالا (پتانسیل تولید حدود ۷ تن در هکتار)، داشتن مقاومت نسبت به بیماری زنگ زرد و سفیدک و قدرت سازگاری بالا، از دیگر راه‌های دستیابی به افزایش درآمد است [۲]. پس از نیتروژن، فسفر یکی از عناصر پرمصرف برای گیاه به شمار می‌رود و عنصری پایه و یکی از نیازهای ضروری گیاهان زراعی از جمله غلات است که سبب افزایش محصول می‌شود و یکی از عناصر حیاتی برای گیاهان است که به اشکال مختلف معدنی و آلی در خاک موجود است [۳]. تأمین فسفر مورد نیاز گیاه به‌طور معمول از طریق استفاده از کودهای شیمیایی انجام می‌شود، با وجود این، مقادیر زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک نامحلول شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود [۱]. بنابراین، باید به روش‌های دیگر از جمله روش زیستی توجه بیشتری شود [۱۳].

کودهای زیستی متشکل از ریزسازواره‌ها<sup>۱</sup> و همچنین قارچ‌های مفیدی هستند که هر کدام برای منظور خاصی

1. Microorganisms

دمای بالا تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد و شوری تا ۳/۵ درصد را به خوبی تحمل کنند. با توجه به نقش باکتری‌های حل‌کننده فسفر برای افزایش کارایی مصرف کودهای فسفره در گیاهان زراعی و عدم انجام پژوهش در این زمینه در استان مازندران، هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر کود زیستی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد لاین امیدبخش N<sub>8119</sub> گندم است.

## ۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کود زیستی فسفات بر عملکرد و اجزای عملکرد لاین امیدبخش N<sub>8119</sub> گندم، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی ساری طی سال‌های زراعی ۱۳۸۷ الی ۱۳۸۹ اجرا شد. این لاین گندم توسط بخش غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج برای کاشت در سواحل دریای خزر مانند استان گلستان و مازندران تولید شد و بذر لازم برای انجام این پژوهش از مرکز تحقیقات کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران تهیه شد. زمین آزمایش دارای بافت سیلتی رسی (۳۲ درصد رس، ۵۰ درصد سیلت و ۱۸ درصد شن)، میزان ماده آلی خاک ۱/۷۲ با pH= ۷/۶ بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول کود بیولوژیک فسفات در دو سطح شامل: a<sub>1</sub>: بدون مصرف کود زیستی و a<sub>2</sub>: مصرف کود زیستی و فاکتور دوم کود فسفره در سه سطح شامل: b<sub>1</sub>: بدون مصرف کود فسفره، b<sub>2</sub>: مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار و b<sub>3</sub>: مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره بود.

فسفر استفاده شده از منبع کودی سوپر فسفات تریپل تهیه شد. قبل از اجرای طرح، برای تعیین میزان فسفر خاک نمونه برداری خاک انجام شد، بدین صورت که خاک مزرعه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری برداشت شد و پس از

خشک کردن و الک کردن، مقدار فسفر خاک به روش اولسن (استفاده از بیکربنات سدیم ۰/۵ نرمال با pH= ۸/۵) تعیین شد [۱۵]. به طوری که مقدار فسفر خاک در این عمق ۱۵/۳ ppm بود. در پاییز نسبت به شخم زمین اقدام شد و پس از دیسک زدن، کرت بندی انجام و تیمارهای کودی به خاک اضافه شد. ابعاد هر کرت آزمایشی ۴×۲ مترمربع بود و در هر کرت آزمایشی ۹ خط کاشت وجود داشت. فاصله بین خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین تیمارها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر بود. کاشت در نیمه اول آبان اجرا شد. لاین امیدبخش N<sub>8119</sub> گندم (دارای ارتفاع متوسط، میان رس، مقاوم به زنگ زرد و سفیدک، با طول خوشه و وزن هزار دانه و عملکرد بالا) به میزان ۵۰۰ بذر در مترمربع کاشت شد. مقدار ۲ گرم کود زیستی فسفات در این آزمایش استفاده شد و روش مصرف آن هم به این صورت بود که بلافاصله قبل از کاشت، ۲ گرم فسفات بارور-۲ در ۳۰۰ سانتی‌متر مکعب آب حل و روی بذر مورد نظر اسپری شد و سپس، بذرها به خوبی هم زده و کاملاً با محلول فوق آغشته شدند و پس از آن کاشت انجام شد.

کود اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک در سه نوبت (۱/۳ در هنگام کاشت، ۱/۳ در انتهای مرحله پنجه‌زنی و ۱/۳ هنگام تشکیل سنبله) به خاک اضافه شد. در طول مرحله داشت مبارزه با علف‌های هرز به طور دستی انجام شد. محاسبه وزن خشک نیز طی دوران رویشی گیاه انجام شد که طی آن از سطح یک مترمربع تمام اندام هوایی گیاه قطع و پس از محاسبه وزن تر برای تعیین وزن خشک از هر کرت آزمایشی، نمونه‌های ۱۰۰ گرمی تهیه و در پاکت کاغذی به آزمایشگاه منتقل شد و در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس، وزن خشک آن‌ها محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک

سال دوم را می‌توان دلیل این امر دانست؛ زیرا این شرایط سبب افزایش نسبی حلالیت و کاهش رسوب عنصر فسفر شد [۲۱] و در نتیجه سبب تولید گیاهچه‌های سالم و قوی شد که در نهایت، عملکرد را افزایش داد که با نتایج محققان دیگر مطابقت دارد [۶، ۹].

کاربرد کود زیستی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گندم داشت (جدول ۲) به طوری که استفاده از کود زیستی نسبت به عدم استفاده از آن سبب افزایش ۳/۵ درصدی عملکرد شد که علت آن تأثیر مثبت کود زیستی در جذب مواد غذایی از خاک توسط گیاه است [۵]. با مصرف کود زیستی تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع افزایش، اما وزن هزاردانه کاهش یافت. افزایش تعداد دانه در هر بوته سبب کاهش سهم هر دانه برای دریافت مواد فتوسنتزی شده و در نتیجه وزن هر دانه و متعاقب آن وزن هزاردانه کاهش یافته است [۱۴].

گندم، ۸ بوته در هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب شدند و صفاتی از قبیل وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع، طول سنبله و وزن هزار دانه و تعداد پنجه بارور در هر بوته اندازه‌گیری شد. برای محاسبه عملکرد دانه، از سطح ۲ مترمربع در داخل هر کرت برداشت شد و عملکرد بر حسب گرم در مترمربع و شاخص برداشت بر حسب درصد محاسبه شد. تجزیه داده‌های حاصله با استفاده از برنامه نرم‌افزاری MSTAT-C به صورت تجزیه مرکب داده‌ها انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطوح ۵ درصد و ۱ درصد استفاده شد.

### ۳. نتایج و بحث

اثر سال بر عملکرد دانه گندم در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱) و بیشترین عملکرد گندم در سال دوم بود. بارندگی بیشتر طی سال دوم به خصوص وجود رطوبت بیشتر در خاک در زمان کاشت و در اوایل رشد گیاه طی

جدول ۱. اثر سال بر تعداد پنجه بارور در هر بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در مترمربع)، تعداد سنبله در هر مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه (گرم) و عملکرد دانه (گرم در مترمربع).

سال	تعداد پنجه بارور در هر بوته	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در مترمربع)	تعداد سنبله در هر مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد (گرم در مترمربع)
۱۳۸۷	۶۳۱ <sup>b</sup>	۶۵۱/۱۱ <sup>b</sup>	۳۰۰/۰۱ <sup>b</sup>	۲۸/۱۲ <sup>b</sup>	۴۷/۹۵ <sup>b</sup>	۴۱۴/۵۴ <sup>b</sup>
۱۳۸۸	۷۰۷ <sup>a</sup>	۶۷۲/۵۲ <sup>a</sup>	۳۱۱/۲۲ <sup>a</sup>	۲۹/۲۳ <sup>a</sup>	۵۱/۲۰ <sup>a</sup>	۴۳۳/۹۱ <sup>a</sup>

میانگین تیمارهای هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر ساده کود زیستی بر ارتفاع (سانتی‌متر)، تعداد پنجه بارور در هر بوته، عملکرد بیولوژیکی (گرم در مترمربع)، تعداد سنبله در هر مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه (گرم) و عملکرد دانه (گرم در مترمربع) در گندم.

کود زیستی	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد پنجه بارور در هر بوته	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در مترمربع)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت (درصد)
مصرف کود	۹۷/۸۸ <sup>a</sup>	۶۳۷ <sup>a</sup>	۶۵۱/۰۴ <sup>a</sup>	۳۰۷/۷۳ <sup>a</sup>	۲۸/۳۸ <sup>a</sup>	۴۷/۷۴ <sup>b</sup>	۴۲۱/۵۱ <sup>a</sup>	۳۹/۳ <sup>a</sup>
بدون مصرف کود	۹۷/۲۷ <sup>a</sup>	۶۱۶ <sup>b</sup>	۶۵۰/۰۸ <sup>ab</sup>	۲۹۹/۸۲ <sup>b</sup>	۲۷/۳۲ <sup>b</sup>	۵۰/۰ <sup>a</sup>	۴۰۶/۹۶ <sup>b</sup>	۳۸/۵ <sup>b</sup>

میانگین تیمارهای هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ندارند.

نتیجه نشان می‌دهد که استفاده از کود زیستی می‌تواند به‌طور چشمگیری مصرف کود فسفره را کاهش دهد که از نظر کاهش آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی و کاهش هزینه اقتصادی قابل توجه است. محققان دیگر افزایش ۱۹/۸ درصدی عملکرد دانه ذرت را بر اثر استفاده از کودهای زیستی مشاهده کردند [۲۱]. آن‌ها ترشح هورمون‌های تحریک‌کننده رشد مانند اکسین و جیبرلین توسط باکتری‌های موجود در کودهای زیستی را دلیل این امر گزارش کرده‌اند.

وزن خشک گندم تحت تأثیر سال قرار گرفت و بیشترین وزن خشک گندم در سال دوم به‌دست آمد (جدول ۱) که با توجه به بارندگی بیشتر در سال دوم نشان‌دهنده استفاده گیاه از شرایط مناسب ایجادشده در خاک از نظر رطوبت است.

اثر متقابل کود زیستی و کود فسفره نیز در سطح ادرصد بر عملکرد گندم معنی‌دار بود (جدول ۳). این نکته را می‌توان به تبدیل فرم غیرقابل دسترس فسفر به‌صورت قابل دسترس گیاه، توسط میکروارگانیزم‌های خاک نسبت داد. گیاه جوان گندم گستردگی ریشه کمی برای جذب فسفر دارد و در نتیجه وجود فسفر قابل جذب در ناحیه ریشه کمک زیادی به رشد اولیه در گندم می‌کند که خود سبب افزایش شاخه، برگ و عملکرد دانه گندم می‌شود [۲۳]. محققان دیگر به‌طور مشابه افزایش معنی‌داری را در رشد و عملکرد گندم به‌واسطه استفاده از ریزوباکتری‌ها مشاهده کردند [۲۴]. از نظر میزان عملکرد اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با استفاده از کود زیستی و ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره با استفاده از کود زیستی مشاهده نشد. این

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیرات متقابل کود بیولوژیک و کود فسفره بر ارتفاع (سانتی‌متر)، تعداد پنجه بارور در هر بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در مترمربع)، طول سنبله (سانتی‌متر) تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، وزن هزاردانه (گرم)، شاخص برداشت (درصد) در گندم.

تیمار	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد پنجه بارور در هر بوته	وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در مترمربع)	طول سنبله (سانتی‌متر)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد (گرم در مترمربع)	وزن هزاردانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	۸۷/۳۳ <sup>cd</sup>	۶/۱۳ <sup>d</sup>	۶۵۸/۹۵ <sup>d</sup>	۹/۳۸ <sup>d</sup>	۲۵/۲۴ <sup>d</sup>	۳۴۵/۳۵ <sup>f</sup>	۴۹/۴۶ <sup>b</sup>	۳۴/۴ <sup>d</sup>
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	۱۰۴/۶۵ <sup>a</sup>	۷/۲۶ <sup>a</sup>	۷۹۵/۰۴ <sup>b</sup>	۱۱/۹۵ <sup>a</sup>	۳۰/۹۰ <sup>ab</sup>	۵۲۸/۴۰ <sup>ab</sup>	۴۶/۹۲ <sup>d</sup>	۳۹/۸ <sup>a</sup>
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	۱۰۱/۷ <sup>ab</sup>	۶/۸۳ <sup>b</sup>	۸۰۲/۴۲ <sup>a</sup>	۱۱/۷۱ <sup>a</sup>	۳۱/۷۹ <sup>a</sup>	۵۳۴/۹۵ <sup>a</sup>	۴۸/۰۶ <sup>cd</sup>	۴۰/۰ <sup>a</sup>
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	۸۴/۶۲ <sup>d</sup>	۴/۸۱ <sup>e</sup>	۶۸۷/۰۳ <sup>e</sup>	۸/۰۵ <sup>e</sup>	۲۲/۷۴ <sup>d</sup>	۲۸۱/۹۸ <sup>e</sup>	۵۰/۵۱ <sup>a</sup>	۲۹/۱ <sup>f</sup>
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	۹۱/۶۵ <sup>c</sup>	۶/۰۶ <sup>d</sup>	۷۱۱/۷۸ <sup>c</sup>	۱۰/۱۰ <sup>d</sup>	۲۶/۴۷ <sup>c</sup>	۳۸۱/۵۸ <sup>d</sup>	۴۸/۸۵ <sup>c</sup>	۳۴/۹ <sup>d</sup>
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	۹۷/۵۵ <sup>b</sup>	۶/۵۲ <sup>c</sup>	۷۴۰/۹۸ <sup>c</sup>	۱۰/۸۷ <sup>c</sup>	۲۹/۹۶ <sup>b</sup>	۴۵۷/۹۶ <sup>c</sup>	۴۸/۴۲ <sup>cd</sup>	۳۸/۲ <sup>c</sup>

میانگین تیمارهای هر ستون که دارای حرف مشترکند، از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

a<sub>1</sub> و a<sub>2</sub> به ترتیب مصرف کود بیولوژیک و عدم مصرف کود بیولوژیک.

b<sub>1</sub>، b<sub>2</sub> و b<sub>3</sub> به ترتیب صفر، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره.

گیاه است؛ زیرا فسفر از عوامل مؤثر بر بهبود خصوصیات زایشی گیاه بوده است و سبب افزایش تعداد گل و دانه و میوه در گیاه می‌شود [۷، ۱۰]. از آنجایی که تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله از عوامل مؤثر بر عملکرد گیاه است [۴] بنابراین، مصرف کود زیستی با افزایش این دو صفت سبب افزایش عملکرد گیاه شد.

اثر متقابل کود زیستی و کود فسفره بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار شد و در تیمارهایی که کود زیستی مصرف شد، با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره بیشترین تعداد دانه در سنبله به دست آمد که به دلیل تأثیر مثبت کود زیستی در جذب مواد غذایی و فراهمی فسفر و نیتروژن در گیاه است [۱۸].

ارتفاع گیاه تحت تأثیر اثر سال و مصرف کود زیستی قرار نگرفت (جدول ۲)، اما اثر متقابل کود زیستی و کود فسفره بر ارتفاع گندم معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیشترین ارتفاع گندم با استفاده از کود زیستی و مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره به دست آمد. محققان اعلام کردند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد ضمن کاهش میزان مصرف و افزایش کارایی کودهای شیمیایی سبب افزایش رشد گیاهان می‌شود [۱۲].

تعداد پنجه بارور در بوته تحت تأثیر اثر سال (جدول ۱)، کود زیستی (جدول ۲) و کود فسفره و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳)، به طوری که بیشترین تعداد پنجه بارور در سال دوم و با مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با مصرف کود زیستی به دست آمد. علت این امر را می‌توان به توسعه ریشه و استفاده بهتر از مواد غذایی مخصوصا فسفر و رطوبت موجود در اعماق پایین خاک نسبت داد که در نتیجه سبب افزایش پنجه‌های بارور شد [۲۱]، زیرا ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات با رهاکردن تدریجی یون فسفات، کارایی آن‌ها را بالا می‌برند. این ریزسازواره با استقرار در منطقه ریزوسفر، از ترشحات

وزن خشک گیاه تحت تأثیر مصرف کود زیستی و کودهای فسفره و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳)، به طوری که بیشترین وزن خشک گندم در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با استفاده از کود زیستی به دست آمد. با توجه به این نکته که استفاده از کود زیستی به انحلال فسفر خاک کمک کرده است و میزان فسفر در دسترس را در خاک افزایش می‌دهد [۱۹] و دسترسی بیشتر گیاه به فسفر سبب رشد بهتر ریشه و به دنبال آن رشد بیشتر اندام‌های هوایی گیاه می‌شود [۶، ۲۱]، نتایج نشان داد که کارایی کود زیستی به میزان فسفر موجود در خاک و به عبارتی میزان کود فسفره مصرفی بستگی دارد و حداکثر عملکرد کود زیستی تا میزان مشخصی از فسفر اتفاق می‌افتد و با افزایش میزان فسفر از حد مطلوب آن، از کارایی کودهای زیستی کاسته می‌شود که باید بررسی‌های بیشتری در این مورد صورت گیرد [۱۹].

اثر متقابل کود زیستی و کود فسفره بر وزن خشک اندام‌های هوایی گندم معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک گندم در تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با کود زیستی به دست آمد. در تحقیقی نیز افزایش رشد رویشی و عملکرد گوجه‌فرنگی بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گزارش شده است. این گروه از باکتری‌ها علاوه بر افزایش فراهمی عناصر معدنی خاک، از طریق تثبیت زیستی نیتروژن و محلول‌کردن فسفر خاک، مهار عوامل بیماری‌زا و تولید مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۱۶، ۱۹].

بیشترین تعداد دانه در سنبله در سال دوم به دست آمد که نسبت به سال اول ۳/۸ درصد افزایش داشت (جدول ۱). با مصرف کود زیستی تعداد دانه در سنبله به میزان ۳/۷ درصد افزایش یافت (جدول ۲) که احتمالا به دلیل آزادشدن بهتر فسفر در خاک و مصرف بیشتر فسفر توسط

رطوبت بیشتر در خاک در زمان کاشت و در اوایل رشد گیاه طی سال دوم را می‌توان دلیل این امر دانست. طبق نتایج به‌دست‌آمده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره به همراه کود زیستی بر تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرد مشاهده نشد (جدول ۳) با توجه به یکسان‌بودن اثر تیمارهای فوق بر صفات ذکرشده نتایج نشان‌دهنده نقش مثبت باکترهای حل‌کننده فسفر بر افزایش کارایی کودهای فسفره در گندم است. در نتیجه به جای ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره که به‌طور عرف در مازندران در مزرعه گندم به کار می‌رود، می‌توان از ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره همراه با کود زیستی برای تولید حداکثر عملکرد و کاهش آلودگی محیط زیست استفاده کرد که حرکتی در راستای کشاورزی پایدار است.

### تشکر و قدردانی

در پایان، از مسئولان محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری برای تأمین اعتبار این طرح تشکر می‌شود.

### منابع

- آستارایی، ع؛ کوچکی، ع؛ (۱۳۷۵). کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی پایدار (ترجمه). جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد ۳۶۸ صفحه.
- ایران‌نژاد، ح؛ شهبازیان، ن؛ (۱۳۸۴). زراعت غلات. انتشارات کارنو، ۲۷۱ صفحه.
- بای بوردی، م؛ ملکوتی، ه، م؛ (۱۳۷۹). تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار. نشر آموزش کشاورزی.

ریشه استفاده می‌کنند و با تغییر pH و یا ترشح آنزیم‌ها، شرایط را برای تبدیل فسفر نامحلول به شکل قابل استفاده گیاه فراهم می‌سازند [۱۰]. طول دانه و طول سنبله نیز تحت تأثیر اثر سال، کود زیستی و مقادیر مختلف کود فسفره قرار گرفتند. اثر متقابل کود زیستی و کود فسفره بر طول دانه و طول سنبله معنی‌دار شد و با مصرف کود زیستی و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره بیشترین طول دانه و طول سنبله مشاهده شد. شاخص برداشت تحت تأثیر اثر سال قرار نگرفت؛ اما با مصرف کود زیستی شاخص برداشت ۱/۸ درصد نسبت به عدم مصرف کود زیستی افزایش یافت، علت آن رشد زایشی بیشتر و افزایش عملکرد در این تیمار است. کودهای زیستی متشکل از ریزسازواره‌ها و همچنین، قارچ‌های مفیدی هستند که با ترشح آنزیم‌های فسفاتاز سبب تجزیه ترکیبات فسفات آلی و حتی معدنی می‌شوند و با توجه به این نکته که از نظر زراعی، فسفر نقشی اساسی در توسعه ریشه، رشد رویشی، گلدهی، میوه‌دهی، رسیدن محصول و افزایش کیفیت گیاه دارد [۱۹]، بنابراین، استفاده از کودهای زیستی فسفات سبب توسعه بیشتر ریشه، استفاده بهتر گیاه از آب و مواد غذایی خاک، افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش شاخص برداشت شده است که با نظر محققان مطابقت دارد [۲۰]. اثر متقابل کود زیستی و کود فسفره بر شاخص برداشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و هنگامی که از کود زیستی استفاده شد، تفاوت معنی‌داری از نظر درصد شاخص برداشت بین دو تیمار ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات مشاهده نشد.

اثر سال بر تعداد پنجه بارور، وزن خشک اندام‌های هوایی (گرم در مترمربع)، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزاردانه و عملکرد معنی‌دار بود و بیشترین مقدار صفت‌های فوق در سال دوم به‌دست آمد (جدول ۱). بارندگی بیشتر طی سال دوم به‌خصوص وجود



12. Fitter AH (1988) Water relations of red clover (*Trifolium pretense* L.) as effected by VA mycorrhizal colonization of phosphorus supply before and during drought. *Journal of Experimental Botany*. 39:595-603.
13. Heyne EJ (2003) Wheat and wheat improvement. American Society of Agronomy, Inc. Publisher. pp 521.
14. Mulay AJ and Deshmuh SV (1999) Effect of Placement of fertilizer on yield of rainfed wheat. *Research Journal*. 13:21-23.
15. Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, and Dean LA (1954) Estimation of available phosphorus in soils byextraction with sodium bicarbonate. USDA, Cire. 939, U. S. Gover. Prin. Office, Washington DC.
16. Roberts TL (2008) Improving nutrient use efficiency. *Turk. J. Agric*. 32:177-182.
17. Rodriguez H and Fraga R (2009) Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*. 17:319-339.
18. Saad OAO and Hammad AMM (1998) Fertilizing wheat plants with rock phosphate combined with phosphate dissolving bacteria and mycorrhizae as alternate for ca-superphosphate. *Annual Agricultural Science Cairo*. 43: 445-60.
19. Sanhita-gupta D, Dilp K and Srivasta K (2004) Growth promotion of tomato plants by rizobacteria and imposition of energy stress on *Rhizoctonia solani*. *Soil Biology Biochemistry*. 27: 1051-1058.
4. سرمدنیا، غ؛ کوچکی، آ؛ (۱۳۷۵). فیزیولوژی گیاهی. جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ ششم، ۴۶۷ صفحه.
5. صالح راستین، ن؛ (۱۳۷۷). «مدیریت پایدار از دیدگاه بیولوژیکی خاک». مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور، مؤسسه تحقیقات آب و خاک، ص. ۴۶۰.
6. ملکوتی، م، ج؛ نفیسی، م؛ (۱۳۷۳). مصرف کود در اراضی دیم و فاریاب. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران ۳۴۲ صفحه.
7. Cooke GW (2005) the value of fertilizer placement. *J. Royal Agric. Society, England*. 118:37-49.
8. Deibert E (1994) Fertilizer application with small grain seed at planting. North Dakota State University. Extension Service. USA.
9. Dwivedi BS, Singh VK and Dwivedi V(2004) Application of phosphate rock, with or without *Aspergillus awamori* inoculation, to meet phosphorus demands of rice-wheat systems in the Indo-Gangetic plains of India. *Australina Journal of Experimental Agriculture*. 44: 1041-50
10. El- Kholy MA, Ashly SE and Gomaa AM (2005) Biofertilizer of maize crop and its impact on yield and grain nutrient under low rates of mineral fertilizers. *Journal of Applied Science Research*. 2:117-121.
11. Feiziasl V, Jafarzadeh J, Pala M and Mosavi S (2009) Determination of micronutrient critical Levels by plant response column order procedure for dry land wheat (*T. aestivum*. L.) in Northwest of Iran. *International Journal of Soil Science*. 4(1): 14-19.



20. Sharma AK (2003) Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India. pp 261-265.
21. Trollore SN, Hedley MJ, Kirk N, Bolan S and Loganathan P (2003) Changes in phosphorous fractions, pH, and phosphates activity in rhizosphere of two rice genotypes. Australian Journal of Soil Research. 41: 471-499.
22. vesity JK (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil. 255:571-586.
23. Zahir AZ, Arched M and Khalid a (2006) Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistanian Journal of Soil Science. 15:7-11.
24. Zahir AZ, Arshad M and Frankenberger WF (2004) Plant growth promoting rhizobacteria applications and perspectives in agriculture. Advanced Agronomy. 81:97-168.

Archive of SID