نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره پیاپی ۳۵، سال نهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳ / صفحات: ۷۱-۶۱

اثر کود نانو پتاسیم بر فاکتورهای رشد، سیستم فتوسنتزی و میزان پروتئین گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم N۸۰۱۹

طاهره توان[۱]، مریم نیاکان*[۲] و عباسعلی نوری‌نیا[۳]

[۱] کارشناس‌ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان

[۲] دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان

[۳] استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی، گرگان

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۶ تاریخ پذیرش:۹۲/۷/۲۷

چکیده

استفاده از نانو کودها به‌منظور کنترل دقیق آزادسازی عناصر غذایی می‌تواند گامی موثر در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست باشد. در این تحقیق اثر کود نانو پتاسیم بر پارامترهای رشد شامل تعداد برگ و گره، وزن‌تر، وزن خشک و طول ریشه و اندام هوایی و پارامترهای فیزیولوژیکی شامل کلروفیل a,b، قندهای محلول و پروتئین در ریشه و برگ گیاه گندم رقم N۸۰۱۹ مورد بررسی قرار گرفت. جهت نیل به این هدف رقم مورد نظر تحت شرایط مزرعه‌ای بر اساس طرح بلوک‌های تصادفی کشت و در اوایل فاز زایشی در سه مرحله با کود نانو پتاسیم در سه غلظت شامل ۰/۱۵، ۰/۳ و ۰/٦ درصد و نیز صفر (شاهد) بر اندام‌های هوایی گیاه محلول پاشی شد. طبق نتایج بدست آمده تعداد برگ در محلول پاشی با کود نانو پتاسیم در غلظت ۰/۳ درصد و طول ریشه و اندام‌هوایی در غلظت ۰/۱۵ درصد افزایش معنی‌داری را در مقایسه با سایر تیمارها و نیز شاهد نشان داد در حالی که محلول پاشی با کود مورد نظر اختلاف معنی‌داری در تعداد گره و وزن خشک ریشه حاصل ننمود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد کاربرد غلظت‌های مختلف کود نانو پتاسیم موجب افزایش معنی دار محتوای کلروفیل a,b، قندهای محلول و پروتئین در برگ و ریشه گیاه گندم رقم N۸۰۱۹ نسبت به شاهد شد.

واژگان کلیدی: رشد رویشی، شاخص‌های فیزیولوژیکی، کود نانو پتاسیم، گندم

مقدمه

مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، منابع آبی جهان را تحت تاثیر قرار داده و منجر به بروز فرایند مردابی شدن در اکوسیستم‌های آبی می‌شود (Vattani et al., 2012). فناوری اتم، در واقع شامل مجموعه‌ای از فناوری‌های جدید است که با خودگرایی اتم‌ها، مولکول‌ها و ذرات کوچکتر از اتم، موجب تشکیل مواد و محصولات جدیدی می‌گردد. فناوری نانو به‌تدریج درحال گذر از مرحله آزمایشگاهی به مرحله عملیاتی و کاربردی است و این امر منجر به حضور محسوس‌تر این فناوری دربخش کشاورزی گشته است. در این راستا استفاده از نانوکودها به منظورکنترل دقیق آزادسازی عناصرغذایی می‌تواند گامی موثر در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست باشد. به‌دلیل آنکه با به کار گیری نانو کودها زمان و سرعت رهاسازی عناصر با نیاز غذایی گیاه

*نویسنده مسئول: neda.niakan@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

منطبق و هماهنگ می‌شود، لذا گیاه قادر به جذب بیشترین مقدار مواد غذایی بوده و در نتیجه ضمن کاهش آبشویی عناصر، عملکرد محصول نیز افزایش می‌یابد. با به کارگیری فناوری نانو در بهینه کردن فرمولاسیون کودهای شیمیایی می‌توان به دستاوردهای شگرفی از جمله کاهش مصرف انرژی، صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید و جلوگیری از معضلات زیست محیطی نائل آمد (Naderi and Danesh-Shahraki, 2013).

پتاسیم از عناصر ضروری گیاهان عالی و فراوان‌ترین عنصر موجود در پیکره گیاه پس از ازت است که علاوه بر دخالت در فرایندهای فیزیولوژیکی، دربهبودکیفیت محصولات کشاورزی نیزجایگاه ویژه‌ای رابه خود اختصاص داده است. مهمترین بخش تأمین‌کننده پتاسیم موردنیاز گیاه، پتاسیم محلول در خاک است (سالاردینی، ۱۳۸۳). پتاسیم فراوان ترین کاتیون موجود در سیتوپلاسم بوده و نمک‌های پتاسیم به ایجاد پتانسیل اسمزی مناسب در درون سلول‌ها و بافت‌های گیاهان گلیکوفیت کمک می‌کنند (ملکوتی و همایی، ۱۳۸٤). نقش پتاسیم در بزرگ شدن سلول‌ها به‌عنوان بخشی از فرایند رشد سلولی و دیگر فرایندهایی که به‌وسیله عمل تورژسانس تنظیم می‌شود، با غلظت این عنصر در واکوئل‌ها ارتباط دارد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸٤). Jianrong و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی‌هایی که روی درخت توت انجام دادند، گزارش کردند پتاسیم سبب افزایش رشد رویشی درختان می‌شود.

همچنین این عنصر در فعال سازی تعداد زیادی از آنزیم‌های فتوسنتزی، ساختن پروتئین‌ها، فرآیندهای اکسیداتیو و تعادل بار الکتریکی غشاهای سلولی نقش دارد (Shabala, 2003). پتاسیم فعال کننده آنزیم‌های زیادی در گیاه است و این آنزیم‌ها به‌عنوان کاتالیزور در ساخت موادی نظیر نشاسته و پروتئین دخالت می‌کنند (ملکوتی و همایی، ۱۳۸٤; Khold-e-barin and Islamzadeh, 2005). تحقیقات نشان داده است یون پتاسیم انتقال مواد حاصل از فتوسنتز را تسریع می‌کند. این امر احتمالاً مربوط به فرایندهای فتوفسفوریلاسیون است. در این راستا افزایش فتوفسفوریلاسیون و انتقال الکترون فتوسنتزی در گیاهانی که به خوبی از یون پتاسیم برخوردار هستند، مشاهده شده است (سالاردینی، ۱۳۸۳; Graham, 2003). تحقیقات نشان داده است پتاسیم سبب مقاومت به خشکی شده و با افزایش سطح برگ و بالا بردن میزان کلروفیل موجب افزایش ظرفیت فتوسنتز و در نهایت عملکرد می‌شود (Cakmak, 2002). گزارش شده است پتاسیم بیشتر آنزیم‌هایی را که باعث تجمع مولکول‌های کوچک شده و مولکول‌های بزرگ مانند نشاسته را تولید می‌کنند را فعال می‌نماید (سالاردینی، ۱۳۸۳). در این راستا عنوان شده است کمبود پتاسیم باعث افزایش ذخیره مواد هیدروکربنی در گیاه می‌شود. این پدیده در نتیجه تاخیر در ساخت پروتئین پیش می‌آید. گزارش شده است پتاسیم در آخرین مرحله فرایند ساخت پروتئین شرکت و آن را هدایت می‌کند. لذا در داخل گیاه وقتی میزان پتاسیم کم می‌شود میزان پروتئین نیز کاهش یافته و به جای آن غلظت آمیدها و اسیدهای آمینه افزایش می‌یابد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸٤).

پژوهش‌های مختلف حاکی از آن است که سه عنصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن در خاک نسبت به سایر عناصر ضروری برای حداکثر رشد گیاه ناکافی است. لذا این سه عنصر، ترکیب اساسی کودهای تجاری راتشکیل می‌دهند (سالاردینی، ۱۳۸۳). کشاورزان و محققان کشاورزی اغلب به استفاده کورکورانه از کود پتاسی و یا استفاده از پتاسیم طبیعی خاک توجه دارند و کمتر به تجزیه و تحلیل دینامیکی پتاسیم در خاک می‌پردازند. اخیراً کشت‌های متراکم و سرعت تخلیه عناصر غذایی باعث کمیاب شدن پتاسیم در خاک و

Archive of SID

www.SID.ir

نیز عدم تعادل عناصر غذایی N:K و یا P:K گردیده است (Krishna, 2002).

گندم یکی از شناخته‌شده‌ترین گیاهان زراعی جهان می‌باشد و احتمالاً یکی از اولین گیاهان است که بوسیله انسان کشت شده و به همین دلیل مهمترین گیاه زراعی به شمار می‌رود (پورصالح، ۱۳۷٤). از دیر باز گندم بهترین غذا در بین غلات بوده و به دلیل سازگاری با انواع شرایط کشاورزی، سهولت ذخیره دانه‌ها و تبدیل دانه آن به آرد برای ساختن بسیاری از خوردنی‌های مطبوع و دلپذیر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه یکی از مهمترین منابع کربوهیدرات دربیشترکشورهای جهان می‌باشد (Rajarm and Gomez, 2002).

Mojid و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند گندم برای رشد و عملکرد مناسب به مقدار کافی از پتاسیم نیاز دارد. با توجه به مطالب فوق هدف از تحقیق حاضر بررسی کود نانو پتاسیم در سه غلظت بر برخی شاخص‌های رشد، میزان کلروفیل a,b، محتوای قندهای محلول و پروتئین کل دو بخش ریشه و اندام هوایی گندم N۸۰۱۹ بود تا پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه گندم به کاربرد مقادیر متفاوت کود نانو پتاسیم مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در ابتدا زمینی به ابعاد ۱۰×۱۵ مترمربع، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد گرگان انتخاب و پس از شخم زدن زمین مطابق با روش متداول کشت گندم در منطقه، کود فسفات آمونیوم به میزان ۵ کیلوگرم و سولفات پتاسیم به میزان ۵ کیلوگرم به خاک داده شد. سپس این قطعه زمین بر اساس طرح فاکتوریل با بلوک‌های تصادفی به ۸ کرت به ابعاد ۳×٤ تقسیم شد. فاصله بین ردیف‌ها نیم متر و فاصله بین کرت‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. مشخصات خاک مزرعه در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات خاک مزرعه

نوع بافت خاک	Si-C-L	کربن آلی (درصد)	۳۱/۳۱
ماسه (درصد)	۱۸	درصد مواد خنثی شونده	۲۰/۰
لای (درصد)	٥٤	اسیدیته گل‌اشباع	۷/٦
رس (درصد)	۲۸	هدایت‌الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	۰/۹۳
پتاسیم‌قابل‌جذب (ppm)	۱٦۱	آهن (ppm)	۱٦/٤۸
فسفرقابل‌جذب (ppm)	٤/۷	عمق (cm)	۳۰/۰

بذر گندم رقم N۸۰۱۹ از مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان تهیه و در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۳ مطابق با طرح مورد نظر کشت و در مرحله پنجه‌زنی به‌طور همزمان و یکنواخت آبیاری شدند. سپس در تاریخ ۱۳۹۱/۰۱/۳۰ کود کلات نانو پتاسیم خریداری شده از شرکت سپهر پارمیس در غلظت‌های ۰/۱۵، ۰/۳ و ۰/٦ درصد و نیز صفر (شاهد) در اوایل مرحله زایشی در طی سه مرحله با فاصله ۵ روز از یکدیگر بر اندام هوایی گیاه در قالب ۸ تیمار با چهار تکرار محلول‌پاشی شد.

در تاریخ ۱۳۹۱/۰۲/۲۵ گیاهان با دقت از خاک خارج و جهت سنجش شاخص‌های رشد و پارامترهای فیزیولوژیکی، برگ و ریشه گیاه گندم مورد بررسی قرار گرفت.

سنجش پارامترهای رشد: جهت اندازه‌گیری پارامترهای رشد، ۱۰ گیاه از هر تیمار به‌صورت تصادفی برداشت شد و پس از شستن ریشه‌ها و پاک‌سازی آن پارامترهای رشد شامل، تعداد برگ و گره، وزن تر ریشه و برگ، وزن خشک ریشه و برگ، طول ریشه و اندام‌هوایی اندازه‌گیری شد. برای توزین پارامترهای مورد نظر از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

سنجش پارامترهای فیزیولوژیکی

سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی: جهت سنجش میزان کلروفیل a و b از روش Bruinsma (1963) استفاده شد. در این روش پس از توزین، برگ‌ها در استون ۸۰٪ همگن گشته و جذب عصاره حاوی رنگیزه‌ها در طول موج‌های ٦٤٥ و ٦٦٣ توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. جهت تعیین محتوای رنگیزه‌های کلروفیلی با استفاده از روابط زیر مقدار آنها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر محاسبه گردید.

$$Chla=0/0127A_{663} - 0/00269A_{645}$$
$$Chlb=0/0229A_{645} - 0/00468A_{663}$$

سنجش قندهای محلول: برای سنجش میزان قندهای محلول از روش Kochert (1978) استفاده شد. برای این منظور ریشه و برگ گیاهان تحت تیمارهای مختلف در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت داخل آون خشک گردید. سپس الکل اتانول ۷۰ درصد به هر یک از نمونه‌ها اضافه و در یخچال به‌مدت یک هفته نگهداری شد. در مرحله بعد به ۱ میلی‌لیتر آن، ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ افزوده و جذب در طول موج ٤٨٥ nm در مقابل شاهد خوانده شد. سپس با استفاده از گلوکز منحنی استاندارد ترسیم و مقدار قندهای محلول بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک محاسبه گردید.

سنجش پروتئین کل: میزان پروتئین کل نمونه‌ها با استفاده از روش Lowry و همکاران (۱۹۵۱) تعیین شد. بدین ترتیب که ۰/۲ گرم ماده خشک از نمونه گیاهی در یک بوته چینی به کمک ۰/۵ میلی‌لیتر بافرتریس خوب ساییده شد و بعد از ۵ دقیقه محتویات به درون لوله سانتریفیوژ منتقل گردید. لوله‌ها بلافاصله به مدت ٤٠ دقیقه با دور ۵۰۰۰g سانتریفوژ شده و پس از خروج از دستگاه، بخش رویی به یک لوله آزمایش منتقل گردید. ۵۰ میکرولیتر از عصاره حاصل در یک لوله آزمایش دیگر ریخته شد و بر روی آن ۹۵۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه گردید. سپس معرف‌های A (کربنات سدیم و سود ۵/۰ نرمال)، B (سولفات مس ۱ درصد)، C (تارتارات سدیم پتاسیم ۲ درصد)، معرف D (شامل معرف‌های A، B و C) و معرف E (معرف فولن- سیوکالتو) تهیه شد. سپس به محلول عصاره ۱ میلی‌لیتر از معرف D اضافه شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه ۱۵ دقیقه به‌حال خود قرار گرفت. سپس ۳ میلی‌لیتر معرف E به محلول فوق اضافه و به شدت تکان داده شد. در این مرحله محلول ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم ٤٠ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از خارج کردن از حمام آب گرم ۲۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار داده شد. پس از این مرحله جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. پس از رسم منحنی استاندارد با استفاده از سرم آلبومین گاوی میزان پروتئین بر حسب گرم در گرم وزن خشک محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق واریانس دو عاملی و میانگین انجام گرفت. همچنین مقایسه بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن توسط برنامه آماری SPSS برای چهار تکرار صورت گرفت و رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel انجام شد. نمودار نشانگر X± SE می‌باشد.

نتایج

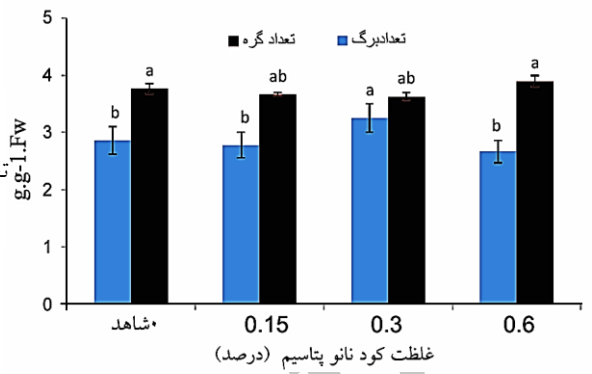
بررسی اثر کود نانو پتاسیم بر صفات مورفولوژیکی گیاه گندم

تعداد برگ و گره: مطابق با نتایج بدست آمده کاربرد کود نانوپتاسیم تنها در غلظت ۰/۳ درصد موجب افزایش تعداد برگ در گیاه گندم گشت که این افزایش نسبت به شاهد و سایر تیمارها در سطح $P\leq ۰/۰۵$ معنی‌دار بود.

Archive of SID

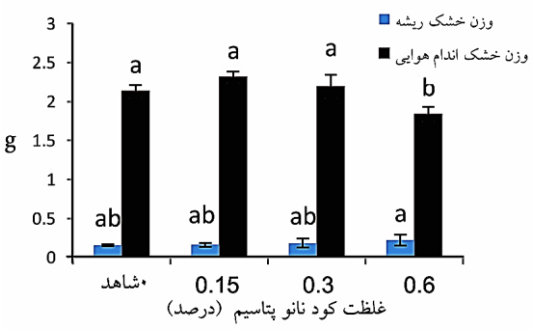
www.SID.ir

طبق نتایج پژوهش حاضر محلول پاشی کود نانوپتاسیم در غلظت‌های متفاوت اختلاف معنی‌داری



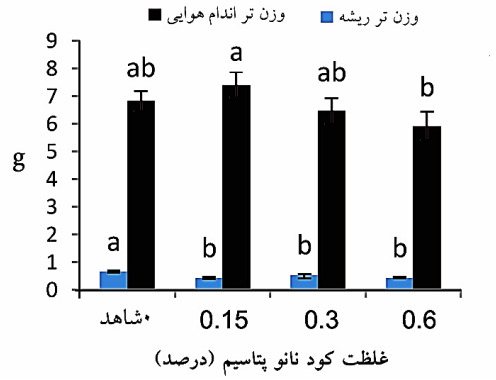
شکل ۱: اثر غلظت‌های مختلف کود نانو پتاسیم برحسب درصد، بر تعداد برگ و تعداد گره در گندم رقم N۸۰۱۹. حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار در سطح P≤ ۰/۰۵ است.

وزن تر ریشه و اندام هوایی: چنانچه در شکل ۲ ملاحظه می‌شود کاربرد کود نانوپتاسیم موجب کاهش وزن تر ریشه در تمام تیمارها نسبت به شاهد شد که این کاهش در سطح احتمال P≤۰/۰۵ معنی‌دار بود. از سوی دیگر وزن تر اندام هوایی گیاه تحت تاثیر تیمارهای بکار برده شده قرار نگرفت و اختلاف معنی‌داری بین شاهد و سایر تیمارها مشاهده نشد.



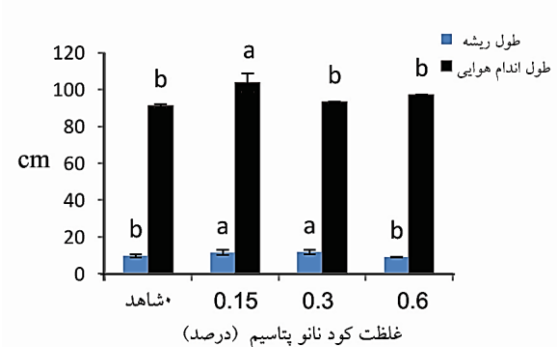
شکل۳: اثر غلظت‌های مختلف کود نانو پتاسیم بر حسب درصد، بر وزن خشک ریشه و اندام هوایی گندم رقم N۸۰۱۹ حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح P≤ ۰/۰۵ است.

را در تعداد گره گندم رقم N۸۰۱۹ در مقایسه با شاهد حاصل ننمود (شکل ۱).



شکل ۲: اثر غلظت‌های مختلف کود نانو پتاسیم بر حسب درصد، بر وزن‌تر ریشه و اندام هوایی گندم رقم N۸۰۱۹ حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح P≤ ۰/۰۵ است.

وزن خشک ریشه و اندام هوایی: طبق نتایج بدست آمده مقادیر متفاوت کود نانوپتاسیم موجب اختلاف معنی‌دار در وزن خشک ریشه گیاه گندم در مقایسه با شاهد نشد ولیکن کاربرد این کود در غلظت ۰/٦ درصد موجب کاهش معنی‌دار در وزن خشک اندام هوایی گیاه شد که این کاهش در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بود (شکل۳).



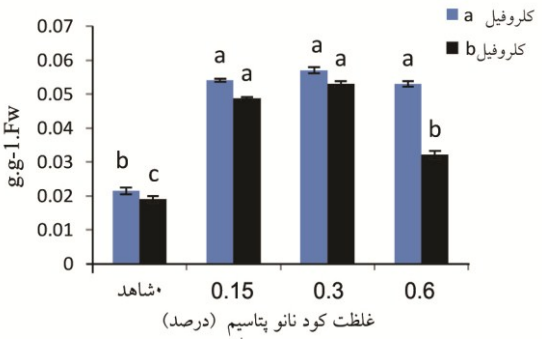
شکل ٤: اثر غلظت‌های مختلف کود نانو پتاسیم برحسب درصد، بر میزان طول ریشه و اندام هوایی گندم رقم N۸۰۱۹. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح P≤ ۰/۰۵ است.

www.SID.ir

طول ریشه و اندام هوایی: بیشترین طول ریشه در تیمار ۰/۱۵ و ۰/۳ درصد غلظت کود نانو پتاسیم مشاهده شدوکمترین طول ریشه مربوط به شاهد و تیمار ۰/٦ درصد غلظت کود نانو پتاسیم بود. بیشترین طول اندام هوایی نیز در ۰/۱۵ درصد کود نانوپتاسیم مشاهده شد که این افزایش در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها در سطح P≤۰/۰۵ معنی‌دار بود (شکل ٤).

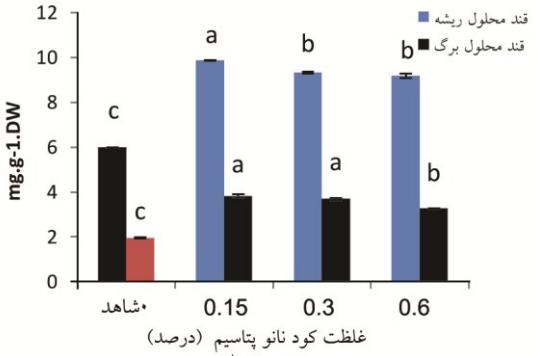
بررسی اثر کود نانو پتاسیم بر پارامترهای فیزیولوژیکی

میزان کلروفیل a و b: کاربرد کود نانوپتاسیم در غلظت‌های ۰/٦، ۰/۳ و ۰/۱۵ درصد موجب افزایش معنی‌داری در محتوای کلروفیل a و b در مقایسه با شاهد شد (شکل ۵).



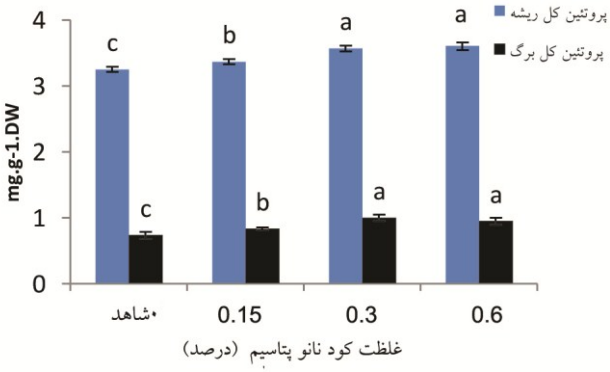
شکل۵: اثر غلظت‌های مختلف کود نانو پتاسیم بر حسب درصد، بر میزان کلروفیل a,b، در گندم رقم N۸۰۱۹. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح P≤ ۰/۰۵ است.

میزان قندهای محلول برگ و ریشه: بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میزان قندهای محلول ریشه در غلظت ۰/۱۵ درصد کود نانو پتاسیم و کمترین در شاهد مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان قندهای محلول برگ نیز در دو غلظت ۰/۱۵ و ۰/۳ درصد کود نانوپتاسیم و کمترین در شاهد دیده شد (شکل ٦).



شکل٦: اثر غلظت‌های مختلف کود نانو پتاسیم برحسب درصد، بر میزان قندهای محلول ریشه و برگ در گندم رقم N۸۰۱۹. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ P≤ است.

میزان پروتئین کل برگ و ریشه: مطابق با نتایج بدست آمده با کاربرد کود نانو پتاسیم میزان پروتئین برگ و ریشه در مقایسه با شاهد روند صعودی را طی نمود و بیشترین میزان پروتئین برگ و ریشه در غلظت‌های ۰/٦ و ۰/۳ درصد کود نانو پتاسیم مشاهده شد (شکل ۷).



شکل ۷: اثر غلظت‌های مختلف کود نانو پتاسیم بر حسب درصد، بر میزان پروتئین کل ریشه و برگ در گندم رقم N۸۰۱۹. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ P≤ است.

Archive of SID
www.SID.ir

بحث

مطابق با نتایج این پژوهش تعداد برگ در محلول پاشی با کود نانو پتاسیم در غلظت ۰/۳ درصد و طول ریشه و اندام هوایی در غلظت ۰/۱۵ درصد افزایش معنی‌داری را در مقایسه با سایر تیمارها و نیز شاهد نشان داد. از سوی دیگر محلول پاشی با کود مورد نظر اختلاف معنی‌داری در تعداد گره و وزن خشک ریشه ایجا نکرد. گزارش شده است پتاسیم یکی از عناصر ضروری و مهم برای رشد گندم بوده و وجود غلظت کافی از آن در محیط ریشه نقش موثری در افزایش رشد و عملکرد آن دارد (Mojid et al., 2012). نقش پتاسیم در بزرگ و طویل شدن سلول‌ها به‌عنوان بخشی از فرایند رشد سلولی و دیگر فرایندهایی که به‌وسیله عمل تورژسانس تنظیم می‌شود، با غلظت پتاسیم در واکوئل ها ارتباط دارد (ملکوتی و همایی، ۱۳۸٤). عنوان شده است رابطه تنگاتنگی بین پتاسیم، رشد بافت‌های مریستمی و نیز تقویت اثر این عنصر بر هورمون‌های رشد نظیر ژیبرلین و اکسین وجود دارد که این امر رشد طولی سلول‌ها و در نتیجه رشد طولی اندام‌های گیاهان را به دنبال دارد (Shabala, 2003).

تحقیقات نشان داده است استفاده از پتاسیم در حد نیاز گیاه و به‌صورت چند مرحله‌ای موجب افزایش رشد گیاه کلزا در د مرحله رویشی و زایشی، افزایش ماده خشک و جلوگیری از خارج شدن آن از دسترس گیاه در اثر آبشویی و تصعید می‌شود (Pathak et al., 2008). Yang و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند کاربرد پتاسیم مقدار پنجه‌زنی ساقه و وزن خشک گیاه برنج را افزایش می دهد و باعث افزایش تجمع کربوهیدرات و محصول بعضی از ژنوتیپ‌های برنج می‌شود. در گزارشی از رمضان‌پور و همکاران (۱۳۸۷) نیز در بررسی اثر پتاسیم بر روی گیاه گندم عنوان شد که ارتفاع بوته در نتیجه تاثیر پتاسیم افزایش می‌یابد. همچنین تحقیقات نشان داده است پتاسیم استحکام گیاه را افزایش داده و برای رشد بهینه مقدار مطلوب آن ضروری است (Shomali et al., 2007). نیاز گندم به پتاسیم برابر نیاز آن به ازت و در برخی موارد حتی بیشتر نیز می‌باشد. عنوان شده است کمبود پتاسیم در مرحله دو برگی، تعداد سنبله‌ها و در مراحل بعدی، وزن هزاردانه را در گندم کاهش می‌دهد (Kemler, 1983).

همچنین در پژوهش حاضر مشخص گردید محلول پاشی کود نانو پتاسیم در سه غلظت ۰/۱۵، ۰/۳ و ۰/٦ درصد موجب افزایش میزان کلروفیل a، b در مقایسه با شاهد گشت. عنوان شده است پتاسیم از فاکتورهای مهم در بهبود وضعیت رویشی برگ، مقدار کلروفیل و فعالیت ماده‌سازی برگ می‌باشد. میزان فتوسنتز همزمان با رشد برگ‌های جوان به سرعت افزایش می‌یابد و نهایت آن زمانی است که برگ‌ها به اندازه کامل خود می‌رسند. در این زمان عواملی نظیر اقلیم، واریته، رطوبت و میزان نیتروژن و پتاسیم در خاک بر روی میزان سبزینگی و مقدار کلروفیل تاثیر زیادی دارد (Fox et al., 1994). محتوای کلروفیل برگ‌ها یکی از عواملی کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد (Gosh et al., 2004). Kumar و Kumar (۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزایش مصرف سولفات پتاسیم افزایش در محتوی نسبی کلروفیل دیده شد. این محققان اعلام داشتند بالا رفتن فعالیت‌های فتوسنتزی ناشی از افزایش محتوی نسبی کلروفیل در برگ‌ها به واسطه نقش پتاسیم در سنتز پیش ماده رنگدانه‌های کلروفیل می‌تواند باشد و افزایش محتوی نسبی کلروفیل در برگ‌ها تبدیل انرژی تابشی به شکل انرژی شیمیایی اولیه در شکل NADPH و ATP را در کلروپلاست‌ها بهبود می‌بخشد. پتاسیم برای تثبیت CO_2 در کلروپلاست‌ها و برای

Archive of SID

www.SID.ir

فعالیت آنزیم ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز ضروری است. این عنصر در سنتز پروتئین‌ها، فتوسنتز و انتقال مواد حاصل از آن، ایفای نقش می‌کند و در صورت کمبود پتاسیم فعالیت آنزیم‌هایی مانند سینتتازها، اکسید و ردوکتازها، دهیدروژنازها، ترانسفرازها و کینازها مختل و فعالیت آنزیم ATPase و نیز جذب و انتقال تعدادی از عناصر غذایی کاهش می‌یابد .افزایش نیاز به پتاسیم در گیاهان تحت تأثیر تنش خشکی وابسته به این حقیقت است که پتاسیم در حفظ تثبیت CO_2 فتوسنتزی مؤثر است (Kanai et al., 2007).

در پژوهش حاضر قندهای محلول برگ و ریشه در کاربرد کود نانوپتاسیم به شکل محلول‌پاشی در هر سه غلظت مورد آزمایش در مقایسه با شاهد افزایش قابل ملاحظه و معنی‌داری یافت. تحقیقات نشان داده شده است پتاسیم تحمل گیاه را نسبت به تنش‌های محیطی بیشتر و تولید نشاسته و کربوهیدرات‌ها را افزایش می‌دهد (Shomali et al., 2007). از جمله موارد تأثیر پتاسیم بر رشد و عملکرد گیاهان می‌توان به ازدیاد وزن دانه، تشکیل و انتقال نشاسته و قند اشاره نمود (سالاردینی، ۱۳۸۳). طبق گزارش جمشیدی و همکاران (۱۳۸۹) در رابطه با تاثیر پتاسیم بر گیاه ارزن عنوان شده است که با افزایش کود پتاس، روند افزایشی در میزان کربوهیدرات‌ها در مرحله پنجه‌زنی و گلدهی دیده شد. تحقیقات نشان داده است بین تولید نشاسته و قند و مقدار پتاسیم رابطه مثبتی وجود دارد. نشان داده شده است پتاسیم فعالیت دیاستازی و قندسازی را در گیاه افزایش داده و بدین‌ترتیب از عمل یخ زدن در داخل سلول‌های گیاهی تا حدود زیادی می‌کاهد. اکثر گیاهان در موقع رشد و نمو به پتاسیم زیادی احتیاج دارند و این نیاز کل دوره رشد را شامل می‌شود. کمبود پتاسیم، ظهور بسیاری از آنزیم‌های مهم و مؤثر در سنتز پیروات (فسفوانول پیروات کربوکسیلاز، فسفوانول پیروات کربوکسی کیناز، آنزیم مالیک) و متابولیسم قند (گلوکز ٦فسفات دهیدروژناز، نشاسته سنتتاز) را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Pettigrew, 1999; Shin and Schachtman, 2004). وجود پتاسیم کافی نیز با توجه به نقشی که در حفظ پتانسیل آبی گیاه و جلوگیری از هدر رفتن آب دارد، در شرایط تنش آبی، سبب حفظ فعالیت فتوسنتزی و جلوگیری از کاهش شدید فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی می‌گردد (Daneshian et al., 2002). در گونه‌های جنس براسیکا در عکس‌العمل به کاربرد پتاسیم تحت شرایط تنش رطوبتی، کاهش تدریجی در پرولین و افزایش نشاسته و کربوهیدرات محلول و محتوی پروتئین محلول کل دیده شد و اثر زیانبار تنش رطوبتی به‌صورت معنی‌داری به واسطه افزایش مصرف پتاسیم کاهش یافت (Sharma and Kuhad, 2006).

در پژوهش حاضر میزان پروتئین کل برگ در همه تیمارهای مورد مطالعه نسبت به شاهد افزایش یافت. علاوه بر نقش کلیدی پتاسیم در ساخت نشاسته، این عنصر در سنتز پروتئین نیز نقش دارد (Khold-e-barin and Islamzadeh, 2005). کمبود پتاسیم باعث افزایش ذخیره مواد هیدروکربنی در گیاه می‌شود. این پدیده در نتیجه تاخیر در ساخت پروتئین پیش می‌آید. چون پتاسیم در آخرین مرحله ساخت پروتئین، فعال است و فعل و انفعالات را به منظور تولید پروتئین هدایت می‌کند، بنابراین وقتی میزان پتاسیم کم می‌شود میزان پروتئین نیز کاهش یافته و به جای آن غلظت آمیدها و اسیدهای آمینه افزایش می‌یابد (ملکوتی، ١٣٨٤). عنوان شده است پتاسیم در فعال‌سازی تعداد زیادی از آنزیم‌های فتوسنتزی، ساختن پروتئین‌ها، متابولیسم اکسیداتیو و تعادل بار الکتریکی غشاهای سلولی نقش دارد (Shabala, 2003; Khold-e-barin

Archive of SID

www.SID.ir

and Islamzadeh, 2005). بنابراین با افزایش مصرف پتاسیم، مواد فتوسنتزی بیشتری جهت سنتز پروتئین اختصاص یافته و هدایت و انتقال هیدروکربن‌ها کاهش خواهد یافت (Zaman Khan et al., 2004). تحقیقات نشان داده است پتاسیم در ساخت ترکیبات پلیمری در گیاه نقش اساسی دارد. در گیاهانی که دچار کمبود پتاسیم می‌باشند، قندهای ساده، ترکیبات ازته محلول و اسیدهای آمینه انباشته شده و از مقدار نشاسته و پروتئین برگ‌ها کاسته می‌شود (Maynard, 2007).

نتیجه‌گیری نهایی

در پژوهش حاضر مشخص گردید که محلول پاشی کود نانو پتاسیم در غلظت‌های مختلف، بر پاسخ های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ریشه و اندام هوایی گیاه گندم اثر گذار است. مطابق با نتایج این تحقیق محلول پاشی کود نانوپتاسیم در غلظت‌های بکار گرفته شده در این پژوهش اثر معنی‌داری بر تعداد برگ، وزن‌تر اندام هوایی و وزن خشک ریشه گیاه گندم رقم N۸۰۱۹ ایجاد ننمود، ولیکن موجب افزایش تعداد گره و طول ریشه و اندام هوایی گیاه در غلظت‌های ۰/۱۵ و ۰/۳ درصد کود نانو پتاسیم شد. همچنین استفاده از کود نانوپتاسیم موجب افزایش قابل ملاحظه و معنی‌دار کلروفیل و قندهای محلول و پروتئین در ریشه و برگ گیاه گندم گشت. بنابراین با توجه به کمبود پتاسیم محلول در خاک‌های زراعی به نظر می‌رسد استفاده از نانو کود پتاسیم به شکل محلول پاشی راهکاری مناسب جهت افزایش رشد و در نهایت عملکرد گیاه با توجه به کاهش آلودگی‌های زیست محیطی باشد.

منابع

پورصالح، م. (۱۳۷٤). گیاهان اقتصادی جهان. مرکز نشر سپهر. تهران.

جمشیدی، پ.، حیدری، م.، سیاه‌سر، ب.ع. (۱۳۸۹). اثر تنش شوری و کود سولفات پتاسیم بر میزان کربوهیدرات در مراحل رشدی رویشی و زایشی ارزن. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. صفحه ٤.

رمضان پور، م.ر.، دستفال، م.، ملکوتی، م.ج. (۱۳۸۷). اثر پتاسیم در کاهش تنش خشکی در گندم در منطقه داراب فارس. مجله علوم خاک و آب، جلد ۲۲، شماره ۹. صفحات ۱۵-۱.

سالار دینی، ع. (۱۳۸۳). اصول تغذیه گیاه. انتشارات دانشگاه تهران.

ملکوتی، م.ج. و همایی، م. (۱۳۸٤). پتاسیم در کشاورزی ایران. چاپ اول. انتشارات سنا. تهران، صفحه ۲۹۲.

Bruinsma, J. (1963). The quantitive analysis of chlorophyll a and b in plant extract photochem. Photobioligy. 12: 241-249.

Cakmak, I. (2002). The role of potassium in alleviating detrimental effect of abiotic stresses in plants. In: proceeding of the IPI congress on feed the soil to feed the people. The Role of Potash in Sustainable Agriculture. Pp: 8-10.

Daneshian, J., MajidiHrvan, A., and Jonoubi, P. (2002). The effect of drought stress and different amounts of potassium on quantitative and qualitative characteristics of Soybean. Journal of Agriculture Science. 8(1):108-95.

Fox, R.H., Piekielex, W.P. and Macheal, K.M. (1994). Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 25(3-4):171-181.

Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K. and Hati, K.M. (2004). Comparative affective of cattle manure, pultry manure, phospocompost and fertilizer- NPK on three

Archive of SID

www.SID.ir

cropping system in vertisols of semi- arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll. Content and Enzyme Activity. Bioresours Technology. 95: 85-93.

Graham, S. (2003). Nanotech: It`s not easy being green. Scientific American. Com`s nanotechnology channel, http://www. Sciam.com/nanotech.

Jianrong, F., Changgeng, J. and Zheng, L. (2005). Potassium improves and quality of mulberry leaves. Better Crop. 79(4):78-86.

Kanai, S., Ohkura, K., Adu-Gyamfi, J., Mohapatra, P., Saneoka, H. and Fujita, K. (2007). Depression of sink activity precedes the inhibition of biomass production in tomato plants subjected to potassium deficiency stress. Journal of Experimental Botany. 58: 2917–2928.

Kemler, G. (1983). Modern aspects of wheat maturing. 2nd End, Switzerland: IPI. Bern.

Khold-e-barin, B. and Islamzadeh, T. (2005). Mineral nutrition of higher plants (translated). Shiraz University Press, pp: 495.

Kochert, G. (1978). Carbohydrate determination by phenol sulfuric acid method in: Helebust, J.A. and CRAIG, J.S. (ed): Hand book of Ohicologia Method. Pp: 56-97.

Krishna, K.R. (2002). Soil fertility and crop production .Science publisher. Inc. Edified. PP: 465.

Kumar, A.R. and Kumar, M. (2008). Studies on the efficacy of sulphate of potash on physiological, yield and quality parameters of Banana cv. Robusta (Cavendish- AAA). Asian Journal Biological of Science. 2:102-109.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J. and Rand, R.J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry. 193: 265-273.

Maynard, A.D. (2007). Research needs and priorties yelated to the environmental, Health and safety aspects of the engineered nanoscale materials. Published by project on emerging nanotechnologies, Woodrow wilson International center for scholars. Washington, DC.

Mojid, M.A., Wyseure, G.C.L and Biswas, S.K. (2012). Requirement of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers for wheat cultivation under irrigation by municipal wastewater. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12(4): 655-665.

Naderi, M.R. and Danesh-Shahraki. A. (2013). Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(19): 2229-2232.

Pathak, R.R., Ahmad, A., Lochab, S. and Raghuram, N. (2008). Molecular physiology of plant nitrogen use efficiency and biotechnological options for its enhancement. Current Science. 94:1394-1403.

Pettigrew, W.T. (1999). Potassium deficiency increases specific leaf weights and leaf glucose levels in field-grown cotton. Agronomy Journal. 91: 962–968.

Rajarm, S., and Gomez, H. (2002). Bread wheat: Improvement and production. FAO Pub., pp. 554.

Shabala, S. (2003). Regulation of potassium transport in leaves: From molecular to tissue level. Annual of Botany. 92: 627-634.

Sharma, K.D. and Kuhad, M.S. (2006). Influence of potassium level and soil moisture regime on biochemical metabolites of *Brassica* Species. Brassica Journal. 8:71-74.

Shin, R. and Schachtman, D.P. (2004). Hydrogen peroxide mediates plant root cell response to nutrient deprivation. National Academy of Science of the USA. 101:8827–8832.

Shomali, R., Abdolzadeh, A., Haddadchi, G. and Sadeghipour, H. (2007). Effect of different potassium and iron concentration on growth, ion contents and some biochemical parameters in rice (var. Tarem). Journal of Agriculture and Natural Resources. 14(5):64-65.

Yang, X.E., Liu, J.X., Wang, Z.Q. and Lue, A.C. (2004). Potassium internal use efficiency yelative to growth vigor, Potassium distribution and carbohydrate allocation in rice genotypes. Journal of Plant Nutrition. 27:837-852.

Vattani, H., Keshavarz, N. and Baghaei. (2012). Effect of sprayed soluble different levels of iron chelate nano fertilizer on nutrient uptake efficiency in two varieties of spinach (Varamin88 and Virofly). International Research Journal of Applied and Basic Sciences.3: 2651-2656

Archive of SID

www.SID.ir

Zaman Khan, H., Asghar Malik, M., Farrukh Saleem, M. and Imran, A. (2004). Effect of different potassium fertilization levels on growth, seed yield and oil contents of canola (*Brassica napus* L.). Journal of Agriculture and Biology. 6(3):557-559.

Archive of SID

www.SID.ir