



## تأثیر تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی گندم

اسحاق حجتی پور<sup>۱</sup>، برمک جعفری حقیقی<sup>۲</sup>، مسلم درستکار<sup>۳</sup>  
تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۲۰

### چکیده

به منظور بررسی اثرات کودهای شیمیایی و زیستی و برهمکنش آنها بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد و اجزاء عملکرد گندم (*Triticum aestivum*)، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در شهرستان مرودشت استان فارس انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار کود نیتروژنه در چهار سطح صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تیمار کود زیستی نیتروکارا در سه سطح: بدون مصرف کود زیستی، میزان توصیه شده (۱۰۰ گرم در ۱۳۰ کیلوگرم بذر) و دو برابر میزان توصیه شده (۲۰۰ گرم در ۱۳۰ کیلوگرم بذر) بود. نتایج آزمایش نشان داد که بالاترین عملکرد دانه (۷/۶ تن در هکتار) در شرایط تلفیقی مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا و کمترین عملکرد دانه (۲/۹ تن در هکتار) در تیمار شاهد (عدم مصرف کودهای زیستی و شیمیایی) حاصل شد. بالاترین تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه نیز در شرایط مصرف توأم کودهای شیمیایی و زیستی حاصل شد. در شرایط مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره همراه با ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا اختلاف معنی‌داری با شرایط مصرف ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره همراه با ۱۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا نداشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای رسیدن به حداکثر عملکرد گندم، کود زیستی به تنهایی کافی نمی‌باشد و تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی حداکثر تولید را حاصل می‌کنند.

**کلمات کلیدی:** کود شیمیایی، کود زیستی، شاخص‌های رشدی، عملکرد

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک:

eshagh.hojatipur@gmail.com

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

۳- استادیار مزرک تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

## مقدمه

آلودگی های زیست محیطی از عوامل تهدید منابع تولید محسوب می شوند و اثرات تجمعی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی که باعث آلودگی خاک و آب می شود به عنوان یکی از مهمترین دغدغه های کشاورزی کنونی تبدیل شده است (علیزاده، ۱۳۸۱). در بین غلات گندم محصولی است که بیشترین حجم مبادلات بازرگانی بین المللی را به خود اختصاص داده است (وسی، ۲۰۰۳؛ اوگولا و همکاران، ۲۰۰۲). تولید واقعی در مناطق گندم خیز توسط عوامل اقتصادی و سیاسی تعیین می شود. تولیدکنندگان در تصمیم گیری عواملی چون میزان سود خالص برگشتی گندم در مقایسه با دیگر تولیدات زراعی و هزینه تولیدات دامی را مدنظر دارند (ظهير و همکاران، ۲۰۰۴). به طور کلی کودهای زیستی به مجموعه مواد نگهدارنده با تعداد زیاد از یک یا چند ریز جاندار مفید خاکزی و یا فرآورده های متابولیک آنها که بیشتر به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و ایجاد شرایط مناسب برای رشد و نمو آن و به صورت مایه تلقیح زنده برای مصرف در خاک و یا همراه با بذر تولید می شوند اطلاق می گردد (شارما، ۲۰۰۳). کودهای زیستی در مقایسه با مواد شیمیایی مزیت های قابل توجهی دارند از آن جمله این که در چرخه غذایی، تولید مواد سمی و میکروبی شرکت می نمایند، قابلیت تکثیر خود به خودی دارند، باعث اصلاح ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک می شوند (معلم و عشقی زاده، ۱۳۸۶).

در اثر تلقیح گندم بهاره با آزوسپیریوم در شرایط گلخانه و مزرعه، عملکرد دانه از ۸ تا ۳۲ درصد نیتروژن کل دانه از ۱۰ تا ۱۵ درصد و وزن هزار دانه از ۸ تا ۳۲ درصد، کل نیتروژن دانه از ۱۰ تا ۱۵ درصد و وزن هزار دانه از ۱۳ تا ۲۳ درصد افزایش

یافت ولی نیتروژن کل اندام هوایی در این آزمایش افزایش نیافت (کاپولینگ و همکاران، ۱۹۸۲). گونارتو (۱۹۹۹) طی آزمایش هایی روی ذرت (*Zea mize*) نشان داد که سنتز هورمون های اکسین، جیبرلین و سایتوکینین در شرایط فراوانی نیتروباکتر و آزوسپیریوم در ناحیه ریزوسفر ریشه گیاه دو برابر می شود، همین امر نیز نشان دهنده رابطه ای مستقیم بین فراوانی نیتروباکتر و رشد ریشه گیاه است. مشاهده شده است که با مصرف همزمان کودهای زیستی و اوره و مصرف همزمان اوره و پلی آمین ها عملکرد و رشد رویشی و میزان کلروفیل برگ ها به طور معنی داری نسبت به بقیه تیمارها افزایش می یابد (زید، ۲۰۰۸). کاپولینگ و همکاران (۱۹۸۲) طی آزمایش های خود روی گندم و سورگوم، دریافتند که آزوسپیریوم می تواند موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه گردد. همچنین آنها ۳۰ تا ۳۵ درصد کاهش مصرف کود نیتروژنه را در این آزمایش گزارش کرد. در هندوستان نیز در دو منطقه پنتانگر و کرنال گزارش شد که استفاده از ماده تلقیح کننده آزوسپیریوم به همراه ۴۰ کیلوگرم نیتروژن تقریباً برابر عملکرد حاصل از افزودن ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدون استفاده از ماده تلقیحی در گندم می باشد (سوبارائو و همکاران، ۱۹۸۶). همچنین رای و همکاران (۱۹۸۸) با انجام آزمایش هایی روی گندم پی بردند تلقیح بذرهای این گیاه با آزوسپیریوم و نیتروژنوباکتر رابطه ای مستقیم با میزان نیتروژن جذبی و همچنین عملکرد آن دارد.

با توجه به نقش مثبت کودهای زیستی در تأمین عناصر غذایی گیاهان زراعی و کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی که در آزمایش ها گزارش شده است و همچنین اهمیت گندم به عنوان مهم ترین گیاه زراعی در استان فارس، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثرات تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی به

۲۰ مترمربع (۵×۴) با تراکم ۳۵۰ بذر در هر متر مربع با ۱۲ خط کشت و فاصله بین خطوط ۲۰ سانتی متر کشت شدند و در مجموع مزرعه شامل ۳۶ کرت آزمایشی بود.

نمونه برداری ها در طول فصل رشد در ۶ مرحله که یک مرحله اواخر پنجه دهی و ۴ مرحله دیگر از زمان ساقه رفتن تا مرحله خمیری شدن دانه و یک مرحله نیز در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی دانه در زمان برداشت انجام شد و صفات مورد مطالعه در این آزمایش شامل شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، سرعت جذب و تحلیل خالص، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک بود. برای اندازه گیری شاخص سطح برگ ابتدا سطح برگ با استفاده از رابطه  $LA = L \times W \times 0.7$  اندازه گیری شد، که در این رابطه  $LA$  مساحت برگ،  $L$  طول برگ و  $W$  بزرگترین پهنای برگ می باشد، بعد از آن شاخص سطح برگ را از طریق رابطه  $LAI = LA / SA$  محاسبه گردید ( $SA$  سطح زمینی است که بوته اشغال کرده است). سرعت رشد گیاه با استفاده از رابطه:  $CGR = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$  محاسبه گردید که در آن  $W_1$ ،  $W_2$  وزن خشک و  $t_1$ ،  $t_2$  زمانهای نمونه برداری می باشند. سرعت جذب و تحلیل خالص با استفاده از رابطه:  $NAR = CGR / LAI$  محاسبه گردید. وزن هزار دانه با نمونه گیری ۱۰۰۰ دانه از محصول دانه هر کرت و وزن کردن بذرها، تعداد دانه در سنبله با شمارش تصادفی تعداد دانه در ۲۰ سنبله از ناحیه مرکزی هر کرت و محاسبه میانگین آنها، عملکرد دانه با جدا کردن بذره‌های موجود در مساحت برداشت شده و وزن کردن آنها، عملکرد بیولوژیک با وزن کردن کل مساحت برداشت شده از هر کرت پس از خشک شدن در آون و شاخص برداشت از تقسیم عملکرد

منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و بهبود عملکرد گندم اجرا شد.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مرودشت در استان فارس با مختصات، طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۶۱۹ متر و متوسط میزان بارندگی سالانه ۳۲۱ میلی متر اجرا شد. بافت خاک مزرعه سیلتی رسی لومی و نتایج کامل خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش به شرح جدول ۱ می باشد. زمین محل آزمایش تحت تناوب دو ساله غلات-آیش بوده و در سال قبل از کاشت زیر کشت ذرت قرار داشت و عملیات تهیه زمین شامل: شخم کاه و کلش بعد از برداشت محصول قبلی، شخم در اوایل پاییز، تسطیح زمین، کود پاشی و سپس دیسک به منظور مخلوط کردن کودها تا عمق ۱۵ سانتی متری با خاک بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با ۳ تکرار شامل دو نوع کودهای نیتروژنه و زیستی نیتروکارا (باکتری آزورایزوبیوم) بود. کود نیتروژنه در چهار سطح صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره و کود زیستی نیتروکارا در سه سطح: بدون مصرف کود زیستی، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در ۱۳۰ کیلوگرم بذر (بصورت بذرمال قبل از کاشت) بود. کود نیتروکارا کود زیستی است که کارکردی مشابه به کود زیستی ازتوباکتر دارد. در این آزمایش از بذر گندم رقم شیرودی که رقمی تقریباً زودرس می باشد استفاده شد و بذر و کود زیستی نیتروکارا از مرکز خدمات کشاورزی استان فارس تهیه گردید. بذرها بوسیله دست و به صورت خشکه کاری در کرت های

اقتصادی (عملکرد دانه) بر عملکرد بیولوژیک بدست آمد. تجزیه واریانس اطلاعات با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C انجام شد و میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

| عمق خاک (cm) | هدایت الکتریکی میلی موس بر سانتیمتر | pH   | نیترژن کل ppm | فسفر ppm | پتاسیم ppm | Sand (%) | Silt (%) | Clay (%) | بافت             |
|--------------|-------------------------------------|------|---------------|----------|------------|----------|----------|----------|------------------|
| ۱۵-۳۰        | ۱/۵۹                                | ۸/۲۹ | ۰/۰۹          | ۷        | ۲۴۱/۴      | ۱۱       | ۵۳       | ۳۶       | سیلتی، رسی، لومی |

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر صفات مورد بررسی در گندم

| منابع تغییرات           | درجه آزادی | شاخص سطح برگ         | وزن هزار دانه (گرم)  | تعداد دانه در سنبله  | عملکرد دانه (تن در هکتار) | شاخص برداشت (درصد)  | عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) |
|-------------------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|
| تکرار                   | ۲          | ۰/۲۸ <sup>n.s</sup>  | ۰/۰۳ <sup>n.s</sup>  | ۰/۸۸ <sup>n.s</sup>  | ۹۷۱۸۷۰/۰ <sup>n.s</sup>   | ۰/۶۶*               | ۱۹۰۵۱۴۳/۲*                    |
| کود زیستی (نیتروکارا)   | ۲          | ۰/۰۱۹ <sup>n.s</sup> | ۰/۰۴۳ <sup>n.s</sup> | ۰/۰۰۹ <sup>n.s</sup> | ۲۷۹۴۲۵/۹ <sup>n.s</sup>   | ۱/۰۲*               | ۲۲۰۴۳۶۳/۰*                    |
| کود شیمیایی (اوره)      | ۳          | ۱/۶۷**               | ۰/۶۹**               | ۱۸/۹۸**              | ۳۹۴۸۵۶/۶**                | ۷۹/۶۰**             | ۱۸۳۷۲۵۰۷۱/۰**                 |
| کود زیستی x کود شیمیایی | ۶          | ۰/۰۱۹ <sup>n.s</sup> | ۰/۱۴۴ <sup>n.s</sup> | ۰/۰۸۸ <sup>n.s</sup> | ۵۰۴۹۶۴/۶ <sup>n.s</sup>   | ۰/۱۲ <sup>n.s</sup> | ۱۲۵۲۰/۵ <sup>n.s</sup>        |
| خطای آزمایش             | ۱۱         | ۰/۱۳                 | ۰/۱۳۷                | ۰/۷۵۴                | ۶۲۳۴۶۷/۲                  | ۰/۱۸                | ۳۵۰۲۹۶/۱                      |
| ضریب تغییرات (%)        | -          | ۶/۵۹                 | ۱/۹۲                 | ۲/۷۳                 | ۱۶/۵۱                     | ۲/۲۱                | ۶/۱۸                          |

n.s، \* و \*\* به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند.

## نتایج و بحث

**شاخص سطح برگ:** اثرات کود شیمیایی بر شاخص سطح برگ در سطح آماری یک درصد معنی دار شدند ولی اثر کود زیستی و اثر متقابل کود زیستی x شیمیایی بر شاخص سطح برگ معنی دار نشد (جدول ۲). در تیمارهای کود نیترژن، بیشترین (۷/۴۹) و کمترین (۴/۳۹) شاخص سطح برگ به ترتیب با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیترژن و عدم مصرف آن حاصل شد. همچنین بین تیمارهای کود زیستی، بیشترین شاخص سطح برگ (۷/۲۵) مربوط به

مصرف ۲۰۰ گرم نیتروکارا در ۱۳۰ کیلوگرم بذر همراه با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیترژن و کمترین آن (۴/۲۷) مربوط به شاهد بود. به علاوه مشاهده گردید ترکیب تیماری ۷۵ کیلوگرم کود اوره همراه با ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا در ۱۳۰ کیلوگرم بذر با تیمار ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره همراه با ۱۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا در ۱۳۰ کیلوگرم بذر اختلاف معنی-داری نداشتند (شکل ۱). بنابراین می توان نتیجه گرفت که با تلفیق مناسب کودهای شیمیایی و زیستی می توان مصرف کود شیمیایی را در مزارع کاهش داد. محققینی مانند بوریس (۲۰۰۰) و وانی (۱۹۸۸) در پی

گرم کود زیستی نیتروکارا در ۱۳۰ کیلوگرم بذر بدست آمد (شکل های ۲ و ۳). کوچکی و همکاران (۱۳۷۶) نیز گزارش کردند که افزایش سطوح نیتروژن در زمان گرده افشانی در گندم سبب افزایش سرعت رشد گیاه و به دنبال آن افزایش عملکرد می‌گردد. احتمالاً در آزمایش حاضر قسمت زیادی از تفاوت-های سرعت رشد گیاه مربوط به تفاوت‌های شاخص سطح برگ است زیرا طبق رابطه  $CGR = NAR \times LAI$  تغییرات سرعت رشد گیاه بستگی به تغییرات دو پارامتر شاخص سطح برگ و میزان آسیمیلایون خالص دارد.

آزمایشات خود کاهش میزان مصرفی کود همراه با افزایش صفاتی مانند شاخص سطح برگ، تعداد پنجه و افزایش عملکرد بیولوژیک را از اثرات بهینه مصرف کودهای زیستی در تلفیق با کودهای شیمیایی ذکر کرده‌اند. این تاثیرات ممکن است به علت افزایش میزان جذب کود نیتروژن، همچنین تولید تریپتوفان (پیش ساز هورمون اکسین) توسط میکروارگانیسم‌های کودهای زیستی باشد.

**سرعت رشد گیاه:** بیشترین سرعت رشد گیاه ۱۴/۲ و ۹/۱ گرم در متر مربع در روز) به ترتیب در شرایط کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۲۰۰



B1 عدم مصرف کود، B2 مصرف ۱۰۰ گرم کود زیستی، B3 مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی، S1 عدم مصرف کود، S2 مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن، S3 مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، S4 مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن

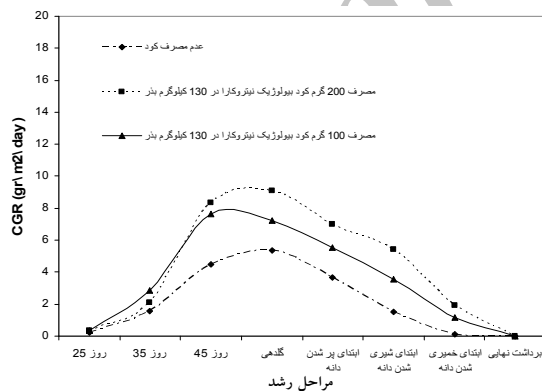
شکل ۱- اثر متقابل مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر شاخص سطح برگ گندم

آسیمیلایون خالص (۲/۷۲) گرم در متر مربع برگ در روز) را داشت. (شکل های ۴ و ۵). ظاهراً میزان آسیمیلایون خالص تحت تاثیر عوامل بسیار زیادی قرار دارد که عملاً اندازه‌گیری آنها پیچیده بوده و در بسیاری موارد به سادگی قابل تشخیص نیست به همین دلیل نتایج بسیاری از محققین در مورد میزان آسیمیلایون خالص با یکدیگر متفاوت است. به عنوان مثال استورز و کریستی (۲۰۰۳) نتیجه گرفتند که با افزایش شاخص سطح برگ میزان آسیمیلایون

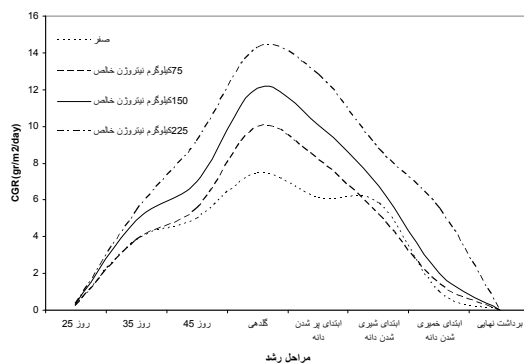
**میزان آسیمیلایون خالص:** اگر چه میزان آسیمیلایون خالص در تمام تیمارهای کودی کاهش یافت، اما الگوی تغییرات میزان آسیمیلایون خالص در تیمار مصرف کود شیمیایی تفاوت اندکی داشت، به نحوی که بیشترین میزان آسیمیلایون خالص (۲/۹) گرم در متر مربع برگ در روز) با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص بدست آمد و در تیمار مصرف کود زیستی نیز، مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا در ۱۳۰ کیلوگرم بذر بیشترین میزان

همچنین بین دو سطح کودی ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص اختلاف معنی داری مشاهده گردید. در مورد تاثیر بهینه سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی وزن هزار دانه پژوهشگرانی مانند وینگ و یری (۱۹۸۰) و کاپولینگ و همکاران (۱۹۸۱) در پی تحقیقاتشان این مطلب را ذکر کرده اند، آنان این تاثیر را ناشی از تجمع بیشتر پروتئین و همچنین افزایش راندمان جذب فسفر در دانه ذکر کرده اند. در اثرات متقابل دو تیمار بیشترین وزن هزار دانه (۴۰/۴۲ گرم) در تیمار مصرف ۲۲۵ کیلو گرم نیتروژن خالص همراه با ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا و کمترین وزن هزار دانه (۳۹/۶۶ گرم) در تیمار شاهد (عدم مصرف کودهای زیستی و شیمیایی) حاصل شد (شکل ۶).

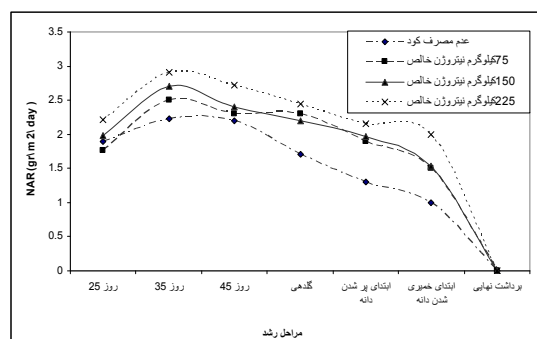
خالص کاهش یافت، اما شارما (۲۰۰۳) طی تحقیقات خود عنوان کرد، تغییرات آسمیلاسیون خالص همبستگی بالایی با شاخص سطح برگ دارد. بورنز و هاردی (۱۹۷۵) در بررسی خود بیان کردند میزان آسمیلاسیون خالص از ابتدا تا انتهای فصل رشد روند نزولی داشت، ولی نورتین (۱۹۸۹) گزارش کرد که میزان آسمیلاسیون خالص در مرحله کاکل دهی زیاد شد. در مجموع به نظر می رسد که میزان آسمیلاسیون خالص و سرعت رشد نسبی پارامترهایی بودند که در مقایسه با سرعت رشد گیاه و شاخص سطح برگ از ثبات بیشتری برخوردار بوده و کمتر تحت تاثیر تغذیه گیاهی قرار می گیرد.



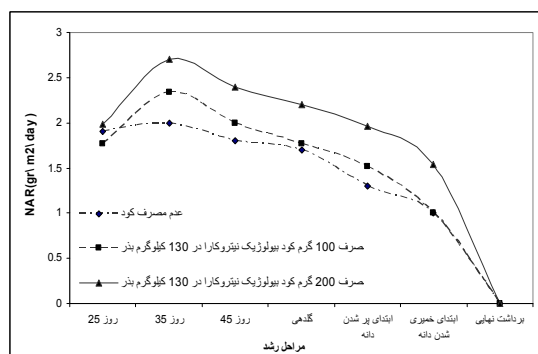
شکل ۲- اثر مصرف کود بیولوژیک بر سرعت رشد گیاه



شکل ۳- اثر مصرف کود شیمیایی از منبع اوره بر سرعت رشد گیاه



شکل ۴- اثر مصرف کود شیمیایی از منبع اوره بر میزان آسمیلاسیون خالص گیاه



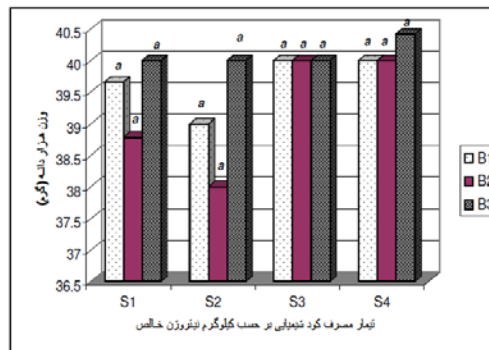
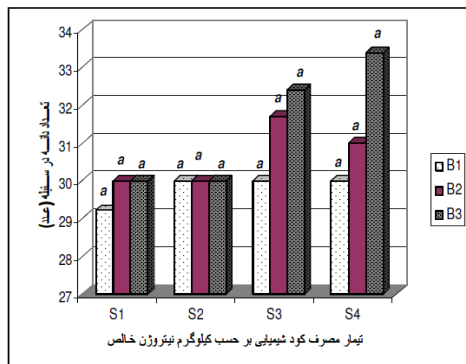
شکل ۵- اثر مصرف کود بیولوژیک بر میزان آسمیلاسیون خالص گیاه

ترتیب در شرایط مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و در حالت عدم مصرف کود بدست آمد. همچنین برهمکنش دو تیمار کودی نشان داد که در مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بالاترین (۳۳/۳۸) و کمترین (۳۹/۲۲) تعداد دانه در سنبله به ترتیب با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا و در شرایط عدم مصرف کودهای زیستی و شیمیایی حاصل شد (شکل ۷). فردیک و همکاران (۱۹۹۵) نیز در این رابطه عنوان کرد که تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی باعث افزایش توان تولید گیاهان زراعی می‌گردد. هرناوندز و همکاران (۱۹۹۵) در آزمایشات خود عنوان کرده‌اند که سطوح مختلف کود نیتروژن رابطه‌ای مستقیم با افزایش تعداد دانه در سنبله دارد. این اثر نیتروژن مخصوصاً در دوره رشد زایشی به صورت چشمگیر نقشی اساسی بازی می‌کند به طوری که اگر در این مرحله گیاه به تنشی

وزن هزار دانه: در تیمار مصرف کود شیمیایی بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص با (۴۰/۳۱) گرم و کمترین وزن هزار دانه (۳۹/۸۷) گرم) در تیمار عدم مصرف کود شیمیایی حاصل شد. **تعداد دانه در سنبله:** تجزیه واریانس داده‌ها، اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد برای تیمار مصرف کود شیمیایی نشان داد، ولی تیمار کود زیستی و اثر متقابل کود زیستی و کود شیمیایی بر صفت تعداد دانه در سنبله معنی‌دار نشدند (جدول ۲). در تیمار مصرف کود زیستی بالاترین (۳۳/۱۳) و کمترین (۳۰/۱۹) تعداد دانه در سنبله به ترتیب در شرایط مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا و عدم مصرف کود حاصل شد. در تیمار مصرف کود شیمیایی نیز مشاهده شد که بالاترین (۳۴/۹) و کمترین (۲۸/۹) تعداد دانه در سنبله به

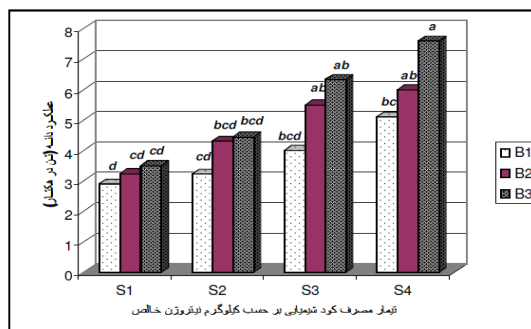
کاهش می‌یابد.

ناشی از کمبود نیتروژن دچار شود میزان سنبله‌های بارور در هر سنبله کاهش یافته و به دنبال آن عملکرد



شکل ۷- اثر متقابل مصرف کود زیستی و کود شیمیایی از منبع اوره بر تعداد دانه در سنبله

شکل ۶- اثر مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر وزن هزار دانه



شکل ۸- اثر متقابل مصرف کود زیستی و کود شیمیایی از منبع اوره بر عملکرد دانه

نیتروژن و در حالت عدم مصرف کود حاصل شد. محققینی همچون هرناندز و همکاران (۱۹۹۵) در پی آزمایشات خود تاثیر مثبت نیتروژن را تا سطحی مشخص شده بر عملکرد دانه مثبت اعلام کردند. این تاثیر می‌تواند به دلیل افزایش خصوصياتی مانند میزان شاخص سطح برگ (که افزایش راندامان فتوسنتزی را تا حدی داشته باشد)، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در سنبله باشد.

عملکرد دانه در تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا و کمترین

**عملکرد دانه:** در شرایط مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا، بالاترین (۵/۲ تن در هکتار) و کمترین (۴/۴ تن در هکتار) عملکرد دانه به ترتیب در شرایط عدم مصرف کود حاصل شد. ال خاواز (۱۹۹۹) نیز تاثیر کودهای زیستی در افزایش عملکرد دانه را مثبت اعلام کرده بود. در تیمار مصرف کود شیمیایی بالاترین (۷/۳ تن در هکتار) و کمترین (۳/۱ تن در هکتار) عملکرد دانه به ترتیب با ۲۲۵ کیلوگرم در اثر متقابل مصرف کودهای زیستی و شیمیایی نیز مشاهده گردید که بالاترین (۷/۶ تن در هکتار)



شاخص برداشت در تیمار شاهد (عدم مصرف کودهای زیستی و شیمیایی) با میانگین ۳۷/۹ حاصل شد (شکل ۹). کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی باعث افزایش سطح برگ، محتوای کلروفیل، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گردید که هر کدام از این عوامل سهم به سزایی در بالا بردن عملکرد دانه دارند و با افزایش عملکرد دانه همان طور که در بالا اشاره شد، شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد. محققینی همچون ساریچ و همکاران (۱۹۸۸) در پی آزمایشات خود این افزایش را ناشی از افزایش تعداد دانه در واحد سطح دانسته‌اند.

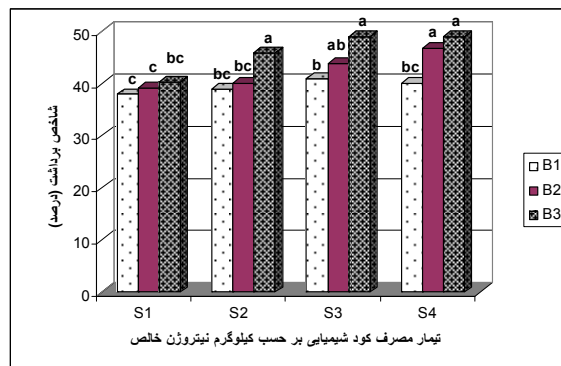
#### عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان

داد که اثر فاکتور کود زیستی در سطح آماری ۵ درصد و فاکتور کود شیمیایی در سطح آماری یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار بودند، ولی اثر متقابل کودهای زیستی و شیمیایی بر وزن خشک کل گیاه معنی‌دار نشد (جدول ۲). در اثر متقابل مصرف کودهای زیستی و شیمیایی نیز مشاهده گردید که بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا با میانگین ۱۳/۷ تن در هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیکی در تیمار شاهد (عدم مصرف کودهای زیستی و شیمیایی) با میانگین ۷/۶ تن در هکتار حاصل شد. (شکل ۱۰). لوکاس (۱۹۸۶) نیز در آزمایشی نشان داد، اثر کودهای نیتروژنه در ذرت باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه می‌گردد. همچنین ژنیسکی و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که محلول‌پاشی کودهای زیستی حاوی آمینواسیدها به همراه کود های نیتروژنه باعث افزایش رشد و تولید ماده خشک بیشتری می‌شود.

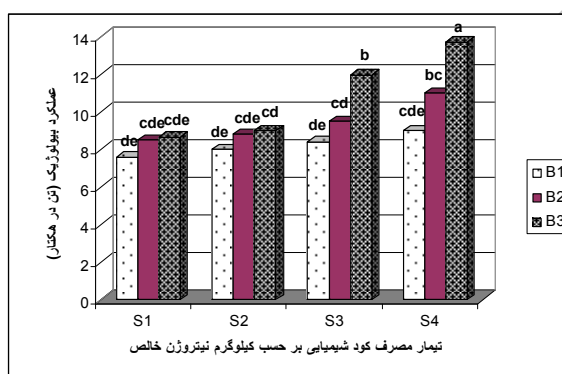
عملکرد دانه (۲/۹ تن در هکتار) در تیمار شاهد (عدم مصرف کودهای زیستی و شیمیایی) حاصل شد. همچنین مشاهده گردید که در تیمار ترکیبی مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره همراه با ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا اختلاف معنی‌داری با ترکیب تیماری مصرف ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره همراه با ۱۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا نداشت (شکل ۸). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش مصرف کود شیمیایی و جایگزینی آن توسط کود زیستی، می‌توان از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی جلوگیری کرد. اموجویگب (۲۰۰۷) و چانک و همکاران (۲۰۰۰) در طی آزمایشات خود به این نتیجه رسیده بودند که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی با کود زیستی باعث حصول بیشترین عملکرد دانه نسبت به مصرف تنهائی هر کدام از کودهای شیمیایی و زیستی می‌شود.

#### شاخص برداشت: بیشترین شاخص برداشت در

شرایط مصرف ۲۰۰ گرم کود نیتروکارا در ۱۳۰ کیلوگرم بذر با میانگین ۴۴/۷ درصد و کمترین شاخص برداشت در شرایط عدم مصرف کود زیستی با میانگین ۴۲/۴ درصد حاصل شد. این افزایش احتمالاً بدلیل تاثیر بر افزایش تعداد دانه در واحد سطح به دست آمده است. در تیمار مصرف کود شیمیایی نیز مشاهده گردید که بیشترین شاخص برداشت در تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص حاصل شد. ولی بین دو تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در اثر متقابل مصرف کودهای زیستی و شیمیایی نیز مشاهده گردید که بیشترین شاخص برداشت در تیمار مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا با میانگین ۴۹ درصد و کمترین



شکل ۹- اثر متقابل مصرف کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر شاخص برداشت



شکل ۱۰- اثر متقابل مصرف کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک

### نتیجه گیری

همچنین مشاهده گردید که در ترکیب تیماری مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره همراه با ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا در ۱۳۰ کیلوگرم بذر اختلاف معنی داری از لحاظ آماری با ترکیب تیماری مصرف ۲۲۵ کیلوگرم کود اوره همراه با ۱۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا در ۱۳۰ کیلوگرم بذر نداشت. بنابراین می توان نتیجه گرفت که برای رسیدن به حداکثر عملکرد در گندم، کود زیستی به تنهایی کافی نمی باشد و تلفیق کود زیستی و کود شیمیایی حداکثر تولید را حاصل می کنند. و در انتها توصیه میشود استفاده از این کودها برای تولید محصولات دیگر و در مناطق دیگر با طول و عرض های جغرافیایی مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

اگر چه اعمال کودهای شیمیایی نیتروژنه در تغذیه غلات بسیار مهم است، اما با توجه به مصرف بی رویه و اثرات تخریبی آنها بر خاک های زراعی نیاز به اصلاح مصرف آنها ضروری است. استفاده از کودهای زیستی به عنوان راه حل بسیار مناسب می تواند در کاهش مصرف کودهای نیتروژنه موثر باشد. در این تحقیق با توجه به مصرف کودهای زیستی مشاهده شد که با اعمال آنها در کنار کودهای نیتروژنه، مصرف کودهای شیمیایی کاهش معنی داری داشت و بیشترین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در تیمار تلفیقی مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و مصرف ۲۰۰ گرم کود زیستی نیتروکارا حاصل شد.

## منابع

- علیزاده، ا. ۱۳۸۱. رابطه‌ی آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا. ۳۵۲ صفحه.
- کوچکی، ع.، م. خزاعی و ا. حوید. ۱۳۷۶. بوم‌شناسی خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- معلم، ا. ح. و ح. ر. عشقی‌زاده، ۱۳۸۶. کاربرد کودهای بیولوژیک: مزیتها و محدودیتها. خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم‌شناسی ایران. گرگان. ۴۷ صفحه.
- Amujoyegbe, B.J., J.T. Opbode and A. Olayinka. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of *Zea mays* and *sorghum bicolor*. Plant Sci. 46: 1869-1873.
- BI, J., L. Toscano, and M.A. Maodore. 2003. Effect of urea fertilizer application on soluble protein and free amino acid content of cotton petioles in relation to silver leaf whitefly populations. J Chem. Ecol. 29: 747-755.
- Burns, R.C. and R.W.F. Hardy. 1975. Nitrogen fixation in bacteria and higher plant. Springer Verlag, New York. pp. 189.
- Burris, R.H. 2000. Retrospective on biological nitrogen fixation, International Rice Research Institute (IRRI).
- Chung, C. and H. H. Janzen. 2000. Long term fate of nitrogen from annual feedlot manure application. J. Environ. 25: 785-790.
- Frederick, J. R. and J. J. camberto. 1995. Water and nitrogen effects on winter wheat grain yield and kernel traits. Agron. J. 84: 521-526.
- Gunarto, A., K. Adachi and T. Senboku. 1999. Isolation and selection of indigenous Azospirillum spp. From a subtropical island and effect of inoculation on growth of lowland rice under several levels of N application. Biol Fert. Soils. 28: 2.
- Hernandez, A. N., A. Hernandez and M. Heydrich. 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. Cultivos Tropicales. 6: 5-8.
- Il-khawas H. 1999. Identification and quantification of auxins in culture media of Azospirillum and Klebsiella and their effect on rice roots. Biol. Fert. Soils. 28: 4 pp. 377-381.
- Kapulink, Y., J. Kigel, Y. okon, I. Nur and Y. Henis. 1981. Effect of Azospirillum inoculation on som growth parameters and N-content of wheat, sorghum and panicum. Plant Soil. 61: 65-70.
- Kapulink, Y., J. Kigel, Y. okon, I. Nur and Henis, Y. 1982: the effect of Azospirillum inoculation on growth and yield of corn. J. Bot. 31: 247-255.
- Lucus, E. O. 1986. The effect of nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize in Nigeria. J. Agri. Sci. Camb. 101: 573-578.
- Norton, R. M. 1989. Applied nitrogen and water use efficiency of canola. In: Buzza , G. C. Proceedings of the seventh workshop of Australian Rapeseed. Agronomists and Breeder. 107-110.
- Ogola, J.B.O., T.R. Wheeler and P. M. Harris. 2002. Effects of nitrogen and irrigation on water use of maize Crops. Field Crops Res. 78: 105-117.
- Rai, S.N. and A.C. Gaur. 1988. Characterization of Azotobacter spp. and effect of Azotobacter and Azospirillum as inoculation on yield and N.Uptake of wheat crop. Plant Soil. 109: 131-134.
- Sarige, S., A. Blum and Y. Okono. 1988. Improvement of water statues and yield of field-growth grain sorghum by inoculation with *Azospirillum brasilense*. J. Agric. Sci. 110: 271-277.
- Sharma, A. K. 2003. Biofertilizer for sustainable agriculture agro bios. India. 534 pp.
- Sturz, A.V. and B.R. Christe. 2003. beneficial microbial allelopathies in the root zone: The management of Soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil Till. Res. 72: 107-123.

- Subba Rao, N.S. 1986. Cereal nitrogen fixation research under the BNF coordinated project of the ICAR. In: Cereal Nitrogen Fixation (ed. SP Wani). ICRISAT. Patancheru, India. Pp. 23-30.
- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant Soil*. 225: 271-586.
- Wani S.P. 1988. Nitrogen fixation potentialities of sorghum and millets. In: Biological Nitrogen Fixation: Recent Developments (ed. NS Subba Rao). Oxford and IBH. New Delhi. Pp. 125-174.
- Whingwiri, E. and D. R. Kemp. 1980. Spikelt development and grain yield of the wheat ear in response to applied nitrogen. *Aust. J. Agri. Res.* 34: 637- 647.
- Zahir, A.Z., M. Arshad and W.F. Frankenberger. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. *Adv. Agron.* 81: 97-168.
- Zeid, I. M. 2008. Effect of arginine and urea on polyamines content and growth of bean under salinity stress. *Acta Physiol. Plant.* 8: 201-203.
- Zhenixi, I., P. Wang and T. Zhang. 2008. Effects of types and application rates of nitrogen fertilizer on the development and nitrogen utilization of summer maize. *Front. Agric. China.* 1: 44-49.

Archive of SID

## The effect of integration of biological and chemical fertilizers on yield, yield components and growth indexes of wheat

S. Hojattipor<sup>1</sup>, B. Jafari Haghighi<sup>2</sup>, M. Drostkar<sup>3</sup>

Received: 2013-6-17 Accepted: 2014-10-1

### Abstract

This experiment was carried out in 2012 in Marvdasht to determine the effects of chemical and biological fertilizers on some physiological characteristics, yield and the components of wheat (*Triticum* spp). The experiment was conducted as a factorial arranged in completely randomized block design with three replications. Treatments consisted of combined application levels of nitrogen (N) at four levels (0, 75, 150, 225 kg pure nitrogen from urea fertilizer) and three levels of biological fertilizer (0, 100-g in 130-kg of seed and 200-g in 130-kg of seed). The results showed that the highest grain yield ( $7.6 \text{ t.ha}^{-1}$ ) was obtained with 225 kg N pure and 200-g in 130-kg of seed biological fertilizer and the lowest ( $2.9 \text{ t.ha}^{-1}$ ) grain yield obtained in control level. The highest kernel number per spike and the highest 1000 kernel weight were obtained in integrated fertilizer treatment. Application of integrated treatment 150- kg N and 200-g in 130-kg of seed biological fertilizer was not significantly different from integrated treatment 225- kg N and 100-g in 130-kg of seed biological fertilizer. Based on the results, biological fertilizer is not sufficient but integrated application of fertilizers (biological and chemical fertilizers) can significantly increase the wheat grain yield.

**Key words:** Biological and chemical fertilizers, growth indices, yield

---

1- Graduated Student, Islamic Azad University, Arsanjan branch  
2- Assistant Professor, Islamic Azad University, Arsanjan branch  
3- Assistant Professor, Fars Agriculture and Natural Research Center