Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهلم، ۱۳۹۹

تغییرات محتوای کلرفیل برگ، پروتئین و عملکرد دانه سه رقم گندم ماکارونی (*Triticum durum*) بر اثر کاربرد کودهای نانو

راضیه ابراهیم نیا[۱]، احسان بیژن زاده[۲]، علی بهپوری[۳]، روح اله نادری[٤]

دریافت: ۹۷/۲/۲۹ پذیرش: ۹۸/۱/۱۹

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کودهای نانو بر محتوای کلروفیل برگ، پروتئین و عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم گندم ماکارونی آزمایشی به-صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز در سال زراعی ۹۵- ۱۳۹٤ اجرا شد. در این آزمایش فاکتور کود شامل سه نوع کود نانو به نامهای نانوکامپوزیت بیوارگانیک (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)، اورمیک (در سه مرحله، هر مرحله ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و بیومیک (به‌صورت محلول در آب، ۲ کیلوگرم در هکتار)، و ترکیب کودهای شیمیایی شامل نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) همراه با فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور رقم شامل سه رقم گندم ماکارونی بهرنگ، شبرنگ و یاواروس بودند. نتایج نشان داد کود نانوکامپوزیت بیوارگانیک بیشترین تعداد دانه در سنبله و کود بیومیک بیشترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص دادند. همچنین کاربر کود اورمیک در رقم یاواروس بیشترین تعداد سنبله (۵۳٦/۷ سنبه در متر مربع) را داشت. از طرف دیگر کود اورمیک بیشترین درصد نیتروژن دانه (۲/۹ درصد)، پروتئین دانه (۱۸/۵درصد) و مقدار عملکرد دانه (۷۹۵۸/۵ کیلوگرم در هکتار) را در بین تیمارهای کودی داشت. از بین ارقام نیز، رقم یاواروس بیشترین نیتروژن دانه (۲/۵ درصد)، پروتئین دانه (۱٦/۲ درصد) و عملکرد دانه (۷۱٦۰/۲ کیلوگرم درهکتار) را بدست آورد. همچنین اثر متقابل کود و رقم نیز نشان داد که تیمار کود اورمیک در رقم یاواروس با ۲۱/۷ درصد دارای بیشترین مقدار پروتئین دانه بود. روند تغییرات محتوای کلروفیل برگ تا مرحله خمیری شدن دانه به صورت افزایشی بود و بیشترین مقدار در کود اورمیک به میزان ٦۱/٦۸ واحد اسپد به‌دست آمد. بیشترین سرعت رشد گیاه زراعی نیز در مرحله خمیری شدن دانه در کود اورمیک مشاهده شد. به طور کلی نتایج نشان داد که کاربرد کود اورمیک بویژه در رقم یاواروس، باعث ۱۹/۱۵ درصد افزایش عملکرد دانه، نسبت به کود های شیمیایی شد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، کود اورمیک، نیتروژن دانه، سرعت رشد گیاه زراعی

ابراهیم نیا، ر.، ا. بیژن زاده، ع. بهپوری و ر. نادری. ۱۳۹۹. تغییرات محتوای کلرفیل برگ، پروتئین و عملکرد دانه سه رقم گندم ماکارونی (*Triticum durum*) بر اثر کاربرد کودهای نانو. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۰: ۱٦۵-۱۵۲.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اگروکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران- مسئول مکاتبات. bijanzd@shirazu.ac.ir
۳- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز شیراز، ایران
٤- دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تامین غذا از اصلی‌ترین مشکلات اقتصادی جوامع جهان سوم است و در این رابطه، نقش غلات به‌ویژه گندم حایز اهمیت می‌باشد (امیری و همکاران، ۱۳۸۹). امروزه بخش کشاورزی به‌منظور پاسخ گویی به نیاز روزافزون غذا برای جمعیت روبه رشد کره‌ی زمین و فراهم کردن مواد غذایی کافی ومناسب، به میزان زیادی وابسته به مصرف کود های شیمیایی می‌باشد(هاتیرلی و همکاران، ۲۰۰۵) به گونه‌ای که با توسعه و گسترش علوم و فناوریهای نوین همچون؛ مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، کاشت ارقام پرمحصول گونه‌های زراعی و باغی و استفاده بی‌رویه از کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی باعث افزایش کمی تولیدات کشاورزی گردید، اما همواره این افزایش تولید با مشکلات زیست‌محیطی متعددی مانند آلودگی منابع آب و خاک، بروز آفات و بیماری‌های جدید گیاهی، سوء تغذیه و بیماری در اثر کاهش کیفیت مواد غذایی روبرو شده است (کیانی و لیاقتی، ۲۰۰۷). مدیریت استفاده از عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن جهت تولید اقتصادی گندم و حفظ کشاورزی پایدار و تأمین امنیت غذایی، از اولویت ویژه برخوردار است (دیوید، ۲۰۰۵). مطالعات بلندمدت نشان می‌دهند که استفاده فشرده از کودهای شیمیایی عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش نتیجه اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت بیولوژیک خاک، افت خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها در کودهای شیمیایی می‌باشد (آددیران و همکاران، ۲۰۰٤). تأمین نیتروژن از طریق مصرف زیاد کودهای شیمیایی یکی از دلایل آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی در چرخه‌ی طبیعت می باشد و علاوه بر پیامدهای منفی زیست محیطی، افزایش هزینه‌های تولید را به همراه دارد (چاندراسکار و همکاران، ۲۰۰۵) مقدار قابل توجهی از کود نیتروژنه اوره از طریق روش‌های مختلف مانند تصعید، آمونیاکی شدن، نیترات‌زدایی و تلفات آبشویی هدر می‌رود که منجر به مشکلات زیست محیطی می‌شود (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱).

کودهای زیستی موادی شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی بوده که توانایی تبدیل عناصرغذایی اصلی را از شکل غیرقابل دسترس به شکل قابل دسترس دارند (وسی، ۲۰۰۳). اهمیت جوامع میکروبی برای اکوسیستم کشاورزی عمدتا ناشی ازنقش آنها در بهبود خصوصیات مختلف خاک که تعیین‌کننده عملکرد گیاه زراعی است، می‌باشد (تیلاک و همکاران، ۲۰۰۵). امنیت غذایی به معنی اطمینان از دسترسی همه‌ی مردم به غذای کافی، سالم و مغذی در تمام اوقات به منظور داشتن زندگی سالم و فعال است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). در این راستا عرضه کودهای شیمیایی به شکل نانوذرات در مقایسه شکل متداول و مرسوم آن‌ها از اهمیت ویژه برخوردار هستند. در نانوکودها به عنوان جایگزین کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به تدریج و به صورت کنترل شده در خاک آزاد می‌شوند و در نتیجه از آبشویی عناصر غذایی و ورود آنها به آب‌های سطحی و نیز آلودگی آب‌های آشامیدنی جلوگیری به عمل خواهد آمد (نادری و عابدی، ۲۰۱۲). از جمله ویژگی‌های قابل توجه مواد نانو سبک و کوچک بودن آنها، استفاده در مقادیر کم چندکاربردی بودن و صرفه جویی در مواد مصرفی است (علی نژاد و گلی، ۲۰۰۵). استفاده از نانوکودها که همه خصوصیات لازم مانند غلظت موثر، قابلیت حل‌پذیری مناسب، ثبات و تأثیرگذاری بالا و رهایش کنترل شده را دارند، سبب افزایش کارایی عناصر غذایی می‌شوند (نادری و همکاران ۲۰۱۳). در پژوهشی محلول پاشی نانوکود پتاسیم کلیه ویژگی‌های مورد مطالعه به استثنای وزن هزاردانه گندم را تحت تاثیر قرار داد. محلول پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌دهی گندم، باعث افزایش قابل توجه عملکرد اقتصادی گردید (جعفرزاده و همکاران ۲۰۱۳). در یک مطالعه، اثر نانوکود بیولوژیک بر عملکرد و میزان کلروفیل کل گیاه سیب‌زمینی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل گیاه (۰/۳۱ میلی‌گرم در وزن تر برگ) مربوط به مصرف نانوکود بیولوژیک به‌صورت بذرمال به همراه آبیاری و کمترین میزان کلروفیل کل (۰/۰۹ میلی‌گرم در وزن تر برگ) مربوط به تیمار شاهد بود (وافی و افشاری، ۱۳۹۳).

با توجه به اهمیت تولید پایدار گندم به‌عنوان یکی از مهمترین غذاهای بشر، استفاده از تکنولوژی نانو می‌تواند گامی موثر در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار و سازگاری با محیط زیست باشد. در این راستا هدف اصلی از این پژوهش بررسی اثر کودهای نانو(نانوکامپوزیت بیوارگانیک، ارومیک و بیومیک) روی محتوای کلروفیل برگ، پروتئین و عملکرد دانه در مقایسه با کودهای شیمیایی در سه رقم گندم ماکارونی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵- ۱۳۹٤ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز با مختصات عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ٥٤ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، به ارتفاع ۱۱۵۰ متر از سطح دریا با متوسط دمای سالانه ۲۳ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۷۰ میلی‌متر اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار طراحی شد. بافت خاک سیلتی لومی بود. نتایج آزمون خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است. فاکتور کود که مورد بررسی قرار گرفت شامل سه نوع کود نانو (که این کودها تامین کننده‌ی نیتروژن و فسفر گیاه به‌دلیل داشتن ریزجانداران مفید تثبیت کننده ازت و حل کننده فسفات و نیز عناصر ریزمغذی

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد) به نامهای ۱- نانوکامپوزیت بیوارگانیک، ۲- ارومیک و ۳- بیومیک و ٤-کودهای شیمیایی نیتروژن همراه با فسفر و پتاسیم و۵- شاهد (بدون کود)، و همچنین سه رقم گندم ماکارونی شامل بهرنگ، شبرنگ و یاواروس بودند. کلیه کود های نانو مصرفی ازشرکت فناور نانو پژوهش بیوزر تهیه گردیده اند که درصد عناصر و مواد سازنده آنها در جدول ۲ آورده شده است. در تیمار کود شیمیایی فسفر بر مبنای ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سوپرفسفات تریپل و پتاسیم بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت کلرید پتاسیم بر اساس نتایج آزمون خاک قبل از عملیات کاشت به کرت‌ها اضافه و با خاک مخلوط شد. همچنین کود اوره در تیمار کود شیمیایی به میزان۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت تقسیط در سه مرحله همزمان با کاشت، پنجه‌زنی و ساقه رفتن همراه با آب آبیاری به‌کار برده شد. کود ارومیک نیز به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار طبق دستور شرکت بیوزر به صورت تقسیط در سه مرحله (همزمان با کاشت، پنجه‌زنی و ساقه رفتن) همراه با آب آبیاری به‌کار برده شد. کود نانوکامپوزیت بیوارگانیک بر مبنای ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت به کرت‌ها اضافه شد. کود بیومیک نیز به‌صورت محلول در آب بر مبنای ۲ کیلوگرم در هکتار همراه با آبیاری اول بعد از کاشت در کرت‌های آزمایشی بکار رفت.

عملیات خاکورزی در ابتدای مهرماه ۱۳۹٤ انجام شد که شامل تسطیح لیزری، شخم کم عمق (دیسک) و ایجاد جوی و پشته بود. تمام مراحل آماده سازی ابتدایی زمین توسط ماشین‌آلات کشاورزی انجام گرفت. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۲ × ۳ متر بودند. بذر ارقام گندم دوروم شامل؛ بهرنگ، شبرنگ و یاواروس (تهیه شده از موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر) در ۸ آذر در ردیف‌هایی با فاصله ۲۰ سانتی‌متر (دو ردیف کشت بر روی پشته با عرض ٤۰سانتی‌متر) و عمق ۳ سانتی‌متر و با تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع به‌صورت دستی کشت شد. برای کنترل علف هرز اولین وجین علف هرز ۲٤ روز پس از کاشت انجام و تا آخر فصل رشد ادامه یافت. بوته‌های گندم پس از رسیدگی کامل در ۲۰ اردیبهشت ماه با استفاده از کوادرات یک مترمربعی در هر کرت برداشت و عملکرد و اجزای عملکرد اندازه گیری شدند.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه قبل از کاشت

هدایت الکتریکی(دسی زیمنس برمتر)	اسیدیته pH	درصد ماده آلی	فسفر(میلی گرم برکیلوگرم)	پتاسیم(میلی گرم برکیلوگرم)	آهن (میلی گرم برکیلوگرم)
۱/۵	۷/۵۸	۰/۷	۱۵	۱۰۰	٦/۹۵
نیتروژن (درصد)	درصد اشباع بازی	رس (درصد)	سیلت(درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۰/۱٦	۸/۸۸	۱۸/۷٦	٤۰/۱٦	٤۱/۰۸	سیلتی لومی

صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، نیتروژن دانه، پروتئین دانه، محتوای کلروفیل کلروفیل برگ پرچم (بر اساس واحد اسپد) و سرعت رشد گیاه زراعی بودند. در طول فصل رشد محتوای کلروفیل برگ پرچم با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (مدل مینولتا، ساخت ژاپن) اندازه گیری شد. درصد نیتروژن دانه نیز به‌وسیله دستگاه میکروکجلدال اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از فرمول زیر محتوای پروتئین محاسبه گردید (الارو و همکاران، ۲۰۰۳):

(۱) پروتئین دانه (درصد) = نیتروژن دانه (درصد) × ٦/۲۵

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- اجزای تشکیل دهنده کود های نانوکامپوزیت بیوارگانیک، ارومیک وبیومیک

نوع کود نانو	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (٪)	هیومیک اسید (٪)	ماده آلی (٪)	کربن آلی (٪)	کلسیم (٪)	آهن (٪)	روی (٪)	منیزیم (٪)	کلسیم (٪)	گوگرد (٪)	مس (mg/kg)	کود سیوید[1] (٪)	بر (mg/kg)	منگنز (٪)	مولیبدن (٪)	فولیک اسید (٪)
نانوکامپوزیت بیوارگانیک	۵	۱۰	۳	۱	۵۰	۱۵	٤	۰/٤	۰/۱۵	۱/۸	۹	۰	۱۵۰	۵	۱۰۰	۰	۰	۰
ارومیک	۳۳	۰/۷	۰/٦۹	۰/۲۵	۰	۰	۰	۰/۲۳	۰/۲۱	۲/٦	۳/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
بیومیک	۰	۰	۱۲	۳۲	۰	۰	۰/۳٦۳	۵/۹	۱۰	۰/۳۲۸	۰	۰	۰	۰	۱٤٤۳	۰/۳	۰/۱	۲

[1]-ترکیبات کود سیوید: ۸ درصد عصاره جلبک، ۱۰ درصد هیومیک اسید، ٤ درصد فولیک اسید، ۱ درصد اسیدآمینه و ریزمغذی‌ها، ۳ درصد ازت، ۵ درصد فسفر و ۷ درصد پتاسیم

www.SID.ir

Archive of SID

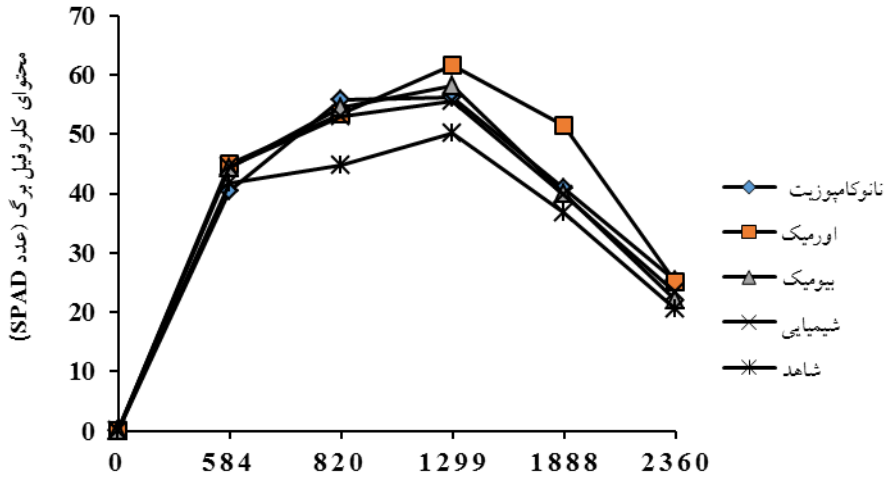
www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

محتوای کلروفیل برگ

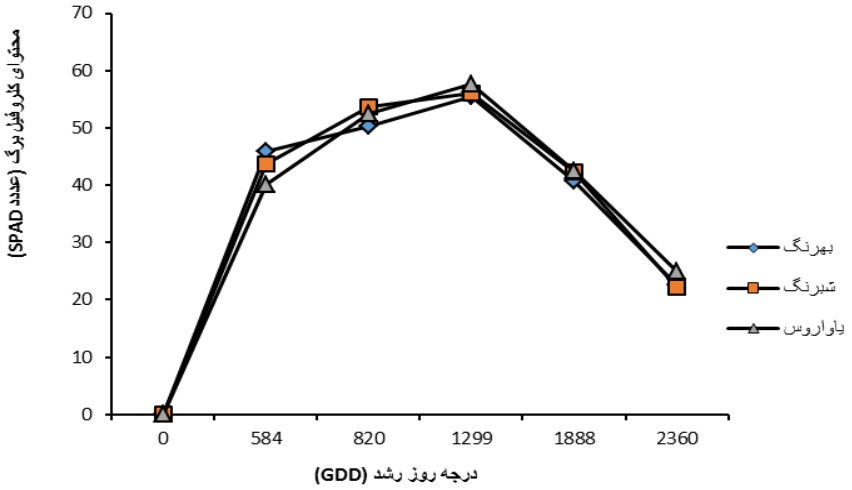
همانطور که در نمودار (شکل۱) مشاهده می‌شود روند مقدار کلروفیل گیاه به صورت افزایشی است تا مرحله خمیری نرم بیشترین مقدار خود را دارد و در نهایت این روند از مراحل اوایل رسیدگی (خمیری سخت) تا رسیدگی کامل روند کاهشی پیدا می‌کند. طبق مقایسات میانگین انجام شده در بین تیمارهای کودی در اکثر مراحل، به خصوص مرحله خمیری نرم کود ارومیک روند افزایشی بیشتری را نسبت به بقیه تیمارها داشته است. ارومیک با مقدار ٦١/٦ واحد اسپد و شاهد با ۵۰ واحد اسپد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار محتوای کلروفیل برگ را بدست آوردند (شکل۱). دلیل برتری کود اورومیک از نظر بالا بودن محتوای کلروفیل برگ می تواند بدلیل بالاتر بودن میزان درصد نیتروژن این کود (جدول ۲) نسبت به سایر کود های نانو و آزاد سازی کندتر آن در خلال فصل رشد و آبشویی کمتر آن نسبت به سایر کود های نانو و شیمیایی باشد (علی نژاد و گلی ۲۰۰۵، نادری و همکاران ۲۰۱۳).در بین ارقام از لحاظ این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد با این حال، رقم یاواروس محتوای کلروفیل برگ بیشتری (۵۷/۵ واحد اسپد) نسبت به بقیه ارقام داشته است (شکل۲). برد مایر (۲۰۰۵) گزارش کرد که همبستگی بالایی میان نیتروژن برگ و عدد کلروفیل‌متر وجود دارد، به‌طوریکه بالاترین سطوح نیتروژن، بیشترین اعداد کلروفیل‌متر و پایین‌ترین سطوح نیتروژن، کمترین اعداد کلروفیل‌متر را در گیاهان نشان می‌دهد. با توجه به اینکه نیتروژن بخشی از کلروفیل را تشکیل می‌دهد (یک اتم نیتروژن و چهار اتم کربن در حلقه‌های درون کلروفیل جای گرفته‌اند) بنابراین تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و به‌ویژه نیتروژن افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه و در نتیجه فتوسنتز را به دنبال خواهد داشت. بیندی و همکاران (۲۰۰۲) در آزمایش‌های خود بیان نمودند که بین عدد کلروفیل‌متر و محتوای نیتروژن برگ سیب‌زمینی همبستگی مثبتی وجود دارد. جعفر زاده و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند محلول پاشی نانو کود پتاسیم در مرحله ساقه‌دهی گندم باعث افزایش ۳۰ درصدی محتوای کلرفیل برگ گندم گردید. همچنین در پژو هشی مشابه وافی و افشاری (۱۳۹۳) نشان دادند که بیشترین میزان کلروفیل کل گیاه سیب زمینی مربوط به مصرف نانوکود بیولوژیک به صورت بذرمال به همراه آبیاری و کمترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار شاهد بود.



شکل۱- محتوای کلروفیل برگ گندم تحت تاثیر کود بر اساس درجه روز رشد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- محتوای کلروفیل برگ گندم تحت تاثیر رقم بر اساس درجه روز رشد

نیتروژن دانه

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد اثر کود و اثر متقابل کود و رقم در نیتروژن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد اما اثر رقم معنی‌دار نمی باشد (جدول۵). مقایسه میانگین اثر کود نشان داد کود ارومیک بیشترین(۲/۹ درصد) و شاهد کمترین(۲/۰٦ درصد) نیتروژن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول٦). در بین ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد با این حال رقم یاواروس بیشترین درصد نیتروژن دانه را داشت (جدول ٦). مقایسه میانگین اثر کود و رقم نیز نشان داد که کود ارومیک و رقم یاواروس بیشترین (۳/٤ درصد) نیتروژن دانه و کمترین آن مربوط به شاهد و رقم بهرنگ (۱/۸ درصد) بود (شکل ۳). می‌توان گفت از دلایل افزایش در کود ارومیک، داشتن مقدار نیتروژن بالا می‌باشدبه گونه ای که میزان نیتروژن بر فعالیت ریزجانداران موجود در کودهای زیستی تاثیرگذار بود (جهان‌آرا و همکاران، ۱۳۹۱). آزادی و همکاران (۱۳۹۲) بیان کردند کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی دارای نیتروژن شرایط تغذیه‌ای مناسب را برای تکثیر و فعالیت باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم فراهم نمود. آن‌ها دلیل این امر را نیاز این باکتری‌ها به‌وجود عنصر نیتروژن در محیط غذایی جهت رشد و نمو و تثبیت نیتروژن بیان کردند. بیاری و همکاران (۱۳۸٦) گزارش کردند که تلقیح ذرت با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) سبب افزایش معنی‌دار مقدار عناصر نیتروژن و فسفر گیاه در مقایسه با شاهد گردید.

جدول۵ – نتایج تجزیه واریانس اثر کود و رقم برصفات نیتروژن و پروتئین دانه گندم ماکارونی

		میانگین مربعات	
منبع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن دانه	پروتئین دانه
بلوک	۲	۰/۰۲۱	۰/۸۳۳
کود(A)	٤	۱/۱۰۲**	٤۳/۰٦۱**
رقم(B)	۲	۰/۱۵۰ns	۵/۸٦۳ns
A×B	۸	۰/۳۰۰**	۱۱/۷۲۷**
خطای آزمایش	۲۸	۰/۰۵۰	۱/۹۵۲
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۰۳	۹/۰۲

ns غیر معنی دار و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد می باشند.**

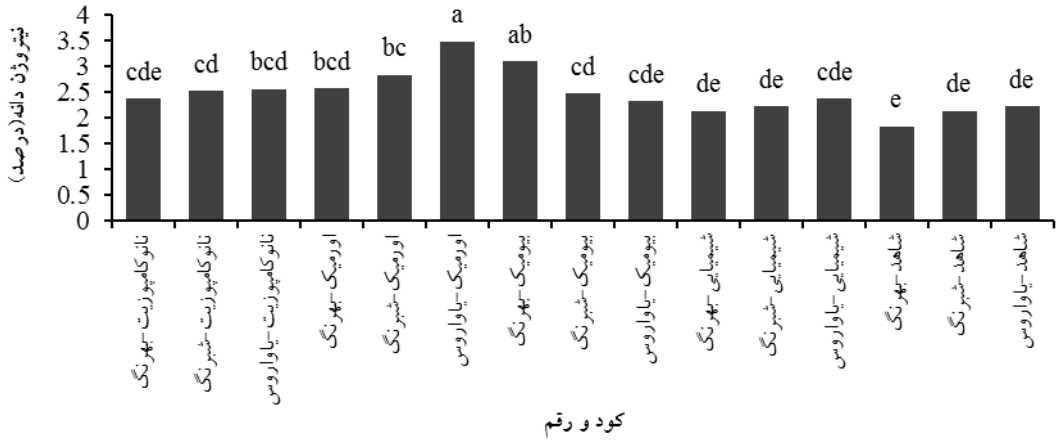
www.SID.ir

Archive of SID

جدول٦- مقایسه میانگین اثرات اصلی کود و رقم بر صفات نیتروژن و پروتئین دانه گندم ماکارونی

تیمار	نیتروژن بذر (درصد)	پروتئین دانه (درصد)
نانوکامپوزیت بیوارگانیک	۲/٤bc	۱٥/٥bc
ارومیک	۲/۹a	۱۸/٥a
بیومیک	۲/٦b	۱٦/٤b
شیمیایی	۲/۲cd	۱٤cd
شاهد	۲/۰٦d	۱۲/۸d
بهرنگ	۲/٤a	۱٥a
شبرنگ	۲/٤a	۱٥/۲a
یاواروس	۲/٥a	۱٦/۲a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر تیمار و در هر ستون بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی باشند.



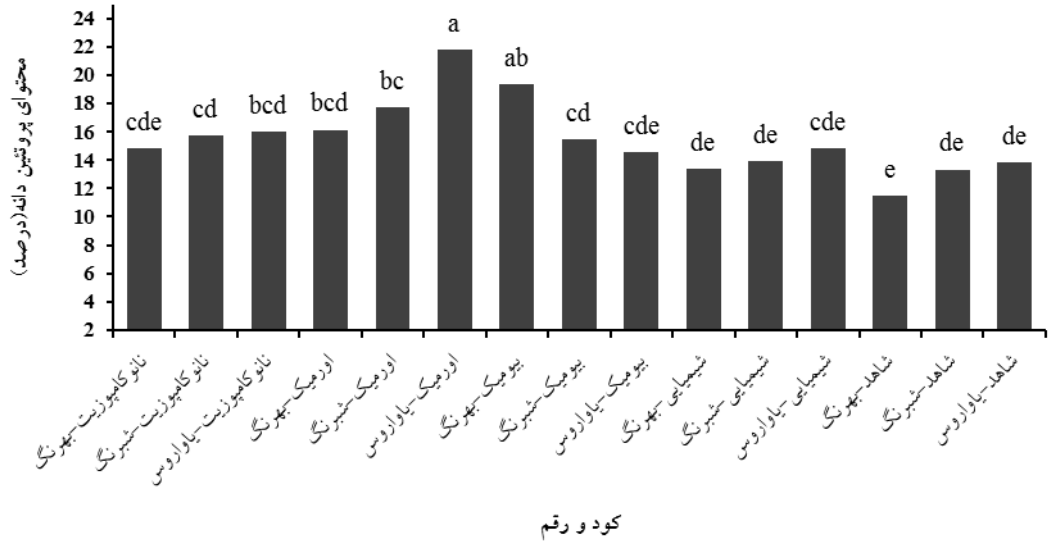
شکل۳- اثر متقابل کود و رقم بر نیتروژن دانه گندم (میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال۱٪ معنی‌دار نمی‌باشند)

محتوای پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پروتئین دانه تحت تاثیر اثر کود و اثر کود در رقم در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول٥). کود ارومیک با ۱۸/٥ درصد و شاهد با ۱۲/۸ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین درصد پروتئین دانه را به‌دست آوردند (جدول ٦). از بین ارقام از لحاظ آماری اختلاف معنی-داری مشاهده نشد با این وجود رقم یاواروس با ۱٦/۲ درصد بیشترین درصد پروتئین دانه را به خود اختصاص داد (جدول ٦). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که اثر کود ارومیک در رقم یاواروس با ۲۱/۷ درصد بیشترین و اثر متقابل شاهد در بهرنگ با ۱۱/٤ درصد کمترین محتوای پروتئین دانه را داشتند (شکل ٤). با توجه به اینکه کودهای نانو دارای باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفات هستند و این عناصر ماده اولیه تشکیل پروتئین می‌باشد، احتمالا یکی از دلایل افزایش پروتئین با دلیل کاربرد این کودهاست. توحیدی مقدم و همکاران (۱۳۸۷) بالاترین مقدار پروتئین را از تیمار تلفیقی کود بیولوژیک به همراه نصف کود شیمیایی گزارش کردند. همچنین اگامبریدیوا (۲۰۰۷) افزایش درصد پروتئین دانه گندم بر اثر تلقیح ازتوباکتر در سطوح صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه را گزارش نمود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل٤- اثر متقابل کود و رقم بر محتوای پروتئین دانه گندم (میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال۱٪ معنی‌دار نمی-باشند)

تعداد دانه در سنبله

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر تیمار کودی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت اما اثر رقم و اثرمتقابل کود و رقم معنی‌داری نشد (جدول۵). کود نانوکامپوزیت بیوارگانیک بیشترین تعداد دانه در سنبله(۳۲/٤) را داشت اگرچه نسبت به تیمارهای کود اورمیک و شیمیایی بیشتر بود اما اختلاف آن معنی‌داری نبود(جدول٦). همچنین کود نانوکامپوزیت بیوارگانیک و رقم شبرنگ بیشترین تعداد دانه در سنبله به میزان ۳۳/٦ را داشت و کمترین آن با ۲۵/۲ تعداد دانه در سنبله مربوط به شاهد و بهرنگ بود (جدول ۸). با توجه به ترکیبات تشکیل دهنده کود نانوکامپوزیت بیوارگانیک، این نتایج نشان دهنده این است که افزایش در مقدار نیتروژن در دسترس گیاه گندم می‌تواند در افزایش تعداد دانه در سنبله مؤثر باشد و تعداد آن را نسبت به شاهد افزایش دهد بنابراین هرچه تعداد دانه بیشتر باشد گیاه دارای مقصد بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی می‌باشد که در نهایت سبب افزایش عملکرد در گیاه خواهد شد (ملکی و حاجیانی، ۲۰۱۱). جعفر زاده و همکاران (۲۰۱۳) نقش کود نانو کلرید پتاسیم را در افزایش تعداد دانه در سنبله گندم را مثبت ارزیابی کردند که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه گندم شد.

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر تعداد سنبله در مترمربع، اثر کود و اثر رقم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۷). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کود اورمیک (٤٦۰/۷) بیشترین تعداد سنبله در مترمربع را داشت که نسبت به تیمار شاهد (۳۳۳/٦) تفاوت آن معنی‌دار بود اما با باقی تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد(جدول٦). رقم یاواروس بیشترین (٤۳۳/۷) و رقم شبرنگ کمترین (۳۱٤/۳) تعداد سنبله در مترمربع را داشت (جدول٦). اثر کود اورمیک و رقم یاواروس بیشترین تعداد سنبله (٥۳٦/۷) را به خود اختصاص داد و کمترین آن مربوط به تیمار بیومیک و شبرنگ (۲۷۲/۷) و شیمیایی و شبرنگ (۲۷۳/۳) بود (جدول۸). این نتایج نشان داد که کود اورمیک از نظر صفت تعداد سنبله در مترمربع بارقم یاواروس نتیجه بهتری را داشته‌است. مطابق با نتایج پژوهش حاضرنتایج بررسی ایلیاس و باهو نشان داد که با استفاده کردن از کود نانو کربنات آمونیوم به گیاه گندم تعداد پنجه های بارور و تعداد سنبله در متر مربع به‌طور معنی‌دار افزایش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷-نتایج تجزیه واریانس تأثیر کود، رقم و اثر متقابل آنها بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم ماکارونی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۳/۲۹۶^{ns}	۲۸۲۹/۹۵۹۶^{ns}	۷/۸۱۸^{ns}	۷٤٦۹۵/۵۸۳^{ns}
کود(A)	٤	۳۰/۸۱۲**	۲۰۸۸۷/٦۱۱**	۳۳/۷٦۰**	۱۳۵۳۸۰۵۰/۹٦۷**
رقم(B)	۲	٤/۹۸۵^{ns}	۷۰٦۱۱/٦۲۲**	۱۹/۷۹۰**	۱٦۱۳۸٤٤٤/۰۵۲**
کود×رقم	۸	۸/٦۳٦^{ns}	۹۰۱۳/۷٦۱^{ns}	۱۷/۵۸۰**	۳۷۸۰۱۰۷/۷۷٦*
خطا	۲۸	۵/۸۱۵	٤۵۷۲/٤۷۹	۲/۷۹۷	۱٤۸۱٤۵۷/۱٦۰
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۸۰	۱۷/۱۸	۳/۲۱	۱۹/۰۸

^{ns}و *و **به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشند

جدول۸- تاثیر عامل کود و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم ماکارونی

تیمار	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزاردانه(گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
نانوکامپوزیت	۳۲/٤a	٤۱۸/۱ab	۵۰/۸b	٦۷۹۷/۱ab
اورمیک	۳۲/۱a	٤٦۰/۷a	۵۳/۲a	۷۹۵۸/۱a
بیومیک	۳۰/۹ab	۳۷۱/۸ab	۵٤a	٦۱۳۸/٤bc
شیمیایی	۳۱/۲a	۳۸۳/۷ab	۵۳/۲a	٦٤۳٤/٤ab
شاهد	۲۷/۷b	۳۳۳/٦b	٤۹/٤b	٤۵٦٦/۱c
بهرنگ	۳۰/٤a	٤۳۲/٦a	۵۰/۸b	٦۷۷٤/۵a
شبرنگ	۳۱/۵a	۳۱٤/۳b	۵۲/۹a	۵۲۰۲/۱b
یاواروس	۳۰/۷a	٤۳۳/۷a	52.6a	۷۱٦۰/۲a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون برای هر عامل بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند

وزن هزاردانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود و رقم و اثر متقابل در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن هزاردانه معنی دار شد (جدول۷). از بین تیمارهای کودی، کود بیومیک بیشترین(٥٤ گرم) و شاهدکمترین(٤۹/٤ گرم) وزن هزاردانه را داشتند. کود بیومیک نسبت به شاهد و کود نانوکامپوزیت اختلاف معنی داری داشت اما نسبت به اورمیک و شیمیایی تفاوت معنی‌داری ملاحظه نشد (جدول٦). از بین ارقام، بیشترین وزن هزاردانه مربوط به رقم شبرنگ (۵۹/٤ گرم) بود که نسبت به رقم یاواروس اختلاف معنی‌داری نداشت اما نسبت به بهرنگ این اختلاف معنی‌دار بود (جدول۸). بنابراین در بین کودهای نانو، کود بیومیک که کمترین تعداد دانه را داشت بیشترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص داد. کوندا و گور(۲۰۱۱) بیان کردند که استفاده از کودهای زیستی باعث تأثیر معنی‌داری بر

www.SID.ir

Archive of SID

وزن هزاردانه گندم شد. با توجه به اینکه تعداد دانه و وزن هزاردانه که هردو از اجزای عملکرد گندم محسوب می‌شوند، باهم رابطه عکس دارند، افزایش تعداد دانه کاهش وزن آن را درپی داشته است. با افزایش سن گیاه پس از گرده‌افشانی گیاه بخشی از ازت غیرساختمانی خود را به اندام‌های دیگر به‌ویژه به دانه منتقل می‌کند. در هنگام استفاده از کود های نانو به‌نظر می‌رسد بخشی از افزایش عملکرد به دلیل تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های خاک باشد(بخشایی و همکاران، ۲۰۱٤).

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه تحت تاثیر تیمارهای کود و رقم در سطح احتمال ۱ درصد و همچنین اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با ۷۹۵۸/۵ (کیلوگرم در هکتار) مربوط به کود ارومیک بود که نسبت به کودهای نانوکامپوزیت بیوارگانیک و شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت اما نسبت به بیومیک و شاهد اختلافش معنی‌داری بود (جدول۸). در بین ارقام هم رقم یاواروس با ۷۱٦۰/۲ (کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول۸). مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که کود ارومیک در رقم یاواروس بیشترین عملکرد (۹۱۰۷/۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن (۳۹۷۰/۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به اثر متقابل شاهد در رقم بهرنگ بود (شکل۵). روزبه و همکاران (۲۰۰۹) بیان داشتند تلقیح کودهای بیولوژیک از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد موجب افزایش پارامترهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم گردید. که این نتایج با نتایج به‌دست آمده مطابقت دارد. نتایج پژوهشکادر و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد تلقیح باکتری ازتوباکتر با بذر گندم ۱۸ درصد افزایش در عملکرد دانه را به همراه داشت.

شکل۵- اثر متقابل کود و رقم بر عملکرد دانه سه رقم گندم ماکارونی (میانگین‌ها با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال۱ ٪معنی‌دار نمی‌باشند)

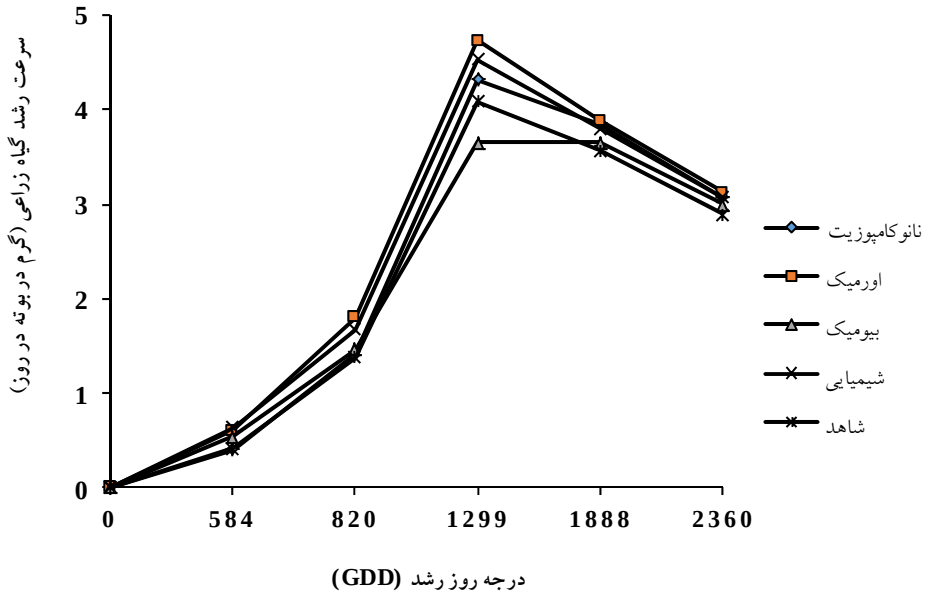
سرعت رشد گیاه زراعی (CGR)

نمودار سرعت رشد گیاه زراعی در همه تیمارها روند مشابهی را نشان داد. تا مرحله خمیری شدن حالت افزایشی داشته که بیشترین مقدارمیانگین وزن خشک مربوط به کود ارومیک (٤/۷ گرم) و کمترین آن مربوط به شاهد (٤ گرم) به‌دست آمد (شکل٦). در تیمار رقم، تفاوتی در روند تجمع ماده خشک تک بوته مشاهده نشد با این وجود در مرحله خمیری نرم رقم بهرنگ بیشترین (٤/۵ گرم) مقدار را به خود اختصاص داد (شکل۷). همچنین مقایسات میانگین نشان داد که در مرحله اوایل رسیدگی (خمیری سخت) بیشترین (۳/۸ گرم) و کمترین (۳/۵ گرم) وزن خشک تحت تیمارکود به‌ترتیب مربوط به ارومیک و شاهد بود که البته ارومیک اختلاف معنی‌داری با کود شیمیایی نداشت. در بین ارقام نیز رقم بهرنگ بیشترین وزن خشک را به‌دست آورد (شکل ۷). میزان ماده خشک تولیدی

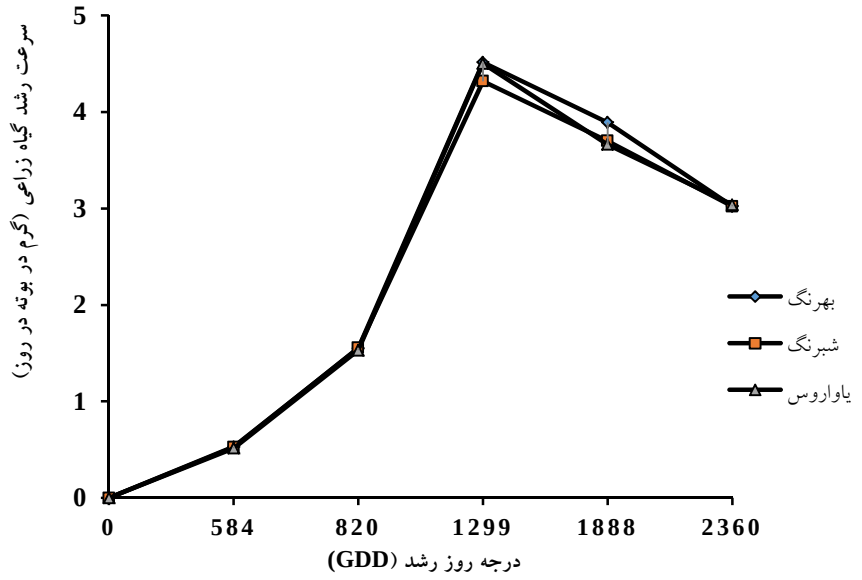
www.SID.ir

Archive of SID

شاخصی از میزان تجمع مواد فتوسنتزی در گیاه و توان جذب عناصر توسط آن محسوب می‌شود (سعیدنژاد و همکاران، ۱۳۹۱). در پژوهشی وو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تلقیح بذر ذرت با کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی دار CGR نسبت به شاهد شد. آنان دلیل این امر را افزایش دسترسی عناصر غذایی و بهبود جذب عناصر غذایی توسط گیاه دانستند.



شکل ٦- میزان سرعت رشد گیاه زراعی (CGR) در تیمار کود



شکل ۷- میزان سرعت رشد گیاه زراعی(CGR) در تیمار رقم

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

کود ارومیک بیشترین درصد نیتروژن و پروتئین دانه، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه را بدست آورد. از دلایل افزایش درصد نیتروژن دانه در کود ارومیک، داشتن مقدار نیتروژن بالا می‌باشد. روند مقدار کلروفیل گیاه به صورت افزایشی است و تا مرحله خمیری نرم بیشترین مقدار خود را داشت و در نهایت این روند از مراحل خمیری سخت (اوایل رسیدگی) تا رسیدگی کامل حالت کاهشی پیدا کرد. نمودار سرعت رشد گیاه زراعی در همه تیمارها روند مشابهی را نشان داد. تا مرحله خمیری شدن حالت افزایشی داشته که بیشترین مقدارمیانگین وزن خشک مربوط به کود ارومیک بود. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که کودهای نانو به ویژه اورومیک باعث افزایش عملکرد گندم شدند. همچنین مشخص شد که کودهای نانو می‌توانند به خوبی با کودهای شیمیایی رقابت کنند.

منابع

امیری، ی.ع.، توحیدی، ع. ا.، جواهری، م.ع.، و محمدی نژاد، ق.۱۳۸۹. بررسی اثر تاریخ کاشت، رقم و ازتو باکتر بر عملکرد گندم در منطقه بردسیر ، مجله به زراعی کشاورزی. جلد ۱۲ شماره ٤: ۱۹-۱۱.

آزادی، ص.، سیادت، ع.، ناصری، ر.، سلیمانی‌فر، ع.، و میرزایی، ا. ۱۳۹۲. کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه در ارقام گندم دوروم، نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۲ شمار۲٦: ۱٤٦-۱۲۹.

بیاری، ا. غلامی، ا. و اسدی رحمانی، ه. ۱۳۸٦. تولید پایدار و بهبود جذب عناصر غذایی ذرت در عکس‌العمل به تلقیح بذر توسط باکتری‌های محرک رشد. خلاصه مقاله دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، گرگان، ۲۵ و ۲٦ مهرماه. ۸ص.

توحیدی مقدم، ح.، قوشچی، ر. ف.، حمیدی، ا.، و کسرایی، پ. ۱۳۸۷. تاثیر کاربرد کودهای بیولوژیک بر خصوصیات کمی و کیفی سویای رقم ویلیامز، فصلنامه دانش کشاورزی ایران. جلد ۱۲ شماره ۲: ۲۰۵-۲۱٦.

جهان آرای کلشتاجانی، ف.، سید صادقی، م.، و عاشوری، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر محلول پاشی نانوکامپوزیت آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ های لوبیا چیتی تلقیح شده با باکتری ریزوبیوم (*Rhizobium leguminosarum*) در شرایط مزرعه ای گیلان، نشریه پژوهش های حبوبات ایران. جلد٤ شماره ۲: ۱۲۰- ۱۱۱.

سجادی نیک، ر.، یدوی، ع. ر.، بلوچی، ح. ر.، و فرجی، ه. (۱۳۹۰) مقایسه تاثیر کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی‌کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamumindicum* L.)، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار جلد۲ شماره۲۱: ۸۷-۱۰۱.

سعیدنژاد، ا.، خزاعی، ح.، و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۹۱. مطالعه اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه ای (*Sorghum bicolor*)، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۳ شماره۱۰: ۵۱- ۵۰۳.

ملکوتی، م. ج.، کشاورز، پ.، و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار «چاپ هفتم با بازنگری کامل». شماره ۱۰۲، ۷۵۵ صفحه، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

نادری، م. ر. و عابدی، ا. ۱۳۹۱. کاربرد فناوری نانو در کشاورزی و پالایش آلاینده های زیست محیطی. ماهنامه فناوری نانو جلد ۱ شماره۱۱: ۱۸-۲٦.

وافی، ن. و افشاری، ح.۱۳۹۳. بررسی اثر کاربرد نانو کلات روی و نانو کود بیولوزیک بر صفات مورفوفیزیولوزیک سیب‌زمینی. همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم مهندسی و پایه، مرکز پژوهش‌های زمین کاو، تهران.ص۲۱۹-۲۲۲.

هانت، ر. ۱۳۷٦. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی. ترجمه عزیزی، م. و کریمی، م. انتشارات دانشگاه فردوسی. مشهد.۲۲٤ صفحه.

Adediran, J. A. L., Taiwo, B., Akande, M. O., Sobulo, R. A. and Idowu. O. J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. J. Plant Nut. 27: 1163-1181.

Alaru, M., Laur, U. and Jaama, E. 2003. Influence of nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticale. Agr. Res. 1(1): 3-10.

Ali Nejad, D. and Goli, H., 2005. Nano-composites and their applications. Pictorial language publication. 120p.

www.SID.ir

Archive of SID

Bakhshaie, S., Rezvani Moghaddam, P., and Goldani, M., 2014. Impact of biological fertilizer Nitroxin and different levels of nitrogen fertilizer on yield and yield components. Iranian Journal of Field Crops Research, Ferdowsi of Mashhad University. 3: 368-360.

Bindi, M., Hacour, A., Vandermeiren, K., Craigon, J., Ojanpera, K., Sellden, G., Hogy, P., Finnan, J. and Fibbi, L. 2002. Chlorophyll concentration of potatoes grown under elevated carbon dioxide and/or ozone concentrations. European J. Agr. 17(4): 319-335.

Brad Meirer, C. 2005. Laser- induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site specific nitrogen fertilization: Evaluation under controlled environmental and field condition in wheat and maize. Ph.D. Thesis, Technical University of Munich, Germany.

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. J. Agri. Tech. 1: 223-234.

David, C. 2005. Nitrogen management organic Farming: nutrient requirement and fertilization. Ghent University and International Scientific of fertilizers, 647-660 pp.

Egamberdiyeva, D. 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. App. Soil Eco. 36: 184 –189.

Hatirli, S. A., Ozkan, B. and Fert, K. 2005. An econometric analysis of energy input/output in Turkish agriculture. Ren. Sus. Energy Rev. 9: 608-623.

Jafarzadeh, R., Jami Moeini, M., and Hokmabadi, M. 2013. The reaction yield and yield components of wheat to use of soil and foliar application of potassium nano fertilizer. J. Crop Prod. Res. 2: 189- 197.

Ilyas, N. and Baho, A. 2015. Effect of nono fertilizers on wheat yield (*Triticum aestivum L.)* grown under different soil moisture conditions. Bio. Fer. Soil. 46: 393-406.

Kader, M.A. 2002. Effect of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. J. of Bio. Sci. 2: 259-261.

Karimi, M. M. and Siddique H. M. 1991. Crop growth rates of old and modern wheat cultivars. Aus J Agr Res. 42: 13-20.

Kundu, B. S, and Gaur A. C. 2011. Establishment of nitrogen fixing and phosphate soluble bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of Wheat crop. Plant Soil. 57:223-230.

Maleki, A., and Hajiani, B. 2011. The effect of nano fertilizers on yield and yield components of spring canola (*Brassica napus*). Aus. Crop Sci. 38: 14-26.

Naderi, M.R., and Abedi, A., 2012. The application of nanotechnology in agriculture and refining environmental pollutants. Monthly Nanotechnology, 11: 18- 26.

Naderi, M. R., Danesh Sharaki, A., and Naderi, R. 2013. The role of nanotechnology in improving nutrient use efficiency and fertilizers. Mon. Nano. 11: 16-23.

Rouzbeh, R., Daneshian, J. and Farahani, H.A. 2009. Super nitro plus influence on yield and yield components of two wheat cultivars under NPK fertilizer application. J Plant Bre. Crop Sci. 1: 293-297.

Kiani, GH. and Liaghati, H. 2007. Analysis of economic conditions conventional agriculture to organic farming using dynamic linear programming model. Proceedings of Second National Conference on ecological agriculture, Iran: Gorgan. 2727-2737.

Singh, J.S., Pandey, V.C. and Singh, D.P. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. Agr. Eco. Env. 140: 339–353.

Tilak, K.V.B.R., Ranganayaki, N., Pal, K.K., De, R., Saxena, A., Shekhar Nautiyal, C., Tripathi, A.K. and Johri, B.N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Sci. 89: 136- 150.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.

Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geo. 125: 155-166.

www.SID.ir

Archive of SID

Leaf chlorophyll content and grain protein and yield changes of three durum wheat (*Triticum durum*) cultivars under nano fertilizer application

R. Ebrahimnia[1], E. Bijanzadeh[2], A. Behpouri[3], R. Naderi[2]

Received: 2018-5-19 Accepted: 2019-4-8

Abstract

To evaluate the impact of nano fertilizers on leaf chlorophyll content, grain protein and yield of three durum wheat cultivars, a factorial experiment based on randomized complete block design was conducted with three replications in research farm of College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, during 2015 growing season. Fertilizer factor was three types of nano fertilizers including nano-composites bio organic (300 kg/ha), uremic (in three stages, 50 kg/ha in each stage) and biomik (dissolved in water, 2 kg/ha) and chemical fertilizer treatment including nitrogen (200 kg/ha) with phosphorus (200 kg/ha) and potassium (100 kg/ha) and cultivar factor was three durum wheat cultivars including Behrang, Shabrang and Yavaros. Results showed that the nano-composites bio organic and biomik had the highest grain number per spike and 1000-grain weight, respectively. Also, application of uremic had the highest spike number (536.7 spike number/m^2) in Yavaros cultivar. Uremic fertilizer treatment had the highest seed nitrogen (2.9%), grain protein (18.5%) and grain yield (kg ha 7958.5). Also, among the cultivars, Yavaros had the highest grain nitrogen (2.5%), grain protein (16.2%) and grain yield (7160.2 kg/ha). Likewise, interaction effect of fertilizer and cultivar showed that uremic in Yavaros with 27% had the highest protein content. The chlorophyll content had the increasing trend up to dough development stage and the maximum amount was obtained in uremic (61.6 SPAD unit). The highest crop growth rate was also observed in uremic at dough development stage. Overall, results showed that application of uremic especially in Yavaros cultivar caused 19.5% increase in grain yield compared to chemical fertilizers.

Keyword: Grain yield, uremic fertilizer, grain nitrogen, crop growth rate

1- MSc Student, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran

2- Associate Professor, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran

3- Assistant Professor, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University

www.SID.ir