

مدیریت مصرف کود نیتروژن در شالیزار تحت شرایط تنش خشکی

مجتبی رضایی^{۱*}، میثاق پرهیزگار خدیو^۱، مرتضی کمالی^۲

۱- استادیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

۲- کارشناس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: rezaei@yahoo.com

چکیده

نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز برنج است و نقش اساسی در رشد رویشی، تشکیل سنبلیچه‌ها، پرشدن دانه و تعیین عملکرد نهایی دارد. در سال‌های اخیر، افزایش رخداد خشکی‌های دوره‌ای و محدودیت منابع آب آبیاری، به‌ویژه در مراحل حساس رشد برنج، می‌تواند از طریق کاهش رطوبت خاک، محدود شدن انتقال نیتروژن به سمت ریشه و اختلال در فعالیت میکروبی، جذب و کارایی مصرف نیتروژن را تحت تأثیر قرار دهد. تنش خشکی باعث کاهش تحرک نیتروژن در خاک، محدود شدن فعالیت میکروبی و کاهش توسعه سیستم ریشه می‌شود و در نتیجه دسترسی گیاه به این عنصر کلیدی را مختل می‌کند. این شرایط سبب کاهش شاخص سطح برگ، افت فتوسنتز، کاهش تولید کربوهیدرات و در نهایت کاهش تعداد خوشه و وزن دانه می‌شود. مدیریت صحیح مصرف کود نیتروژن در شرایط تنش خشکی می‌تواند نقش مهمی در بهبود رشد و افزایش توان تحمل گیاه برنج در برابر تنش داشته باشد. مصرف تقسیطی نیتروژن، استفاده از منابع کُندرهش و تلفیق آن با مواد آلی می‌تواند به بهبود جذب و افزایش کارایی نیتروژن کمک کند. در این مقاله اثرات تنش خشکی بر کارکرد نیتروژن در گیاه برنج و راهکارهای مدیریتی برای استفاده بهینه از این عنصر بررسی شده است.

واژگان کلیدی: برنج، توسعه ریشه، مصرف کود، معدنی شدن

بیان مساله

در بسیاری از مناطق کشت برنج، کاهش منابع آبی و بروز دوره‌های خشکی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولید این محصول استراتژیک تبدیل شده است، به‌طوری‌که حتی در استان‌های شمالی کشور مانند گیلان نیز در برخی سال‌ها تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد برنج مشاهده شده است. تنش خشکی نه تنها رشد و فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه را کاهش می‌دهد، بلکه جذب و کارایی نیتروژن به‌عنوان یکی از عناصر غذایی ضروری گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (یوسفیان و دیگران، ۱۴۰۱). از آنجایی‌که نیتروژن عنصر اصلی تشکیل کلروفیل و پروتئین‌های ساختاری در برنج است، کاهش دسترسی آن منجر به کوچک شدن برگ‌ها، کاهش پنجه‌زنی، کاهش رشد خوشه و کاهش محتوای پروتئین دانه می‌شود. علاوه بر این، خشکی موجب کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها شده و فرآیند معدنی‌شدن نیتروژن را مختل می‌کند؛ به‌همین دلیل حتی زمانی‌که مقدار مناسبی کود نیتروژن در مزرعه وجود دارد، گیاه قادر به جذب مؤثر آن نیست (خسروی، ۱۴۰۱). تغییرات اقلیمی و افزایش دمای هوا نیز سرعت تبخیر را بالا برده و خشکی خاک را تشدید می‌کند و این موضوع باعث می‌شود کاربرد نیتروژن بدون برنامه‌ریزی، نه تنها بی‌اثر باشد، بلکه احتمال سوختگی ریشه و تجمع یون‌ها را نیز افزایش دهد. از سوی دیگر، نیاز نیتروژنی برنج در مراحل مختلف رشد یکسان نیست و این مسئله ضرورت زمان‌بندی مناسب و روش‌های نوین مصرف کود را بیشتر می‌کند. بنابراین شناخت اثرات تنش خشکی بر رفتار نیتروژن در خاک و گیاه، نخستین گام برای طراحی برنامه تغذیه‌ای مناسب در شرایط کم‌آبی است. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌شود که بدانیم کاهش وزن دانه و افزایش دانه‌های پوک در برنج بیش از ۵۰ درصد با کمبود نیتروژن و تنش خشکی مرتبط است. در نتیجه، مدیریت صحیح نیتروژن نه تنها بر عملکرد بلکه بر کیفیت پخت و ارزش

غذایی دانه نیز اثر مستقیم دارد.

معرفی راهکار

۱) اثرات خشکی بر رفتار نیتروژن در خاک و دسترسی آن برای ریشه: خشکی باعث کاهش رطوبت خاک شده و یکی از نخستین پیامدهای آن کاهش تحرک نیتروژن است، زیرا نیتروژن برای انتقال در خاک به آب وابسته است. در خاک‌های خشک، حرکت نیتروژن از طریق جریان توده‌ای کاهش یافته و ناحیه ریشه با کمبود واقعی نیتروژن مواجه می‌شود. از طرف دیگر، خشکی باعث کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌شود که وظیفه تبدیل ماده آلی به نیتروژن قابل جذب را برعهده دارند. در این شرایط فرآیندهای نیتریفیکاسیون و آمونیاک‌سازی کند شده و مقدار نترات قابل جذب کاهش می‌یابد. این مسئله به‌خصوص در خاک‌های شالیزاری که به‌صورت غرقابی مدیریت می‌شوند اهمیت بیشتری دارد، زیرا در صورت عدم آب‌گیری کافی، چرخه تبدیل نیتروژن مختل شده و با تبدیل آمونیوم به آمونیاک، تلفات نیتروژن از طریق فرار آمونیاکی افزایش می‌یابد. خشکی همچنین باعث افزایش شوری سطح خاک می‌شود و این افزایش غلظت املاح، رقابت بین یون‌های نترات و سایر یون‌ها را تشدید کرده و جذب نیتروژن را دشوارتر می‌کند.

۲) اثر خشکی بر جذب، انتقال و نقش نیتروژن در فرایندهای رشد برنج: در شرایط تنش خشکی، ریشه‌های برنج کوتاه‌تر و کم‌تراکم‌تر شده و ظرفیت جست‌وجوی آن‌ها برای جذب نیتروژن کاهش می‌یابد. کاهش آب خاک باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز می‌شود و این موضوع مصرف نیتروژن در برگ را کاهش داده و کارایی این عنصر را پایین می‌آورد. نیتروژن نقش مهمی در ساخت کلروفیل دارد، بنابراین کمبود آن در خشکی به‌سرعت باعث زردی برگ‌ها و کاهش شاخص سطح برگ می‌شود (معینی‌راد و دیگران، ۱۴۰۰). علاوه‌براین، خشکی توانایی گیاه در انتقال نیتروژن از برگ‌ها به سنبله‌ها را در زمان گلدهی کاهش می‌دهد و این اختلال باعث کاهش تعداد دانه‌های تشکیل‌شده و کاهش وزن نهایی آن‌ها می‌شود. تنش خشکی همچنین عملکرد آنزیم‌های مهم متابولیسم نیتروژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه تولید اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها کاهش می‌یابد. کاهش این ترکیبات باعث ضعف رشد رویشی و کاهش مقاومت گیاه در برابر گرما و خشکی می‌شود.

۳) نقش نیتروژن در افزایش تحمل برنج به خشکی: یکی از مهم‌ترین دستاوردهای علمی در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که نیتروژن مناسب می‌تواند تحمل برنج را نسبت به خشکی افزایش دهد. نیتروژن با افزایش سنتز ترکیباتی مانند پرولین و قندهای محلول، نقش مهمی در تنظیم اسمزی دارد و به گیاه کمک می‌کند تعادل آب سلولی را حفظ کند. همچنین نیتروژن باعث تحریک رشد ریشه‌های جانبی شده و سیستم ریشه را عمیق‌تر می‌کند که این موضوع توانایی گیاه را برای استخراج آب از لایه‌های پایین‌تر خاک افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، نیتروژن با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز و پراکسیداز، اثرات مضر رادیکال‌های آزاد ناشی از خشکی را کاهش می‌دهد. وجود مقدار کافی نیتروژن همچنین باعث افزایش سرعت رشد برگ‌های جدید می‌شود و گیاه قادر می‌شود سطح فتوسنتزی خود را در شرایط تنش حفظ کند. این فرآیند نقش مهمی در جلوگیری از کاهش تعداد خوشه‌ها و کاهش شدت پوکی دانه دارد.

۴) نقش مدیریت صحیح کاربرد نیتروژن در شرایط خشکی: مهم‌ترین نکته در شرایط خشکی این است که استفاده بیش‌ازاندازه یا زمان‌بندی نامناسب نیتروژن می‌تواند باعث کاهش بیشتر تحمل گیاه و کاهش عملکرد شود. مدیریت صحیح نیتروژن شامل توزیع تقسیمی کود، انتخاب منبع مناسب نیتروژن، و ترکیب آن با مواد آلی و کودهای زیستی است. تقسیم کود در چند مرحله باعث می‌شود نیتروژن در زمان‌های بحرانی رشد، مثل پنجه‌زنی، ساقه‌رفتن و گلدهی به گیاه برسد. استفاده از کودهای کندرشد

یا پوشش دار نیز باعث آزادسازی تدریجی نیتروژن و جلوگیری از تلفات آن در دوره‌های بی‌آبی می‌شود. ترکیب نیتروژن شیمیایی با کودهای آلی مانند کمپوست، باعث بهبود ساختار خاک و افزایش نگهداشت آب می‌شود و این موضوع کارایی نیتروژن را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. کودهای زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن نیز می‌توانند در شرایط خشکی عملکرد مناسبی داشته باشند و بخشی از نیتروژن موردنیاز را به‌صورت طبیعی تأمین کنند.

۵) اثرات نیتروژن بر عملکرد و کیفیت نهایی دانه برنج در خشکی: یکی از مهم‌ترین نتایج مدیریت صحیح نیتروژن، حفظ عملکرد و جلوگیری از افت کیفیت در شرایط خشکی است. زمانی که نیتروژن به‌اندازه کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، تعداد سنبله‌ها و درصد دانه‌های پر در خوشه افزایش می‌یابد. همچنین میزان پروتئین دانه و کیفیت پخت برنج تحت تأثیر مستقیم نیتروژن است. کمبود نیتروژن در خشکی باعث کوچک شدن دانه، افزایش پوکی، کاهش نشاسته ذخیره‌شده و افت ارزش غذایی می‌شود. در مقابل، تأمین مقدار کافی نیتروژن باعث افزایش مواد فتوسنتزی منتقل‌شده به دانه، افزایش وزن هزار دانه و افزایش مقاومت دانه به خشک‌شدن و حمل‌ونقل مواد فتوسنتزی می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که مدیریت مناسب نیتروژن حتی در خشکی‌های شدید می‌تواند بین ۲۰ تا ۳۰ درصد از کاهش عملکرد را جبران کند (عیسی‌پور نخجیری و دیگران، ۱۴۰۰).

توصیه‌های ترویجی

برای کاهش اثرات تنش خشکی در شالیزارها، مدیریت مصرف نیتروژن باید با وضعیت آب مزرعه هماهنگ باشد. به‌طور کلی مقدار توصیه شده کود نیتروژن از منشأ اوره در اراضی شالیزاری بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار است و توصیه می‌شود که این میزان کود به‌صورت تقسیمی مصرف شود؛ به‌گونه‌ای که ۳۰ تا ۴۰ درصد آن در ابتدای رشد، ۳۰ تا ۴۰ درصد در مرحله پنجه‌زنی فعال و ۲۰ تا ۳۰ درصد در مرحله آغاز تشکیل خوشه مصرف شود. در شرایطی که به‌دلیل محدودیت آب، مزرعه به‌طور موقت از حالت غرقاب خارج شده و سطح خاک خشک یا نیمه‌خشک شده است، مصرف کود نیتروژن می‌تواند کارایی پایینی داشته باشد و حتی موجب آسیب به ریشه‌ها شود. بنابراین توصیه می‌شود قبل از کوددهی، لایه نازکی از آب (حدود ۲ تا ۳ سانتی‌متر) در مزرعه برقرار شود تا شرایط برای حل شدن و جذب بهتر نیتروژن فراهم شود. استفاده از کودهای نیتروژنی کندرزش یا پوشش‌دار نیز می‌تواند به آزادسازی تدریجی نیتروژن و افزایش کارایی مصرف آن کمک کند. علاوه‌براین، کاربرد موادآلی مانند کود دامی پوسیده یا کمپوست می‌تواند با بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب، جذب عناصر غذایی را تسهیل کند. تنظیم مقدار مصرف نیتروژن براساس نتایج تجزیه خاک و شرایط آبی مزرعه و تلفیق مدیریت آب و کود از مهم‌ترین راهکارها برای حفظ عملکرد برنج در شرایط محدودیت آب به‌شمار می‌رود.

فهرست منابع

- یوسفیان، م.، شاهنظری، ع.، ضیاءتبار احمدی، م.، عربزاده، ب. و رائینی سرجاز، م. ۱۴۰۱. بررسی اثر کم‌آبیاری تنظیم شده و خشکی بخشی ریشه بر خصوصیات دانه برنج و جذب نیتروژن. علوم و مهندسی آبیاری. ۴۵(۴): ۷۳-۸۶
- خسروی، ه. ۱۴۰۱. نقش معدنی‌شدن زیستی نیتروژن موادآلی در تجزیه بقایای محصولات کشاورزی. مجله زیست‌شناسی ایران. ۶(۱۱): ۹۱-۸۴.

معینی‌راد، ا.، زینلی، ا.، گالشی، س.، سلطانی، ا. و یگانه‌پور، ف. ۱۴۰۰. بررسی حساسیت فلورسانس‌کلروفیل، شاخص سبزی‌نگی، میزان کلروفیل (a, b)، غلظت نیتروژن و شاخص تغذیه نیتروژن گیاه تحت تغذیه نیتروژنی و فسفوری در گندم. تولید گیاهان زراعی (مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی). ۱۴(۱): ۱۸-۱.

عیسی‌پور نخجیری، س.، عاشوری، م.، صادقی، م.، محمدیان روشن، ن. و رضایی، م. ۱۴۰۰. تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای عناصر ریزمغذی برنج قهوه‌ای و سفید دو رقم هاشمی و گیلانه. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲(۵۸): ۲۱۰-۱۹۳.