تأثیر شوری و کود نیتروژن بر عملکرد و کارآیی مصرف کود در گندم با استفاده از ایزوتوپ پایدار ^{15}N

اعظم برزوئی[1]*، محمد کافی، میر احمد موسوی شلمانی، علی خراسانی

استاد یار پژوهشکده کشاورزی، پزشکی و صنعتی هسته ای کرج- پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای؛
aborzouei@nrcam.org

استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛
Mkafi36@yahoo.com

کارشناس ارشد پژوهشکده کشاورزی، پزشکی و صنعتی هسته ای کرج- پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای؛
amoosavi@nrcam.org

کارشناس پژوهشکده کشاورزی، پزشکی و صنعتی هسته ای کرج- پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای؛
akhorasani@nrcam.org

چکیده

به منظور مطالعه شوری و نیتروژن بر عملکرد و راندمان مصرف کود نیتروژن، آزمایشی در دو سال زراعی 88-1387و 89-1388 در مزرعه تحقیقات شوری، دانشگاه فردوسی مشهد طراحی گردید. آزمایش به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح شوری شاهد (EC=1/3 dS/m)، 5 dS/m و 10 به عنوان عامل اصلی، سه سطح کود نیتروژن 50، 100 و 150 $kg.ha^{-1}$ و دو رقم گندمِ حساس (طوس) و متحمل به شوری (بم) که به صورت فاکتوریل به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. کود نیتروژنه به شکل سولفات آمونیوم و در سه مرحله تقسیط گردید. اعمال کود نشاندار ^{15}N با غنای 8 اتم درصد (8%)، در سه تقسیط بطور هماهنگ با کرتهای غیر ایزوتوپی در سال دوم انجام گردید. نتایج نشان داد، در تیمار 5 و 10 dS/m با افزایش کود درصد نیتروژن مشتق شده از کود نشاندار (Ndff %) در دانه های گندم افزایش یافت. بیشترین و کمترین راندمان مصرف نیتروژن به ترتیب به تیمار های کودی 50 و 150 $kgN.ha^{-1}$اختصاص داشت. غلظت کلروفیل، پتاسیم و عملکرد دانه با افزایش شوری کاهش یافت و با بالا رفتن نیتروژن مصرفی از 50 به 150 $kgN.ha^{-1}$ بر میانگین صفات مذکور افزوده شد. غلظت سدیم با افزایش شوری و نیتروژن به ترتیب افزایش و کاهش یافت. این نتایج نشان داد که کاربرد مقادیری بالاتر از نیاز کودی در شرایط شور سبب افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه می گردد و این امر شرایط را جهت تحمل شرایط شور بهبود می بخشد.

واژه‌های کلیدی: درصد نیتروژن مشتق شده از کود نشاندار، غلظت سدیم و پتاسیم، کلروفیل

---

1. آدرس نویسنده مسؤول: کرج، انتهای رجائی شهر، بلوار موذن، بلوار انرژی اتمی، پژوهشکده کشاورزی و پزشکی هسته ای کرج

* دریافت: فرودین، 1391 و پذیرش: بهمن، 1391

مقدمه

شوری یکی از تنش های مهم در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است که تولید محصولات کشاورزی را محدود می سازد. تأثیر منفی شوری از طریق افزایش املاح در محیط اطراف ریشه به عبارتی لایه های سطحی خاک های زراعی است که منشأ آن نوع سنگ های مادری تشکیل دهنده خاک، استفاده از آب های شور و مدیریت نامناسب زراعی است. شوری روزبه روز در حال گسترش بوده و بخش اعظم خاک های زراعی مناطق خشک با این مشکل مواجه هستند.

در کشور ایران، حدود 23/5 میلیون هکتار با درجات مختلفی تحت تأثیر شوری قرار دارد که در اقلیم های سرد تا گرم کشور پراکنده شده است (27). در طی بروز تنش شوری علاوه بر کاهش جذب آب، تجمع برخی از یونها در غلظت بالا در بافت گیاهان می تواند منجر به سمیت و یا عدم تعادل یونی شود. به دلیل فراوانی و غالبیت دو یون Na^+ و Cl^- در خاک و آب های شور از جذب بسیاری از عناصر پر مصرف و کم مصرف کاسته می شود (8).

در شرایط تنش شوری گیاهان می بایست عناصر غذائی مورد نیاز برای فرایند های حیاتی خود را جذب کرده و تا حدی مانع ورود یونهای نا خواسته به اندام ها و بافت های هوائی شوند. ممکن است شوری با تأثیر بر قابلیت استفاده از برخی عناصر، جذب، انتقال یا توزیع عناصر غذائی درون گیاه را دچار مشکل سازد و یا با غیر فعال نمودن نقش فیزیولوژیکی عنصر غذائی مصرف شده، منجر به افزایش ذاتی نیاز غذائی گیاه گردد(16). از مهم ترین عناصر غذائی که جذب آن در شرایط شوری تحت تأثیر قرار می گیرد، نیتروژن است.

زمانی که گیاهان تحت تنش شوری قرار می گیرند، جذب نیتروژن بیشتر از سایر عناصر تحت تأثیر قرار می گیرد و کاهش می یابد (13). حیدری و همکاران (9) نیز دریافتند که شوری در مقادیر زیاد جذب نیتروژن را در گیاه گندم کاهش می دهد. مطالعات اثر متقابل شوری و نیتروژن (در خاکهائی که کمبود نیتروژن دارند) نشان داده که اضافه کردن نیتروژن، رشد و عملکرد تعداد زیادی از گیاهان مانند گندم، یونجه، جو، لوبیا، هویج، گوجه فرنگی، ذرت، شبدر، حبوبات، ارزن و برنج را هنگامی که درجه شوری خیلی شدید نبوده بهبود بخشیده است (9).

کشاورز (12) گزارش کرد با توجه به اینکه در شرایط شور از جذب نیتروژن به دلایل متعددی (از قبیل کاهش میزان تراوائی ریشه گیاه، کاهش فعالیت میکروبی خاک و به دنبال آن کاهش معدنی شدن ترکیبات آلی، کاهش جذب نیترات در اثر عرضه زیاد آنیون کلر در محیط رشد ریشه و بالاخره کاهش فعالیت نیتراتی شدن در خاک) کاسته می شود، مصرف بیشتر نیتروژن توانسته است تا حدودی این مسئله را جبران نموده و سبب افزایش عملکرد گیاه گندم گردد. وی همچنین عنوان نمود که افزایش عملکرد گندم در شرایط شور در اثر مصرف بیشتر کود نیتروژنه می تواند ناشی از کاهش غلظت کلرور سدیم در گیاه باشد.

رحمان و همکاران (20) با بررسی کارائی مصرف نیتروژن به کمک ایزوتوپ ^{15}N بیان داشتند که بطور کلی %Ndff (درصد نیتروژن جذب شده توسط گیاه از کود) و بهره‌بری نیتروژن بوسیله گندم در خاکهای شور نسبت به شرایط غیر شور پائین تر است. لئوکس و سیورتسن(14) نیز با مطالعه اثرات توأم شوری و کود نشاندار نیترات پتاسیم ($K_{15}NO_3$) در گیاهچه‌های مرکبات بیان کردند، در شرایط شور جذب ^{15}N و کارائی مصرف نیتروژن کاهش می یابد. نتایج این تحقیق نشان داد شوری در شرایطی کارائی مصرف نیترژون (^{15}NUE) را افزایش می دهد که رشد اندامهای هوائی به طور موقتی کمتر از جذب نیتروژن تحت تأثیر قرار گیرد. پت وری و همکاران(19) نشان دادند جذب کل ازت، %Ndff و کاربرد نیتروژن به

وسیله گندم در خاکهای شور نسبتاً پائین‌تر از شرایط شور است.

هدف از انجام این آزمایش بررسی آثار ترکیبی شوری و نیتروژن بر جذب عناصر غذائی در بخش هوائی گندم و نیز بررسی کارائی مصرف کود نیتروژن با استفاده از ایزوتوپ پایدار ^{15}N در شرایط شور می باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اثرات متقابل شوری و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و راندمان مصرف کود نیتروژن در گندم آزمایشی به مدت 2 سال در ایستگاه تحقیقات شوری، قطب علمی گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. مزرعه شوری در 15 کیلومتری شرق مشهد، با عرض جغرافیائی 59 درجه و 36 دقیقه شرقی و ارتفاع 985 متری از سطح دریا واقع شده است.

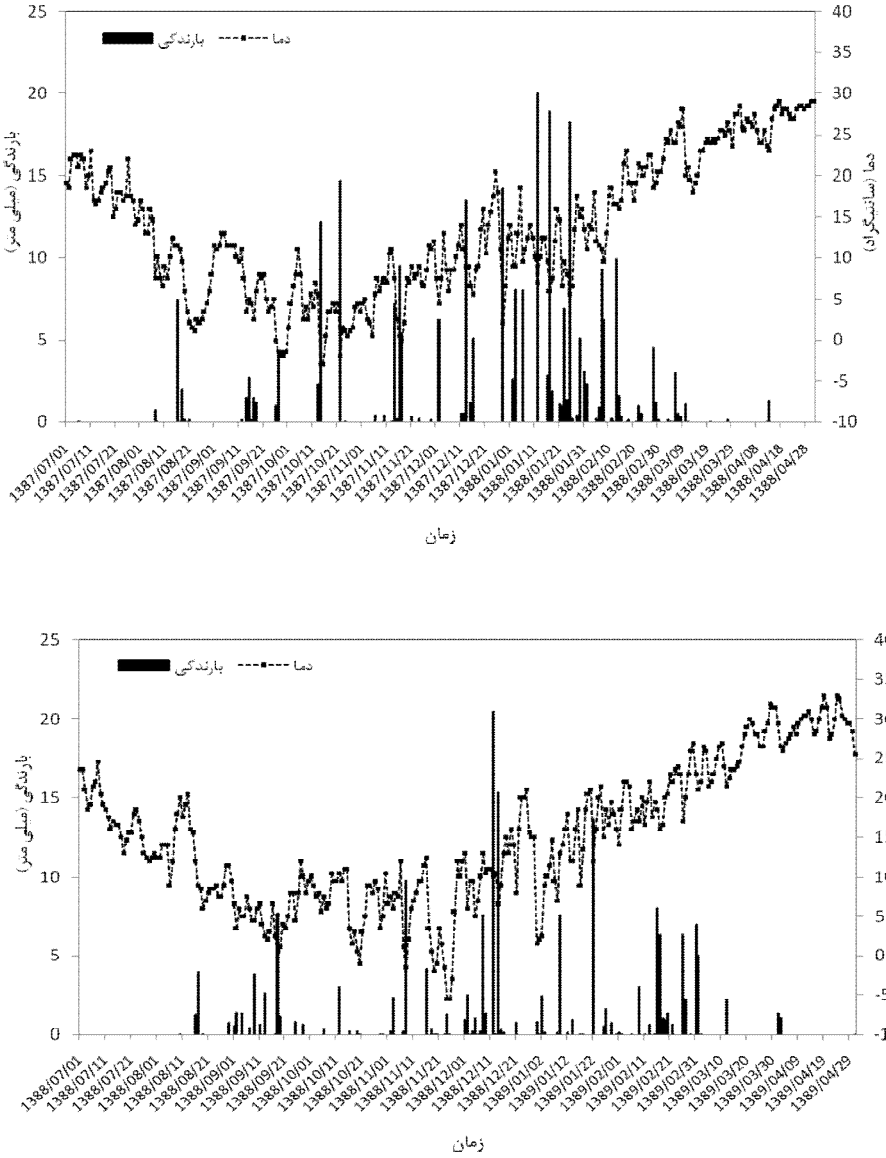
متوسط بارندگی سالانه در مشهد، 256/5 میلی متر و حداکثر و حداقل دمای سالانه آن نیز به ترتیب 21/6 و8/3 درجه سیلیسیوس می باشد. همچنین میزان بارندگی و متوسط دمای روزانه در طی دو فصل زراعی 1388-1387 و 1389-1388 در (شکل 1) نشان داده شده است. خاک مزرعه از نوع سیلتی لوم با هدایت الکتریکی 8 دسی زیمنس بر متر و هدایت الکتریکی آب مزرعه 5/5 دسی زیمنس بر متر بود. آزمایش به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل سه سطح شوری [(شاهد، آب معمولی EC=1/3)، 5 و 10 دسی زیمنس بر متر(dS/m)] به عنوان عامل اصلی و سه سطح کود نیتروژن (50، 100و 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) با دو رقم گندم [یک رقم حساس (طوس) و متحمل به شوری (بم)] بودند که به صورت فاکتوریل به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. دو رقم مذکور به پیشنهاد ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشهد- طرق انتخاب شدند.

کود نیتروژن نیز به شکل سولفات آمونیوم[1] و در سه مرحله به طور مساوی (1/3 قبل از کاشت، 2/3 باقیمانده در مراحل پنجه زنی و ساقه رفتن) تقسیط شد. برای اعمال تیمارهای آبیاری با آب شور از تانکرهای ذخیره آب استفاده شد که آب شیرین و آب شورطبیعی با $EC= 10ds.m^{-1}$ از چاه های نزدیک به مزرعه به تانکرها انتقال یافت و سپس با EC متر هدایت الکتریکی آب مورد نظر کنترل گردید. ضمناً آب شور با $EC= 5\ ds.m^{-1}$ در محل مزرعه موجود بود. آبیاری گیاهان در هر دو سال به صورت نشتی انجام شد.کشت گیاهان با توجه به شرایط آب و هوائی در سال اول و دوم به ترتیب در تاریخ های87/8/15 و88/7/26 صورت گرفت.

ابعاد هر کرت 3×2 متر در نظر گرفته شد و هرکرت شامل 4 پشته به طول 3 متر و با فاصله ردیف 50 سانتی متر از یکدیگر بود. در روی هر پشته دو شیار ایجاد شد و بذرها با تراکم 400 بوته در متر مربع کشت شدند. فاصله کرت ها از هم دو ردیف نکاشت و فاصله بلوک ها نیز از یکدیگر سه متر در نظر گرفته شد. آبیاری کرت ها تا زمانی که گیاهان سبز شدند، با آب معمولی صورت گرفت. سپس اعمال تیمار شوری شروع گردید، به نحوی که درنوبت اول آبیاری کلیه کرت ها به جز سطح شاهد، با محلول 5 دسی زیمنس بر متر انجام شد. در نو بت های بعدی این مقادیر افزایش یافت ودر نهایت سطح شوری مورد نظر پس ازگذشت دو هفته کامل شد. در طی فصل رشد وجین علف های هرز بصورت دستی در دو نوبت

1- ارجحیت استفاده از کودهای نیتروژنه در شرایط شور بدین صورت است اوره، سولفات آمونیوم و نیترات آمونیوم. ضریب شوری که به عنوان شاخص شوری ایجاد شده توسط کودها مطرح است در نیترات آمونیوم، اوره و سولفات آمونیوم به ترتیب 104/7، 75/4 و 69 در واحد وزن مولکولی کودها می باشد، نیترات آمونیوم بالاترین ضریب شوری کود را دارا است از آنجایی که کودهای گوگردی نقش موثری را در اصلاح خاکهای شور و قلیا دارند به همین دلایل استفاده از کود سولفات آمونیوم در اراضی شور بهتر از سایر کودها می باشد.

صورت گرفت. همچنین در سال دوم سمپاشی علیه شته سبز با سم متاسیستوکس و به نسبت یک در هزار انجام گرفت. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاکِ نمونه‌گیری شده تا عمق 30 سانتی‌متر، قبل از کاشت از کود سوپر فسفات ساده (250 کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (100 کیلوگرم در هکتار) استفاده شد. در سال دوم آزمایش در هر کرت یک کرتچه ایزوتوپی به مساحت 1/5×1 متر مربع در نظر گرفته شد و اعمال کود نشان دار ^{15}N با غنای 8 اتم درصد (8%)، در سه تقسیط بطور هماهنگ با کرت های غیر ایزوتوپی انجام گردید.



شکل1. میزان بارندگی و متوسط دمای روزانه در طی فصل رشد گیاه گندم در سالهای زراعی 88-87 و 89-88

برداشت محصول در سال اول در تاریخ سوم تیر ماه 1388 و در سال دوم در تاریخ هـای 14 و 15 تیـر 1389 انجام شد. در انتهای فصل رشد سال زراعی دوم از گیاهان کرتچه‌های ایزوتوپی نمونه برداری شده و پس از تفکیک به کاه و دانه و انجام مراحل اولیـه خـشک شـدن، تعیـین درصد رطوبت و آماده‌سازی، کاملاً پودر شده و بـا انجـام مراحل آزمایشگاهی هضم، تقطیر و تیتراسیون نیتروژن کل آنها محاسبه می‌شود و سپس نسبت ایزوتوپی $N/^{14}N^{15}$ به کمک دستگاه امیشن اسپکترومتر تعیین شد. در نهایـت بـا پـردازش داده‌هـا، ضـریب بهـره‌وری کـود نیتـروژن در تیمارهای مختلف محاسبه گردید.در هر دو سال آزمـایش در مرحله گلدهی نمونه هائی از برگ پرچمی تهیه شده و جهت اندازه گیری میزان کلروفیل به روش آرنون (1) بـه آزمایشگاه منتقل گردید.

در زمـان رسـیدگی، پـس از حـذف دو ردیـف از طرفین هر کرت و 0/5 متر از ابتدا و انتهای کرت هـا بـه عنوان حاشیه، سطح باقیمانـده (4 متـر مربـع) بـه منظـور اندازه گیری عملکرد دانه برداشت شـد و پـس از خـشک کردن در هوای آزاد دانه ها از کـاه و کلـش جـدا شـده و توزین گردیدند. در نهایت عملکرد دانه برحسب گـرم در متر مربع محاسبه شد. همچنین جهت اندازه گیری عناصر، نمونه های به صورت تصادفی از ساقه و دانه هر تیمار در هر یک از سه تکرار انتخاب، آسیاب و با روش خاکـستر گیری خشک عناصـر سـدیم و پتاسـیم اسـتخراج شـدند. سپس مقادیر سدیم و پتاسیم توسط دسـتگاه فلـیم فتـومتر اندازه‌گیری شد. داده ها در نهایـت بـا برنامـه MSTATC تجزیه شده و گرافها با برنامه Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

کلروفیل کل

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده ها نـشان داد کـه تفاوت بین سال هـای آزمـایش در رابطـه بـا میـزان کـل کلروفیل معنی دار است، جدول (1) به نحوی که کلروفیل برگ ها در سال دوم 32/1 درصد کمتر از سـال اول بـود، جدول (2). تجمع مقادیر بالای سدیم دربافت‌های گیاه از جملـه عوامـل موثردرتخریـب رنگدانـه‌هـای فتوسـنتزی، نکروز برگ و کاهش فتوسنتز گـزارش شـده اسـت (26). بنابراین می توان افزایش میزان کلروفیل بـرگ را در سـال اول آزمایش به تجمع کمتر سدیم در ایـن سـال وکـاهش صدمات ناشی از آن کـه بـه واسـطه بـالاتر بـودن میـزان بارندگی ها وکم تر شدن شدت تـأثیر تـنش شـوری مـی باشد، مربوط دانست.

تأثیر تیمار شوری بر میانگین صفت مذکور معنی دار بود و شوری 10 دسی زیمنس بر متر سبب کـاهش معنـی دار میزان کلروفیل بـرگ هـا گردیـد (جـداول (1) و (2). بررسی برهمکنش دو عامل کود×شوری حاکی از آن است که در هر سه سطح شوری، بیـشترین میـزان کلروفیـل بـا اخـتلاف معنـی دار در تیمـار 100 کیلـوگرم نیتـروژن در هکتار بدست آمد.

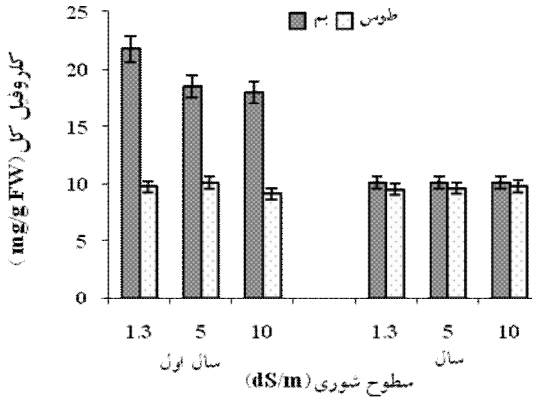
بین ارقام گندم از نظر میزان کلروفیل اختلاف معنی داری وجود داشت، جدول (1). به نحوی که رقـم بـم بـا 51/3 درصد افزایش از میزان کلروفیل بالاتری در مقایـسه با رقم طوس برخوردار بودبقیه متن را مشابه اصلاح کنید جدول (2). برهمکنش رقم و شوری در دو سال آزمـایش بر میزان کلروفیل برگ معنی دار شد. رقم بم در سـال اول و دوم آزمایش با افزایش شوری میزان کلروفیـل خـود را کاهش داد، هر چند در سـال دوم ایـن کـاهش بـه لحـاظ آماری معنی دار نبود، ضمن اینکه میزان کـل کلروفیـل در رقم بم در سال دوم پائین تـر از سـال اول آزمـایش بـود. میانگین این صفت در رقم طوس در هـر دو سـال انجـام آزمایش تفاوت چندانی در بین تیمار های مختلف شوری نشان نداد (شکل 2).

سـودهیر و مـورتی (25) در رابطـه بـا تـأثیر تـنش شوری بر میزان کلروفیـل گـزارش نمـوده انـد کـه تـنش شوری کاهش محتوی کلروفیل را القاءمی نماید و زنجیره

انتقال الکترون را تحت تأثیر قرار می دهد و در نهایت از فعالیت فتوسیستم II در اثر تجمع نمک در کلروپلاست جلوگیری می کند. این کاهش در فعالیت فتوسنتزی به طور مستقیم مرتبط با کاهش متابولیسم کربن و عملکرد می باشد. گزارش شده، در شرایط تنش، کلروفیل با جذب نور خورشید می تواند یک منبع بالقوه برای تولید رادیکال های فعال اکسیژن باشد و کاهش محتوی کلروفیل در این شرایط باعث کاهش خسارت به سیستم فتوسنتزی به علت کاهش تولید رادیکال های آزاد اکسیژن می شود، به عبارتی کاهش کلروفیل در شرایط تنش ممکن است یک جنبه سازگاری داشته باشد، زیرا غلظت بالای کلروفیل برگ یک منبع بالقوه برای تولید گونه های فعال اکسیژن می باشد (21).

نتایج حاصل از این آزمایش نیز موید مطلب فوق می باشد. اما بررسی داده های حاصل از آزمایش بیانگر آن است که کاربرد نیتروژن به درجات مختلف سبب تغییر پاسخ پارامتر مذکور در شرایط تنش شوری می شود. کارایی نیتروژن در کم کردن اثرات مضر تنش شوری در گیاهان، به اثرات بهبود دهنده این عنصر بر روی پتانسیل اولیه رشد، فعالیت آنزیمهای نیترات ردوکتاز و کربونیک آنهیدراز، نفوذ پذیری غشاء و کارایی مصرف نیتروژن نسبت داده می شود (23). گزارش شده است که بخش بزرگی از نیتروژن برگ در کلروپلاست یافت می شود که بیشترین میزان این عنصر فقط در رابیسکو نقش دارد و این آنزیم به عنوان یک آنزیم کلیدی مسئول برای تثبیت دی اکسید کربن است (21، 23) .

درمطالعه حاضر افزایش تجمع نیتروژن ممکن است در زیاد شدن غلظت کلروفیل و کارایی مصرف آب بکار رفته باشد و اثرات تجمعی آنها به افزایش فتوسنتز خالص نسبت داده می شود. این نتایج با یافته های کچین و فومیس (3) مطابقت دارد.



شکل2- برهمکنش ارقام گندم و سطوح مختلف شوری در دو سال انجام آزمایش بر میزان کل کلروفیل برگ در مرحله گرده افشانی خطوط عمودی در هر ستون نشان دهنده خطای استاندارد می باشند

تجمع سدیم در اندام هوایی

نتایج آماری و تجزیه مرکب داده های مربوط به سدیم و پتاسیم در جدول(1) آمده است. در هر دو سال آزمایش مقدار تجمع سدیم در اندام هوایی ارقام تحت تأثیر شوری قرارگرفت، به طوری که با زیاد شدن شوری در سطح dS/m 10، مقدار تجمع این یون در اندام هوایی دو رقم نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در سطح 1% نشان داد، جدول(2). در این آزمایش تیمار شوری 10

دسی زیمنس بر متر با میانگین 11/4 دارای بیشترین و تیمار شاهد با میانگین 7/7 میلی گرم در گرم ماده خشک دارای کمترین میزان سدیم در سال اول آزمایش بودند.

این نتایج نشان دهنده افزایشی در حدود 3/4 میلی گرم در گرم ماده خشک درشوری سوم نسبت به شاهد است. در سال دوم نیز میزان این افزایش برابر 4/2 میلی گرم در گرم ماده خشک بود، جدول (2). در این آزمایش بکارگیری و افزایش مصرف نیتروژن از 50 به 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار غلظت سدیم در بخش هوائی ارقام مورد بررسی را به طور معنی داری کاهش دهد، جدول (2). جدول (2) نشان می دهد که سطح بالای کودی (150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به طور معنی داری مانع از تجمع سدیم شد. بررسی پاسخ دو رقم مورد مطالعه به افزایش مصرف کود نیز معنی دار و قابل توجه بود، جدول (1). نتایج نشان داد در رقم متحمل به شوری بم کاربرد 100 و150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار میزان تجمع سدیم را در اندام هوائی این رقم به طور معنی داری کاهش داد، در حالی که در رقم حساس به شوری طوس این روند مشاهده نشد و افزایش کاربرد مصرف کود تأثیر معنی داری بر کاهش غلظت سدیم نداشت، جدول (3). به نظر می‌رسد بدلیل حساسیت گندم رقم طوس به شوری، واکنش آن نسبت به نیتروژن کم شده و در نتیجه از میزان تجمع سدیم به همراه بالارفتن سطح نیتروژن کاسته نشده و یا بدون تغییر باقی ماند. به نظر می رسد این واکنش دلیل دیگری بر حساسیت گندم رقم طوس به شوری است. با بررسی میانگین ارقام و اثر متقابل شوری در رقم (جداول 2 و 3) مشخص شد که روند تغییرات سدیم به مقاومت یا حساسیت ارقام بستگی دارد و از این نکته می توان در انتخاب غیر مستقیم ژنوتیپ‌های متحمل به شوری استفاده کرد. مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم طوس و بم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان سدیم را داشتند، جدول (2). بررسی اثر متقابل شوری در رقم، نشان داد که میزان تجمع سدیم در اندام هوایی رقم طوس بیش از رقم دیگر بود، جدول (3). گرچه ارقام در شرایط بدون تنش اختلاف معنی‌داری از این نظر نشان ندادند، اما با افزایش شوری تفاوت بین ارقام به لحاظ میزان تجمع سدیم نمود بیشتری پیدا کرد. بدین لحاظ در هریک از ارقام در بالاترین سطح شوری (10dS/m) در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و اختلاف بین ارقام نیز در این سطح مشهودتر بود. به طوری که می‌توان درصد افزایش تجمع این یون را به میزان حساسیت ارقام به تنش نسبت داد. همانگونه که بیان شده میزان سدیم اندام هوایی ممکن است به عنوان شاخصی برای تحمل به شوری درغلات در نظر گرفته شود (4).گندم جزء گونه های گلیکوفیت است که مقاومت به شوری را از طریق سازوکار دفع یون نشان می‌دهد، لذا هر رقمی که توانایی کمتری در این سازوکار دارد، رقم حساس است (6). بر این اساس تجمع بیشتر سدیم در رقم طوس و درصد افزایشی معادل 56/87 درصد در سطح شوری10dS/m در مقایسه با شاهد حساسیت بیشتر این رقم را نشان می‌دهد، در حالی که این افزایش در رقم بم حدود 30 درصد بوده است، جدول (3).

جدول1. میانگین مربعات عملکرد دانه، کلروفیل کل و غلظت عناصر سدیم و پتاسیم

منبع تغییر	عملکرد دانه	کلروفیل کل	غلظت سدیم	غلظت پتاسیم
سال	1333962/30**	59046/42**	2373/88 **	11040/93 **
شوری	17101/90**	911/39*	6/70 ns	0/31 *
سال x شوری	1900/20 ns	1149/24**	143/52 **	29/20 ns
خطا	1282/08	134/65	7/70	5/76
کود	23354/03 **	394/93ns	64/83 **	6/93 ns
کود x سال	2594/90 ns	6/01ns	11/88 ns	4/95 ns
کود x شوری	6191/77 ns	710/20**	16/33 ns	55/94 **
کودx شوری x سال	687/98 ns	1231/97**	14/25 ns	6/60 ns
رقم	42473/49 **	67474/85**	0/45 *	5/63 ns
سال x رقم	4719/28 ns	60981/79**	26/28 **	4/18 ns
شوریx رقم	8521/88 ns	1099/87**	19/93 ns	25/82 ns
سالx شوریx رقم	946/88 ns	891/31**	3/5 ns	7/60 ns
رقمx کود	4113/70 ns	245/27ns	82/45 **	1/02 ns
سالx کودx رقم	457/08 ns	139/15ns	9/40ns	4/91ns
شوریx کودx رقم	5425/01 ns	432/34ns	30/96 ns	4/47 ns
شوریx کودx رقمx سال	602/78	110/96ns	36/39 ns	9/87 ns
خطا	3287/94	182/92	14/83	15/96

ns: عدم اختلاف معنی دار، * : معنی دار در سطح 0/05 ، ** : معنی دار در سطح 0/01

تجمع پتاسیم در اندام هوایی

نگهداری سطح مناسبی از پتاسیم برای ادامه حیات گیاهان در شرایط شور ضروری است. پتاسیم از عناصر معدنی ضروری در شیره سلولی است و نقش بسیار زیادی در کاهش پتانسیل اسمزی سلول های ریشه دارد. با بالا رفتن میزان سدیم و یا نسبت سدیم به کلسیم در محیط ریشه از جذب پتاسیم کاسته می شود (7). بر اساس نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین ها مشخص گردید که با بالارفتن سطح شوری از شاهد به 10 دسی زیمنس بر متر بصورت معنی داری از میزان پتاسیم در بخش اندام هوائی گندم کاسته شد، جدول (2). در جدول (2) مشاهده می‌شود که بیشترین میزان پتاسیم اندام هوائی در هر دو سال آزمایش در تیمار شاهد با میانگین های 38/03 و 18/3 میلی گرم در گرم ماده خشک به ترتیب در سال های اول و دوم بدست آمد اما تا سطح شوری 5 دسی زیمنس بر متر تغییری در آن مشاهده نشد. کمترین مقدار پتاسیم در هر دو سال آزمایش در شوری 10 دسی زیمنس بر متر بدست آمد که از کاهشی معادل 5/1 درصد در سال اول و 10/3 درصد در سال دوم نسبت به شاهد برخوردار بود، جدول (2).

بر اساس نتایج حاصل از تغییرات میزان پتاسیم در اثر کاربرد کود نیتروژن، در سال اول آزمایش میزان پتاسیم از 34/04 در تیمار کودی 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به 38/06 میلی گرم در گرم ماده خشک در تیمار کودی 150کیلوگرم نیتروژن در هکتار رسید که از افزایشی معادل 11/8 درصد برخوردار بود، جدول (2). در سال دوم آزمایش نیز کمترین میزان پتاسیم برگ مربوط به تیمار کودی50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین 15/14 میلی گرم در گرم ماده خشک بود. هر چند در این سال تفاوتی بین تیمارهای کودی 100 و 150 کیلوگرم نیتروژن

در هکتار مشاهده نشد، اما بیشترین میزان پتاسیم در تیمار کودی 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین 19/2 میلی گرم در گرم ماده خشک بدست آمدکه از افزایش معنی داری نسبت به سطح اولیه کودی برخوردار بود، جدول(2). کاهش پتاسیم در اثر شوری و افزایش آن در طی استفاده از کود سولفات آمونیوم سبب معنی دار شدن اثر متقابل شوری و نیتروژن بر میزان پتاسیم برگ گردید. همانطور که در جدول (3) دیده می شود تیمار کودی 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با بهبود شرایط جذب برای گیاه، سبب افزایش غلظت پتاسیم حتی در سطوح بالای شوری گردید. حیدری (7) گزارش کرده است که با افزایش شوری از میزان پتاسیم در ساقه و دانه گندم کاسته می شود اما در طی استفاده از کود نیتروژن از مقدار این کاهش کاسته شده و نیتروژن عملاً سبب افزایش مقدار پتاسیم در هر دو بخش هوائی و ریشه گندم خواهد شد. بر اساس نتایج حاصل از اثر متقابل رقم در شوری به لحاظ میزان تجمع پتاسیم کاهش میزان پتاسیم در اندام هوایی ارقام مورد مطالعه تائید گردید، جدول(3). به طوری که شوری 10dS/m کمترین میزان صفت مذکور را در ارقام باعث گردید، جدول (3). در این مطالعه میانگین بالاتر این صفت در رقم بم مشاهده شد، جدول(3). این رقم در بالاترین سطح شوری (10 dS/m) با بیشترین میزان تجمع پتاسیم، اختلاف معنی‌داری با رقم طوس نشان داد، جدول(3). این نتایج با یافته‌های اشرف و خانوم (2) هماهنگ است که اظهار داشته‌اند در شرایط شوری غلظت K^+ در رقم مقاوم S24 در مقایسه با رقم حساس یکوراراجا در مراحل پنجه زنی وگلدهی بیشتر بود. مشخص شده است که مکانیسم تحمل در شرایط تنش شوری دارا بودن قدرت انتخاب پذیری بالا نسبت به عناصر سدیم و پتاسیم و ضرورت نگهداری غلظت پتاسیم به میزان کافی در سلولهای گیاهی است (5). نتایج حاصل از سایر تحقیقات نشان داده است که تنش شوری، تقاضا برای برخی از عناصر غذائی خاص را افزایش می دهد، ضمن اینکه جذب و یا تجمع یکسری دیگر از عناصر کاهش می یابد و لذا بر روی تسهیم بندی عناصر درون گیاه تأثیر می گذارد (9). در این آزمایش هر دو رقم در شرایط تنش شوری و فراهم شدن150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بالاترین مقدار پتاسیم را داشتند، جدول (3). افزایش غلظت پتاسیم با کاربرد150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عنوان عامل اصلی برای افزایش تولید ماده خشک به حساب می آید. چرا که پتاسیم از اجزای تشکیل دهنده تعداد زیادی از ترکیبات مهم متابولیکی هستند که نقش مهمی در عملکرد فیزیولوژیکی گیاه بر عهده دارند (17، 24). بنابراین نگهداری و حفظ نسبت بالائی از پتاسیم به سدیم در سلولهای گیاهی به جهت فرایند های متابولیکی و اساسی تحمل به تنش شوری مناسب خواهد بود (10). بیش از 50 آنزیم بوسیله پتاسیم فعال می شود که نقش این عنصر قابل جایگزینی با سدیم نخواهد بود. زنگ و همکاران (28) گزارش نموده است که نسبت مطلوب پتاسیم به سدیم به منظور تنظیم اسمزی، نگهداری فشار تورژسانس، عملکرد روزنه ها، فعالیت آنزیم ها، سنتز پروتئینها، متابولیسم اکسیدانها و فتوسنتز مهم و ضروری است. همچنین تولید زیاد گونه های فعال اکسیژن که در اثر تنش شوری ایجاد می شود، معمولاً منجر به پراکسیداسیون چربیها و نشت پتاسیم از سلولها بوسیله فعال کردن کانالهای انتشار پتاسیم می گردد. سیدیکیو و همکاران (23) با انجام تحقیق بر روی کلزا نتیجه گیری کردند که تحمل به شوری با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم، نیتروژن برگ و غلظتهای پتاسیم که به دنبال کاربرد نیتروژن در محیط رشد گیاه حاصل می گردد، افزایش می یابد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه آماری در جدول (1) نشان می دهد که سال، شوری و نیتروژن تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه ارقام مورد بررسی دارند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال همه صفات مرتبط با عملکرد دانه را تغییر می دهد، شوری نیز همین تأثیر را دارا بود.در جدول (2) مشاهده می شود که با افزایش شوری از سطح شاهد به 10 دسی زیمنس بر متر از عملکرد نهائی دانه ارقام بم و طوس در هر دو سال آزمایش کاسته شد. در سال اول آزمایش مقدار عملکرد از 678/1 گرم در متر مربع در تیمار شاهد به 629/5 گرم در

متر مربع در شوری10دسی زیمنس بر متر رسید که به لحاظ آماری اختلاف معنی داری با شاهد نشان داد، جدول(2). در سال دوم آزمایش میزان عملکرد در شوری شاهد برابر 474/73 گرم در متر مربع و در شوری 10 دسی زیمنس بر متر برابر 411/48 گرم در متر مربع بود که از کاهشی معادل 13/2 درصد برخوردار بود، جدول(2). پایین تر بودن میزان عملکرد دانه در سال دوم آزمایش به تجمع شوری و اثرات سمیت سدیم و کلر بر می گردد. همانطور که داده های هواشناسی دو سال آزمایش (شکل 1) نشان می دهد کاهش میزان بارندگی در سال دوم و به دنبال آن پر رنگ تر شدن اثرات ناشی از تنش شوری موجب شده، عملکرد دانه در سال دوم 31/4 درصد کمتر از سال اول آزمایش باشد.

جدول2. اثرات سال، رقم، شوری، کود، سال xشوری و سال x کود بر میانگین صفات کلروفیل کل، عملکرد دانه و غلظت عناصر سدیم و پتاسیم در اندام هوائی گیاه

تیمار		عملکرد دانه (g/m^{-2})	کلروفیل کل (mg/g Fw)	غلظت سدیم (mg/g Dw)	غلظت پتاسیم (mg/g Dw)
سال اول		651/21	14/60	9/68	36/43
سال دوم		446/46	9/92	19/05	17/26
بم		553/23	14/76	11/12	26/39
طوس		513/57	9/76	12/92	25/3
1/3 دسی زیمنس بر متر		576/39	12/84	9/7	28/10
5 دسی زیمنس بر متر		549/60	12/01	12/2	27/40
10دسی زیمنس بر متر		520/08	11/93	14/2	24/25
LSD (0/05)		19/50	0/63	1/51	1/30
N_{50}/kg		504/01	11/94	15/86	24/29
N_{100}/kg		547/84	12/23	13/97	27/29
N_{150}/kg		548/39	12/60	13/25	28/65
LSD (0/05)		27/03	0/63	1/80	1/87
سال اول	1/3 dS/m	678/05	15/82	7/85	38/06
	5 dS/m	646/14	14/09	9/81	37/18
	10 dS/m	629/46	13/87	11/37	34/04
سال دوم	1/3 dS/m	474/73	9/85	17/48	18/24
	5 dS/m	453/07	9/92	18/00	17/40
	10 dS/m	411/48	9/98	21/67	15/14
LSD (0/05)		27/50	0/89	2/14	1/83
سال اول	N_{50}/kg	605/34	14/25	11/82	34/04
	N_{100}/kg	663/78	14/92	8/97	37/18
	N_{150}/kg	664/52	14/62	8/20	38/06
سال دوم	N_{50}/kg	404/67	9/62	19/87	15/14
	N_{100}/kg	431/90	10/28	18/95	17/40
	N_{150}/kg	432/26	9/85	18/30	19/24
LSD (0/05)		38/23	0/90	2/57	2/65

برخلاف کاهش عملکرد دانه در اثر شوری، با بالا رفتن نیتروژن مصرفی از 50 به 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر عملکرد دانه افزوده شد، جدول (2). نتیجه دیگر محققان (9، 23) و نتیجه این آزمایش بیان می کند که دستیابی به عملکرد بالا در گندم با کاربرد نیتروژن بیشتر ممکن است، بطوریکه بیشترین عملکرد دانه در هر دو سال به ترتیب با میانگین 547/7 گرم در متر مربع در بالاترین سطح کودی (150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بدست آمد. بالا رفتن عملکرد دانه با مصرف نیتروژن می تواند بواسطه تأثیر نیتروژن بر فرایندهای رشد و نمو گیاه باشد که در نهایت این امر منجر به تأثیر مثبت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه می شود (8).

ارقام نیز از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری را با یکدیگر نشان دادند، عملکرد دانه رقم بم بیشتر از رقم طوس بود، جدول (2). مقایسه میانگین ارقام در سطوح مختلف شوری نشان داد که در شرایط شاهد بالاترین عملکرد دانه به رقم بم اختصاص داشت. میانگین این صفت در شوری 5 دسی زیمنس بر متر در هیچ یک از ارقام کاهش معنی داری را در مقایسه با شاهد نشان نداد ولی با افزایش شوری در سطح 10 دسی زیمنس بر متر عملکرد هر دو رقم مورد بررسی تحت تأثیر شوری قرار گرفت، به گونه ای که در این سطح شوری عملکرد دانه رقم حساس طوس دارای کاهش بیشتری در مقایسه با رقم متحمل بم بود. درصد کاهش عملکرد دانه در ارقام بم و طوس در شوری 10 دسی زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد به ترتیب 7 و 10 درصد بود، جدول(3).

راندمان مصرف کود نیتروژن

نتایج حاصل از تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر راندمان کود نیتروژن نشان داد که با افزایش مقدار کود سولفات آمونیوم سهم نیتروژن حاصل از کود نشاندار در بذور گندم افزایش می یابد، جدول (4). بررسی اثر متقابل کود و شوری نشان داد که با افزایش شوری میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه از کود مصرفی افزایش یافته، به نحوی که در تیمار 5 و 10 دسی زیمنس بر متر با افزایش کاربرد کود درصد نیتروژن مشتق شده از کود نشاندار (Ndff %) نیز در دانه های گندم روند صعودی از خود نشان داد. این روند بخصوص در سطح شوری 10 دسی زیمنس بر متر نمود بیشتری پیدا کرده است و اختلاف بین تیمار های کودی به لحاظ آماری معنی دار بود، جدول (4). بررسی داده های حاصل از راندمان مصرف کود حاکی از آن است که به دنبال افزایش درصد نیتروژن جذب شده از کود نشاندار توسط گیاه راندمان مصرف نیتروژن کاهش یافته است، جدول (4). بیشترین و کمترین راندمان مصرف نیتروژن به ترتیب به تیمار های کودی 50 و 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت. همچنین کاهش راندمان مصرف کود در شوری های 5 و 10 دسی زیمنس بر متر به دنبال کاربرد بیشتر سولفات آمونیوم قابل توجه بود (جدول4). راندمان استفاده از نیتروژن در ارقام مختلف غلات به خصوصیات گیاهی مانند وضعیت توسعه ریشه و توزیع آن در خاک، مراحل رشد گیاه، نیاز غذایی گیاه، عواملی مانند رطوبت و دمای خاک، میزان عناصر خاک و اثرات متقابل عناصر غذایی بستگی دارد (18). شاید بتوان کم شدن بازیافت نیتروژن در شرایط شور و از طرفی جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه از کود مصرفی را در طول فصل رشد، به نقش نیتروژن در بهبود اثرات ناشی از شوری ارتباط داد. بررسی ضرایب همبستگی بین درصد نیتروژن مشتق شده از کود با صفاتی مانند کلروفیل، پروتئین و آنزیمهای آنتی اکسیدانت که در پژوهشی دیگر انجام شده است، نشان می دهد که گیاه در طول فصل رشد با جذب بیشتر نیتروژن و بکارگیری آن در فرایند های رشد و نموی، از جمله تنظیم کننده های اسمزی و آنزیم ها با اثرات مضر شوری مقابله می نماید. به عبارت دیگر افزایش Ndff% و به دنبال آن کاهش راندمان بازیافت نیتروژن حاکی از آن

است که نیتروژن جذب شده در طول فصل رشد بیشتر در رشد رویشی گیاه شرکت داشته است تا در بهبود عملکرد دانه (r= -0/85** ،ضریب همبستگی بین Ndff % و عملکرد دانه). تنش اسمزی ناشی از تنش شوری که منجر به کاهش قابلیت دسترسی به عناصر در خاک می شود، سبب می شود که گیاه در صورت نبود نیتروژن کافی با فقر این عنصر غذائی مواجه شده و جذب وتثبیت نیتروژن دچار اختلال گردد، لذا استفاده مناسب از نیتروژن بخصوص در مقادیری بالاتر از حد اپتیمم سبب می گردد که گیاه تا حد امکان با صدمات ناشی از کمبود عناصر غذائی مواجه نشده و نیتروژن نیز می تواند در شرایط بروز تنش شوری در کاهش اثرات سوء شوری موثر باشد.

جدول3- اثرات رقم در شوری و رقم درکود و شوری در کود بر میانگین صفات کلروفیل کل، عملکرد دانه و غلظت عناصر سدیم و پتاسیم در اندام هوائی گیاه

تیمار		عملکرد دانه(g/m^{-2})	کلروفیل کل (mg/g Fw)	غلظت سدیم (mg/g Dw)	غلظت پتاسیم (mg/g Dw)
رقم بم	1/3 dS/m	562/15	15/96	9/28	27/49
	5 dS/m	546/93	14/10	11/42	27/05
	10 dS/m	522/17	14/20	12/66	25/48
رقم طوس	1/3 dS/m	526/46	9/97	10/02	27/50
	5 dS/m	517/04	9/91	13/01	26/16
	10 dS/m	476/45	9/65	15/72	22/80
LSD (0/05)		38/23	0/89	2/57	2/65
رقم بم	N_{50}/kg	534/69	14/15	11/35	25/04
	N_{100}/kg	567/34	15/18	12/44	27/33
	N_{150}/kg	557/70	14/94	9/71	26/80
رقم طوس	N_{50}/kg	473/31	9/73	15/84	24/17
	N_{100}/kg	528/34	10/02	10/95	25/10
	N_{150}/kg	539/08	9/52	11/92	26/63
LSD (0/05)		38/23	0/9	2/57	2/65
1/3dS/m	N_{50}/kg	520/70	11/74	13/97	26/75
	N_{100}/kg	570/14	13/59	13/76	29/45
	N_{150}/kg	584/76	13/18	13/96	27/90
5 dS/m	N_{50}/kg	507/90	11/68	17/21	26/48
	N_{100}/kg	513/79	12/43	14/04	27/17
	N_{150}/kg	544/59	11/91	13/02	28/57
10 dS/m	N_{50}/kg	515/79	12/18	16/39	19/64
	N_{100}/kg	559/61	12/40	14/10	25/18
	N_{150}/kg	483/61	11/20	12/80	27/93
LSD (0/05)		46/82	1/10	3/15	3/25

البته لازم به ذکر است که میزان این تأثیر بسته به حساسیت گونه گیاهی و قابلیت واکنش آن به نیتروژن تغییر می نماید (9). نتایج حاصل از این آزمایش نیز مبنی بر افزایش جذب نیتروژن از کود به دنبال کاربرد بیشتر و همچنین بهبود هر چه بیشتر فرایند های فیزیولوژیکی و بیوشیمیائی در شرایط شور نشان دهنده نقش مهم و کلیدی این عنصر در افزایش تحمل به تنش می باشد. نتایج حاصل از روند تغییرات راندمان مصرف کود ارقام بم و طوس در سطوح مختلف کود و شوری نشان داد که با افزایش سطح شوری از شاهد به 10 دسی زیمنس بر متر کارایی بازیافت نیتروژن در هر دو رقم کاهش یافت (شکل 3). درصد بازیافت نیتروژن در رقم بم و در شوری 10 دسی زیمنس بر متر در بین هیچ یک از سطوح کودی تفاوت معنی داری نداشت در حالی که میانگین صفت مذکور در رقم حساس طوس در همین تیمار شوری با افزایش مصرف کود از 20 درصد به 13 درصد کاهش یافت. این نتایج نشان می دهد که حساسیت بیشتر به شوری در رقم طوس در مقایسه با رقم بم، سبب ممانعت از بکارگیری نیتروژن در بهبود عملکرد و در نتیجه کاهش کارایی مصرف نیتروژن می گردد. در حالی که سازگاری رقم بم به شرایط شور از طرفی ویژگی کود پذیری نسبتاً پائین این رقم منجر شد که افزایش شوری از 5 به 10 دسی زیمنس بر متر تأثیر معنی داری بر درصد بازیافت نیتروژن در این رقم نداشته است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با افزایش شوری درصد بازیافت نیتروژن در هر دو رقم مورد بررسی کاهش می یابد. نتایج این تحقیق نشان داد شوری در شرایطی کارایی مصرف نیتروژن (^{15}NUE) را افزایش می دهد که رشد اندامهای هوائی به طور موقتی کمتر از جذب نیتروژن تحت تأثیر قرار گیرد. رایس و همکاران (22) با انجام پژوهشی‌هایی در چهار منطقه کشور پاکستان اثر مقادیر مختلف نیتروژن را بر روی گندم دیم مورد مطالعه قرار دادند. آنان به این نتیجه رسیدند که کاربرد نیتروژن توانست میزان جذب نیتروژن و عملکرد دانه گندم دیم را به طور معنی‌داری در تمامی مناطق مورد مطالعه افزایش دهد. اما آنان نتوانستند با استفاده از رگرسیون گام به گام هیچ رابطه معنی‌داری بین اشکال مختلف نیتروژن خاک و عملکرد دانه گندم دیم پیدا کنند. بر اساس پژوهش‌های انجام گرفته توسط آژانس بین المللی انرژی اتمی[1](11) در ایران با استفاده از روش ایزتوپی (نیتروژن- 15) بازیافت نیتروژن توسط گندم برای اوره 25 درصد، نیترات آمونیوم 24 درصد و سولفات آمونیوم 26 درصد گزارش شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که راندمان استفاده از کودهای نیتروژنی در گندم در کشور بسیار پائین‌تر از کشورهای منطقه است .لوپس بلیدو و همکاران (15) در مطالعه تأثیر زمان مصرف کود نیتروژن بر روی راندمان کود نیتروژنی در گندم دوروم دیم در شرایط مدیترانه‌ای اسپانیا در خاک‌های ورتی سول و با کاربرد 150 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشاندار شده با نیتروژن-15 وبا اتم درصد اضافه 2/5 % دریافتند برای افزایش راندمان مصرف نیتروژن (Nitrogen use efficiency) و کاهش تلفات آن از طریق آبشوئی و رواناب کود نیتروژنی باید بطور عمده بین مرحله پنجه زدن و طویل شدن ساقه استفاده شود، در حالی که کاربرد نیتروژن در پاییز سبب بازیافت پائین آن می‌شود. آنها متوسط بازیافت کود نیتروژنی را بین 12/7% در صورت کوددهی در مرحله کاشت تا 41/6% در صورت استفاده به صورت سرک در شروع مرحله به ساقه رفتن گزارش کردند.

نتیجه گیری

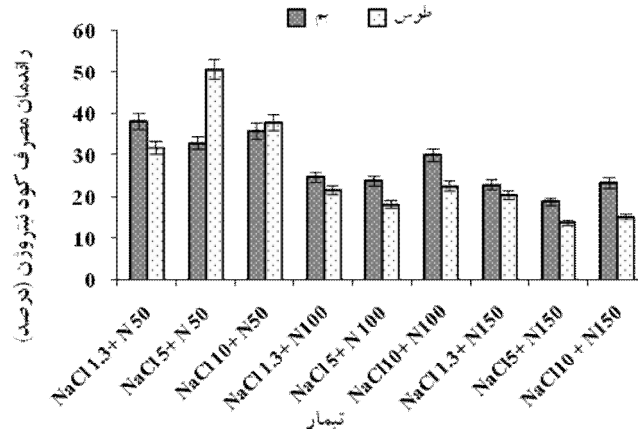
به طور کلی نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کاربرد مقادیری بالاتر از حد نیاز کودی گندم در شرایط شور سبب افزایش میزان جذب نیتروژن از کود توسط گیاه می گردد و با توجه به نقش نیتروژن به عنوان

[1] International Atomic Energy Agency

عنصری ضروری در فرآیند های حیاتی گیاه، افزایش جذب وکاربرد آن در سازوکار های بیوشیمیائی و فیزیولوژیکی شرایط را جهت تحمل شرایط شور بهبود می بخشد. از طرفی تأثیر نیتروژن بر رشد و توسعه ریشه شرایط لازم جهت جذب آب و سایر عناصر غذائی را بوجود آورده و سبب ممانعت از کاهش بیش از حد فرایند فتوسنتز و هدایت روزنه ای در شرایط تنش شوری می گردد. همانطور که قبلاً نیز اشاره شد میزان تأثیر نیتروژن در بهبود تحمل به شوری به مقدار حساسیت گونه گیاهی و قابلیت واکنش آن به نیتروژن بستگی دارد. ضمن اینکه عواملی همچون وضعیت توسعه ریشه و توزیع آن در خاک، مراحل رشد گیاه، نیاز غذایی گیاه، عواملی مانند رطوبت و دمای خاک، میزان عناصر غذایی خاک و اثرات متقابل عناصر غذایی نیز بایستی مورد توجه قرار گیرند.

جدول4. اثرات کود، کود در شوری بر میانگین درصد نیتروژن مشتق شده از کود و کارایی مصرف نیتروژن

تیمار		درصد نیتروژن مشتق شده از کود (% Ndff)	کارایی مصرف کود (NUF)
N_{50}/kg		17/02	38/09
N_{100}/ kg		23/06	23/64
N_{150}/ kg		23/12	19/24
LSD (0/05)		3/5	9/0
N_{50}/kg	1/3 dS/m	16/19	35/42
N_{100}/ kg		19/23	41/88
N_{150}/ kg		15/62	36/97
N_{50}/kg	5 dS/m	22/91	23/35
N_{100}/ kg		22/27	21/16
N_{150}/ kg		24/01	26/40
N_{50}/kg	10 dS/m	22/14	21/78
N_{100}/ kg		25/2	16/51
N_{150}/ kg		28/03	19/43
LSD (0/05)		6/5	10/3



شکل3- برهمکنش سطوح مختلف کود و شوری بر راندمان مصرف کود ارقام گندم در پایان فصل رشد سال دوم

خطوط عمودی در هر ستون نشان دهنده خطای استاندارد می باشند

منابع مورد استفاده

1) Arnon D. I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in Beta vulgaris. *Plant Physiology, 24:1-15.*

2) Ashraf M. and Khanum A. 1997. Relationship between ion accumulation and growth in two spring wheat lines differing in salt tolerance at different growth stage. *Journal Agronomy and Crop Science, 179:39-51.*

3) Cechin I., Fumis T. F. 2004. Effect of nitrogen supply on growth and photosynthesis of sunflower plants grown in the greenhouse. *Plant Science, 166:1379-1385*.

4) FlowersT. J. and Yeo A. R. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? *Australian Journal of Plant Physiology, 22: 875-884.*

5) Hajlaoui H., El Ayebb N., Garrecc J. P., Denden M. 2010. Differential effects of salt stress on osmotic adjustment and solutes allocation on the basis of root and leaf tissue senescence of two silage Maize (*Zea Mays* L.) varieties. *Industrial Crops and Products 31:122–130*.

6) Heidari-Sharifabad, H. 2001. Plant and Salinity. Research institute of forests and rangelands (In Farsi).

7) Heidari, M., 2006. Effects of salinity and nitrogen rates on macro nutrition, osmotic adjustment and yield of wheat (Chamran cultivar). Ph.D thesis in crop physiology. Ramin Agricultural and Natural Resources University Ahwaz, Iran (In Farsi).

8) Heidari, M., H., Nadeyan, A. Bakhshandeh, Kh. Alemisaeid and G. Fathi, 2007. Effects of salinity and nitrogen rates on osmotic adjustment and accumulation of mineral nutrients in wheat. *Journal of crop production and processing. (40):193-211*. (In Farsi)

9) Heidari, M., A. Bakhshandeh, H., Nadeyan, G. Fathi and Kh. Alemisaeid, 2006. Effects of salinity and nitrogen rates on seed yield, osmotic adjustment and sodium and potassium uptake in Chamran wheat cultivar. *Iranian Journal of Agriculture Science, 3: 513-501*. (In Farsi)

10) Huang S., Spielmeyer W., Lagudah E. S., James R. A., Platten J. D., Dennis E. S., Munns R. 2006. A sodium transporter (HKT7) is a candidate for Nax1, a gene for salt tolerance in durum wheat. *Plant Physiology, 42: 1718-1727*.

11) IAEA.1974. Isotope Studies on wheat fertilization tech. Report Series No. 157. Int. Atomic Energy Agency, Vienna (1974).

12) Keshavarz, P., 2001. The effects of sources and rates of nitrogen on growth and CL- and NA+ concentrations in wheat. *Iranian Journal of Soil and water Sciences. 15(2):232-42*. (In Farsi).

13) Keshavarz, P., 2003. Effect of salinity on nitrogen uptake ability. *Zietun (155):12-15*. (In Farsi).

14) Lea-cox J. and Syvertsen J. P. 1993. Salinity reduces water use and nitrate-N-use efficiency of Citrus. *Annals of Botany, 27: 47-54*.

15) Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido Rafael J. and Lopez-Bellido Francisco J. 2006. Fertilizer nitrogen efficiency in durum wheat under rain fed Mediterranean condition: effect of spilt application. Agronomy Journal, 98:55-62.

16) Malakouti, M.J., M. Homaei, 2005. Soil Fertility In Arid and Semi-arid Areas "Problems and solutions". Tarbiat Modarres University Press (In Farsi).

17) Marschner H. 2002. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press, London, UK.

18) Mousavi Shalmani, M.A., B. Naserian Khiabani, H. Ahari mostafavi, M. Heidariyeh and A. Majdabadi. 2009. Nuclear Agriculture (From Science to Practical Aspect) Nuclear Science and Technology Research Institute (In Farsi).

19) Patwary, S.U., Huq, Q., Poddar, A. K., Badruddin, M. and Habibullah, A. K. M., 1984. Fertilizer management practices for multiple cropping system using tracer techniques. Proc. Inter-Congr. Meet. Corn. IV. In International Symposium on Soil Test Crop Response Correlation Studies held at Dhaka, 1984, pp. 435-452.

20) Rahman S. M., Khalil M.I., Ahmed M.F. 1995. Yield-water relations and nitrogen utilization by wheat in salt-affected soils of Bangladesh. *Agricultural Water Management, 28:49-56*.

21) Rahnama, A. 2009. Evaluation of seven wheat cultivars under salinity stress based on some physiological. Ph.D in crop physiology. College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran - Karaj - Iran

22) Rice W. A., Akhtar M. E, Rohul Amin Y., and Campbell J. A. 1990 Wheat response to nitrogen and phosphorus fertilizers in rainfed areas of Pakistan.p.66-75.In: J. Ryan, and A. Mater (edS.). Soil Test Calibration in West Asia and North Africa, Proceedings of The Third Regional Workshop Amman, Jordan, 3-9 Sept. 1988. ICARDA, Aleppo, Syria.

23) Siddiqui M. H., Mohammad F., Nasir Khan M., HAl-Whaibi M. and Bahkali A. H. A. 2010. Nitrogen in relation to photosynthetic capacity and accumulation of osmoprotectant and nutrients in Brassica genotypes grown under salt stress. *Agricultural Sciences in China, 5: 671-680.*

24) Siddiqui M.H., Mohammad F., Khan M. N, Khan M.M. A. 2008. Cumulative effect of soil and foliar application of nitrogen, phosphorus, and sulfur on growth, physico-biochemical parameters, yield attributes, and fatty acid composition in oil of erucic acid-free rapeseed-mustard genotypes. *Journal of Plant Nutrition, 31: 1284-1298.*

25) Sudhir P. and Murthy S. D. S. 2004. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. *Photosynthetica. 42: 481-486.*

26) Taghipour .F and Salehi M. 2008. The study of salt tolerance of Iranian barley (Hordeum vulgar L.) genotypes in seedling growth stages. *American-EurasianJournal of Agricultural and Environmental Science, 5: 525-529.*

27) Vahabzadeh, M. And et al., Bam, A New Bread Wheat Cultivar for Moderate Climate Zones with Salinity of Soil and Water. *Seed and Plant Improvement Journal, (1): 223-226*.

28) Zheng Y., Jiac A., Ning T., Xud J, Li Z., Jiang G. 2008. Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. *Journal of Plant Physiology, 165:1455-1465.*