مطالعه اثرات سطوح شوری و نیتروژن بر محتوی نیتروژن ارقام گندم نان

سهیل پارسا[۱]، محمد کافی[۲] و مهدی نصیری محلاتی[۳]

چکیده

اثرات منفی شوری بر جذب و تعادل عناصر غذایی در گیاه، توسط پژوهشگران فراوانی مورد تاکید قرار گرفته است. زمانیکه گیاه در معرض تنش شوری واقع می‌شود، جذب نیتروژن بیش از سایر عناصر غذایی کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد با اعمال مدیریت کودی مناسب در اراضی شور، می‌توان ضمن افزایش عملکرد، خصوصیات کیفی محصول را نیز بهبود بخشید. لذا طی آزمایشی اثرات مصرف نیتروژن بر محتوی نیتروژن ارقام گندم نان تحت تأثیر تنش شوری مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: شوری در چهار سطح (۰،۱۰۰،۲۰۰ و۳۰۰ مول بر متر مکعب از مخلوط نمک‌های کلریدسدیم و کلرید کلسیم به نسبت مولی ۵ به ۱)، نیتروژن در سه سطح (۰ ، ۲ و ۴ مول بر متر مکعب نیترات آمونیوم) و سه رقم گندم هگزاپلوئید بهاره بنام‌های قدس (رقم ایرانی حساس به شوری)، کراس روشن ۱۱ (ژنوتیپ ایرانی مقاوم به شوری) و خارچیا – ۶۵ (رقم استاندارد مقاوم به شوری). آزمایش در محیط کشت ماسه و شرایط محیطی نسبتاً کنترل شده انجام گرفت. نتایج حاصله نشان داد که شوری علیرغم اینکه جذب نیتروژن را بویژه قبل ازگرده‌افشانی بطور معنی داری کاهش داد، ولی غلظت نیتروژن در بخشهای مختلف گیاهی (ریشه، برگ، ساقه و دانه) لزوماً کاهش نیافته و بسته به توانایی گیاه در جذب نیتروژن و تولید ماده خشک، ارقام مورد آزمایش عکس العمل متفاوتی نسبت به تنش شوری نشان دادند. مصرف نیتروژن در سطوح پایین تا متوسط شوری (۱۰۰ تا ۲۰۰ مول) سبب بهبود محتوی نیتروژن بافتهای گیاهی و افزایش شاخص برداشت نیتروژن، افزایش راندمان جذب و راندمان بهره‌وری نیتروژن و نهایتاً افزایش راندمان مصرف نیتروژن گردید. در سطح حداکثر شوری (۳۰۰ مول)، افزایش سطح نیتروژن در محیط رشد نه تنها اثرات سوء شوری را تعدیل نکرد بلکه سبب کاهش محتوی نیتروژن گیاه نیز گردید. با این حال، علیرغم کاهش تبعات شوری توسط نیتروژن، تعیین فرم و مقدار نیتروژن مصرفی در اراضی شور اهمیت زیادی داشته و نیازمند مطالعه بیشتری است.

واژه‌های کلیدی: شوری، کارآیی مصرف نیتروژن، گندم، محتوی نیتروژن

مقدمه

یکی از مهمترین مشکلاتی که کشاورزی دنیا با آن روبروست وجود آبها و خاکهای شور طبیعی و شور شدن خاکهای زراعی موجود می باشد. بیش از ۹۰۰ میلیون هکتار از اراضی جهان شور و غیر قابل کشت بوده که تقریبا معادل سه برابر کل اراضی قابل کشت می‌باشد(۱). در حال حاضر حدود ۲۵ درصد اراضی دنیا و حدود ۱۵ درصد از اراضی ایران شور می‌باشند. این آمار دراراضی فاریاب به مراتب نگران کننده‌تر است، بطوری که بر اساس آخرین گزارشات حدود ۳۳ درصد از اراضی تحت آبیاری دنیا و ۵۰ درصد از اراضی تحت آبیاری در ایران با مشکل شوری روبرو می‌باشند (۱).

فراهم کردن امکانات لازم برای جلوگیری از گسترش خاکهای شور و یا اصلاح و زهکشی این اراضی، بدلیل هزینه بسیار بالا، کاری مشکل و گاه غیرممکن است، لیکن استفاده از ارقام مقاوم به شوری به همراه مدیریت زراعی مناسب، بهره برداری از اراضی شور را امکان پذیر می‌سازد (۲). شناخت فیزیولوژی تحمل به شوری گیاهان و استفاده ازاین دانش در اصلاح و تولید ارقامی که تحمل بیشتری نسبت به شوری دارند، می‌تواند افزایش با ثباتی را در تولید

۱عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند ، ۲و۳اعضاء هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

غذای جهان سبب شود (۱۳).

در بین گیاهان زارعی مختلف، گندم با داشتن بیشترین سطح زیر کشت و تولید، تقریبا یک چهارم نیاز غذایی جهان را تامین می‌کند، لذا بهبود مقاومت به شوری در این محصول شایان توجه بیشتری می‌باشد (۲). معمولا تحمل به شوری گیاهان زراعی تحت شرایط مطلوب از نظر حاصلخیزی خاک مورد مطالعه قرار می‌گیرد(۱۱). مطالعات متعددی نشان دادند که مدیریت حاصلخیزی خاکهای شور، عملکرد گیاه را از بعد کمی و کیفی بهبود می بخشد(۱۰و ۱۳). میزان بهبود عملکرد گیاه در اثر مصرف عناصر غذایی در خاک شور بستگی به سطح شوری و میزان عناصر غذایی موجود در خاک دارد(۴ و ۸). هو و همکاران(۱۲) اظهار می نمایند که در بسیاری از موارد روابط شوری و حاصلخیزی می تواند به سه شکل زیر خلاصه شود:

۱) در سطوح پائین شوری، کمبود عناصر غذائی بیش از شوری عملکرد را محدود می کند، لذا افزودن عناصر غذائی در این شرایط، عملکرد را بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد.

۲) در سطوح متوسط شوری، کمبود عناصر غذائی و شوری تقریباً به یک نسبت عملکرد را محدود نموده و ممکن است هیچ اثر متقابلی بین آنها رخ ندهد. در چنین شرایطی افزایش سطح عناصر غذائی در محیط رشد، تاحدی عملکرد را بهبود می‌بخشد.

۳) در سطوح بالای شوری، شوری بیش از کمبود عناصر غذائی عملکرد را محدود نموده و بهبود حاصلخیزی خاک در این شرایط تأثیر چندانی بر عملکرد ندارد.

نیتروژن از جمله عناصر غذایی مهم در تولید ماده خشک و محتوی پروتئین گیاهی می‌باشد که در شرایط تنش شوری، جذب آن بیش از سایر عناصر غذایی محدود می‌شود، در نتیجه تغییرات این عنصر در گیاهان موجود در محیط های شور، می‌تواند به عنوان معیاری در ارزیابی مقاومت به شوری گیاهان، در نظر گرفته شود (۱۵). در واقع شوری ضمن کاهش نفوذ پذیری غشای سلولهای ریشه (ناشی از افزایش غلظت آبسیزیک اسید در بافتهای گیاهی)، فعالیت آنزیم نیتروژناز را نیز کاهش داده و مستقیماً جذب نیتروژن را محدود می‌کند (۱۳). بسته به شدت تنش شوری، نوع نمکهای موجود در محیط رشد (کلریدی، سولفاتی، ...)، نوع نیتروژن مصرفی(نیتراتی یا آمونیاکی) و مرحله رشدی گیاه (رویشی یا زایشی)، جذب نیتروژن با درجات متفاوتی تحت تأثیر تنش شوری واقع می‌شود .کورتین و همکاران (۷) در تحقیقات خود نشان دادند که شوری حاصل از کلراید بمراتب بیشتر از سولفات، محتوی نیتروژن گیاه را کاهش می‌دهد. این موضوع احتمالاً بدلیل رقابت شدید آنیون کلر با نیترات برای تصاحب جایگاه‌هائی در غشاء پلاسمائی است که می تواند ورود نیترات از محلول خارجی را متوقف کند. هاوکینز و لویز(۱۰) بیان داشتند که شوری ۵۰ میلی مولار در حضور یون نیترات در محیط رشد گندم، جذب نیتروژن را ۳۰ درصد کاهش داد در صورتی‌که در شرایط فراهمی آمونیوم در محیط رشد، میزان جذب نیتروژن تنها ۱۶ درصد کاهش یافت. این آزمایش نشان می‌دهد که شوری، جذب نیترات را بیش از آمونیوم کاهش می دهد. به همین دلیل محققان بسیاری مصرف توام نیترات و آمونیوم را به عنوان منبع ازت در مطالعات شوری توصیه می‌کنند(۴ و ۸).

پسرکلی و توکر(۱۸) اثرات شوری بر جذب ^{15}N را در گیاه پنبه مورد بررسی قرار داده و دریافتند که تأثیر شوری برجذب نیتروژن در مراحل رشد رویشی بیش از رشد زایشی می باشد. همچنین مشخص شده است که شوری با افزایش میزان انتقال مجدد نیتروژن از اندامهای رویشی به دانه، شاخص برداشت نیتروژن را در گندم افزایش می دهد(۱۴).

تحقیق حاضر با هدف مطالعه تغییرات محتوی نیتروژن در بافتهای گیاهی گندم تحت تأثیر سطوح مختلف شوری و نیتروژن انجام شد و برای درک بهتر اثرات شوری بر جذب نیتروژن، سه رقم گندم با مقاومت های متفاوت نسبت به تنش شوری مورد استفاده قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه پردیس دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد و طی آن اثر شوری و مصرف کود نیتروژنه بر محتوی نیتروژن سه رقم گندم نان (*Triticum aestivum L.*) مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمار شوری در چهار سطح ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ مول در متر مکعب نمک، بطور مصنوعی و با حل کردن نمک‌های کلرید سدیم و کلرید کلسیم در آب معمولی با نسبت مولی ۵:۱ (Na:Ca) تهیه شد (۱۱).

سطوح نیتروژن در سه سطح ۰، ۲ و ۴ مول در متر مکعب نیترات آمونیوم اعمال شدند. ارقام مورد آزمایش نیز شامل سه رقم گندم هگزاپلوئید بهاره بنام‌های قدس (رقم ایرانی حساس به شوری)، خارچیا – ۶۵ (رقم استاندارد مقاوم به شوری)و کراس روشن۱۱ (CR11، رقم ایرانی متحمل به شوری) بودند. طرح آماری مورد استفاده اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بود. ترکیب سطوح فاکتورهای شوری و نیتروژن شامل دوازده تیمار بصورت فاکتوریل در پلات های اصلی و رقم به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. آزمایش در شرایط تقریباً کنترل شده حرارتی انجام گرفت دمای شب و روز به ترتیب در حد ۲ ± ۱۸ و ۲ ± ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد تنظیم شد. رطوبت نسبی درون گلخانه نیز بین ۳۵ تا ۵۵ درصد (به ترتیب در روز و شب) متغیر بود. همچنین دوره نوری بصورت ۱۶ ساعت روشنایی در مقابل ۸ساعت تاریکی با استفاده از نور طبیعی و ترکیبی از لامپ های سدیمی و فلورسنت تأمین شد.

قبل از کاشت قوهٔ نامیهٔ بذرها مورد ارزیابی قرار گرفت که متوسط قوهٔ نامیهٔ آنها ۹۸ درصد بود. سپس بذرهای مورد مطالعه با استفاده از محلول های هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد و قارچ کش بنومیل ۲ در هزار (هر یک به مدت ۳۰ ثانیه) ضدعفونی شد و در جعبه های پلاستیکی به ابعاد ((طول)۶۰× (عرض) ۴۰×(ارتفاع) ۳۰ سانتی متر) که قبلاً با ماسهٔ شسته پر شده بودند، در عمق ۵ سانتی متر کاشته شدند. کاشت بذرها در جعبه ها در شش ردیف (هر رقم دو ردیف با فاصله بین ردیف ۶، و فاصله روی ردیف ۳ سانتی متر) انجام گرفت. آبیاری جعبه ها بصورت اتوماتیک و به فواصل زمانی مشخص (هر سه ساعت یک بار) توسط چند الکتروپمپ انجام می شد. از ابتدای کاشت تا ظهور اولین برگ، آبیاری با آب معمولی انجام گرفت، پس از این مرحله به منظور تأمین عناصر غذائی مورد نیاز گیاه، آبیاری با محلول غذائی هوگلند اصلاح شده انجام شد. همزمان با ظهور برگ سوم در بوته ها، اعمال تیمار شوری بصورت تدریجی و از طریق آب آبیاری انجام گرفت. به منظور جلوگیری از شوک ناشی از اعمال ناگهانی تنش شوری و حفظ شرایط طبیعی رشد گیاه ، سطوح مختلف شوری در مدت یک هفته و به تدریج کامل شدند. یک هفته پس از اعمال تیمارهای شوری، سطوح مختلف کود نیتروژنه(۰ ، ۲، ۴ مول در متر مکعب) نیز به محلول ها افزوده شد. مادهٔ کودی مورد استفاده نیترات آمونیوم مرک(MERCK) بود تا به این ترتیب هر دو فرم رایج و قابل استفادهٔ نیتروژن(آمونیوم و نیترات) برای گیاه تأمین شود. به منظور ثابت نگه داشتن هدایت الکتریکی محلول های غذائی، به محض کاهش حجم محلول در مخازن، با افزودن آب و رساندن حجم محلول مخازن به حجم اولیه(۲۰لیتر)، از افزایش هدایت الکتریکی محلول ها جلوگیری شد. در طول مدت آزمایش با استفاده از محلول هیدروکسید پتاسیم(KOH) یک نرمال، pH محلول ها در حد ۶/۵ ثابت نگه داشته شد. از آنجائیکه استفادهٔ مداوم گیاه از محلول غذائی، کاهش سطح عناصر غذائی موجود در محلول را بدنبال دارد. لذا به منظور اجتناب از تنش عناصر غذائی، محلول کلیه مخازن هر دو هفته یکبار تعویض شد.

به منظور بررسی تغییرات محتوی نیتروژن گیاه تحت تأثیر تنش شوری و مصرف کود نیتروژنه، در دو مرحله گرده افشانی و رسیدگی اقدام به نمونه برداری شد. نمونه های گیاهی ابتدا هضم شده و سپس نیتروژن موجود در آنها توسط دستگاه میکروکجلدال(مدل KJELTEC 1030) تعیین گردید. شاخص های مرتبط با محتوی نیتروژن گیاه نیز با استفاده از روش های زیر محاسبه شدند.

ذخیره نیتروژن خاک(گرم)/عملکرد دانه(گرم) = راندمان مصرف نیتروژن [۱]

ذخیره نیتروژن خاک (گرم)/ محتوی نیتروژن کل گیاه(گرم)= راندمان جذب نیتروژن[۱]

محتوی نیتروژن کل گیاه (گرم) / عملکرد دانه(گرم)= راندمان بهره وری نیتروژن[۱]

۱۰۰×(محتوی نیتروژن کل گیاه (گرم)/ محتوی نیتروژن دانه(گرم))= شاخص برداشت نیتروژن [۱]

داده های حاصل از اندازه گیری های مختلف، با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری MSTAT-C و SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. جهت انجام مقایسات میانگین در تیمارهای مختلف، آزمون چند دامنه ای دانکن(در سطح احتمال ۵ درصد) مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصله نشان داد که با افزایش سطح شوری، غلظت

جدول ۱- اثرات سطوح شوری بر وزن خشک و غلظت نیتروژن اندام های گیاهی

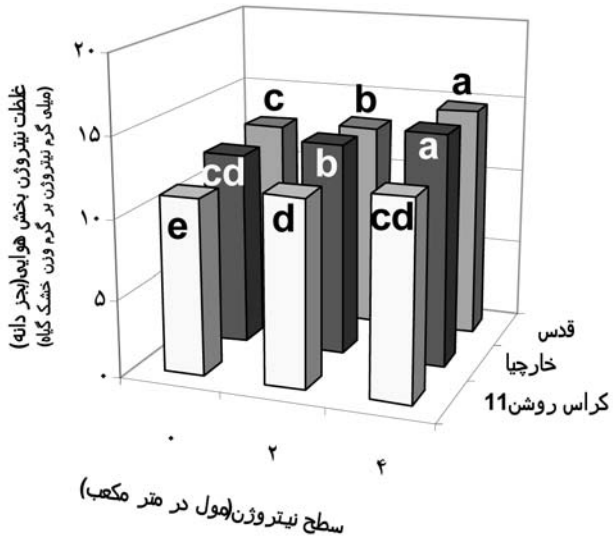
اندام گیاهی / سطوح شوری (مول بر متر مکعب)	غلظت نیتروژن (میلی گرم در گرم وزن خشک)		وزن خشک (گرم)	
	اندام های هوائی	ریشه	اندام های هوائی	ریشه
۰	۱۴/۸۵ A	۹/۳۱ a	۵/۹۳a	۰/۷۸a
۱۰۰	۱۳/۸۱Ab	۸/۳۴ b	۴/۷۹b	۰/۷۰b
۲۰۰	۱۲/۷۸ B	۷/۰۵c	۳/۹۲c	۰/۶۳bc
۳۰۰	۱۰/۱۷C	۶/۰۱d	۳/۲۷d	۰/۵۶c

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

نیتروژن در برگ، ساقه و ریشه ارقام مورد آزمایش، بطور معنی داری کاهش یافت (جدول پیوست)، ولی شدت کاهش درغلظت نیتروژن ریشه بیشتر از بخش هوائی بود. جذب نیتروژن بیش از وزن خشک ریشه تحت تأثیرتنش شوری قرار گرفت و این امر کاهش شدیدتر غلظت نیتروژن ریشه (۳۵/۵ درصد نسبت به شاهد) را درمقایسه با اندامهای هوائی (۳۱/۵ درصد نسبت به‌شاهد) بدنبال‌داشت (جدول ۱).

دلایل متعددی از جمله محدودیت در رشد و گسترش ریشه، کاهش قابلیت جذب عناصر توسط ریشه تحت تاثیر پتانسیل اسمزی پائین در محیط ریشه، و همچنین وجود رقابت و اثرات متقابل بین یونها (ممانعت Na^+ از جذب NH_4^+، ممانعت Cl^- از جذب NO_3^-)، و بالاخره عدم انتقال مواد و عناصر جذب شده از ریشه به اندام‌های هوائی را می توان برای کاهش جذب عناصر غذائی و بویژه نیتروژن در شرایط شوری برشمرد. همچنین گزارش شده است که کاهش محتوی نیتروژن گیاه تحت تأثیر تنش شوری می تواند بدلیل کاهش فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز و در نتیجه کاهش اسیمیلاسیون نیترات باشد. در واقع شوری با ممانعت از جذب نیترات (سوبسترای نیترات ریداکتاز) فعالیت این آنزیم را در گیاه کاهش می دهد(۱۳).

با افزایش سطح نیتروژن در محیط رشد، غلظت نیتروژن در بخش هوائی و ریشهٔ تمام ارقام افزایش یافت(شکل ۱). نیتروژن با تحریک آنزیم نیترات ریداکتاز، شدت اثرات سوء شوری را کاهش داده و افزایش غلظت نیتروژن بافتهای گیاه را سبب می‌شود.

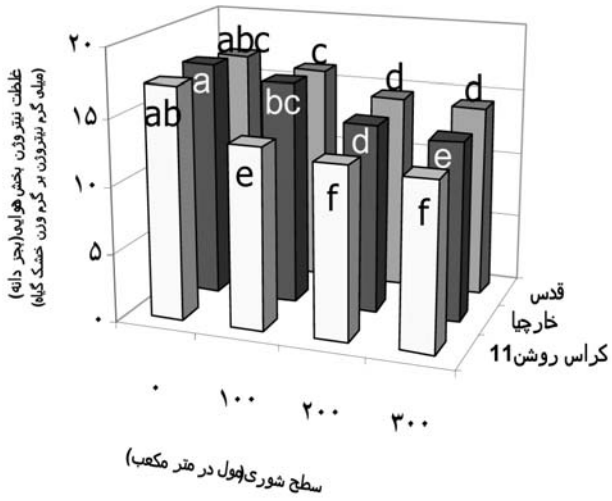


شکل۱ - اثرات متقابل بین سطوح نیتروژن و رقم برغلظت نیتروژن بخش هوایی

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

برخی از محققین معتقدند فرم نیتروژن مصرفی (نیتراتی یا آمونیاکی) نیز در تغییر غلظت نیتروژن بافتهای گیاهی مؤثر می‌باشد،زیرا اولاً انرژی مورد نیاز برای جذب و تحلیل نیترات با آمونیوم متفاوت است، ثانیاً اثرات متقابل آنیونها و کاتیون‌های موجود در محیط شور بر جذب نیترات و آمونیوم متفاوت می‌باشد. بدین لحاظ توصیه می کنند که در شرایط تنش شوری استفاده از مخلوط کودی نیترات و آمونیوم، کارآیی بیشتری در مقایسه با مصرف هر یک از این مواد به تنهایی دارد (۴، ۷، ۸،۱۰و ۱۴).

ارقام مورد آزمایش عکس العمل متفاوتی نسبت به تنش شوری نشان دادند(جدول پیوست). شدت کاهش در غلظت نیتروژن ریشه و اندامهای هوایی در ژنوتیپ CR11 بیشتر از ارقام قدس و خارچیا بود (شکل ۲)، که این امر ناشی از تفاوتهای ژنتیکی بین ارقام گیاه در تولید وزن خشک و جذب نیتروژن در محیط شور می‌باشد .در رقم خارچیا (مقاوم به شوری) وزن خشک بخش هوائی (نتایج نشان داده نشده‌اند) و جذب نیتروژن کمتر از سایر ارقام تحت تأثیر تنش شوری واقع شد و در نتیجه غلظت نیتروژن و همچنین عملکرد نیتروژن بخش هوائی(وزن خشک بخش هوائی × غلظت نیتروژن بخش هوائی) در این رقم بیش از سایر ارقام بود(جدول ۲).



شکل۲ - اثرات متقابل بین سطوح شوری و رقم بر غلظت نیتروژن بخش هوایی

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

وزن خشک بخش هوائی در ژنوتیپ CR11 نسبت به تنش شوری عکس العملی مشابه رقم خارچیا داشت(نتایج نشان داده نشده‌اند)، ولی بدلیل کاهش بیشتر جذب نیتروژن تحت تأثیر سطوح شوری، غلظت نیتروژن بخش هوائی در این رقم بیشتر از رقم خارچیا کاهش یافت. در رقم قدس نیز اگر چه جذب نیتروژن تحت تأثیر تنش شوری کاهش یافت، ولی بدلیل حساسیت این رقم نسبت به تنش شوری، کاهش وزن خشک بخش هوائی بیشتر از ژنوتیپCR11 بود، لذا غلظت نیتروژن (بخش هوائی) رقم قدس در مقایسه

جدول ۲- میانگین غلظت نیتروژن (میلی گرم در گرم وزن خشک)، و عملکرد نیتروژن (میلی گرم در گیاه) بخش هوائی و ریشه در ارقام گندم مورد آزمایش در مراحل مختلف رشد

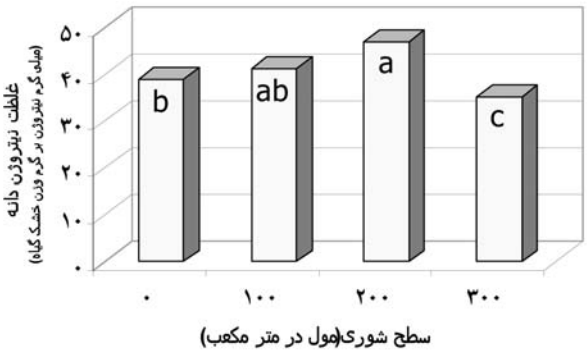
	اندام های هوائی	ریشه	اندام گیاهی
مرحله رشد / رقم			
	۱۳/۴۸a	۱۵/۵۳a	۶/۲۶ a	۷/۷۷a
غلظت نیتروژن	قدس	۱۳/۴۶A	۱۵/۵۴a	۶/۰۱a	۸/۲۳a
	خارچیا	۱۱/۸۴b	۱۳/۷۱b	۶/۰۹a	۷/۹۸a
	کراس روشن۱۱	۴۶/۳۷c	۲۹/۰۲b	۵/۱۲c	۳/۷۶ b
عملکرد نیتروژن	قدس	۷۰/۲۶A	۴۲/۶۸ a	۷/۶۷a	۵/۳۱a
	خارچیا	۵۶/۳۶b	۳۴/۳۲ b	۶/۵۲b	۴/۷۷a
	کراس روشن۱۱	۱۳/۴۸a	۱۵/۵۳a	۶/۲۶ a	۷/۷۷a

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵درصد اختلاف معنی داری ندارند.

با ژنوتیپCR11 ، عکس العمل ملایم تری نسبت به تنش شوری نشان داد، هر چند عملکرد نیتروژن در ژنوتیپCR11 بطور محسوسی بیشتر از رقم قدس بود(جدول ۲). گزارشات مختلفی مبنی بر وجود اختلافات ژنوتیپی در بین ارقام مختلف در قدرت جذب نیتروژن در دورهٔ پس از گرده افشانی وجود دارد (۳). دلایل احتمالی این امر ممکن است ناشی از اختلاف در گستردگی و تداوم فعالیت سیستم ریشه ای، تداوم فعالیت برگها، روابط فیزیولوژیکی بین منبع و مخزن و روابط آب، خاک و گیاه باشد (۶ و ۹).

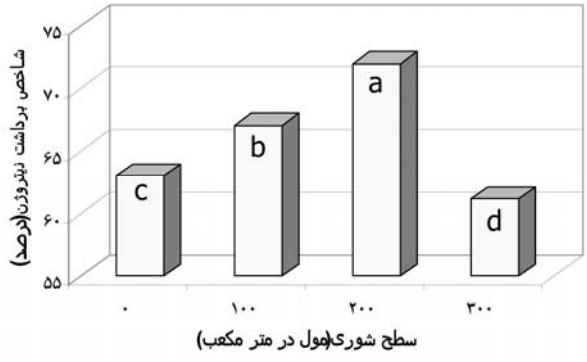
عکس العمل غلظت نیتروژن دانه نسبت به تنش شوری، با سایر اندامهای گیاه (بخش هوایی و ریشه) متفاوت بود، بطوریکه سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ مول شوری سبب افزایش، و سطح ۳۰۰ مول شوری کاهش معنی داری را در غلظت نیتروژن دانه (نسبت به شاهد) ایجاد نمود(شکل ۳). افزایش غلظت نیتروژن دانه (ناشی از کاهش وزن هزار دانه) و افزایش شاخص برداشت نیتروژن تحت تأثیر تنش شوری می‌باشد (شکل ۴).

در گیاهان تحت تنش که فتوسنتز آنها در طول دورهٔ پرشدن دانه و حتی قبل از آن نیز محدود شده است، نیاز دانه‌ها به تأمین کربوهیدرات مکمل افزایش می یابد. لیدی و همکاران (۱۵) اظهار داشتند که در مراحل اولیه اعمال تنش شوری، گیاه در مقابل ورود سدیم مقاومت نموده و سعی در افزایش غلظت پتاسیم در دانه و کاه دارد ولی با گذشت زمان، غلظت سدیم در بافتهای مختلف گیاه(بجز دانه) افزایش می یابد. به نظر آنها افزایش غلظت سدیم و پتاسیم در سنبله سبب افزایش شیب اسمزی بین منبع و مخزن شده و



شکل۳ :اثرات سطوح شوری بر غلظت نیتروژن دانه

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۴: اثرات سطوح شوری بر شاخص برداشت نیتروژن
ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

انتقال پلی ساکاریدها و ترکیبات نیتروژنه را به دانه سرعت می بخشد. از سوی دیگر، الگوی تجمع نیتروژن در دانه گندم کاملاً متمایز از اندامهای هوایی است. کربوهیدراتها (عمدتاً نشاسته)، صرفاً در آندوسپرم ذخیره می شوند در حالیکه پروتئین‌ها علاوه بر آندوسپرم در لپه و لایه آلرون نیز ذخیره می‌شوند. محتوی پروتئین دانه گندم حدوداً بیست روز پس از گرده افشانی به حداکثر مقدار خود میرسد در حالیکه حداکثر تجمع کربوهیدراتها ۴ تا ۶ هفته پس از گرده‌افشانی حاصل می‌شود (۵). بنابراین، پیری زودرس در گیاهان تحت تنش شوری، تجمع کربوهیدراتها را محدود کرده و نسبت وزن آندوسپرم به لپه و آلرون را کاهش داده و نهایتاً افزایش غلظت نیتروژن دانه را سبب می شود. در سطح حداکثر شوری (۳۰۰ مول)، علیرغم کاهش وزن هزار دانه، بدلیل شدت بسیار زیاد تنش، محتوی نیتروژن گیاه و همچنین راندمان انتقال مجدد نیتروژن بشدت کاهش یافته و نهایتاً کاهش غلظت نیتروژن دانه را سبب شده است. برخلاف آنچه که در مورد غلظت نیتروژن اندامهای هوائی ملاحظه شد(برتری رقم قدس بر CR11)، غلظت نیتروژن دانه در ژنوتیپ CR11 بطور معنی داری بیشتر از رقم قدس بود. ژنوتیپ CR11 به دلیل بهره مندی از سیستم ریشه ای قوی، توانائی بیشتری در جذب نیتروژن قبل از گرده افشانی و تداوم جذب آن در طی دورهٔ پر شدن دانه را دارد و بدلیل داشتن راندمان انتقال مجدد نیتروژن بالا، دانه هائی با غلظت نیتروژن بیشتر(نسبت به رقم قدس) تولید نمود.

علیرغم افزایش غلظت نیتروژن دانه، غلظت نیتروژن ریشه و اندامهای هوائی بعد از گرده افشانی بطور معنی داری کاهش یافت(جدول ۲). تغییرات غلظت نیتروژن گیاه تابع توانائی جذب نیتروژن و تولید ماده خشک توسط گیاه می باشد. به نظر می رسد کاهش جذب نیتروژن بعد از گرده افشانی و تجمع بیشتر کربوهیدراتها در طی زمان، سبب رقیق تر شدن غلظت نیتروژن در بافتهای گیاهی شده است. علاوه بر این، بخش عمده ای از کاهش غلظت نیتروژن اندامهای رویشی در مرحله رسیدگی، ناشی از انتقال مجدد نیتروژن از اندامهای مزبور به دانه می باشد. براساس نتایج تحقیقات انجام شده، ۵۰ تا ۷۵ درصد نیتروژن دانه ها در هنگام رسیدن، از نیتروژنی که قبل از گرده افشانی بوسیله گیاه جذب شده، تأمین می شود(۳). گزارشاتی نیز مبنی بر تلفات نیتروژن از ریشه ها موجود است. اودین(۱۶)، اُفت نیتروژن بصورت آمونیاک را بعد از گرده افشانی، ناشی از تخریب پروتئین ها(در اثر افزایش آنزیم پروتئیناز) و عدم انتقال مناسب نیتروژن در گیاه دانست، هر چند میزان تلفات نیتروژن از طریق ریشه ها چندان قابل توجه نمی باشد.

برخلاف غلظت نیتروژن، عملکرد نیتروژن گیاه که حاصلضرب غلظت نیتروژن در وزن خشک گیاه می باشد، بعد از گرده افشانی افزایش یافت(جدول۲). قبلاً نیز بیان شد که عامل اصلی کاهش غلظت نیتروژن گیاه، افزایش مادهٔ خشک تولیدی در طی زمان است و چون میزان تجمع مادهٔ خشک در طی زمان بیشتر از کاهش غلظت نیتروژن گیاه بود، عملکرد نیتروژن گیاه افزایش یافت.

راندمان مصرف نیتروژن که بصورت نسبت عملکرد دانه به میزان نیتروژن خاک تعریف می شود، بطور معنی‌داری تحت تأثیر تنش شوری کاهش یافت. شوری با تأثیر بر تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه، عملکرد دانه را کاهش داد(نتایج نشان داده نشده‌اند) و این امر نیز کاهش راندمان مصرف نیتروژن را بدنبال داشت. افزودن نیتروژن به محیط رشد نیز سبب کاهش راندمان مصرف نیتروژن گردید(جدول۳). راندمان مصرف نیتروژن تحت تأثیر دو عامل راندمان جذب و راندمان بهره‌وری نیتروژن می باشد. در این آزمایش هر یک از عوامل راندمان جذب و بهره‌وری نیتروژن، با افزایش مصرف کود نیتروژنه، کاهش یافت که با نتایج مشاهده شده در برخی آزمایشات دیگر مشابهت داشت(۷ و ۱۹). ظاهراً عکس‌العمل گیاه به کاربرد کود

نیتروژنه، در محدوده رفع نیاز گیاه مثبت بوده و سبب افزایش عملکرد می‌شود اما در بالاتر از این محدوده، نیتروژن مصرفی صرفاً سبب افزایش غلظت نیتروژن دانه خواهد شد، به عبارت دیگر در سطوح بالای نیتروژن محتوای نیتروژن گیاه افزایش یافته ولی عملکرد دانه به تناسب آن افزایش نیافته است و همین امر کاهش راندمان بهره‌وری نیتروژن را سبب شده است. از سوی دیگر چون عموماً میزان افزایش محتوای نیتروژن گیاه به مراتب کمتر از افزایشی است که در غلظت نیتروژن محیط رشد ایجاد می‌شود، راندمان جذب نیتروژن نیز در اثر مصرف کود نیتروژنه کاهش می‌یابد. نتایج آزمایشات مختلف حاکی از وجود یک روند در اهمیت نسبی هر یک از اجزاء تشکیل دهنده راندمان مصرف نیتروژن در مقادیر متفاوت کود نیتروژن می باشد. بر این اساس در مقادیر پائین مصرف کود نیتروژنه، اهمیت راندمان جذب نیتروژن بیشتر است و با افزایش میزان کود نیتروژنه، اهمیت نسبی راندمان جذب کاهش و به همان نسبت اهمیت راندمان بهره وری افزایش می یابد(۱۷).

نتایج این پژوهش نشان داد، که تنش شوری جذب نیتروژن را بویژه قبل از گرده افشانی بطور معنی داری کاهش می دهد. غلظت نیتروژن در بخشهای مختلف گیاهی بسته به مقاومت ارقام نسبت به شوری و توانائی گیاه در جذب نیتروژن و تولید ماده خشک، عکس العمل متفاوتی نسبت به شوری نشان دادند. سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ مول شوری، غلظت نیتروژن ریشه و اندامهای هوائی را کاهش داده و غلظت نیتروژن دانه را افزایش دادند. همچنین مشخص شد مصرف نیتروژن ضمن افزایش مقاومت گیاه نسبت به تنش شوری محتوی نیتروژن گیاه را نیز بهبود می بخشد ولی از آنجائیکه میزان کارآئی فرمهای مختلف کود نیتروژنه متفاوت است، تعیین مناسبترین فرم کود نیتروژنه و مقدار مصرف آن در اراضی شور، نیازمند تحقیقات بیشتری می باشد.

جدول ۳:اثرات سطوح نیتروژن بر راندمان جذب، راندمان بهره وری و راندمان مصرف نیتروژن

سطوح نیتروژن (مول در متر مکعب)	راندمان مصرف نیتروژن NUE	راندمان بهره وری نیتروژن NUT E	راندمان جذب نیتروژن NUP E
۰	۱۰/۴۵a	۱۸/۳۳a	۰/۵۷a
۲	۶/۹۸b	۱۷/۹۲a	۰/۳۸b
۴	۵/۶۷b	۱۵ /۷۵ b	۰/۳۶b

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵درصد اختلاف معنی داری ندارند.

جدول پیوست– نتایج آنالیز واریانس اثر شوری و نیتروژن برشاخصهای اندازه‌گیری ازت وغلظت نیتروژن بخشهای مختلف گیاه درزمان گرده‌افشانی و رسیدگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		شاخص‌های اندازه‌گیری ازت			غلظت نیتروژن بخش‌های مختلف گیاه در زمان گرده‌افشانی			غلظت نیتروژن بخش‌های مختلف گیاه در زمان رسیدگی			
		راندمان مصرف ازت	راندمان جذب ازت	راندمان بهر ه وری ازت	ریشه	ساقه	برگ	ریشه	ساقه	برگ	دانه
تکرار	۱	n.s ۸/۹۶۳	n.s ۱/۴۶۲	n.s ۰/۰۲	n.s ۰/۰۱۷	n.s ۰/۰۰۷	n.s ۰/۰۴۰	n.s ۰/۰۰۳	n.s ۰/۰۰۲	n.s ۰/۰۰۰۱	n.s ۱/۰۷۵
شوری	۳	** ۳۳/۱۳۸	** ۳۰/۷۱۵	n.s ۰/۰۸	** ۵۲/۳۹۶	** ۷۶/۶۷۳	** ۴۸/۷۲۲	** ۴۵/۲۶۱	** ۶۶/۷۳۴	** ۳۷/۱۰۸	** ۲۱۷/۲۲۶
نیتروژن	۲	** ۱۰۱/۲۰۲	** ۴۹/۰۶۲	** ۰/۲۵	** ۱۴/۲۳۹	** ۹/۴۵۹	** ۱۹/۷۲۰	** ۹/۱۳۱	** ۷/۰۷۲	** ۱۶/۳۲۳	** ۴۱/۴۰۱
شوری × نیتروژن	۶	** ۱۶/۷۲۷	** ۱۳/۱۰۱	** ۰/۱۵	n.s ۲/۲۶۴	* ۱/۵۹۴	* ۷/۸۴۶	n.s ۱/۱۲۶	* ۱/۳۴۸	n.s ۳/۷۲۵	** ۴۳/۴۸۵
اشتباه اصلی	۱۱	۵/۲۲۸	۱/۸۶۵	۰/۰۴	۰/۴۶۹	۰/۲۶۱	۱/۰۶۹	۰/۳۱۷	۰/۲۴۳	۰/۸۱۲	۰/۸۳۷
رقم	۲	** ۱۳۲/۷۶۶	** ۵/۸۹۱	** ۰/۹۴	n.s ۰/۸۶۱	* ۱/۱۸۰	** ۲۶/۵۷۴	n.s ۰/۹۶۱	n.s ۰/۵۹۵	** ۲۱/۳۷۸	** ۳۷/۳۱۸
شوری × رقم	۶	n.s ۸/۲۵۳	** ۱۷/۴۷۳	* ۰/۱۰	** ۴/۴۱۷	** ۳/۰۲۳	** ۶/۴۷۳	** ۳/۲۳۹	** ۲/۱۷۸	** ۴/۵۲۳	** ۲۹/۵۴۷
نیتروژن × رقم	۴	* ۱۵/۳۳۳	** ۲۳/۶۸۲	n.s ۰/۰۱	** ۵/۲۷۱	** ۴/۱۴۲	** ۶/۰۹۹	** ۳/۰۲۵	** ۲/۹۲۸	** ۴/۰۷۹	** ۴۴/۴۸۴
شوری × نیتروژن × رقم	۱۲	n.s ۶/۸۶۶	** ۱۴/۹۷۱	n.s ۰/۰۶	** ۳/۲۱۱	** ۶/۱۱۷	** ۴/۲۴۲	** ۴/۹۷۸	** ۴/۱۵۵	** ۳/۲۶۱	** ۴۴/۸۸۰
اشتباه فرعی	۲۴	۴/۱۴۷	۰/۵۷۸	۰/۰۳	۰/۳۶۱	۰/۳۲۰	۰/۳۷۴	۰/۲۰۱	۰/۲۶۲	۰/۲۸۹	۰/۶۰۶
CV (٪)		۲/۲۰۸	۰/۶۴۹	۰/۰۲۵	۵/۷۳۹	۶/۰۳۶	۴/۰۹۹	۴/۶۳۹	۵/۹۷۸	۴/۱۶۱	۱/۸۵۷

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و n.s معنی‌دار نیست

منابع

۱- وزارت کشاورزی. ۱۳۸۵. مجموعه اطلاعات کشاورزی، جلد اول. انتشارات معاونت سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

2-Ashraf, M. and W. O'leary. 1996. Response of some newly developed salt tolerant genotypes of spring wheat to salt stress. I. Yield components and ion distribution. J.Agron and Crop Sci. 76: 91-101.

3-Bulman, P. and D. L. Smith. 1994. Post-Heading nitrogen uptake, retranslocation, and partitioning in spring barley. Crop Sci.34: 977-984.

4-Botella, M.A., V. Martinez, M. Nieves and A. Cerda.1997. Effect of salinity on the growth and nitrogen uptake by wheat seedlings. Journal of Plant Nutrition. 20(6): 793-804.

5-Copeland, L.O. and M.B, McDonald.1995.Seed Science and Technology. Chapman and Hall, New York.

6-Cox, M.C., C.O. Qualset and D.W. Rains. 1986. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. III. Nitrogen translocation in relation to grain yield and protein. Crop Sci. 26: 737-740.

7-Curtin, D., H. Stephan and F. Selles. 1993. Plant responses to sulfate chloride: growth and ionic relation. Soil Science Society American Journal, 57: 1304 - 1310.

8-Drihem, Kh., and David J. Pilbeam. 2002. Effects of salinity on accumulation of mineral nutrients in wheat grown with nitrate-nitrogen or mixed ammonium: nitrate-nitrogen. Journal of plant nutrition. 25(10): 2091-2113.

9-Gouis, J. L. and P. Pluchard. 1996. Genetic variation for nitrogen use efficiency in winter wheat (*Triticum aestivum L.*). Euphytica 92: 221 - 224.

10-Hawkins, H. J. and O.A.M. Lewis. 1993. Effects of NaCl salinity, nitrogen form, calcium and potassium concentration on nitrogen uptake and kinetics in *Triticum aestivum L*. CV.Gamtoos.New Phytol. 124(1): 171-177

11-Heidari, M., H. Nadeyan, A.M. Bakhshandeh, Kh. Alemisaeid and G. Fathi. 2007. Effects of Salinity and Nitrogen Rates on Osmotic Adjustment and Accumulation of Mineral Nutrients in Wheat. J. Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour. 11(4): 211-218.

12-Hu, Y., J.J. Oertli, and U. Schmidhalter. 1997. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat. J. Plant Nutr. 20 (9): 1155-1167.

13-Khan, M. G., M. Silberbush and S.H. Lips. 1995. Physiological studies on salinity and nitrogen interaction in alfalfa plants: III. Nitrate reductase activity. J. Plant Nutr. 18(11): 2495 - 2500.

14-Leidi, E.O. and S.H. Lips. 1990. Effect of NaCl salinity on photosynthesis, ^{14}C translocation and yield in wheat plants irrigated with ammonium or nitrate solutions.Irrig. Sci. 11(3): 155-161.

15-Leidi, E.O., M. Silberbush, and S.H. Lips. 1991. Wheat growth as affected by nitrogen type, pH and salinity. I. Biomass production and mineral composition. J. Plant Nutr. 14(3): 235 - 246.

16-Odeen, W.A. 1989.Wheat volatilized ammonia and resulting nitrogen isotopic fractionation.Agron. J. 81: 980-985.

17-Ortiz-Monasterio R.J.I., K.D. Sayre, S. Rajaram and M. Mcmahon.1997.Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. Crop Sci. 37: 898-904.

18-Pessarakli, M. and T.C. Tucker.1985.Uptake of nitrogen-15 by cotton under salt stress. Soil Science Society American Journal.49: 149-152.

19-Wuest, S.B. and K.G. Gassman**.** 1992. Fertilizer nitrogen use efficiency of irrigated wheat. **I.** Uptake efficiency of preplant versus late-season application. Agron. J. 84: 682-688.

Effects of salinity and nitrogen levels on nitrogen content of wheat cultivars (*Triticum aestivum L.*)

S. Parsa[1], M. Kafi, M. Nassiri[2]

Abstract

One of the adverse effects to plants in the presence of salinity is the reduction in nitrogen uptake. The objective of this experiment was to determine response of wheat cultivars (cvs) CR11(Iranian salt-tolerant), Ghods(Iranian salt-sensitive) and Kharchia - 65 (as standard salt-tolerant) to the rate of shoot and root nitrogen accumulation at anthesis and harvest maturity when exposed to different concentrations: 0, 100, 200 and 300 mol m^{-3} of mixture of NaCl and $CaCl_2$ in 5:1 molar ratio and three levels of amonium nitrate (0, 2 and 4 mol. m^{-3}) in semi-controlled environment and sand culture medium. The results showed that, although nitrogen accumulation was decreased with increasing level of salinity specially before anthesis, but the nitrogen concentration in different organs (roots, leaf, stem and grain) was not changed necessarily, and depend on plant ability to nitrogen absorption and biomass production, the cultivars responded differently to salinity. N application at 100 and 200 mol.m^{-3} of salinity caused better nitrogen uptake efficiency and nitrogen utilization efficiency and consequently better nitrogen use efficiency and rise in N content, but at 300 mol.m^{-3} of salinity, nitrogen not only did not adverse effects of salinity but also caused a reduction in nitrogen content of plant. Although, nitrogen reduced the adverse effects of salinity, however the form of nitrogen is important and it needs to be studied in detail.

Keywords: Salinity, wheat, itrogen use efficiency, nitrogen content.

1, 2- Contribution of College of Agriculture, Birjand University and Ferdowsi University of Mashhad, respectively.