اثر نیتروژن و باکتری‌های زیستی بر عملکرد، غلظت و جذب کل عناصر غذایی شاخساره گندم

محمدباقر حیدریان پور[1]*، زهرا رمضانی مژدهه و عبدالمجید ثامنی

دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز؛ **bagher.heidarian@yahoo.com**

دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان؛ **zahra_ramezanimojde@yahoo.com**

دانشیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز؛ **asameni@hotmail.com**

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد نیتروکسین و نیتروژن بر عملکرد، غلظت و جذب کل عناصر غذایی شاخساره گندم، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو سطح نیتروکسین (صفر و 10 میلی‌لیتر در کیلوگرم خاک) و پنج سطح نیتروژن (صفر، 50 ، 100 ، 150 و 200 میلی گرم در کیلوگرم خاک) بود. کاربرد نیتروکسین عملکرد، غلظت و جذب کل نیتروژن، و جذب کل فسفر، آهن و منگنز شاخساره گندم را به طور معنی‌داری افزایش داد. کاربرد نیتروژن عملکرد، جذب کل نیتروژن، پتاسیم، آهن، روی، منگنز، مس و غلظت نیتروژن، پتاسیم، روی و منگنز شاخساره گندم را افزایش ولی غلظت و جذب کل فسفر را به طور معنی‌داری کاهش داد. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش، مصرف توأم نیتروژن و نیتروکسین برای حصول بیشترین عملکرد اندام هوایی گندم توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عناصر غذایی، کود زیستی

مقدمه

گندم(*Triticum aestivum* L.) در بین غلات بصورت یک محصول استراتژیک در جهان مورد توجه می‌باشد که بیشترین سطح زیر کشت (بیش از 250 میلیون در هکتار) و بالاترین میزان تولید (بیش از 500 میلیون تن) را در بین گیاهان مختلف زراعی دنیا دارا می‌باشد و غذای اصلی مردم جهان به شمار می‌رود (مسعودی فر و محمد خانی، 1384).

استفاده از مواد آلی در تولید محصول گسترش جهانی یافته است و استفاده و مدیریت بهینه ماده آلی یکی از جنبه‌های مهم تولید پایدار در سیستم‌های زراعی است. کودهای بیولوژیک یکی از انواع کودهای آلی هستند که با استفاده از انواع ریز جانداران، توانایی تبدیل عناصر غذایی از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته (راجندران و دواراج، 2004؛ وسی، 2003) و سبب توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌گردند (چن، 2006). نیتروکسین نوعی کود بیولوژیک است که حاوی باکتری‌های تثبیت کننده ازت از نوع ازتوباکتر و آزوسپیریلوم می‌باشد. ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند بیوتین، اکسین، جیبرلین، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک و ویتامین‌های ب را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و مؤثری دارند (کادر، 2002). ازتوباکتر قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی علیه بیماری‌های گیاهی بوده و سبب تقویت جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاه می‌شود (چن، 2006). آزوسپیریلوم علاوه بر

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

* دریافت: 90/9/9 و پذیرش: 91/8/30

قابلیت تثبیت نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد سبب بهبود رشد گیاه و افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی گردیده و از این طریق در افزایش عملکرد تأثیر-گذار می‌باشد (تیلک و همکاران، 2005). نیتروژن از عناصر غذایی ضروری در تغذیه گیاهان به حساب می‌آید و در بسیاری از خاک‌های دنیا کمبود آن بیشتر از سایر عناصر غذایی گزارش شده است. فرجی و همکاران (1385) بیان داشتند با کاربرد نیتروژن، زیتوده گندم نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری یافت. امام و همکاران (1388) گزارش کردند که با افزایش کاربرد نیتروژن در مقایسه با تیمار شاهد، تولید ماده خشک گندم افزایش یافت. با توجه به اثرات مضر زیست محیطی مصرف مداوم کودهای نیتروژن‌دار، مصرف توأم نیتروژن و کودهای بیولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ییلاقی (1387) گزارش کرد که کاربرد کود نیتروکسین به همراه کود شیمیایی نیتروژنه، سبب افزایش عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت برنج نسبت به کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه به تنهایی شد. در مورد اثر کودهای نیتروژن‌دار بر رشد و عملکرد گندم مطالعات زیادی صورت گرفته است اما در مورد کاربرد توأم نیتروکسین و نیتروژن پژوهش‌های کمی صورت گرفته است، بنابراین تحقیق حاضر به منظور بررسی کاربرد نیتروکسین و نیترژن بر عملکرد، غلظت و جذب کل عناصر پر مصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم، و عناصر کم مصرف آهن، روی، منگنز و مس در شاخساره گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این آزمایش، مقداری خاک از افق سطحی (20-0 سانتیمتری) از سری چیتگر با نام علمی Fine-loamy carbonatic, Typic Calcixerepts جمع آوری گردید. خاک هوا خشک پس از عبور از الک 2 میلی‌متری، برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن مانند بافت به روش هیدرومتری (جی و بادر، 1986)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (لوپرت و سوارز، 1996)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت سنج الکتریکی (روادس، 1996)، فسفر قابل استفاده با روش واتناب و اولسن (1965)، واکنش خاک (پ هاش) در خمیر اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای (توماس، 1996)، غلظت عناصر کم مصرف به روش دی تی پی ا (لیندسی و نورول، 1978)، ماده آلی به روش اکسایش مرطوب (نلسون و سومرس، 1996)، نیتروژن کل به روش کلدال (برمنر، 1996)، و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش جانشینی کاتیون‌ها با استات سدیم (سامر و میلر، 1996) تعیین گردید (جدول 1). آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو سطح نیتروکسین (صفر و 10 میلی لیتر در کیلو گرم خاک) و پنج سطح نیتروژن (صفر، 50 ، 100 ، 150 و 200 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از منبع اوره بود. در این آزمایش برای کشت از گلدان‌های پلاستیکی 3 کیلوگرمی استفاده شد. قبل از کاشت بر حسب آزمون خاک، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شامل فسفر (25 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع منو کلسیم فسفات)، روی (7/5 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی)، منگنز (7/5 میلی گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات منگنز)، مس (2/5 میلی-گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات مس) و آهن (7/5 میلی گرم در کیلوگرم خاک از منبع سکسترین 138) به گلدان‌ها افزوده شد. تیمار نیتروکسین از قبل از کاشت و تیمار نیتروژن در دو مرحله قبل و 8 هفته پس از کاشت، به صورت محلول به گلدان‌ها افزوده شد. شش عدد بذر گندم بهاره، رقم بهار در عمق 5 تا 6 سانتیمتری از سطح خاک کاشته شد. پس از 2 هفته تعداد بوته‌ها به 3 عدد کاهش داده شد. آبیاری گلدان‌ها در طول فصل رشد با آب مقطر در حد رطوبت ظرفیت مزرعه صورت گرفت. پس از 4 ماه کاشت، گیاهان از محل طوقه (نزدیک سطح خاک) قطع شده و پس از توزین و شستشو با آب مقطر، در دمای 65 درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردیدند. نمونه‌های گیاهی پس از توزین به وسیله آسیاب برقی پودر شد. به منظور تجزیه شاخساره، یک گرم ماده خشک گیاه پس از خشک سوزانی با اسید کلریدریک 2 نرمال عصاره‌گیری شد. غلظت فسفر در نمونه‌های گیاهی با روش مولیبدات-وانادات (روش زرد) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، غلظت پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر، غلظت عناصر کم مصرف با استفاده از دستگاه جذب اتمی، و نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین گردید. پاسخ‌های گیاهی شامل عملکرد، غلظت و جذب کل عناصر غذایی به وسیله روش‌های آماری و با نرم افزار SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت.

نتایج

عملکرد، غلظت و جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم

اثر نیتروژن بر عملکرد اندام هوایی گندم در سطح 1 % معنی‌دار بود (جدول 2). با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی عملکرد اندام هوایی افزایش یافت، به طوری که بیشترین عملکرد به میزان 8/4 گرم در گلدان از

مصرف 200 میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به دست آمد. کمترین عملکرد نیز به میزان 5 گرم در گلدان مربوط به تیمار شاهد بود (جدول 4). نتایج تجزیه آماری نشان داد که اثر نیتروکسین بر عملکرد اندام هوایی در سطح 5 % معنی‌دار گردید (جدول 2). کاربرد نیتروکسین، عملکرد اندام هوایی را به میزان 9/1 درصد افزایش داد (جدول 4).

داده‌های تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروکسین و نیتروژن بر غلظت و جذب کل نیتروژن در سطح 1 % معنی‌دار بود (جدول 2). با افزایش سطوح نیتروژن، غلظت و جذب کل نیتروژن افزایش یافت، به طوری که بیشترین غلظت و جذب کل نیتروژن از مصرف 200 میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به دست آمد (جدول 4). کاربرد نیتروکسین، غلظت و جذب کل نیتروژن را به ترتیب به میزان 8/47 و 17/45 درصد افزایش داد (جدول 4). اثر متقابل نیتروژن و نیتروکسین بر غلظت و جذب کل نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول 2).

اثر نیتروژن بر غلظت و جذب کل فسفر در سطح 1 % معنی‌دار بود (جدول 2). با کاربرد نیتروژن، غلظت و جذب کل فسفر کاهش معنی‌داری یافت، به طوری که بیشترین غلظت و جذب کل فسفر در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول 4). نتایج تجزیه آماری نشان داد که اثر نیتروکسین بر جذب کل فسفر در سطح 5 % معنی‌دار بود، اما بر غلظت فسفر اثر معنی‌داری نداشت (جدول 2). کاربرد نیتروکسین، جذب کل فسفر اندام هوایی را به میزان 39/38 درصد افزایش داد (جدول 4). اثر متقابل نیتروژن و نیتروکسین بر غلظت و جذب کل فسفر اندام هوایی در سطح 5 % معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین غلظت و جذب کل فسفر از تیمار 10 میلی‌لیتر نیتروکسین و صفر میلی‌گرم نیتروژن به دست آمد (جدول 4).

اثر نیتروژن بر غلظت و جذب کل پتاسیم به ترتیب در سطح 5 % و 1 % معنی‌دار بود (جدول 2). با افزایش سطوح نیتروژن مصرفی، غلظت و جذب کل پتاسیم افزایش یافت، به طوری که بیشترین غلظت و جذب کل پتاسیم از مصرف 200 میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به دست آمد (جدول 4). اثر نیتروکسین و اثر متقابل نیتروژن و نیتروکسین بر غلظت و جذب کل پتاسیم معنی دار نبود(جدول 2).

غلظت و جذب کل آهن، روی، منگنز و مس

نیتروژن بر غلظت آهن اثر معنی‌داری نداشت اما اثر آن بر جذب کل آهن در سطح 1 % معنی‌دار بود (جدول 3). با کاربرد نیتروژن، جذب کل آهن افزایش معنی‌داری یافت (جدول 5). نتایج تجزیه آماری نشان داد که اثر نیتروکسین بر جذب کل آهن در سطح 5 % معنی‌دار بود اما بر غلظت آهن اثر معنی‌داری نداشت (جدول 3). کاربرد نیتروکسین، جذب کل آهن را به میزان 20 درصد افزایش داد (جدول 5). اثر متقابل نیتروژن و نیتروکسین بر غلظت و جذب کل آهن معنی‌دار نبود (جدول 3).

اثر نیتروژن بر غلظت و جذب کل روی در سطح 1 % معنی‌دار بود (جدول 3). با افزایش سطوح نیتروژن، غلظت و جذب کل روی افزایش یافت (جدول 5). اثر نیتروکسین بر غلظت و جذب کل روی معنی‌دار نبود (جدول 3). اثر متقابل نیتروژن و نیتروکسین بر غلظت روی در سطح 1 % معنی‌دار بود، اما بر جذب کل روی اثر معنی‌داری نداشت (جدول 3). بیشترین غلظت روی از تیمار 10 میلی‌لیتر نیتروکسین و 200 میلی‌گرم نیتروژن به دست آمد (جدول 5).

اثر نیتروژن بر غلظت و جذب کل منگنز در سطح 1 % معنی‌دار بود (جدول 3). با افزایش سطوح نیتروژن، غلظت و جذب کل منگنز افزایش یافت، به طوری که بیشترین غلظت و جذب کل منگنز از مصرف 150 میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به دست آمد (جدول 5). نیتروکسین بر جذب کل منگنز در سطح 5 % اثر معنی‌داری داشت اما بر غلظت منگنز بی تأثیر بود (جدول 3). کاربرد نیتروکسین، جذب کل منگنز را به میزان 13/2 درصد افزایش داد (جدول 5). اثر متقابل نیتروژن و نیتروکسین بر غلظت منگنز در سطح 5 % معنی‌دار بود، اما بر جذب کل منگنز اثر معنی‌داری نداشت (جدول 3). بیشترین غلظت منگنز از تیمار 10 میلی‌لیتر نیتروکسین و 150 میلی‌گرم نیتروژن به دست آمد هر چند با برخی از تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول 5).

نیتروژن بر غلظت مس اثر معنی‌داری نداشت اما اثر آن بر جذب کل مس در سطح 1 % معنی‌دار بود (جدول 3). با افزایش سطوح نیتروژن، جذب کل مس به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول 5). اثر نیتروکسین و اثر متقابل نیتروژن و نیتروکسین بر غلظت و جذب کل مس معنی‌دار نبود (جدول 3).

بحث

نتایج ارائه شده نشان داد که کاربرد نیتروژن سبب افزایش رشد و عملکرد شاخساره گندم شد. از دلایل این افزایش، توسعه مناسب اندام هوایی طی دوره رشد، استفاده مفید از نور خورشید و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می‌باشد (خلدبرین و اسلام زاده، 1382). تأثیر مصرف نیتروژن در افزایش رشد، به وسیله تغییر دادن موازنه هورمون‌های گیاهی در بخش‌های رویشی هوایی حاصل می‌شود (خلدبرین و اسلام‌زاده،

1382). مصرف نیتروژن با کاهش نسبت اسید آبسزیک / جیبرلین باعث افزایش رشد رویشی گیاه می‌گردد (خلدبرین و اسلام‌زاده، 1382). در این تحقیق با افزایش سطوح نیتروژن، عملکرد اندام هوایی گندم افزایش یافت. شهسواری و صفاری (1384) گزارش کردند که با افزایش سطوح نیتروژن از صفر تا 150 کیلوگرم در هکتار، وزن خشک، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد پروتئین دانه، تعداد سنبله در متر مربع و تعداد سنبلچه در سنبله گندم به طور معنی‌داری افزایش یافت.کاربرد نیتروکسین باعث افزایش عملکرد اندام هوایی گندم شد (جدول 3). افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاهانی مانند نخود (شاه حسینی و همکاران، 1390) و زوفا (کوچکی و همکاران، 1387) در اثر کاربرد نیتروکسین گزارش شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. هان و همکاران (2006) بیان داشتند که کودهای زیستی نیتروژنه از طریق ترشحات حل کننده باکتری‌های کاهش پ هاش، توانسته اند عناصر مختلف غذایی بیشتر را به صورت محلول در اختیار گیاه قرار دهند و با تولید بیشتر مواد فتوسنتزی، در افزایش تولید مؤثر واقع شوند. در این تحقیق با کاربرد نیتروژن، غلظت و جذب کل اکثر عناصر غذایی افزایش یافت. نور قلی پور و همکاران (1387) نشان دادند که کاربرد کود نیتروژن، عملکرد دانه گندم را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد و با افزایش جذب نیتروژن، جذب پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز نیز افزایش یافت. اصانلو و همکاران (1390) بیان داشتند که تأثیر تلقیح مواد بیولوژیک ازتوباکتر و نیتروکسین بر نیتروژن اندام هوایی، درصد نیتروژن و پروتئین دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت معنی‌دار بود.

استال و همکاران (1991) معتقدند که یکی از اثرات افزایش نیتروژن، افزایش جذب کاتیون ها می‌باشد. بنابراین جذب نیتروژن توسط گیاه یک افزایش نسبی در میزان جذب عناصر غذایی دیگر در گیاه به وجود می آورد. از اثرات اصلی نیتروژن می‌توان به افزایش فعالیت متابولیکی گیاه، تسریع اغلب فرایندها و تغییر جذب گیاه اشاره نمود. در این تحقیق، کاربرد نیتروکسین سبب افزایش جذب نیتروژن، فسفر، آهن و منگنز، و افزایش غلظت نیتروژن شاخساره گندم شد. اردکانی و همکاران (1379)، افزایش جذب آهن، منیزیم، روی، مس، نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در اثر تلقیح بذر گندم توسط باکتری آزوسپیریلوم گزارش کرده و بیان داشتند که آزوسپیریلوم باعث توسعه سیستم ریشه‌ای گندم شده و بنابراین امکان دسترسی و جذب بهتر عناصر غذایی را برای این گیاه فراهم می‌دارد. کومار و همکاران (2002) گزارش کردند که ازتوباکتر و سویه‌های ریزوبیوم از طریق اتصال سیدروفور تولید شده توسط باکتری‌های یون آهن و تشکیل کلات آهن، این عنصر غذایی را از دسترس عوامل بیماری‌زای گیاهی خارج کرده و به این ترتیب باعث افزایش رشد گیاه می‌شود. سانجا و همکاران (1994) عنوان نمودند که ازتوباکتر با تولید سیدروفورها از رسوب آهن جلوگیری نموده و به جذب آهن توسط گیاه کمک می‌کند. یافته‌های این محققین با یافته‌های تحقیق ما همخوانی دارد. در این تحقیق بیشترین عملکرد اندام هوایی از مصرف توأم نیتروکسین و نیتروژن به دست آمد (جدول 3) که با نتایج سایر محققین از جمله محمدیان و همکاران (1390)، نظرلی و همکارن (1390) و صباحی و همکاران (1389) همخوانی دارد.

جدول1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
بافت	لوم رسی	نیتروژن کل (%)	0/07
پ‌هاش	7/8	فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	4/8
ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol_{(+)}\ kg^{-1}$)	10/2	آهن ($mg\ kg^{-1}$)	4/3
قابلیت هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	0/7	منگنز ($mg\ kg^{-1}$)	4/3
کربنات کلسیم معادل (%)	45	روی ($mg\ kg^{-1}$)	0/71
ماده آلی (%)	1/34	مس ($mg\ kg^{-1}$)	1/5

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد، غلظت و جذب عناصر پر مصرف شاخساره گندم میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	غلظت نیتروژن	جذب نیتروژن	غلظت فسفر	جذب فسفر	غلظت پتاسیم	جذب پتاسیم
نیتروژن	4	9/09**	0/293**	2688/377**	0/258**	5/232**	154/717*	35013/77**
نیتروکسین	1	3/13*	0/024**	387/264**	0/057^{ns}	4/428*	54/675^{ns}	14191/549^{ns}
نیتروژن×نیتروکسین	4	0/765^{ns}	0/000^{ns}	17/957^{ns}	0/043*	2/692*	13/633^{ns}	2446/94^{ns}
اشتباه آزمایشی	20	0/628	0/003	27/499	0/015	0/624	42/625	3491/685
ضریب تغییرات (%)		11/463	1/253	11/7	34/019	34/177	17/717	22/718

** و * به ترتیب احتمال معنی‌دار بودن در سطح 1% و 5% و ns عدم وجود احتمال معنی‌دار

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت و جذب عناصر کم مصرف شاخساره گندم میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	غلظت آهن	جذب آهن	غلظت منگنز	جذب منگنز	غلظت روی	جذب روی	غلظت مس	جذب مس
نیتروژن	4	142/23^{ns}	57397/961**	197/504**	114143/4**	316/372**	47945/12**	3/507^{ns}	958/107**
نیتروکسین	1	133/141^{ns}	33783/094*	41/301^{ns}	25500/494*	0/374^{ns}	5403/54^{ns}	1/564^{ns}	0/412^{ns}
نیتروژن×نیتروکسین	4	71/615^{ns}	5148/408^{ns}	90/468*	6329/226^{ns}	49/066**	3759/61^{ns}	0/185^{ns}	34/697^{ns}
اشتباه آزمایشی	20	83/335	7209/68	24/982	4363/876	5/709	1472/894	1/563	71/699
ضریب تغییرات (%)		17/319	23/012	7/47	14/009	6/763	15/246	19/725	19/102

** و * به ترتیب احتمال معنی‌دار بودن در سطح 1% و 5% و ns عدم وجود احتمال معنی‌دار

جدول 4- اثر نیتروکسین و نیتروژن بر عملکرد (گرم در گلدان)، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم (درصد ماده خشک)، و جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم (میلی‌گرم در گلدان) شاخساره گندم

	نیتروکسین ($ml.kg^{-1}$)	نیتروژن ($mg.\ kg^{-1}$) 0	50	100	150	200	میانگین
عملکرد	0	4/2 *f	6/2 de	7/2 b-d	7/4 a-d	8 a-c	6/6 B
	10	5/7 e	7 b-e	6/7 c-e	8/1 ab	8/7 a	7/2 A
	میانگین	5 D	6/6 C	7 BC	7/8 AB	8/4 A	
غلظت نیتروژن	0	0/24 d	0/52 c	0/69 b	0/7 b	0/78 ab	0/59 B
	10	0/28 d	0/57 c	0/76 ab	0/76 ab	0/85 a	0/64 A
	میانگین	0/26 D	0/55 C	0/73 B	0/73 B	0/82 A	
جذب کل نیتروژن	0	10/1 f	31/8 e	49/4 d	52/3 cd	62/3 b	41/2 B
	10	16/2 f	39/7 e	51/3 d	61 bc	73/6 a	48/4 A
	میانگین	13/1 E	35/8 D	50/4 C	56/7 B	68 A	
غلظت فسفر	0	0/53 b	0/21 c	0/33 bc	0/22 c	0/27 c	0/31 A
	10	0/9 a	0/2 c	0/29 c	0/24 c	0/37 bc	0/4 A
	میانگین	0/72 A	0/21 B	0/31 B	0/23 B	0/32 B	
جذب کل فسفر	0	2/22 bc	1/24 c	2/37 bc	1/64 c	2/15 bc	1/93 B
	10	5/16 a	1/31 c	1/89 c	1/89 c	3/27 b	2/69 A
	میانگین	3/69 A	1/28 C	2/13 BC	1/74 C	2/71 B	
غلظت پتاسیم	0	2/8 c	3/73a-c	3/36 a-c	3/82a-c	3/77a-c	3/55 A
	10	2/9 c	4/0ab	3/35 a-c	4/2 a	4/47 a	3/82 A
	میانگین	2/85B	3/87A	3/58AB	4/01A	4/12A	
جذب کل پتاسیم	0	118/1 e	230/8 cd	259/7 b-d	284/1 bc	299/1 a-c	238/4 A
	10	168/3 de	277/9 bc	236/5 cd	341/2 ab	385/5 a	281/9 A
	میانگین	143/2 C	254/4 B	248/1 B	314/7 AB	342/3 A	

اعدادی که در هر ستون یا ردیف در یک حرف بزرگ و یا کوچک مشترک هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

جدول 5- اثرنیتروکسین و نیتروژن بر غلظت (میکرو گرم در گرم ماده خشک) وجذب کل (میکرو گرم در گلدان) آهن، روی، منگنز و مس شاخساره گندم

	نیتروکسین ($ml.kg^{-1}$)	نیتروژن ($mg.\ kg^{-1}$)					میانگین
		0	50	100	150	200	
غلظت آهن	0	47/7 bc	53/4 a-c	49/7 a-c	50/2 a-c	52/1a-c	50/6A
	10	42/4 c	57 a-c	51/8 a-c	63/7 a	59/3ab	54/8A
	میانگین	45/1 B	52/2 AB	50/8 AB	57 A	55/7 AB	
جذب کل آهن	0	199/3 d	333/5 b-d	354/9 bc	371/7 bc	417/9 ab	335/5 B
	10	239 cd	394/1 ab	345/5 bc	516/5 a	517/7 a	402/6 A
	میانگین	219/2 C	363/8 B	350/2 B	444/1 AB	467/8 A	
غلظت روی	0	25/1 f	38/5 b-d	36/2 c-e	40 bc	36/4 c-e	35/2 A
	10	21/1 f	33/7 e	35/8 de	40/7 b	46 a	35/5 A
	میانگین	23/1 C	36/1 B	36 B	40/4 A	41/2 A	
جذب کل روی	0	105/8 d	239/5 c	258/4 b	297/3 bc	290/6 bc	238/3 A
	10	120/9 d	235 c	239/7 c	330/2 b	340 a	253/2 A
	میانگین	113/4 C	237/3 B	249/1 B	313/8 A	315/3 A	
غلظت منگنز	0	49/5 e	70/5 ab	66/7 bc	76/5 a	65/4 bc	65/7 A
	10	55/2 de	60/2 cd	71/7 ab	77/8 a	75/6 a	68/1 A
	میانگین	52/4 C	65/4 B	69/2 B	77/2 A	70/5 B	
جذب کل منگنز	0	210 f	434/3 d	476/6 cd	568/9 a-c	522/2 b-c	442/4 B
	10	316 ef	418/1 de	480/8 cd	629/8 ab	658/8 a	500/7 A
	میانگین	263 C	426/2 B	478/8 B	599/4 A	590/5 A	
غلظت مس	0	5/6 ab	6/1 ab	7/1 a	6/9 a	7/2 a	6/6 A
	10	4/8 b	5/8 ab	6/6 ab	6/9 a	6/5 ab	6/1 A
	میانگین	5/2 B	6 AB	6/9 A	6/9 A	6/9 A	
جذب کل مس	0	22/9 d	38/8 bc	50/8 ab	50/9 ab	57/7 a	44/2 A
	10	27/2 cd	40cd	43/5 ab	55/1 a	56/3 a	44 A
	میانگین	25/1 C	39/4 B	47/2 AB	53 A	57 A	

اعدادی که در هر ستون یا ردیف در یک حرف بزرگ و یا کوچک مشترک هستند از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

فهرست منابع:

1. اردکانی، م. ر.، د. مظاهری، ف. مجد، و ق. نور محمدی. 1379. نقش همکاری باکتری آزوسپیریلوم در جذب عناصر غذایی میکرو و ماکرو گندم. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. 13-16 شهریور، بابلسر، دانشگاه مازندران.
2. اصانلو، پ.، م. مهرپویان، و ر. علیمحمدی. 1390. مصرف دو نوع کود بیولوژیک حاوی میکروارگانیسم‌های تثبیت کننده نیتروژن در مقایسه با کود اوره بر دو رقم ذرت سینگل کراس در منطقه میانه. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز، 12-14 شهریور.
3. امام، ی.، س. سلیمی کوچی و آ. شکوفا. 1388. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن دار بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در شرایط آبی و دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 7، شماره 1، ص. 321-332.

4. خلد برین، ب. و ط. اسلام زاده. 1382. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز.
5. شاه حسینی، ر.، ع. ا. زارع، و ا. رحمانی. 1390. بررسی اثر نیتروکسین و سوپر جاذب بر اجزای عملکرد نخود در کشت دیم. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز، 12-14 شهریور.
6. شهسواری، ن. و م. صفاری. 1384. اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره 66، ص. 82-87.
7. صباحی، ح.، ج. تکاپویان، ع. مهدوی دامغانی، و ه. لیاقتی. 1389. بررسی اثر مصرف تلفیقی کودهای دامی، بیولوژیک و شیمیایی بر تولید کلزا (Brassica napus L.) در شرایط خاک شور استان قم. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد 2، شماره 2، ص. 287-291.
8. فرجی، ه.، ع. ا. سیادت، ق. ا. فتحی، ی. امام، ح. ا. نادیان و ع. راسخ. 1385. تأثیر نیتروژن بر عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی پایان دوره رشد. مجله علمی کشاورزی، جلد 29، شماره 1، ص. 99-111.
9. کوچکی، ع.، ل. تبریزی، و ر. قربانی. 1387. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (Hyssopus officinalis) . مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 6، شماره 1، ص. 127-137.
10. محمدیان، م.، ص. سودایی مشایی، ر. مهدوی، م. رستمی درونکلا، و ب. احسانی آملی. 1390. بررسی تأثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز، 12-14 شهریور.
11. مسعودی فر، ا. و ع. محمد خانی. 1384. بررسی تراکم بوته بر خصوصیات کیفی گندم .Triticum aestivum L رقم کوهدشت در شرایط دیم گنبد. مجله زیست شناسی ایران، جلد 18، شماره 1، ص. 69-76.
12. نظرلی، س.، ر. سید شریفی، و ع. قلیپوری. 1390. بررسی تأثیر کاربرد کود های بیولوژیک و کود نیتروژنه در زراعت آفتابگردان. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز، 12-14 شهریور.
13. نورقلی پور، ف.، س. ر. باقری، و م. لطف الهی. 1387. اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد کیفیت گندم. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. جلد 4، شماره 2، ص. 120-129.
14. بیلاقی، ه. 1387. بررسی تأثیر مصرف کود نیتروژن و کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (رقم هاشمی). پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد واحد اسلامی کرج.
15. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-total. In: Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. Sparks, D. L. (Ed.). Soil. Sci. Soc. Am. & Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 1085–1121.
16. Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. October, 16 – 20. Thailand. 11 pp.
17. Gee, G. W., and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. In: Methods of Soil Analysis. part 1. Physical and mineralogical methods, Klute, A. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am., and Am. Soc. Agro., Madison, WI. pp. 383-410.
18. Han, H., S. Supanjani and K. D. lee. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium soluble bacteria on mineral uptake and growth of popper and cucumber. Plant soil Environ. 52 (3): 6-13.
19. Kader, M.A. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences. 2: 259-261.

20. Kumar, R. N., V. Thiramalai Arasu and P. Gunasekaran. 2002. Genotyping of antifungal Compounds Producing Plant growth – Promoting rhizobacteria, Pseudomonas fluorescens Cur. Sci. 82: 12-25.
21. Lindsay, W. I., and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421- 448.
22. Loeppert, R. H., and D. L. Suarez. 1996. Carbonate and gypsum. In: Methods of Soil Analysis. part 3. Chemical methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agro., Madison, WI. pp. 437-474.
23. Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon,and organic matter. In: Methods of Soil Analysis part 3: Chemical methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agro., Madison, WI. pp. 961-1010.
24. Rajendran, K. and P. Devaraj. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of Casuarina equisetifolia inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy. 26: 235-249.
25. Rhoades, J. D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids, In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. And Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 417-435.
26. Staal M.F., J.M. Maatheusis and T.M. Elzennga. 1991. Na+/K+ antiport activity in tonoplast vesicles from roots of the salt tolerant plantago maritina and the salt sensitive plantago media. Plant Physiology. 82: 164-179.
27. Summer, M. E., and W. P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. & Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 1201–1230.
28. Suneja, S., K. Lakshminarayana, and P. P. Gupta. 1994. Role of Azotobacter chroococcum siderophores in control of bacterial rot and Sclrotinia rot of mustard. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. 24: 202 – 205.
29. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. Sparks, D. L., (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. & Am. Soc. Agron., Madison, WI. pp. 475-490.
30. Tilak, K.V.B.R., N. Ranganayaki, K.K. Pal, R. De, A. K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, Shilpi Mittal, A. K. Tripathi and B. N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science. 89: 136-150.
31. Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255: 571-586.
32. Watanabe, F. R., and S. R. Olson. 1965. Test of an ascorbic acid methods for determining phosphorus in water and NaHCO3 extracts from soil. Soil Sci. Soc. Am. proc. 29:677-678.