

بررسی اثر کاربرد نیتروکسین، کود دامی و شیمیایی نیتروژن بر صفات کمی و کیفی گندم دوروم

هادی جاسمی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد
حمیدرضا عیسوند*، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه لرستان
ماشالله دانشور، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه لرستان

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای مختلف نیتروژنه بر عملکرد کمی و کیفی گندم دوروم، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ روی رقم یاواروس ۷۹ در شهرستان مهران در استان ایلام با اقلیم گرم و خشک به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود بیولوژیک نیتروکسین در دو سطح (دو لیتر در هکتار، و عدم مصرف)، کود نیتروژنه از منبع نترات آمونیوم در سه سطح (عدم مصرف، ۷۰٪ کود ازته براساس آزمون خاک، ۱۰۰٪ کود ازته براساس آزمون خاک) و کود حیوانی در دو سطح (عدم مصرف، مصرف کود گوسفندی پوسیده به میزان ۳۰ تن در هکتار) بود. نتایج نشان داد کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیک اثری نداشت و فقط درصد پروتئین دانه را افزایش داد. اما کود دامی ضمن ایجاد اثر مثبت بر صفاتی نظیر ارتفاع بوته، طول ریشک، شاخص برداشت و درصد پروتئین، در نهایت به نحو قابل توجهی عملکرد دانه و بیولوژیک را بهبود بخشید. مصرف نترات آمونیوم (به ویژه ۷۰٪ براساس آزمون خاک) نیز به اندازه کود دامی در بهبود عملکرد کمی و کیفی موثر بود و مصرف بیشتر از ۷۰٪ نترات آمونیوم تفاوت معنی داری با مصرف ۷۰٪ نترات آمونیوم توصیه شده نداشت. بنابراین می توان با توجه به اهمیت و نقش کودهای غیر شیمیایی در کشاورزی پایدار، به جای استفاده از کودهای شیمیایی ازته از کود دامی و کود نیتروکسین بصورت تلفیقی استفاده کرد.

واژه های کلیدی: گندم دوروم، نیتروکسین، کود دامی، عملکرد کمی و کیفی

* نویسنده مسئول: E-mail: eisvand.hr@lu.ac.ir

مقدمه

گندم دوروم (*Triticum durum*) برای تهیه ماکارونی دارای اهمیت اقتصادی است. گندم دوروم بطور وسیعی در خوزستان، لرستان و ایلام مورد کشت و کار قرار می گیرد. دانه در این گندم سخت بوده و مقطع آن شیشه ای است. گلوتن موجود در دانه زیاد بوده و نشاسته آن کم است (۲۵). در کشت و کار این محصول نیز همانند گندم نان از کودهای شیمیایی استفاده می شود. یکی از ارکان اساسی در کشاورزی نوین استفاده حداقل از سموم و کودهای شیمیایی و بهره مندی از مواد بیولوژیک و سازگار با طبیعت است. در حال حاضر کاربرد کودهای بیولوژیک بالاخص انواع مایه تلقیح ریزوبیومی در کشور توسعه یافته است (۱۲). باکتری های مختلفی در تثبیت بیولوژیکی ازت مؤثرند که ازتوباکتر یکی از مهمترین آنهاست. ازتوباکتر، آزادزی و تثبیت کننده نیتروژن هواست که می تواند در سطح ریزوسفر ریشه گندم، ذرت، برنج، سورگوم، نیشکر، پنبه، گوجه فرنگی، سیب زمینی، کلم و بسیاری از دیگر محصولات زراعی رشد کند و در هر فصل کشت، مقادیری ازت را به صورت بیولوژیکی تثبیت نماید (۴ و ۱۶). ماده آلی در خاک عامل محدود کننده ای در تسریع رشد ازتوباکتر محسوب می شود (۱۰). توانایی تثبیت ازت به صورت ترشح آمونیوم در ریزوسفر در حضور ریشه های موئین نحوه عمل ازتوباکتر را نشان می دهد که این آمونیوم توسط گیاهان مختلف ماده غذایی قابل جذب است. ایجاد همزیستی با میکروارگانیسم های مفید فواید متعددی برای گیاهان دارد. همزیستی گیاه با قارچ های مایکوریز می تواند سبب بهبود تحمل گیاهان به خشکی شود (۵). نیتروکسین نوعی کود بیولوژیک مایع است و از لحاظ ترکیب حاوی باکتری های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به نسبت مساوی می باشد. محققین در تحقیقات خود از کاربرد توأم این دو باکتری نام برده اند و نام نیتروکسین غیر ملموس بوده و بیشتر کاربرد تجاری دارد (۱). گزارش هایی در مورد اثر میکروارگانیسم های مفید بر روی انواع غلات ارائه شده است. به علاوه در ایران نیز در این زمینه کارهایی شروع شده است که می توان به اثر مثبت و معنی دار ازتوباکتر کروکوکوم بر روی رشد گندم توسط خسروی (۲۰۰۱) اشاره نمود.

اثر مثبت نیتروکسین بر روی گندم توسط رای و گاور (۱۹۸۸) نیز گزارش شده است. کودهای معدنی، آلی و ازتوباکتر هم به طور جداگانه هم در ترکیب با یکدیگر، عملکرد، اجزای عملکرد دانه و جذب ازت را در گندم در مقایسه با شاهد افزایش داد، ولی ازتوباکتر به تنهایی و بدون استفاده از هیچ کود ازتی، در مقایسه با سایر روش ها افزایش چندانی در عملکرد نداشت (۱۸). تأثیر تلقیح ازتوباکتر به ویژه همراه با کود دامی روی عملکرد محصولاتی مانند ارزن نیز مثبت بوده است (۲۹). افزایش ۴۰ درصدی در عملکرد دانه گندم و جو تلقیح شده با ازتوباکتر را گزارش کرده اند ولی این که افزایش در عملکرد تنها مربوط به تثبیت ازت است و یا آثار هورمونی مشخص نشده است (۱۹). ازتوباکتر با میکروارگانیسم های مختلف دارای روابط سینرژیستی است (۱۹). تأثیر مثبت تلقیح ازتوباکتر و

آزوسپیریولوم برازیلنز همراه با کود دامی بر رشد، تجمع ماده خشک، تولید دانه و پروتئین سورگوم گزارش است (۲۷). همچنین روابط سینرژیستی بین ریزوبیوم و ازتوباکتر نیز گزارش شده است (۱۴). این آزمایش به منظور بررسی تأثیر کود بیولوژیک نیتروکسین، کود دامی و کود نترات آمونیوم بر صفات کمی و کیفیت گندم دوروم رقم یاواروس ۷۹ انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز ۱۳۸۷ در شهر مهران واقع در استان ایلام با طول جغرافیایی ۴۶/۱۰ درجه و عرض جغرافیایی ۳۳/۴۰ درجه، ۱۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، متوسط بارندگی سالیانه ۲۲۳/۹ میلی‌متر، با اقلیم گرم و خشک اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. خاک مزرعه از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، آزمون شد. سه عامل مورد بررسی شامل کود بیولوژیک نیتروکسین در دو سطح (مصرف کود بیولوژیک به میزان دو لیتر در هکتار، و عدم مصرف کود بیولوژیک)، کود ازته از منبع نترات آمونیوم در سه سطح (عدم مصرف، مصرف ۷۰٪ کود ازته براساس آزمون خاک معادل ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار، مصرف ۱۰۰٪ کود ازته براساس آزمون خاک معادل ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کود حیوانی در دو سطح (عدم مصرف، مصرف کود گوسفندی پوسیده به میزان ۳۰ تن در هکتار) به کار رفت. ابعاد کرت ۳×۶ متر، تعداد ردیف‌های کاشت ۱۵ ردیف که خطوط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بین دو کرت ۰/۸ متر، فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر و تعداد کل تیمارهای آزمایشی ۳۶ کرت بود. بذر گندم دوروم به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار برای آزمایش در نظر گرفته شد.

بذرهای هر کرت در داخل کیسه پلی‌اتیلن با مقدار ۱۰ سی‌سی کود بیولوژیک نیتروکسین تلقیح، پس از ۴۵ ثانیه بذرهای آغشته به مایه تلقیح بر روی ورقه آلومینیومی تمیز در سایه خشک شدند، سپس به سرعت نسبت به کاشت بذور اقدام شد (۱۷). کاشت بذور روی خطوط کاشت در عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متری با تراکم ۶۰۰ بذر در هکتار انجام گرفت. اولین آبیاری در تاریخ ۱۳۸۷/۸/۳۰ به عنوان تاریخ کاشت انجام شد. آبیاری در اوایل دوره‌ی رشد گیاه به دلیل عدم بارندگی مؤثر هر ۷ روز یکبار و سپس به دلیل همزمانی با فصل بارش به ازاء وجود هر بارندگی مؤثر یک آبیاری حذف گردید. صفاتی نظیر تعداد پنجه، ارتفاع بوته، طول ریشک، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین دانه در این آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفتند. در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی دانه، از ردیف کاشت وسط هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته انتخاب و از هر بوته، ساقه اصلی را به همراه خوشه جدا کرده و به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی از هر کرت آزمایشی از سطحی

معادل یک متر مربع با حذف حاشیه، نمونه برداری صورت گرفت. نمونه ها ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد قرار داده شدند و وزن خشک آنها اندازه گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه، خوشه ها را از ساقه جدا کرده و به منظور جدا کردن دانه از کاه و کلش عمل کوبیدن خوشه ها صورت گرفت و پس از انجام عمل بوجاری، وزن خالص دانه ها اندازه گیری شد. پس از محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و تقسیم آنها بر یکدیگر شاخص برداشت بر حسب درصد بدست آمد.

پروتئین دانه به روش کجالدال اندازه گیری شد (۲۱). این روش شامل سه مرحله است؛ مرحله هضم (آرد حاصل از دانه در اسید سولفوریک غلیظ در حضور ۲ کاتالیزور جوشاننده می شود)، مرحله تقطیر (ازت موجود در محلول حاصل از جوشش بصورت گاز آمونیاک آزاد می شود و پس از عبور از مبرد به مایع تبدیل شده و وارد اسید بورک موجود در ارلن شده و تشکیل بورات آمونیوم می دهد) و مرحله تیتراسیون (بورات آمونیوم تشکیل شده در مرحله قبلی را با اسید کلریدریک ۱/۱ نرمال تیترو می کنیم). پس از انجام این مراحل نوبت به محاسبات می رسد. حجم اسید مصرف شده یادداشت شد و در فرمول زیر قرار گرفت.

تعیین درصد ازت موجود :

$$\text{درصد ازت موجود} = \text{گرم وزن نمونه} \times 1000 / \text{حجم اسید مصرفی} \times \text{نرمالیتت اسید} \times 14 \times 100$$

$$\text{فاکتور پروتئینی} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین}$$

فاکتور پروتئینی ۶/۲۵ می باشد (۲۱).

تجزیه واریانس کلیه صفات مورد بررسی به وسیله نرم افزارهای MSTAT-C انجام گرفت. میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چنددامنه ای دانکن مقایسه گردیدند. ضرایب همبستگی با استفاده از نرم افزار SPSS مورد آزمون قرار گرفت.

نتایج بحث

اثر متقابل سه جانبه کود بیولوژیک نیتروکسین \times کود دامی \times کود ازته بر تعداد پنجه معنی دار بود (جدول ۱). حداکثر تعداد پنجه (۴/۳ پنجه) از تیمار مصرف کود نیتروکسین، مصرف ۷۰٪ کود ازته و عدم مصرف کود دامی بدست آمد که با تیمار عدم مصرف نیتروکسین، مصرف ۷۰٪ کود ازته و مصرف کود دامی در یک گروه قرار گرفتند. کمترین تعداد پنجه از تیمار عدم مصرف نیتروکسین، عدم مصرف کود ازته و عدم مصرف کود دامی حاصل شد (جدول ۲).

کود بیولوژیک نیتروکسین بر ارتفاع بوته اثر معنی داری نداشت (جدول ۱) که با نتایج رجایی (۲۰۰۵) که بیان کرد کودهای بیولوژیک بر صفات رشدی گیاه گندم اثر معنی داری ندارد مطابقت دارد. اما کاربرد کود دامی افزایش معنی داری در ارتفاع بوته ایجاد کرد (جدول ۲). از طرف دیگر با افزایش میزان کود نیتروژنه

نیز ارتفاع بوته افزایش پیدا کرد و حداکثر ارتفاع بوته (۶۸ سانتی متر) از تیمار ۱۰۰٪ مصرف کود نیتروژنه به دست آمد (جدول ۳). به نظر می رسد کود نیتروژن از طریق تحریک رشد رویشی گیاه سبب افزایش ارتفاع شده است.

جدول ۱: جدول تجزیه واریانس میانگین مربعات برخی صفات گندم دوروم تحت تاثیر کودهای نیتروکسین، دامی و ازته

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد پنجه	ارتفاع بوته	طول ریشک	شاخص برداشت	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۳/۶۹ ^{ns}	۱۴۱/۸* [*]	۵/۴۵ ^{ns}	۱۹/۴۹ ^{ns}	۵۷۹/۸ ^{ns}	۳۳۹۲۴۲ ^{ns}
نیتروکسین (B)	۱	۰/۶۹ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}	۸/۵ ^{ns}	۱۱/۸۱ ^{ns}	۱ ^{ns}	۱۳۴۲۰ ^{ns}
کود دامی (M)	۱	۰/۰۲۸ ^{ns}	۱۷۴/۲* [*]	۲۷/۵* [*]	۴۲/۴ ^{ns}	۲۳/۰۴ ^{ns}	۶۴۵۳۲۹۳* [*]
(B*M)	۱	۰/۰۲۸ ^{ns}	۱۷/۹۲ ^{ns}	۲/۶۱ ^{ns}	۱۴/۱۱ ^{ns}	۱۲/۴۸ ^{ns}	۱۳۳۹۵۶* [*]
کود ازته (N)	۲	۰/۳۶* [*]	۴۷/۲ ^{ns}	۲/۹۳ ^{ns}	۴۵/۶۱ ^{ns}	۱۹/۵ ^{ns}	۳۸۶۴۰۴۳* [*]
(B*N)	۲	۰/۱۹ ^{ns}	۱۵/۹۵ ^{ns}	۳/۴۳ ^{ns}	۵۳/۲۹ ^{ns}	۹/۷ ^{ns}	۱۶۰۸۰۶۱ ^{ns}
(M*N)	۲	۰/۳۶ ^{ns}	۳۳/۹۹ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	۱۵۷/۹* [*]	۴۸/۰۲ ^{ns}	۶۶۱۲۱۸ ^{ns}
(B*M*N)	۲	۲/۸۶* [*]	۱۰/۳۶ ^{ns}	۱/۷۲ ^{ns}	۸۲/۲۳ ^{ns}	۱۸/۶ ^{ns}	۹۹۰۲۹۵ ^{ns}
خطا	۲۲	۰/۷۲	۱۶/۹۱	۳/۱	۳۵/۹	۳۵/۷	۷۳۴۶۱۲
ضریب تغییرات (%)		۲۵/۷	۶/۲	۱۲/۱	۱۳/۸	۱۲/۱	۲۱/۷
							۲۲/۱
							۴/۲

***، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

نیتروکسین اثری بر طول ریشک نداشت (جدول ۱). اما کود دامی طول ریشک را افزایش داد (جدول ۲) که احتمالاً کود دامی (پوسیده) حاوی عناصر و مواد غذایی مورد نیاز گیاه می باشد و می تواند به طور تدریجی آن را در اختیار گیاه قرار دهد و باعث افزایش رشد آن شود (۲). کود نیتروژنه اثری بر طول ریشک نداشت.

اثر کود بیولوژیک نیتروکسین بر شاخص برداشت معنی دار نبود، که با نتایج اردکانی و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت کود دامی نیز اثر معنی داری بر شاخص برداشت نداشت با این وجود مصرف کود دامی، شاخص برداشت را حدود ۲/۵٪ افزایش داد که با نتایج اردکانی و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت. کود دامی از طریق تدارک جذب آب و عناصر غذایی، می تواند سبب بهبود بیشتر میزان فتوسنتز و افزایش عملکرد بیولوژیک و دانه شود و موجبات افزایش شاخص برداشت را فراهم آورد (۵). با افزایش نیتروژن تا ۷۰٪ مصرف کود ازته شاخص برداشت افزایش پیدا کرد و بعد از آن با افزایش کود ازته به ۱۰۰٪، شاخص برداشت کاهش یافت. این کاهش می تواند به سبب افزایش عملکرد بیولوژیکی نسبت به عملکرد دانه باشد. پاک نژاد (۱۹۹۵) نیز در بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر رشد و عملکرد کمی و کیفی گندم رقم فلات گزارش نمود که سطوح پایین تر نیتروژن، شاخص برداشت بیشتری داشتند. اثرات متقابل کود دامی و کود ازته بر شاخص برداشت معنی دار بود و حداکثر شاخص برداشت از تیمار ۷۰٪

کود از ته مصرفی و عدم مصرف کود دامی و حداقل شاخص برداشت از کاربرد ۱۰۰٪ کود از ته مصرفی و عدم مصرف کود دامی به دست آمد (جدول ۴). مصرف نیتروکسین اثری بر وزن هزاردانه نداشت (جدول ۱). مصرف کود دامی و کود از ته نیز اثر معنی داری بر وزن هزاردانه نداشتند اگرچه با مصرف کود دامی وزن هزار دانه به میزان ۱/۸ گرم افزایش پیدا نمود (جدول ۲). کاپور و همکاران (۲۰۰۴) به نتیجه مشابهی دست یافتند و آنها بیان کردند که برتری وزن هزار دانه حاصل از مصرف کود دامی ناشی از بهبود میزان فتوسنتز و تولید بیوماس گیاهی بود. کود بیولوژیک نیتروکسین اثر معنی داری بر عملکرد دانه گندم دوروم یاواروس ۷۹ نداشت. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد این کود بیولوژیک در مقایسه با شاهد به تنهایی قادر به افزایش معنی دار عملکرد دانه گندم دوروم نیست. علت این امر به دلیل عدم تأثیر تیمار نیتروکسین بر اجزای عملکرد دانه بود. این نتایج با نتایج فلاحی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد ولی با نتایج شریفی (۲۰۰۷) که بیان کردند که کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم سبلان مؤثر است، مغایرت دارد. استفاده از کود دامی موجب افزایش ۱۹ درصدی عملکرد دانه گردید. عملکرد دانه تحت تأثیر اثر متقابل کود نیتروکسین و کود دامی قرار گرفت (جدول ۱). نتایج نشان داد که عدم مصرف کود دامی در هریک از سطوح مصرف و عدم مصرف نیتروکسین، کمترین عملکرد دانه را ایجاد کرد و مصرف کود دامی در هریک از سطوح مصرف و عدم مصرف کود نیتروکسین، بیشترین عملکرد دانه را ایجاد کرد (جدول ۲). در این اثر متقابل، نقش کود دامی بر روی عملکرد دانه بسیار مؤثرتر از نقش کود بیولوژیک بود و نقش کود بیولوژیک خیلی کم رنگ بود. کاربرد کود دامی باعث افزایش ماده آلی، نیتروژن، بهبودی ساختمان خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش تبادلات گازی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم های خاک منتهی می شود (۴) که در نهایت به دلایل فوق می توان آن را باعث افزایش عملکرد دانه گندم دوروم دانست. عملکرد دانه رابطه مستقیمی با بهبود وضعیت عناصر غذایی خاک و همچنین بهبود ساختمان خاک دارد.

کود از ته تأثیر معنی داری در سطح ۵٪ بر عملکرد دانه داشت (جدول ۱). با افزایش مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت ولی اختلاف معنی داری بین تیمارهای ۷۰٪ و ۱۰۰٪ مصرف کود از ته مشاهده نگردید. از آن جایی که مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر اندام های هوایی و اجزاء عملکرد دانه مؤثر است به نظر می آید تأثیر آن بر عملکرد دانه بدیهی باشد (۱۵). به جز اثر متقابل نیتروکسین × کود دامی، سایر اثرات متقابل هیچ کدام بر عملکرد دانه معنی دار نبودند (جدول ۱). نیتروکسین اثر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک گندم دوروم یاواروس نداشت که مغایر با نتایج شریفی و حق نیا (۲۰۰۷) است. کود دامی بر عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی داری داشت. افزودن کود دامی به خاک ممکن است نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش دهد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای

رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی نظیر ارتفاع و تعداد سنبله در واحد سطح و متعاقب آن تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده است که این نتایج با یافته‌های انور و همکاران (۲۰۰۵) که اظهار داشتند افزودن کود دامی به خاک با بهبود بخشیدن شرایط بیولوژیکی خاک، ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش رشد پیکره رویشی و تولید بیوماس را نیز فراهم آورده است، مطابقت دارد.

با افزایش میزان کود ازته عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. حداکثر عملکرد بیولوژیک (۱۰۱۴۸ کیلوگرم در هکتار) و حداقل عملکرد بیولوژیک (۷۸۶۲/۳ کیلوگرم در هکتار) بترتیب از تیمار ۱۰۰٪ مصرف کود ازته و تیمار عدم مصرف کود ازته به دست آمد.

اثر تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین بر درصد پروتئین دانه معنی دار بود و موجب افزایش درصد پروتئین دانه شد. کود نیتروکسین احتمالاً باعث بهبود شرایط و افزایش فعالیت آنزیمی خاک و فراهمی نیتروژن در خاک شده که این باعث افزایش پروتئین دانه گردیده است. موجودات بیولوژیک با ترشح اسیدهای آلی و فسفاتاز منجر به آزادسازی عناصر از کمپلکس‌های موجود در خاک می‌گردند و دسترسی گیاه به عناصر غذایی افزایش پیدا می‌کند. یافته‌های تجادا و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که در نتیجه کاربرد کودهای بیولوژیک فعالیت آنزیمی خاک بهبود پیدا کرده است و باعث افزایش فراهمی عناصری مانند نیتروژن و درصد پروتئین دانه گردید. کود دامی بر درصد پروتئین دانه تأثیر معنی داری داشت که با نتایج گالاتینی و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت دارد. یافته‌های تجادا و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که در نتیجه کاربرد کود آلی فعالیت آنزیمی خاک بهبود پیدا کرده و باعث افزایش فراهمی عناصری مانند نیتروژن و درصد پروتئین دانه گردید.

درصد پروتئین دانه گندم تحت تأثیر تیمار کود نیتروژن قرار گرفت (جدول ۱) و حداکثر درصد پروتئین (حدود ۱۸٪) از تیمار ۱۰۰٪ نیتروژن مصرفی به دست آمد (جدول ۵). کودهای نیتروژنی، احتمالاً مقدار واردات نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه را در مقایسه با کربوهیدرات‌ها افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین آن می‌گردند.

در برخی منابع از جمله ماسون و برنان (۱۹۹۸) و کافی و مهدوی دامغانی (۲۰۰۰) به اثر مثبت کودهای نیتروژنه بر پروتئین دانه نیز اشاره شده است. کاربرد توام نیتروکسین و کود دامی نسبت به یکدیگر حال سینرژیستی ایجاد کرده و اثر همدیگر را در افزایش پروتئین دانه تقویت نمود.

جدول ۲: اثر متقابل کود زیستی نیتروکسین و کود دامی بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و خصوصیات زراعی گندم

دوروم رقم یاواروس

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد پنجه	طول ریشک (cm)	شاخص برداشت (%)	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (Kg/ha)	پروتئین دانه (%)
B0	۶۶/۷a	۳/۴ a	۱۴/۱a	۴۳/۹ a	۴۹/۶ a	۴۰۰۶/۴a	۹۱۳۴/۵ a	۱۲/۴۹b
B1	۶۶/۹a	۳/۲ a	۱۵a	۴۲/۸ a	۴۹/۲ a	۳۸۸۴/۳a	۹۰۹۹/۷ a	۱۵/۱۴a
M0	۶۴/۶ b	۳/۲ a	۱۳/۶ b	۴۲/۳۹ a	۴۸/۶ a	۳۵۲۱/۹b	۸۳۹۲/۴ b	۱۲/۷ b
M1	۶۹ a	۳/۳ a	۱۵/۴ a	۴۴/۵ a	۵۰/۲ a	۴۳۶۸/۷a	۹۸۴۱/۸ a	۱۴/۹ a
N0	۶۴/۵ a	۲/۷ b	۱۴/۱ a	۴۱/۷ a	۴۹/۵ a	۳۲۹۳/۲ b	۷۸۶۲/۳ b	۱۱/۱ c
N1	۶۷/۷ a	۴ a	۱۴/۴ a	۴۵/۵ a	۴۸/۱ a	۴۲۱۵/۷ a	۹۳۴۱ b	۱۳/۸ b
N2	۶۷/۱ a	۳/۳ b	۱۵/۱ a	۴۳/۰۱ a	۵۰/۵ a	۴۳۲۷ a	۱۰۱۴۸ a	۱۶/۵ a
B0M0	۶۳/۷ b	۳/۴ a	۱۳/۵ b	۴۲/۳ a	۴۹/۳ a	۳۵۲۲ b	۸۴۲۲/۳ a	۱۱/۲ d
B0M1	۶۹/۶ a	۳/۴ a	۱۴/۷ ab	۴۵/۷ a	۴۹/۷ a	۴۴۹۰/۷ a	۹۸۴۶/۷ a	۱۳/۷ c
B1M0	۶۵/۴ ab	۳/۱ a	۱۳/۹ b	۴۲/۴ a	۴۷/۸ a	۳۵۲۱/۸ b	۸۳۶۲/۶ a	۱۴/۳ b
B1M1	۶۷/۴ a	۳/۲ a	۱۶/۲ a	۴۳/۳ a	۵۰/۶ a	۴۲۴۶/۷ ab	۹۸۳۶/۹ a	۱۵/۹ a
B0N0	۶۳/۱ a	۲/۷ c	۱۳/۱ b	۴۱/۱ a	۴۹/۵ a	۳۰۰۴/۳ c	۷۳۳۰/۸ b	۹/۸ b
B0N1	۶۷/۵ a	۴/۲ a	۱۴/۴ ab	۴۴/۸ a	۴۷/۴ a	۴۲۴۶/۵ ab	۹۵۲۴/۷ ab	۱۲/۳ c
B0N2	۶۸/۳ a	۳/۵ a-c	۱۴/۸ ab	۴۶ a	۵۱/۷ a	۴۷۸۳/۳ a	۱۰۵۴۸ a	۱۵/۵ b
B1N0	۶۵/۹ a	۲/۷ c	۱۵/۲ ab	۴۲/۳ a	۴۹/۶ a	۳۵۸۲/۲ bc	۸۳۹۳/۸ ab	۱۲/۵ c
B1N1	۶۶/۹ a	۳/۸ ab	۱۴/۵ ab	۴۶/۲ a	۴۸/۷ a	۴۱۸۵ ab	۹۱۵۷/۳ ab	۱۵/۵ b
B1N2	۶۷/۹ a	۳ bc	۱۵/۴ a	۴۰ a	۴۹/۴ a	۳۸۸۵/۷abc	۹۷۴۸ ab	۱۷/۴ a
M0N0	۶۰/۸ b	۲/۵ c	۱۳/۴ b	۳۹/۸ bc	۴۶/۷ a	۲۹۰۳/۲ c	۷۲۷۲/۳ a	۱۰/۱ d
M0N1	۶۵/۲ ab	۴/۲ a	۱۳/۴ b	۴۹/۹ a	۵۲/۵ a	۴۰۰۸/۷ abc	۸۳۷۳/۸ ab	۱۲/۱ c
M0N2	۶۷/۷ a	۳/۲a-c	۱۴/۲ ab	۳۹ c	۵۰/۰ a	۳۶۵۴ bc	۹۵۳۱/۲ ab	۱۶/۳ab
M1N0	۶۷/۲ a	۲/۸ bc	۱۴/۹ ab	۴۴ a-c	۵۲/۵ a	۳۸۸۳/۳ bc	۸۴۵۲/۳ ab	۱۲/۲ c
M1N1	۷۰/۳ a	۳/۸ ab	۱۵/۴ ab	۴۳/۸ a-c	۴۸/۱ a	۴۴۲۲/۸ ab	۱۰۳۰۸/۲ a	۱۵/۶ b
M1N2	۶۷/۵ a	۳/۳abc	۱۵/۹ a	۴۶ ab	۵۰/۸ a	۵۰۰۰ a	۱۰۷۶۴/۸ a	۱۶/۴۷a
B0M0N0	۵۸/۴ c	۲/۳ c	۱۲/۲ c	۴۱/۸ abc	۴۸/۴ a	۲۸۸۱/۳ c	۶۹۰۵ b	۸/۵ f
B0M0N1	۶۴/۵abc	۴ ab	۱۳/۶ abc	۴۵/۹ abc	۴۷/۸ a	۳۷۷۲ c	۸۳۲۰ ab	۱۰/۵ e
B0M0N2	۶۸/۳ ab	۴ ab	۱۴/۶ abc	۳۹/۱ bc	۵۱/۹ a	۳۹۱۲/۷ bc	۱۰۰۴۲ ab	۱۴/۵ c
B0M1N0	۶۷/۷ ab	۳ abc	۱۳/۹ abc	۴۰/۴ bc	۵۰/۷ a	۳۱۲۷/۳ bc	۷۷۵۶/۷ ab	۱۱ e
B0M1N1	۷۲/۵ a	۴/۳ a	۱۵/۱ abc	۴۳/۷ abc	۴۷/۱ a	۴۷۲۱ ab	۱۰۷۲۹/ ab	۱۳/۸cd
B0M1N2	۶۸/۴ ab	۳ abc	۱۵/۰ abc	۵۲/۹ a	۵۱/۶ a	۵۶۲۴ a	۱۱۰۵۴ a	۱۶/۴ b
B1M0N0	۶۳/۲ bc	۲/۷ bc	۱۴/۵ abc	۳۸/۲ c	۴۴/۹ a	۲۹۲۵ c	۷۶۳۹/۷ ab	۱۱/۵ e
B1M0N1	۶۵/۸ abc	۴/۳ a	۱۳/۲ bc	۵۰/۸ ab	۵۰/۴ a	۴۲۴۵/۳ abc	۸۴۲۷/۷ ab	۱۳/۷cd
B1M0N2	۶۷/۲ ab	۲/۳ c	۱۳/۹ abc	۳۸/۱ c	۴۸/۱ a	۳۳۹۵/۳ bc	۹۰۲۰/۳ ab	۱۷/۹ a
B1M1N0	۶۸/۶ ab	۲/۷ bc	۱۵/۹ ab	۴۶/۳ abc	۵۴/۲ a	۴۲۳۹/۳ abc	۱۱۴۸ ab	۱۳/۴ d
B1M1N1	۶۸/۱ ab	۳/۳ abc	۱۵/۷ ab	۴۱/۷ abc	۴۶/۸ a	۴۱۲۴/۷abc	۹۸۸۷ ab	۱۷/۴ab
B1M1N2	۶۸/۶ ab	۳/۷ abc	۱۶/۹ a	۴۱/۸ abc	۵۰/۷ a	۴۳۷۶ abc	۱۰۴۷۵/۷ ab	۱۶/۹ab

میانگین هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۰.۵٪ تفاوت معنی داری ندارند

B0 و B1 به ترتیب معرف عدم مصرف و مصرف نیتروکسین، M0 و M1 معرف عدم مصرف کود دامی و مصرف کود دامی. N0، N1 و N2 معرف عدم مصرف کود ازته، مصرف ۷۰٪ و مصرف ۱۰۰٪ کود ازته.

اثرات متقابل نیتروکسین و کود نیتروژن بر درصد پروتئین دانه در سطح ۰.۵٪ معنی دار بود (جدول ۱) و حدکثر درصد پروتئین دانه (۷/۴) از تیمار مصرف نیتروکسین و ۱۰۰٪ ازت مورد نیاز به دست آمد (جدول ۲). اثرات متقابل کود دامی و کود نیتروژنه بر درصد پروتئین دانه در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱) به طوری که بیشترین مقدار پروتئین (۱۶/۴٪) و کمترین مقدار پروتئین (۱۰/۱۰٪) به ترتیب از تیمارهای M0N1 و M1N3 به دست آمد (جدول ۲).

اثرات متقابل سه گانه کود بیولوژیک نیتروکسین، کود دامی و کود نیتروژنه نیز بر درصد پروتئین دانه در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱) به طوری که حداکثر پروتئین دانه از تیمار کاربرد نیتروکسین و مصرف ۱۰۰٪ کود نیتروژنه و عدم مصرف کود دامی به میزان ۱۷/۹٪ به دست آمد (جدول ۲).

انتظار می رفت کود نیتروکسین اثرات مثبتی بر عملکرد کمی نیز داشته باشد که چنین نتایجی مشاهده نشد. این موضوع به چند دلیل می تواند باشد. اول اینکه این رقم از گندم نمی تواند همزیستی خوبی با باکتریهای موجود در نیتروکسین برقرار سازد. دوم اینکه، کود نیتروکسین حاوی باکتری های زنده است که این موجودات ذره بینی برای فعالیت خود قطعا نیازمند شرایط محیطی مناسب به ویژه از نظر اسیدیته خاک و دما هستند. لذا یکی از دلایل احتمالی می تواند نامناسب بودن اسیدیته خاک باشد. دلیل دیگر، حضور موجودات ذره بینی دیگر در محیط خاک است که می توانند اثرات انتاگونیستی روی باکتریهای تشکیل دهنده کود نیتروکسین داشته باشند. لذا پیشنهاد می شود به طور کلی در چنین آزمایش هایی حتما شرایط خاک از نظر اسیدیته، میزان مواد آلی، دما، تهویه و غیره در طی آزمایش بررسی شوند. در ضمن خاک مورد نظر از لحاظ وجود و فراوانی همین باکتریها (موجود در کود بیولوژیک) و باکتریهای بازدارنده فعالیت (آنتاگونیستهای آنها) آزمون شود.

منابع

- 1- Anonymous, 2004. Newsletter of Jihade-Keshavarzi, Ministry of Jihade-Keshavarzi, 3th year, 28: page 64.
- 2- Anwar, M. D. D., Patra, S., Chand, K., Alpesh, A. A. Naqui, and S. P. S. Khanuja. 2005. Effect of organic manures and in organic fertilizer on growth, herb and oil yield utrient a ccumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Sci. and Plant Analysis. 36: 1737-1746.
- 3- Ardakani, M. R., Majd, F., Mazaheri, D. and Nourmohamadi, G. 2001. Evaluation of azospirillum, mycorrhiza and streptomycetes efficiency with manure utilization in wheat by using ³²p. Iranian journal of crop sciences, 3(1): 56-69.
- 4- Courtney, R. G. and Mullen, G. J. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Bioreso Technol. 99: 2931-2918.
- 5- Darzi, M. T., Ghalavand, A., Rejali, F. and Sefidkon, F. 2006. Study effect of biofertilizers on yield and yield components of *Foeniculum vulgare*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 276-282.
- 6- Edalat, M., Ghadiri, H., Kamgar Haghighi, A. A. , Emam , Y., Ronaghi, A. M. and Assad, M. T. 2006. Interactions of two crop rotations and nitrogen levels on grain yield and its components of two bread wheat cultivars under dryland conditions in Shiraz. Iranian journal of crop sciences, 8:106-120.
- 7- Fallahi, J., Koocheki, A. and P. Rezvani Moghaddam. 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. Iranian Journal of Field Crops Research, 1: 127-135.

- 8- Galantini, J. A., Landriscini, M. R., Iglesias, J. O., Miglierina, A. M. and Rosell, R. A. 2000. The effects of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the pampean semiarid region of Argentina. Nutrient balance, yield and grain quality. Soil. Tillage Res. 53: 137-144.
- 9- Kafi, M. and Mahdavi Damghani, A. 2000. Plant mechanisms to environmental stresses. Publication of Ferdowsi University.
- 10- Kalzian, A., Sheybani, S., Bahadorian, M. and Shaddel, L. 2004. Soil microbiology. 326-370.
- 11- Kapoor, R., Givi, B. and Mukerji, K.G., 2002. *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum graveolens* L.) and carum. World journal of Microbiology and Biotechnology, 18 (5): 459-463.
- 12- Khavazi, K., Rahamani, H., and Malakouti, M.J. 2005. Necessity of industrial production of biofertilizer in Iran. Research institute of soil and water, page, 418.
- 13- Khosravi, H. 1997. Study the frequency and distribution of *azotobacter chroococcum* in farm soils of Tehran province and study the some of their physiological characteristics. Msc. Thesis, University of Tehran.
- 14- Lotfi A., Vahabi Sedehi, A., Ganbari, A. and Heydari, M. 2009. The effect of deficit irrigation and manure on quantity and quality traits of *plantago ovate* Forssk. in Sistan region Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24 (4): 506-518.
- 15- Loyd, A., . webb., J.R. Archer., and R.S. Bradly. 1997. Urea as a nitrogen fertilizer for cereals. Journal of Agronomy Science (Cambridge) 128: 263-271.
- 16- Maloukoti, M. J. and Nafisi, M. 1997. Using fertilizer in irrigated and dry lands, Tarbiat Modares University publications, page 267.
- 17- Masson, M.G. and Brennan, R.F. 1998. Comparison of growth response and nitrogen uptake by canola and wheat following application of nitrogen fertilizer. Journal of Plant Nutrition. 21: 1483-1499.
- 18- Narula, N., Kumar, V., Behl, R; Deubel, A; Gransee, A and Merbach, W. 2000. Effect of P-solubilizing (*Azotobacter chroococcum*) on N,P,K uptake in p-responsive wheat genotypes grown under greenhouse condition. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 163(4): 393-398.
- 19- Neamat Alla, E. A. E. 1997. Agronomic studies on sugar beet Ph.D. thesis, in Agron. Fac. Agric, Kafr El-Sheikh. Tanta Univ. pp: 55-111.
- 20- Paknejad, F. 1995. Study the effect of microelements and different levels of nitrogen on growth and quantitative and qualitative yield of wheat var. Falat. Msc. Thesis, Islamic Azad University, Dezfoul branch.
- 21- Papakosta, D. K. and Gagianas, A. A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agron. J. 83: 864-870.
- 22- Rai, S.N and Gaur, A. C. 1988. Characterization of *Azotobacter* SPP. and effects of *Azotobacter* and *azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil. 109: 131-134.
- 23- Rajaei, S. 2005. Potential of using native *azotobacter chroococoum* species as a biofertilizer in wheat fields of Chaharmahal-o-Bakhtiari province . Msc thesis, Shahrekord University, Page 1-25.
- 24- Rejali, F., Alizadeh, A., Salehrastin, N. and Malakouti, M.H. 2007. Effect of mycorrhiza symbiosis on improvement of host plant relationship to drought. Proceeding congress in importance of industrial production of biofertilizer in Iran, 435-457.
- 25- Salardini, A. A. 1995. Soil productivity. University of Tehran publications, 41-160 pages.
- 26- Sharifi, Z. and Haghnia, A. 2007. Effect of nitroxin biofertilizer on yield and yield components of wheat (Var Sabalan). 2nd national congress of ecological agriculture, Gorgan, Iran.
- 27- Subba Rao, N.S. 1988. Biofertilizers in agriculture. 1st edition. New Delhi: Oxford and IBH publishing Co., India. 4: 233-255.
- 28- Tejada, M., Gonzalez, J.L., Garcia-Martinez, A..M. and Parrado, J. 2008. Effect of different green manres on soil biological properties and Maize yield. Bioreso Technol. 99: 1758-1767.
- 29- Yahlom, E., Kapulnik. Y and Okon. Y. 1984. Response of *setaria italica* to inoculation with *Azospirillum brasilense* as compared to *Azotobacter chroococcum*. Plant Soil. 82: 77-85.