

## مطالعه برهمکنش کود نیتروژن دار و کودهای زیستی بر عملکرد، روند رشد دانه و کارایی مصرف کود نیتروژن در گندم

رئوف سید شریفی<sup>1</sup>، پریسا قنبری، کاظم خاوازی و حسین کمری

دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی؛ raouf\_ssharifi@yahoo.com

دانشجویان کارشناسی ارشد زراعت و علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی؛ Ganbari@yahoo.com

دانشجویان کارشناسی ارشد زراعت و علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی؛ hossinkamary9@yahoo.com

دانشیار موسسه تحقیقات آب و خاک-تهران؛ kkhavazi@yahoo.com

دریافت: 93/8/19 و پذیرش: 94/11/28

### چکیده

به منظور مطالعه بر همکنش نیتروژن و کودهای زیستی بر عملکرد، روند رشد دانه و کارایی مصرف کود در گندم، آزمایشی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی 92-91 اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل تلقیح بذر با کودهای زیستی در پنج سطح (عدم تلقیح، تلقیح بذر با ازتوباکتر کروکوکوم سویه 5، آزوسپریلیوم لیپوفروم سویه OF و سودوموناس پوتیدا با سویه های 4 و 11) و مقادیر کود نیتروژن دار در چهار سطح (صفر، 60، 120 و 180 کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره بود. نتایج نشان داد که بین مقادیر نیتروژن، تلقیح بذر با کودهای زیستی و اثر متقابل مقادیر نیتروژن در تلقیح بذر با کودهای زیستی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد، اجزای عملکرد، سرعت و دوره پر شدن دانه وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین عملکرد، اجزای عملکرد، سرعت و طول دوره پر شدن دانه به تلقیح بذر با ازتوباکتر در کاربرد 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن‌ها در عدم تلقیح بذر با کودهای زیستی و عدم مصرف نیتروژن به دست آمد. بیشترین کارایی مصرف نیتروژن (32/1 کیلوگرم بر کیلوگرم) در تلقیح بذر با ازتوباکتر در کاربرد 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین آن (19/5 کیلوگرم بر کیلوگرم) در عدم استفاده از کود زیستی در کاربرد 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. به نظر می‌رسد به منظور افزایش عملکرد و طول دوره پر شدن دانه می‌توان پیشنهاد کرد که تلقیح بذر با ازتوباکتر در کاربرد 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به کار برده شود.

واژه‌های کلیدی: دوره پر شدن دانه، نیتروژن، کودهای زیستی، گندم، تلقیح بذر

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: اردبیل، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی - گروه زراعت و اصلاح نباتات

## مقدمه

گندم گیاهی است که در سطح وسیعی از زمین‌های زراعی مناطق خشک و نیمه خشک کشت می‌شود. اهمیت اقتصادی آن از نظر تولید و تغذیه بیش از دیگر گیاهان زراعی است. از بین عناصر مورد نیاز گیاه، نیتروژن به دلیل وظایف متعدد و با اهمیتی که در فرایندهای حیاتی گیاه انجام می‌دهد، عنصری است که کمبود آن به خصوص در خاک‌های دارای میزان کم ماده آلی، بیش از سایر عناصر، تولید را محدود می‌کند (ملکوتی و نفیسی، 1373). گندم گیاهی کود پذیر است و در طول دوره رشدی خود مقادیر قابل توجهی نیتروژن از خاک برداشت می‌کند. از طرفی بخش عمده‌ای از مناطق تحت کشت این گیاه در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارند و به دلیل کمی مقدار مواد آلی، خاک‌های این مناطق دچار کمبود نیتروژن هستند. گرچه یکی از راهکارهای مناسب برای حل این مشکل، استفاده از کودهای نیتروژنی می‌باشد.

ولی مصرف بی‌رویه و نامناسب این نوع کودها ضمن کاهش مواد آلی، موجب تخریب ساختمان، کاهش حاصل خیزی خاک‌ها و آسیب‌های زیست محیطی می‌شود (ملکوتی و نفیسی، 1373). از این رو امروزه یکی از شیوه‌های زیستی برای افزایش کمی و کیفی عملکرد، جایگزین کردن بخشی از کودهای شیمیایی با کودهای زیستی است. به عبارتی استفاده از کودهای زیستی می‌تواند مانع از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی شود (چاکماکچی و همکاران، 2007). باکتری‌های محرک رشد با تثبیت نیتروژن، تولید سیدروفورهای کمپلکس کننده آهن، تولید هورمون‌های گیاهی مانند جیبرلین، سیتوکینین و اکسین، سنتز آنتی بیوتیک‌ها و ترکیبات قارچ کش، رشد گیاهان را بهبود می‌بخشند (رودرشا و همکاران، 2005). این گروه از باکتری‌ها به طور طبیعی در خاک‌ها وجود دارند ولی تعداد و تراکم آن‌ها در خاک پایین است، بنابراین تلقیح بذر گیاهان با این باکتری‌ها می‌تواند جمعیت آن‌ها را به حد مطلوب رسانده و منجر به بروز اثر مفید آن‌ها در خاک شود (چاکماکچی و همکاران، 2007). از میان این باکتری‌ها، *آزوسپریلیوم*، *ازتوباکتر* و *سودوموناس* به دلیل توانایی ایجاد رابطه مثبت و مفید با گیاهان مهم زراعی نظیر ذرت، سورگوم و گندم توجه بیشتری را به خود جلب کرده‌اند (میشرا و همکاران، 1998).

عملکرد و اجزای عملکرد در گندم تحت تأثیر نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد قرار می‌گیرد. شاران و ال سامی (1999) گزارش کردند که کاربرد توأم *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* همراه با کود نیتروژن، موجب افزایش

تعداد سنبله، طول سنبله، تعداد و وزن دانه در هر سنبله و عملکرد دانه بوته‌های گندم شد. در یک بررسی در شرایط گلخانه‌ای، تلقیح بذرهای گندم با *ازتوباکتر* موجب افزایش عملکرد دانه به میزان 9/1 درصد گردید (رای و گاور، 1988). کادر و همکاران (2002) اظهار داشتند که مصرف *ازتوباکتر* علاوه بر تأثیر مثبت بر رشد ریشه‌ها و افزایش 18 درصدی در عملکرد گندم، موجب صرفه جویی 20 درصدی در مصرف نیتروژن گردید و سوبه‌های دارای توان تولید ACC- دآمیناز، از بیشترین افزایش در عملکرد برخوردار بودند. بررسی‌های چاندراسکار و همکاران (2005) نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد طی تلقیح کودهای زیستی با کودهای شیمیایی نسبت به زمانی که به تنهایی استفاده شده بودند نتیجه بهتری نشان داد.

وزن دانه به عنوان یکی از اجزای مهم تعیین کننده عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر سرعت و طول دوره پر شدن دانه قرار می‌گیرد. در مرحله رشد دانه بعد از گرده افشانی، میزان فرآورده های فتوسنتزی که به دانه‌ها می‌رسند به دو عامل سرعت و طول دوره پر شدن دانه بستگی دارد (آلواروآ و همکاران، 2008). کاربرد باکتری‌های محرک رشد با افزایش میزان آسیمیلایسون، موجب بالا رفتن نقل و انتقال مواد به دانه شده و سرعت پر شدن دانه را افزایش می‌دهند (عباس پور، 1391). تسونو و همکاران (1994) افزایش سرعت پر شدن دانه را در بوته‌هایی گزارش کردند که کود نیتروژنه به صورت سرک دریافت کرده بودند و علت را به غلظت بالای نیتروژن برگ در طی مرحله پر شدن دانه نسبت دادند. زیرا مصرف نیتروژن در طول دوره رشد به ویژه دوره پر شدن دانه موجب بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ‌های بالایی و تأخیر در پیری برگ می‌گردد که این موضوع موجب افزایش میزان فرآورده های فتوسنتزی، سرعت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده و افزایش وزن دانه می‌گردد (میورچیای و همکاران، 2002).

به منظور توصیه بهینه کود لازم است کارایی مصرف کود مورد ارزیابی قرار گیرد. افزایش کارایی استفاده از نیتروژن یکی از راهکارهای اساسی در کاهش انباشتگی نیترات در گیاه و شستشوی آن از خاک است (مقدم و همکاران، 2007). کارایی مصرف کود به عوامل زیادی از جمله نوع و مقدار کود مصرفی بستگی دارد. معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می‌آید. به تدریج با مصرف مقادیر بیشتر کود، کمبود عناصر غذایی گیاه برطرف می‌شود (گودرود و جلوم، 1998). از این مرحله به بعد، واکنش

استراتژیک و با توجه به اینکه تحقیقات در زمینه اثر کاربرد توأم کودهای زیستی و نیتروژن دار بسیار محدود بوده است، این تحقیق با هدف بررسی اثر کودهای زیستی و نیتروژن دار بر عملکرد، روند رشد دانه و کارایی مصرف کود نیتروژن در گندم انجام گرفت.

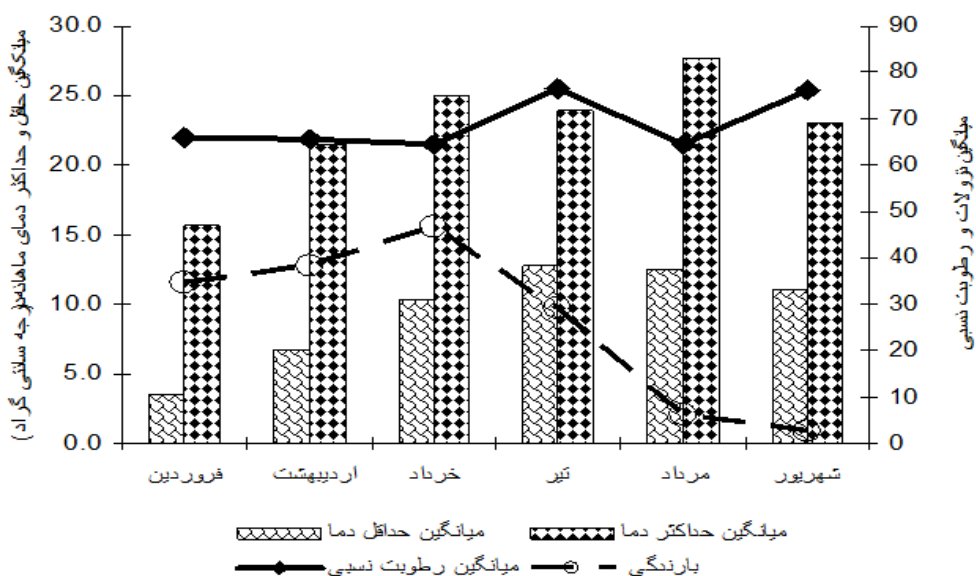
### مواد و روش‌ها

محل آزمایش از نظر آب و هوا و طبقه بندی اقلیمی جزو مناطق نیمه خشک سرد محسوب می‌شود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول 1 و نتایج حاصل از میزان نزولات، رطوبت نسبی و میانگین حداقل و حداکثر دما در طول دوره رشد در شکل 1 آورده شده است.

گیاه در برابر کود مصرفی کم شده و کارایی مصرف آن کاهش می‌یابد (اریکسون، 1993). محققان در بررسی‌ها اعلام کردند که باکتری‌های محرک رشد، ضمن کاهش میزان مصرف و افزایش کارایی کودهای شیمیایی سبب افزایش رشد گیاهان به واسطه افزایش جذب فقط نیتروژن می‌شوند (فاگرا و بالیگار، 2005). در مناطق خشک و نیمه خشک کشور کمبود کود های نیتروژن دار بیش از دیگر کود ها مطرح می‌باشد. در این مناطق میزان مواد آلی خاک که عمده منبع تأمین نیتروژن هستند، به دلایل مختلف از جمله بارندگی کم، تناوب زراعی نامناسب، پوشش گیاهی ناچیز و عدم مصرف کودهای دامی و کود سبز کم است. به دلیل کمبود مواد آلی در خاک‌های ایران و نظر به جایگاه و اهمیت گندم به عنوان یکی از مهمترین محصولات

جدول 1- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

ویژگی	pH	درصد اشباع	آهک (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر میلی گرم	پتاسیم میلی گرم
مقدار	7/8	49	14/45	23	42	35	لومی رسی	0/62	0/062	29/82	212



شکل 1- میزان بارندگی، رطوبت نسبی و میانگین حداقل و حداکثر دما در طول دوره رشد (برگرفته از سایت اداره هواشناسی اردبیل)

خاک و آب کشور در پنج سطح (عدم تلقیح، تلقیح بذر با ازتوباکتر کروکوکوم استرین 5، آزوسپریلیوم لیپوفروم استرین OF و سودوموناس پوتیدا/ با سویه‌های 4 و 11) و مقادیر کود نیتروژنه در چهار سطح (صفر، 60، 120 و 180 کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره بود. بعد از عملیات

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل تلقیح بذر با کودهای زیستی تهیه شده از کلکسیون میکروبی موسسه تحقیقات

تهیه بستر (شخم و دیسک) بذرها به صورت خطی در هر کرت کاشته شدند. هر کرت حاوی پنج خط کاشت به طول سه متر و فاصله بین ردیف ها 20 سانتی متر بود. به منظور حذف اثر حاشیه، فاصله بین بلوکها دو متر و بین کرتها 0/75 متر در نظر گرفته شد. رقم گندم مورد استفاده زاگرس بود که از شرکت کشت و صنعت مغان تهیه شد. این رقم با تیپ رشد بهاره و مقاوم به خشکی، خوابیدگی و بیماریهای زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای بوده و از عملکرد مناسبی در مناطق سرد و سرد معتدل برخوردار است. برای تلقیح بذر با کودهای زیستی، میزان هفت گرم مایه تلقیح آماده ی تهیه شده از موسسه تحقیقات خاک و آب، که هر گرم آن دارای  $10^7$  عدد باکتری زنده و فعال بود به همراه محلول صمغ عربی به نسبت 10 درصد وزنی حجمی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها استفاده گردید. این مخلوط به مدت دو ساعت در محل خشک و تاریک قرار داده شد. بعد از گذشت زمان مورد نظر بذرها به صورت خطی در هر کرت و با تراکم 350 بذر در متر مربع کشت شد. کود نیتروژنه در سه مرحله به صورت 1/3 بعد از کاشت، 1/3 ساقه روی، 1/3 قبل از ظهور سنبله در تمامی واحدهای آزمایشی به صورت دست پاش اعمال شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاریهای بعدی بسته به شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام شد. در طول دوره رشد کنترل علفهای هرز به طریقه دستی و همچنین با استفاده از علف کش تو فور دی انجام شد.

به منظور ارزیابی عوامل مورد بررسی بر سرعت پر شدن دانه گندم، 100 بوته مشابه و یکنواخت در خطوط اصلی هر کرت و با رعایت اثر حاشیه ای علامت گذاری شد. نمونه برداری 15 روز بعد از خوشه‌دهی در فواصل زمانی هر 5 روز یک بار انجام شد. هر بار 5 سنبله از هر کرت انتخاب و بعد از انتقال به آزمایشگاه دانه‌ها از سنبله جدا شده و به مدت 2 ساعت در آون الکتریکی تهویه‌دار در دمای 130 درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد گردید (روندآینی و همکاران، 2004). به منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) به کمک رویه DUD و دستور Proc NLIN نرم افزار SAS و به شرح زیر استفاده گردید.

$$GW = \begin{cases} a + bt_0 & t < t_0 \\ a + bt & t > t_0 \end{cases} \quad \text{رابطه 1}$$

در این رابطه GW وزن دانه، t زمان و b سرعت پر شدن دانه است،  $t_0$  پایان دوره پر شدن دانه و a عرض

از مبدا است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پر شدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان  $t_0$  که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ( $t_0$ ) سرعت پر شدن دانه را نشان می‌دهد. با برازش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی ( $t_0$ ) به دست آمده و سپس مقدار عددی  $t_0$  در قسمت دوم رابطه 1 قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه گردید. برای تعیین دوره مؤثر پر شدن دانه از رابطه 2 و به صورت زیر استفاده شد (الیس و پاتیفیلهو، 1992).

$$\text{رابطه 2} \quad EFP = MGW / GFR$$

در این رابطه EFP دوره مؤثر پر شدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پر شدن دانه است.

کارایی مصرف نیتروژن با استفاده از فرمول پیشنهادی گودرود و جلوم (1998) و به صورت رابطه 3 برآورد گردید.

$$\text{رابطه 3} \quad E_e = Y_{df} - Y_{ef} / F$$

$Y_{df}$ : عملکرد دانه تولید شده در کرتی که کود دریافت کرده است (کیلوگرم در هکتار)  
 $Y_{ef}$ : عملکرد دانه تولید شده در کرتی که کود دریافت نکرده است (کیلوگرم در هکتار)  
 F: مقدار کود یا عنصر غذایی مصرف شده (کیلوگرم در هکتار)

به منظور تعیین وزن و حجم ریشه در مرحله رسیدگی، ریشه به طور کامل (از سطح 0/2 متر مربع) جدا شده و پس از شستشوی ریشه‌ها، وزن و حجم ریشه‌ها تعیین شد. در این راستا در هر کرت قبل از کاشت کیسه‌های نایلونی در خطوط اصلی هر کرت در عمق 35 سانتی متری خاک (حداکثر عمق توسعه ریشه‌ها)، در نظر گرفته شد. در مرحله رسیدگی، ریشه‌های هر گلدان به طور کامل جدا شده و پس از شستشوی ریشه‌ها، وزن آنها برآورد گردید. حجم ریشه با استفاده از حجم مشخصی از آب در استوانه مدرج اندازه‌گیری شد به طوری که اختلاف حجم ایجاد شده پس از ورود ریشه‌ها در آب استوانه مدرج به عنوان حجم ریشه منظور گردید (نامور و همکاران، 2011). شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) به عملکرد بیولوژیک (عملکرد دانه به همراه ماده خشک کل اندام هوایی) محاسبه گردید. عملکرد دانه از سطحی معادل 0/2 متر مربع در هر کرت

افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی به دلیل افزایش وزن و حجم ریشه، تأخیر در رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه را فراهم ساخته‌اند. گلیک و همکاران (1998) اعلام نمودند که شواهدی دال بر افزایش فراهمی عناصر غذایی گیاه در ریزوسفر به دلیل فعالیت باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه وجود دارند. دوره مؤثر پر شدن دانه اکثراً برای ارزیابی نسبی طول دوره پر شدن بذر مورد استفاده قرار می‌گیرد. چو و همکاران (1987)؛ تسونو و همکاران (1994) علت زیادتیر بودن سرعت پر شدن دانه در بوته‌هایی که کود نیتروژن به صورت سرک دریافت کرده بودند را به غلظت بالای نیتروژن برگ طی مرحله پر شدن دانه نسبت دادند، زیرا مصرف نیتروژن در طول دوره رشد به ویژه دوره پر شدن دانه موجب بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ‌های بالایی و تأخیر در پیری برگ می‌گردد که این موضوع موجب افزایش مواد فتوسنتزی و شدت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده و افزایش وزن دانه می‌گردد (میورچیای و همکاران، 2002). کاتو (1999) و کوماری و والاراماسی (1998) اظهار داشتند که دانه‌هایی با وزن بالاتر، از سرعت پر شدن بالاتری نسبت به دانه‌های با وزن کمتر برخوردار می‌باشند.

#### ارتفاع بوته

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 2) ارتفاع بوته تحت تأثیر باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته (73/66 سانتی متر)، به تلقیح با آزوسپریلیوم و کمترین آن (59/47 سانتی متر) به عدم تلقیح بذر با باکتری محرک رشد تعلق داشت (جدول 4). افزایش ارتفاع بوته‌های گندم در واکنش به استفاده از باکتری‌های محرک رشد توسط رمضانیان (1384) نیز گزارش شده است. ارتفاع بوته از عوامل تأثیر گذار بر عملکرد دانه است، زیرا ساقه طی رشد و بلافاصله بعد از طولی شدن، قسمت زیادی از مواد فتوسنتزی برگ‌ها را که ممکن است از راه‌های مختلف برای رشد پنجه‌ها یا سنبله به مصرف برسد در خود ذخیره می‌کند و نیز به عنوان منبعی از کربوهیدرات‌ها و مواد نیتروژن عمل می‌کند که طی مرحله پر شدن دانه، متحرک شده و به دانه منتقل می‌شود (راسموسن، 1987). بیاری و همکاران (1390). اظهار داشتند که باکتری‌های محرک رشد از طریق مکانیسم‌های مختلفی همچون تولید هورمون‌های گیاهی و آنزیم ACC دامیناز در گیاهان، در تحریک رشد و افزایش ارتفاع بوته گیاهان نقش ایفا می‌کنند.

برآورد گردید. برای برآورد اجزای عملکرد با استفاده از 10-12 بوته که به تصادف از خطوط اصلی هر کرت و با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت شده بود، برآورد شده و میانگین داده‌های حاصل به عنوان ارزش آن صفت در تجزیه واریانس مورد استفاده قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS و Excel استفاده شد.

#### نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر نیتروژن، تلقیح بذر با کودهای زیستی و اثر ترکیب تیماری این دو عامل بر سرعت و طول دوره مؤثر پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در واحد سطح، شاخص برداشت، وزن و حجم ریشه معنی دار گردید (جدول 2).

#### سرعت و دوره پر شدن دانه

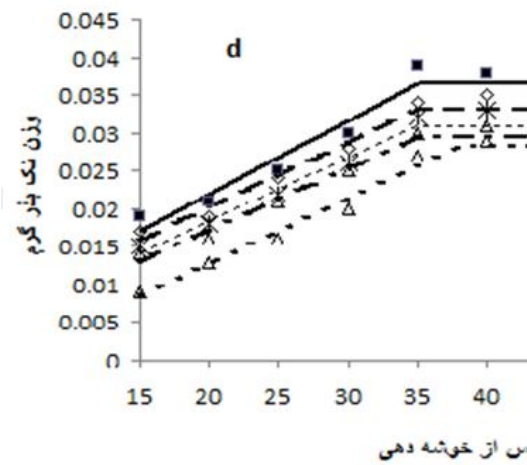
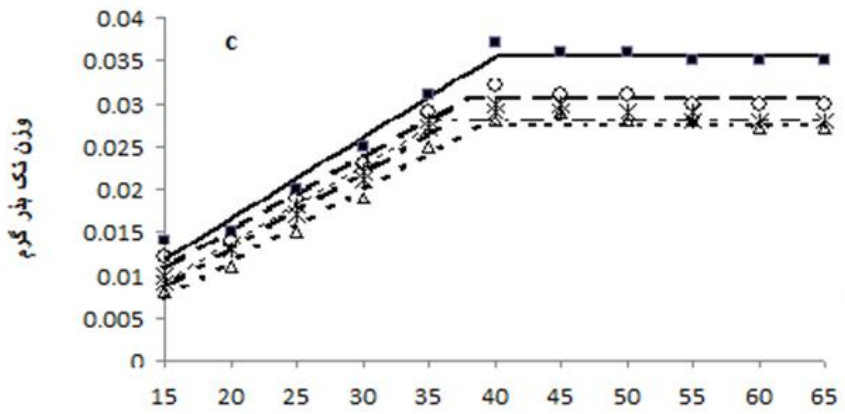
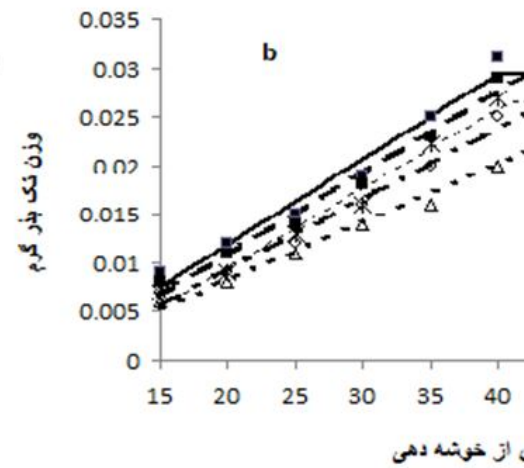
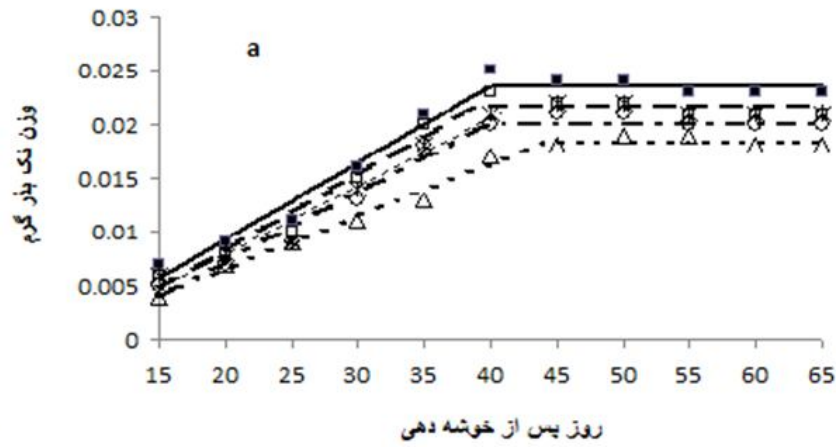
بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر نیتروژن، تلقیح بذر با کودهای زیستی و اثر ترکیب تیماری این دو عامل بر سرعت و دوره پر شدن دانه معنی دار شد (جدول 2). با افزایش میزان کود نیتروژن، سرعت و طول دوره پر شدن دانه در تمامی تیمارهای مورد بررسی افزایش یافت (جدول 3). تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد منجر به افزایش طول دوره و سرعت پر شدن دانه در مقایسه با شاهد شد. بررسی روند تغییرات سرعت پر شدن دانه در تلقیح بذر با کودهای زیستی در سطح ثابت از مصرف کود نیتروژن، نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه ترکیب‌های تیماری مشابه است بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه به صورت خطی افزایش یافت و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی)، پس از این مرحله، وزن دانه تغییرات چندانی نداشت و تغییرات وزن دانه به صورت یک خط افقی در آمد. بر اساس نتایج مشخص گردید که بین تیمارهای باکتری محرک رشد در سطح ثابتی از کود نیتروژن، از نظر سرعت پر شدن، دوره مؤثر پر شدن، حداکثر وزن دانه و طول دوره پر شدن دانه تفاوت‌های وجود داشت. به عبارتی شیب خطی برازش شده برای ترکیبات تیماری مختلف یکسان نبود (جدول 3)

11 حداکثر وزن تک بذر (0/0396 گرم در هر واحد آزمایشی)، طول دوره مؤثر (42/98 روز)، دوره پر شدن دانه (50/82 روز) و سرعت پر شدن دانه (0/0015 گرم / روز) به ترکیب تیماری کاربرد 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تلقیح بذر با ازتوباکتر و حداقل آن‌ها به ترکیب تیماری عدم مصرف کود نیتروژن دار در عدم تلقیح بذر با باکتری تعلق داشت (جدول 3). به نظر می‌رسد که باکتری‌های محرک رشد با تولید هورمون‌های رشد و

جدول 2- تجزیه واریانس تأثیر مقادیر نیتروژن و کودهای زیستی بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه، عملکرد و برخی صفات گندم

حجم ریشه	وزن ریشه	شاخص برداشت	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	میانگین		ارتفاع بوته	حداکثر وزن دانه	طول دوره پر شدن	موثر پر ن دانه
					تعداد دانه در سنبله	طول سنبله				
883/38**	11770/95*	7882732/14**	127/81**	1007/37**	597/32**	3742/98**	3250/23**	0/00059**	1548/27**	1145/0
34/138**	15004/20**	792841/99**	109/13**	145/75**	324/05**	181/48**	1/119 <sup>ns</sup>	0/00032**	77/120**	119/3
40/450**	790/27**	1085223/14**	28/76**	49/83**	70/35**	41/65**	424/53**	0/00008**	46/01**	35/4
1/115**	57/57 <sup>ns</sup>	1547/27**	1/32**	1/07*	3/71**	0/572**	0/108 <sup>ns</sup>	0/000003**	2/95**	1/54
7/42	34/29	179679/62	12/21	17/31	36/45	19/15	1/192	0/00000096	0/3160	0/36
1/33	4/82	2/19	4/48	17/1	3/58	1/03	11/7	3/58	1/2	5/4

حتمال پنج و یک درصد



ت و طول دوره پر شدن دانه در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در حالت عدم مصرف نیتروژن (a)، مصرف 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (b)، مصرف 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (c) و مصرف 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (d).

یسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف کود نیتروژن دار و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مرتبط با رشد دانه گندم

معادله برازش شده	حداکثر وزن دانه (گرم)	طول دوره پر شدن دانه (روز)	دوره موثر پر شدن دانه (روز)	سرعت پر شدن دانه (گرم در روز)	حجم ریشه (cm <sup>3</sup> )	شاخص برداشت (%)	عملکرد دانه (kg/h)	ن هزارانه (g)
y=0.00045x-0.0021	0/01819 <sup>j</sup>	40/20 <sup>l</sup>	30/15 <sup>l</sup>	0/00045 <sup>i</sup>	360/90 <sup>l</sup>	30/12 <sup>m</sup>	2522/10 <sup>j</sup>	18/19 <sup>o</sup>
y=0.00078x-0.0058	0/02355 <sup>h</sup>	42/85 <sup>fg</sup>	36/91 <sup>hi</sup>	0/00078 <sup>ef</sup>	375/50 <sup>ij</sup>	33/13 <sup>fgh</sup>	3241/20 <sup>d</sup>	23/55 <sup>n</sup>
y=0.00072x-0.0061	0/02160 <sup>i</sup>	41/51 <sup>jk</sup>	35/10 <sup>j</sup>	0/00072 <sup>fg</sup>	370/40 <sup>jk</sup>	31/42 <sup>hi</sup>	3051/80 <sup>e</sup>	21/60 <sup>o</sup>
y=0.00064x-0.0038	0/02116 <sup>i</sup>	41/10 <sup>kl</sup>	34/50 <sup>ki</sup>	0/00064 <sup>h</sup>	367/10 <sup>kl</sup>	31/52 <sup>jk</sup>	2901/70 <sup>fg</sup>	21/16 <sup>o</sup>
y=0.00062x-0.0045	0/02001 <sup>i</sup>	40/60 <sup>kl</sup>	33/75 <sup>k</sup>	0/00062 <sup>h</sup>	362/10 <sup>l</sup>	31/18 <sup>kl</sup>	2735/20 <sup>hi</sup>	20/00 <sup>o</sup>
y=0.00065x-0.0032	0/02423 <sup>h</sup>	41/86 <sup>hi</sup>	36/23 <sup>i</sup>	0/00065 <sup>gh</sup>	380/00 <sup>i</sup>	30/05 <sup>m</sup>	2639/70 <sup>i</sup>	24/23 <sup>n</sup>
y=0.00089x-0.0055	0/029380 <sup>de</sup>	45/08 <sup>d</sup>	38/90 <sup>ef</sup>	0/00089 <sup>c</sup>	405/10 <sup>fg</sup>	34/20 <sup>d</sup>	3389/10 <sup>c</sup>	29/38 <sup>n</sup>
y=0.00087x-0.0048	0/02919 <sup>de</sup>	44/15 <sup>e</sup>	37/90 <sup>ef</sup>	0/00087 <sup>cd</sup>	400/20 <sup>gh</sup>	33/31 <sup>efg</sup>	3192/70 <sup>d</sup>	29/19 <sup>n</sup>
y=0.00081x-0.0057	0/02660 <sup>fg</sup>	43/00 <sup>g</sup>	37/01 <sup>gh</sup>	0/00081 <sup>de</sup>	397/10 <sup>h</sup>	32/72 <sup>gh</sup>	3031/50 <sup>e</sup>	26/60 <sup>o</sup>
y=0.00068x-0.003	0/02588 <sup>g</sup>	42/10 <sup>ghi</sup>	36/71 <sup>hi</sup>	0/00068 <sup>gh</sup>	394/20 <sup>h</sup>	31/98 <sup>ij</sup>	2873/70 <sup>fg</sup>	25/88 <sup>n</sup>
y=0.00083x-0.0036	0/02736 <sup>fg</sup>	42/50 <sup>gh</sup>	37/73 <sup>g</sup>	0/00083 <sup>cde</sup>	410/90 <sup>ef</sup>	30/47 <sup>lm</sup>	2804/70 <sup>g</sup>	27/36 <sup>n</sup>
y=0.0013x-0.0027	0/03543 <sup>a</sup>	48/30 <sup>b</sup>	41/75 <sup>gh</sup>	0/0013 <sup>b</sup>	425/70 <sup>b</sup>	36/23 <sup>b</sup>	3621/50 <sup>b</sup>	35/43 <sup>n</sup>
y=0.00089x-0.0019	0/03058 <sup>cd</sup>	46/40 <sup>c</sup>	40/50 <sup>b</sup>	0/00089 <sup>c</sup>	420/90 <sup>bc</sup>	35/31 <sup>c</sup>	3411/80 <sup>c</sup>	30/58 <sup>n</sup>
y=0.00088x-0.0032	0/02810 <sup>ef</sup>	44/10 <sup>e</sup>	39/05 <sup>cd</sup>	0/00088 <sup>cd</sup>	415/10 <sup>cde</sup>	33/76 <sup>def</sup>	3211/90 <sup>d</sup>	28/10 <sup>o</sup>
y=0.00081x-0.0016	0/02796 <sup>ef</sup>	43/50 <sup>ef</sup>	38/40 <sup>ef</sup>	0/00081 <sup>de</sup>	412/00 <sup>ef</sup>	32/61 <sup>ghi</sup>	3073/80 <sup>e</sup>	27/96 <sup>n</sup>
y=0.00084x-0.0021	0/02718 <sup>ef</sup>	42/90 <sup>fg</sup>	38/10 <sup>ef</sup>	0/00084 <sup>cde</sup>	412/70 <sup>def</sup>	31/66 <sup>jk</sup>	2982/10 <sup>ef</sup>	27/18 <sup>n</sup>
y=0.0015x+0.0023	0/03960 <sup>a</sup>	50/82 <sup>a</sup>	42/98 <sup>a</sup>	0/0015 <sup>a</sup>	438/70 <sup>a</sup>	37/56 <sup>a</sup>	3829/50 <sup>a</sup>	36/60 <sup>o</sup>
y=0.0009x+0.0043	0/03300 <sup>b</sup>	48/20 <sup>b</sup>	41/41 <sup>bc</sup>	0/0009 <sup>c</sup>	422/70 <sup>bc</sup>	36/95 <sup>ab</sup>	3598/10 <sup>b</sup>	33/00 <sup>o</sup>
y=0.00087x+0.003	0/03100 <sup>c</sup>	46/40 <sup>c</sup>	40/10 <sup>d</sup>	0/00087 <sup>cd</sup>	420/10 <sup>bcd</sup>	35/44 <sup>c</sup>	3419/20 <sup>c</sup>	31/00 <sup>o</sup>
y=0.00081x+0.0022	0/02940 <sup>cde</sup>	44/30 <sup>de</sup>	39/65 <sup>de</sup>	0/00081 <sup>de</sup>	415/90 <sup>cde</sup>	34/03 <sup>de</sup>	3249/00 <sup>d</sup>	29/40 <sup>o</sup>

معنی داری با هم ندارند

180 کیلوگرم در هکتار) به ترتیب به صورت N<sub>3</sub> و N<sub>2</sub>، N<sub>1</sub>، N<sub>0</sub> و پنج سطح تلقیح (عدم تلقیح بذر با باکتری به عنوان شاهد، تلقیح بذر با ازتوباکتر کروکوکوم استرین 5، آزوسپیریلیوم رومناس پوتیدا سویه 4) به ترتیب به صورت B<sub>4</sub> و B<sub>3</sub>، B<sub>2</sub>، B<sub>1</sub>، B<sub>0</sub> می‌باشد



**طول و تعداد دانه در سنبله**

طول سنبله و تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر مقادیر نیتروژن، باکتری‌های محرک رشد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین طول سنبله از ترکیب تیماری کاربرد 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تلقیح بذر با ازتوباکتر به دست آمد که با ترکیب تیماری کاربرد 120 کیلوگرم کود نیتروژن دار در تلقیح با ازتوباکتر در یک گروه آماری مشترک قرار داشت. بیشترین تعداد دانه در سنبله (36/60) از ترکیب تیماری کاربرد 180 کیلوگرم کود نیتروژن‌دار در تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن از ترکیب تیماری عدم کاربرد نیتروژن در عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد حاصل شد (جدول 3). افزایش طول سنبله بر اثر کاربرد ازتوباکتر و آزوسپریلیوم همراه با کود نیتروژنه توسط شاران و ال-سامی (1999) نیز گزارش شده است. کایا و همکاران (2002) اظهار کردند که تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشدی با افزایش طول سنبله منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله می‌گردند و علت را به نقش مثبت باکتری در افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه توسعه بیشتر ریشه‌ها و همچنین انجام فرآیند تثبیت بیولوژیک نیتروژن نسبت دادند. مک دونالد (2002) گزارش کرد که افزایش مصرف کود نیتروژن دار تا یک محدوده‌ای، تعداد دانه در سنبله را افزایش داد و با مصرف بیشتر کود نیتروژن دار، تغییر چندانی در عملکرد مشاهده نشد. قرنچیک و گالشی (1380) علت افزایش تعداد دانه در سنبله اصلی را بر اثر مصرف کود نیتروژن دار به زیاد شدن طول سنبله، تعداد سنبلچه بارور و تعداد دانه در سنبلچه بارور نسبت دادند.

**وزن هزار دانه و عملکرد دانه**

وزن هزار دانه و عملکرد دانه تحت تأثیر مقادیر نیتروژن، تلقیح بذر با باکتری و اثر ترکیب تیماری این دو عامل معنی‌دار شده اند (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین وزن هزار دانه و عملکرد دانه (36/6 گرم و 3829/5 کیلوگرم در هکتار) از ترکیب تیماری کاربرد 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آنها (به ترتیب 18/19 گرم و 2522/1 کیلوگرم در هکتار) از ترکیب تیماری عدم کاربرد کود نیتروژن‌دار در عدم تلقیح بذر با باکتری به دست آمد (جدول 3). باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه قادرند با استفاده از مکانیسم‌های مختلفی همچون تثبیت نیتروژن، تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین، جیبرلین و ویتامین‌های B، ترشح سیدروفور و اسیدهای آلی در

ریزوسفر، عملکرد را در گیاهانی نظیر جو و گندم افزایش دهند (بیاری و همکاران، 1390). رای و گاور (1988) اظهار داشتند که تلقیح بذر با آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و تلفیق این دو باکتری موجب افزایش عملکرد گندم گردید. به نظر می‌رسد افزایش وزن هزار دانه در گیاه را می‌توان به نقش مثبت باکتری‌های محرک رشد در گسترش ریشه اعم از وزن و حجم نسبت داد (جدول 3 و 4) که با جذب آب و عناصر غذایی و انتقال آن‌ها به سلول‌های گیاه کمک می‌کند (فریتاز و همکاران، 1997). شهسواری و صفاری (2005) اظهار داشتند که با مصرف مقادیر بیشتر کود نیتروژن، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. افزایش عملکرد دانه بر اثر کاربرد کود نیتروژنه توسط اولگر و همکاران (1997) نیز گزارش شده است.

**شاخص برداشت**

شاخص برداشت تحت تأثیر مقادیر نیتروژن، تلقیح بذر با باکتری و اثر ترکیب تیماری این دو عامل معنی‌دار شد (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه تلقیح بذر با ازتوباکتر با کسب بالاترین شاخص برداشت، بهترین ترکیب تیماری از نظر شاخص برداشت محسوب می‌شود (جدول 3). پاندی و همکاران (2000) کاهش شاخص برداشت را به کمبود نیتروژن نسبت دادند. بین تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد نسبت به عدم تلقیح اختلاف معنی‌داری مشاهده شد به طوری که بیشترین مقدار آن مربوط به تلقیح بذر با ازتوباکتر و کمترین آن به عدم تلقیح بذر با باکتری مربوط می‌شد. گریمدا و والی (1996) افزایش شاخص برداشت گندم بهاره را به واسطه باکتری‌های سودوموناس گزارش نمودند.

**وزن و حجم ریشه**

وزن ریشه تحت تأثیر اثر اصلی مقادیر نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول 2)، در حالی که حجم ریشه علاوه بر اثرات اصلی تحت تأثیر اثر متقابل فاکتورها نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین وزن ریشه در تلقیح بذر با آزوسپریلیوم و کمترین آن در حالت عدم تلقیح بذر برآورد گردید. با افزایش سطوح کود نیتروژنه وزن ریشه افزایش یافت. بیشترین وزن ریشه در بالاترین سطح از مصرف کود نیتروژن‌دار و کمترین آن در حالت عدم مصرف کود نیتروژنه برآورد گردید (جدول 4). جاکاد و همکاران (1999) نیز افزایش وزن خشک ریشه ذرت را در تلقیح بذر با آزوسپریلیوم گزارش کردند.

که تأثیر مواد تنظیم کننده رشد تولید شده به وسیله (PGPR) بر رشد ریشه از طریق پارامترهایی بروز می کند که مهم ترین آن ها افزایش وزن و انشعابات ریشه، کاهش ضخامت ریشه و افزایش تارهای موئین سطح ریشه می باشد که از میان آن ها افزایش وزن ریشه بر اثر کاربرد (PGPR) عمومی تر می باشد (وسی و باس، 2002). افزایش حجم ریشه بیانگر توسعه بیشتر ریشه است که افزایش توان جذب آب و عناصر غذایی بیشتر را در حجم وسیع تری از خاک امکان پذیر می سازد. بدین ترتیب به نظر می رسد که با کاربرد باکتری های محرک رشد در این آزمایش و افزایش حجم ریشه، توان و کارایی جذب و مصرف آب و عناصر غذایی گندم بهتر شده و در نتیجه رشد و نمو بهبود یافته است.

آزوسپریلیوم به عنوان یک تحریک کننده رشد گیاهی، غیر از تثبیت نیتروژن مولکولی با تولید اکسین و افزایش تارهای کشنده ریشه ضمن کمک به جذب عناصر غذایی از خاک منجر به بهبود رشد گیاه می شوند (پاکوسی، 1990). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین حجم ریشه از ترکیب تیماری کاربرد 180 کیلوگرم کود نیتروژن دار در تلقیح با ازتوباکتر و کمترین آن از ترکیب تیماری عدم کاربرد نیتروژن در عدم تلقیح بذر با باکتری به دست آمد (جدول 3).  
باشان و همکاران (1989) افزایش حجم و تعداد ریشه در غلات را به واسطه تلقیح بذر با آزوسپریلیوم و ازتوباکتر گزارش نمودند. نتایج مشابهی نیز توسط بانرجی و همکاران (2006) گزارش شده است. اعتقاد بر این است

جدول 4- مقایسه میانگین اثر اصلی تلقیح بذرو مقادیر نیتروژن بر ارتفاع بوته و وزن ریشه گندم

وزن ریشه (گرم در متر مربع)	ارتفاع بوته (cm)		
83/60 <sup>d</sup>	59/2a	صفر	
111/80 <sup>c</sup>	60/7a	60	مقادیر نیتروژن
131/20 <sup>b</sup>	61/5a	120	(کیلوگرم در هکتار)
158/60 <sup>a</sup>	61/8a	180	
112/75 <sup>d</sup>	59/47 <sup>d</sup>	عدم تلقیح	
125/00 <sup>b</sup>	64/91 <sup>b</sup>	ازتوباکتر کروکوکوم سویه 5	تلقیح بذر با باکتری
133/50 <sup>a</sup>	73/66 <sup>a</sup>	آزوسپریلیوم لیپوفروم سویه OF	های محرک رشد
118/25 <sup>c</sup>	60/45 <sup>c</sup>	سودوموناس پوتیدا سویه 11	
117/00 <sup>bc</sup>	60/20 <sup>dc</sup>	سودوموناس پوتیدا سویه 4	

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری با هم ندارند

مصرف نیتروژن تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن دار قرار می گیرد، به طوری که بالاترین کارایی با جذب اولین سطح کودی به دست می آید و سطوح بعدی مصرف کود، کارایی کمتری دارند. تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد کارایی مصرف نیتروژن را به طور معنی داری نسبت به عدم تلقیح افزایش داد. مانسک و همکاران (2000) دریافتند که استفاده از مایه تلقیح ازتوباکتر با افزایش طول و تراکم ریشه ها موجب افزایش کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه گندم می گردد. یزدانی و همکاران (1389) در ارزیابی باکتری های محرک رشد و کودهای نیتروژنه و فسفره بر ذرت گزارش کردند که کارایی مصرف کود نیتروژن دار با کاهش 50 درصد از کود نیتروژن دار و مصرف کامل کود فسفره به همراه کودهای بیولوژیک (PGPR) به طور معنی داری نسبت به شاهد بدون تلقیح (NPK) افزایش می یابد. به نظر می رسد برای صرفه جویی و افزایش کارایی مصرف کودهای نیتروژن دار، استفاده از

#### کارایی مصرف نیتروژن

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول 5) کارایی مصرف نیتروژن تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین کارایی به ترکیب تیماری کاربرد 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تلقیح با ازتوباکتر و کمترین آن به ترکیب تیماری کاربرد 180 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در عدم تلقیح تعلق داشت (شکل 3). مول و همکاران (1982) بیان داشتند که با افزایش مصرف کود، مقدار عملکرد دانه به تبعیت از قانون بازده نزولی میچرلیخ افزایش کمتری داشته که این وضعیت موجب کاهش کارایی مصرف کود می شود. سایر محققان نیز علت این کاهش را به فزونی سرعت از دست رفتن عنصر مذکور از طریق تصعید، دنیتریفیکاسیون، آبشویی و یا به علت عدم استفاده مؤثر از آن نسبت دادند (گودرود و جلوم، 1998). آنان اظهار داشتند که کارایی

### نتیجه‌گیری کلی

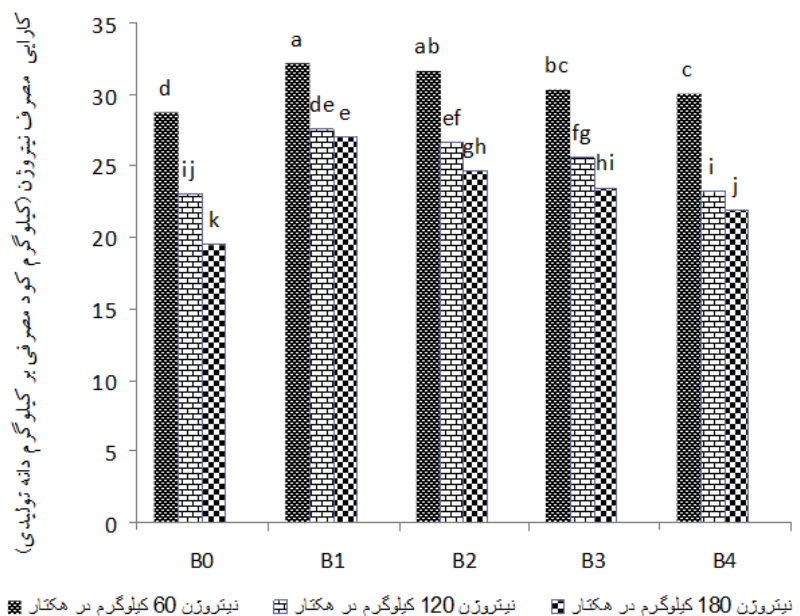
با افزایش سطح کود نیتروژن‌دار، عملکرد، اجزای عملکرد دانه و طول دوره پر شدن دانه افزایش یافت. تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در مقایسه با عدم تلقیح بذر منجر به افزایش کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه گردید. به نظر می‌رسد در این بررسی به دلیل کمی مقدار نیتروژن موجود در خاک، موجب گردید که عملکرد و روند رشد دانه در کاربرد 180 کیلوگرم کود نیتروژن دار به همراه تلقیح بذر با ازتوباکتر در مقایسه با دیگر ترکیبات تیماری نتیجه بهتری را نشان دهد.

باکتری‌های محرک رشد که تثبیت کننده نیتروژن بوده و می‌توانند در طول رشد گیاه، نیتروژن را تثبیت و در اختیار گیاه قرار دهند، امری ضروری باشد (زیدی و محمد، 2006؛ زهیر و همکاران، 2004). باکتری‌های محرک رشد با تغییر در اندازه و مورفولوژی ریشه‌ها به دلیل افزایش توانایی ریشه‌ها در دسترسی به حجم وسیع‌تر خاک، افزایش قابلیت استفاده از جذب عناصر غذایی و آب در نهایت منجر به افزایش کارایی زراعی مصرف کود و عملکرد بیشتر خواهد شد (زهیر و همکاران، 2004).

جدول 5- تجزیه واریانس اثر نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر کارایی مصرف کود در گندم

میانگین مربعات		
کارایی مصرف نیتروژن	درجه آزادی	منابع تغییرات
417/331**	2	تکرار
215/055**	2	کود نیتروژنه
16/798**	4	باکتری‌های محرک رشد
12/373**	8	کود نیتروژنه × باکتری
15/869	28	خطا
8/85	-	ضریب تغییرات

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل 3- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر کارایی مصرف نیتروژن در گندم

B<sub>0</sub>: عدم تلقیح بذر با باکتری، B<sub>1</sub>: تلقیح بذر با ازتوباکتر کروکوکوم سویه 5، B<sub>2</sub>: تلقیح بذر با آزوسپریلیوم لیپوفروم سویه 0F، B<sub>3</sub>: تلقیح بذر با سودوموناس پوتیدا سویه 11، B<sub>4</sub>: تلقیح بذر با سودوموناس پوتیدا سویه 4

### فهرست منابع:

1. بیاری، آ؛ غلامی، ا. و اسدی رحمانی، ه. 1390. مطالعه تأثیر سویه‌های مختلف باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم بر خصوصیات رشد و عملکرد ذرت. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ج 25، ش 1، ص 1-10.
2. رمضانیان، ع. 1384. نقش باکتری‌های ریزوبیومی مولد آنزیم Acc دامیناز در تعدیل اثرات سوء اتیلن استرسی در گیاه گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه تهران. دانشکده مهندسی آب و خاک.
3. عباس‌پور، س. 1391. تأثیر مقدار نیتروژن و پرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و برخی خصوصیات زراعی تربیتکاله. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی. 126 صفحه.
4. قرنجیک، ا. و گالشی، س. 1380. تأثیر کود نیتروژن روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ص 234-248.
5. ملکوتی، م.ج. و نفیسی، م. 1373. مصرف کود در اراضی فاریاب و دیم (ترجمه). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران.
6. یزدانی، م؛ پیردشتی، ه؛ اسماعیلی، م.ع. و بهمن‌یار، م.ع. 1389. اثر تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفر و محرک رشد بر کارایی مصرف کودهای ازته و فسفره در کشت ذرت سینگل کراس 604. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ج 3، ش 2، ص 65-80.
7. Alvaroa, F., Isidro, J., Villegasa, D., del Moral, L. and Royo, C. 2008. Breeding effect on grain filling, biomass partitioning and remobilization in Mediterranean durum wheat. *Agronomy Journal*. 100: 361-370.
8. Banerjee, M., Yesmin, R.L. and Vessey, J.L. 2006. Plant-growth-promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticides., PP. 137-181. In: *Handbook of microbial biofertilizers*. Ed., Rai, M., K., Food production Press, U. S. A.
9. Bashan, Y. and Holguin, G. 1989. Azospirillum plant relationships-environmental and physiological advances. *Canadian Journal of Microbiology*. 43: 103-121.
10. Cakmakci, R., Erat, M., Erdoman, U.G. and Donmez, M.F. 2007. The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentose phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 170: 288-295.
11. Chandrasekar, B.R., Ambrose, G. and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 1(2): 223-234.
12. Cho, D.S., Jong, S.K., Park, Y.K. and Son, S.Y. 1987. Studies on the action and rate of grain filling in rice. Varietal difference and effects of nitrogen. *Korean Journal of Crop Science*. 32(1): 103-111.
13. De Freitas, J.R., Banerjee, M.R. and Germida, J.J. 1997. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus. *Biology and Fertility of Soils*. 24: 358-364.
14. Ellis, R.H. and Pieta-Filho, C. 1992. The development quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. *Seed Science Research*. 2: 19-25.
15. Ericson, N.A. 1993. Quality and storability in relation to fertilization of apple trees cv. Summered, *Acts. Horticulture*. 326: 73-83.
16. Fageria, N.K. and Baligar, V.C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*. 88: 97-185.
17. Germida, J.J. and Walley, F.L. 1996. Plant growth promoting rhizobacteria after rooting pattern and arbuscular mycorrhizal fungi colonization of field grown spring wheat. *Biology and Fertility of Soils*. 23: 113-130.

18. Glick, B.R., Penrose, D.M. and Jiping, L.I. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentration by plant growth-promoting bacteria. *The Journal of Theoretical Biology.* 190: 63-68.
19. Goodroad, L.L. and Jellum, M.D. 1998. Effect of nitrogen fertilizer rate and soil pH on nitrogen use efficiency in corn. *Plant and Soil.* 106: 85-89.
20. Jacoud, C., Faure, D., Wadoux, P. and Bally, R. 1999. Initiation of root growth stimulation by *Azospirillum lipoferum* CRT1 during maize seed germination. *Canadian Journal of Microbiology.* 45: 339-342.
21. Kader, M.K., Mmian, H. and Hoyue, M.S. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Science.* 2(4): 250-261.
22. Kato, T. 1999. Genetic environmental variations and association of the characters related to the grain filling processing rice cultivars. *Plant products.* 2(1): 32-36.
23. Kaya, Y.K., Arisoy, R.Z. and Gocmen, A. 2002. Variation in grain yield and quality traits of fertilization. *Journal of Agronomy.* 1(4): 142-144.
24. Kumari, S.L. and Valarmathi, G. 1998. Relationship between grain yield grain filling rate and duration of grain filling in rice. *The Madras Agricultural Journal.* 85: 210-211.
25. Manske, G.B., Lutger, A., Behl, R.K., Vlek, P.G. and Cimmit, M. 2000. Enhancement of mycorrhiza (VAM) infection, nutrient efficiency and plant growth by *Azotobacter chroococcum* in wheat. *Plant Breeding.* 122-145.
26. MC Donald, G.K. 2002. Effects of nitrogen fertilizer on the growth grain yield and grain protein concentration of wheat. *The Australian Journal of Agricultural Research.* 43: 949-967.
27. Mishra, M., Patjoshi, A.K. and Jena, D. 1998. Effect of biofertilization on production of maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agronomy.* 43: 307-310.
28. Mogaddam, H., Chaichi, M.R., Mashhadi, H.R., Savagheby Firozabady, G.R., and Hossainzadeh, A. 2007. Effect of method and time of nitrogen fertilizer application on growth, development and yield of grain sorghum. *Asian Journal of Plant Science.* 6(1): 93-97.
29. Moll, R.H., Kamprath, E.J. and Jackson, W.A. 1982. Analysis and interpretation of factor which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal.* 74: 262-264.
30. Murchie, E.H., Yang, J., Hubbart, S., Horton, P. and Pang, S. 2002. Are there associations between grain-filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field grown rice. *Journal of Experimental Botany.* 53: 2217-2224.
31. Namvar, A., Seyed Sharifi, R., Sedghe, M., Asghari, R., Khandan, T., and Skandarpour, B. 2011. Study on the effects of organic and inorganic nitrogen fertilizer on yield, yield components, and nodulation state of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Communication in Soil Science and Plant Nutrition Analysis.* 1097-1109.
32. Pacovsky, R.S. 1990. Development and growth effects in sorghum-*Azospirillum* association. *Journal of Applied Bacteriology.* 68: 555-563.
33. Pandey, R.K., Maranville, J.W. and Admou, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a sahelian environment. II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. *Agriculture and water Management.* 46: 15-27.
34. Rai, S.N. and Gaur, A.C. 1988. Characterization of *Azotobacter* spp. and effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. *Plant and Soil.* 109: 131-134.
35. Rasmusson, D.C. 1987. An evaluation of ideotype breeding. *Crop Science.* 27: 1140-1146.

36. 36-Rondanini, D., Savin, R. and Hall, A.J. 2004. Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower exposed to brief interval of high temperature during grain filling. *Field Crops Research*. 83: 79-90.
37. Rudresha, D.L., Shivaprakasha, M.K. and Prasad, R.D. 2005. Effect of combined application of *Rhizobium*, phosphate solubilizing bacterium and *Trichoderma* spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). *Applied Soil Ecology*. 28: 139-146.
38. Shahsavari, N. and Safai, M. 2005. Effect of nitrogen quantity on yield of three wheat in kerman. *Constractive and Research*. 66: 82-87.
39. Sharaan, A.N. and El-Samie, F.S.A. 1999. Response of wheat varieties to some environmental influences. 1. Effect of seeding rates and N fertilization levels on growth and yield of two wheat varieties. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 44: 589-601.
40. Tsuno, Y., Yamaguchi, T. and Nakano, J. 1994. Potential dry matter production and grain filling process of respiration in its relationship. *Journal of the Faculty of Agriculture Tottori University*. 47: 1-10.
41. Ulger, A.C., Ibrikci, H., Cakir, B. and Guzel, N. 1997. Influence of nitrogen rates and row spacing on corn yield, protein content, and other plant parameters. *Journal of Plant Nutrition*. 20: 1697-1709.
42. Vessey, J.K. and Buss, T.J. 2002. *Bacillus cereus* UW85 inoculation effects on growth, nodulation, and N accumulation in grain legumes. *Controlled-environment studies. The Canadian Journal of Plant Science*. 82: 282-290.
43. Zahir, A.Z., Arshad, M. and Frankenberger, W.F. 2004. Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Advances in Agronomy*. 81: 97-168.
44. Zaiedi, A. and Mohhamadi, S. 2006. Co-inoculation effects of phosphate solubilizing micro-organisms and *glomus fasciculatum* on green gram-bradyrhizobium symbiosis. *Journal of Agricultural Science*. 30: 223-230.