میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به عنوان شاخصی از تنش شوری در گندم

معصومه صالحی، علیرضا کوچکی و مهدی نصیری محلاتی[1]

چکیده

به منظور بررسی تاثیر شوری بر محتوای نیتروژن و کلروفیل برگ در گندم رقم فلات تحقیقی در قالب دو آزمایش جدا از هم بصورت کاربرد کود نیتروژن به میزان شاهد صفر، ۱/۱۹ و ۵/۹۴ گرم اوره در هر گلدان و سطوح شوری صفر،۱۵۰و۳۰۰ مول بر متر مکعب در سه تکرار در شرایط گلخانه بر مبنای طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام شد. سطوح شوری به صورت ترکیبی از کلرید سدیم و کلرید کلسیم با نسبت مولی ۱۰ به ۱ همراه با محلول هوگلند تغییر یافته در یک سیستم بسته اجراء شد. آزمایش اول به منظور بررسی رابطه بین میزان نیتروژن برگ و عدد کلروفیل متر رقم فلات اجرا شد. آزمایش دوم به منظور یافتن رابطه ای بین عدد کلروفیل متر و تنش شوری اجرا شد. نمونه گیریها در مرحله ساقه رفتن و گرده افشانی انجام گرفت و طی آن میزان کلروفیل، میزان نیتروژن برگ ومقاومت روزنه ای اندازه گیری و وزن ویژه برگ (SLW) و نیتروژن ویژه برگ (SLN) محاسبه شد. نتایج آزمایش اول همبستگی بالایی را بین عدد کلروفیل متر (SPAD) و نیتروژن برگ و بین SLN و عدد کلروفیل متر نشان داد. با افزایش سطوح شوری درصد نیتروژن برگ کاهش ولی SLW و مقاومت روزنه ای افزایش یافت و میزان عدد کلروفیل متر تا سطح ۱۵۰ مول بر متر مکعب افزایش ولی در سطح ۳۰۰ مول بر متر مکعب کاهش یافت. در شرایط تنش، همبستگی بالایی بین عدد کلروفیل متر و نیتروژن برگ مشاهده نشد. نتایج آزمایش دوم نشان داد که همبستگی بین شوری با عدد کلروفیل متر تحصیح شده بر حسب SLW (SPAD/SLW) در مرحله گرده افشانی بهتر از رابطه عدد کلروفیل متر با شوری بود.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش شوری، کلروفیل برگ، میزان نیتروژن برگ، مقاومت روزنه ای.

مقدمه

شوری یکی از مهمترین موانع کشاورزی در نواحی خشک و نیمه خشک است. ۹۵۴ میلیون هکتار زمین در دنیا به درجات مختلف تحت تاثیر شوری هستند. از این مقدار ۴۵/۴ میلیون هکتار زمین در کشت فاریاب، ۳۱/۲ میلیون هکتار مربوط به اراضی دیم می‌باشد. مقدار خسارت ناشی از شور شدن زمینهای کشاورزی در سطح جهان ۱۵ میلیارد دلار گزارش شده است(۱).

شاخصهای متعددی برای اندازه گیری خسارت ناشی از شوری بر گیاهان وجود دارد ولی برای این شاخصها به اندازه گیری عملکرد نیاز می‌باشد که هزینه بر و وقت گیر است و لذا باید به دنبال شاخصی آسانتر و کم هزینه تر بود. پایداری کلروفیل به عنوان شاخصی از مقاومت گیاه به تنش است. ارقام مقاوم به شوری دارای شاخص پایداری بالا و واریته‌های حساس پایین ترین میزان پایداری را نشان می‌دهند(۱۴). شواهد متعدد نشان می‌دهند که با افزایش تنش شوری عدد

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

کلروفیل متر افزایش ولی میزان نیتروژن برگ کاهش می‌یابد (۷ و ۲۲).

الشربین و همکاران (۷) گزارش کردند که با افزایش شوری میزان نیتروژن برگ کاهش می‌یابد. پسرکلی (۱۸) اظهار داشت که تنش شوری فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز را در گوجه فرنگی و هویج کاهش می‌دهد. پسرکلی و توکر(۱۹) نشان دادند که تنش متوسط (۰/۶ Mpa-) و بالای شوری (۰/۹ Mpa-) جذب N^{15} را در گوجه فرنگی و هویج کاهش می‌دهد. ولی در سطوح پایین شوری (۰/۳ Mpa-) اختلافی در جذب N^{15} مشاهده نشد. گرین وی و همکاران (۱۰) بیان کردند که میزان نیتروژن موجود در برگهای کلزا در اثر شوری به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. کاهش مقدار نیتروژن در اندامهای هوایی را در محیطهای شور می‌توان ناشی از ممانعت یون کلر از جذب نیترات بدلیل رابطه آنتاگونیستی بین یون کلر با یون نیترات در محیطهای شور دانست. هر چند که برخی مطالعات روند معکوسی را نشان می‌دهد. برنشتین و همکاران (۳) نیز تاثیر شوری را بر گندم، جو، ذرت و برخی سبزیها (چغندر،کاهو و پیاز) بررسی کرده و نشان دادند که چنانچه نیتروژن در محیط رشد تامین شود شوری سبب افزایش نیتروژن برگ گندم و جو می‌گردد اما در سبزیها و ذرت افزایشی مشاهده نشد.

افزایش تنش شوری موجب افزایش عدد کلروفیل متر می‌گردد (۲۲). ونگ و همکاران (۲۲) میزان کلروفیل برگ سویا را در سطوح مختلف شوری با دستگاه کلروفیل متر SPAD-502 اندازه گیری کردند و گزارش کردند افزایش تنش شوری تا $10 dSm^{-1}$ میزان کلروفیل برگ را افزایش می‌دهد، این افزایش کلروفیل با تیره شدن برگها مرتبط است. کریشنامورتی و همکاران (۱۱) دریافتند که میزان کلروفیل a و b برگ ارقام مقاوم به شوری برنج با افزایش غلظت یون سدیم افزایش یافت و میزان کاهش کلروفیل برگ در دوران پیری برگ در تیمار شوری سریعتر از تیمار شاهد بود. در ارقام حساس این کاهش کلروفیل سریعتر بود.

افزایش شوری موجب افزایش مقاومت روزنه ای و وزن ویژه برگ می‌شود. سوهن و همکاران (۲۱) اظهار داشتند که افزایش سطوح شوری وزن ویژه برگ را افزایش می‌دهد. شوری موجب کاهش سطح برگ و بدنبال آن افزایش وزن مخصوص برگ می‌شود.

هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرات عدد کلروفیل متر و نیتروژن برگ و برخی دیگر از شاخصهای فیزیولوژیک در رابطه با افزایش شوری می‌باشد.

مواد و روش

آزمایش اول:

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد با سه سطح کود نیتروژن در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای این منظور گلدانهایی محتوی خاک به وزن هفت کیلوگرم انتخاب شد و در هر گلدان هفت بذر گندم کشت شد. رقم مورد مطالعه رقم فلات بود. تیمارها شامل بدون مصرف کود نیتروژن (N_1)، ۱/۱۹ گرم اوره در هر گلدان (N_2) و ۵/۹۴ گرم اوره در هر گلدان (N_3) بود. نمونه گیری در مرحله ساقه رفتن و گرده افشانی انجام شد و میزان کلروفیل برگها با کلروفیل متر SPAD-502 اندازه گیری شد و سپس برگهایی که کلروفیل آنها اندازه گیری شده بود جمع آوری و سطح برگ آنها با دستگاه سطح برگ سنج اندازه گیری و نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. پس از آن وزن ویژه برگ محاسبه شد. سپس نمونه‌ها پودر شدند و با روش میکرو کجلدال میزان نیتروژن برگ اندازه گیری و نیتروژن ویژه برگ به روش زیر محاسبه شد.

$$SLN=LNC \times SLW$$

که در آن: SLN نیتروژن ویژه برگ (gN/m2)، LNC در صد نیتروژن برگ (gN/g) و SLW وزن ویژه برگ (g/m2) می‌باشد.

آزمایش دوم:

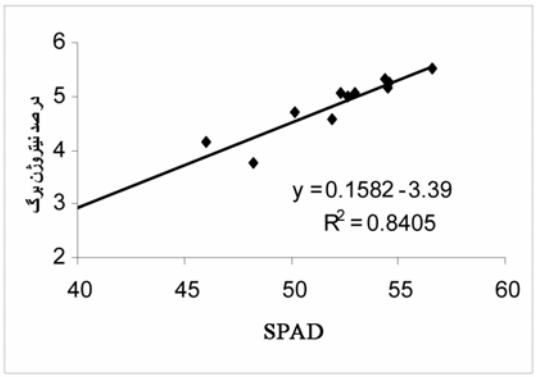
این آزمایش در شرایطی مشابه با آزمایش اول انجام شد. با سه سطح شوری (S_1=0 ,S_2=150 و S_3=300 مول بر متر مکعب) با نسبت مولی ۱ به ۱۰ از کلرید کلسیم و کلرید سدیم در یک طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای این منظور بذور در جعبه‌های پلاستیکی به ابعاد ۶۰*۴۰*۳۰ سانتیمتر کاشته شدند. جعبه‌ها با شن الک و شسته شده پر شدند. محلول هوگلند و تیمارهای شوری توسط یک الکترو پمپ به یک سیستم بسته آبیاری قطره ای که در هر جعبه طراحی شده بود انتقال یافت. تنظیم آبیاری بصورت اتوماتیک بود. محلول غذایی در مرحله دو برگی و تیمار شوری در مرحله سه برگی اعمال شدند. برای جلوگیری از تنش شدید به گیاه سطوح تنش شوری در ابتدا و در طول یک هفته کامل گردید. بشکه های حاوی محلول غذایی مادر هر دو روز یک بار به حجم مورد نظر رسانده می‌شدند و محلول غذایی نیز هر هفته یکبار تعویض می‌شد. نمونه گیری در مرحله ساقه رفتن و گرده افشانی انجام شد و کلروفیل برگ با کلروفیل متر SPAD-502، هدایت روزنه ای با پورومتر، سطح برگ با دستگاه سطح برگ سنج اندازه گیری شد و نمونه هایی که کلروفیل آنها اندازه گیری شده بود جمع آوری شده و میزان نیتروژن برگ آنها با روش میکروکجلدال اندازه گیری شد.

تجزیه آماری داده های حاصل از آزمایش بوسیله نرم افزار MSTAT-C انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

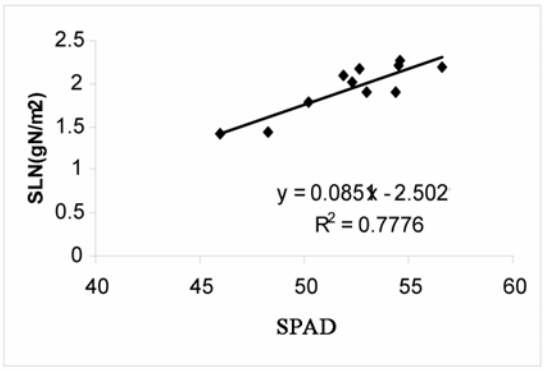
نتایج و بحث

در شکل ۱ مشاهده می‌شود که همبستگی بالایی (r^2=۰/۸۴) بین در صد نیتروژن برگ و عدد کلروفیل متر وجود دارد. لادها و همکاران (۱۳) نشان دادند که کلروفیل متر یک ابزار سودمند و قابل اعتماد و غیر تخریبی برای تخمین نیتروژن مورد نیاز برنج است. رودریگوئز وهمکاران (۲۰) نیز همبستگی مثبتی بین عدد کلروفیل متر و کل نیتروژن برگ مشاهده کردند.

بین نیتروژن ویژه برگ (SLN) و عدد کلروفیل متر نیز همبستگی بالایی (r^2=۰/۷۷) مشاهده شد (شکل۲). زند (۲) نیز رابطه خطی (r^2=./۶۵) بین SLN وعدد کلروفیل متر گزارش کرد. کپمن و همکاران (۴) رابطه خطی با همبستگی بالایی (r^2=./۹۱) را بین SLN و عدد کلروفیل متر یافتند.



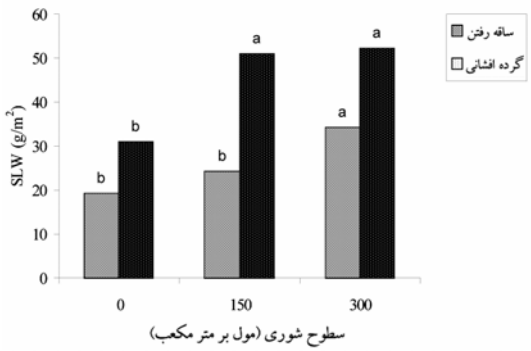
شکل ۱: رابطه بین عدد کلروفیل متر و در صد نیتروژن برگ



شکل۲: رابطه بین نیتروژن ویژه برگ (SLN) و عدد کلروفیل‌متر

با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان گفت که کلروفیل متر می‌تواند روش سریع و دقیق برای تخمین نیتروژن برگ باشد.

به نظر می‌رسد در هنگام بروز تنش‌های محیطی یکی از عواملی که باعث کاهش فتوسنتز می‌شود بسته شدن روزنه‌ها است‌ولی‌چارتزلاکیس‌وهمکاران(۵)دریافتندکه‌درتنش‌شوری ناشی از کلرور سدیم با وجود کاهش هدایت روزنه‌ای،



شکل ۳ : وزن ویژه برگ در سطوح مختلف شوری در دو مرحله ساقه رفتن و گرده افشانی. برای هر مرحله، میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

CO_2 اتاقک زیر روزنه ثابت ماند که این امر نشان دهنده دخالت عوامل غیر روزنه ای بر فتوسنتز است. کاردوویلا و همکاران (۶) بیان‌کردند که تحت تاثیر شوری عوامل غیر روزنه‌ای مثل کارایی RUBP کربوکسیلاز، تولید مجدد روبیسکو، مقاومت مزوفیلی و مقدار کلروفیل کاهش می‌یابند.

نتایج آزمایش دوم نشان داد که افزایش سطوح شوری موجب افزایش وزن ویژه برگ (SLW) شد (شکل ۳). در تیمارهای ۱۵۰ و ۳۰۰ مول بر متر مکعب، SLW ، به ترتیب ۲۸ و ۶۶/۶ در صد افزایش یافت.

نتایج آنالیز رگرسیون، همبستگی بالایی بین SLW و شوری نشان داد. همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می شود روابط بین عدد کلروفیل متر، عدد کلروفیل متر تصحیح شده و وزن ویژه برگ با شوری در هر دو مرحله گرده افشانی و ساقه رفتن معنی دار بود. فلوورس وهمکاران (۹) دریافتند که در برخی گونه ها، شوری سطح برگ را کاهش می‌دهد ولی SLWرا افزایش می دهد.

با افزایش شوری از صفر تا ۱۵۰ مول بر متر مکعب، عدد کلروفیل متر برگ پرچم افزایش یافت و اختلاف آن با سطوح دیگر معنی دار بود. پاپ و همکاران (۱۶) اظهار داشتند که در همه سطوح شوری ضخامت برگها افزایش می‌یابد و این تغییر در ضخامت برگها موجب افزایش میزان کلروفیل می‌شود. در این آزمایش، با افزایش شوری تا ۳۰۰ مول بر متر مکعب این کمیت کاهش یافت (شکل۴).

کاهش میزان کلروفیل در سطوح بالای شوری را می‌توان بدلیل تخریب کلروپلاست دانست. کریشنامورتی و همکاران (۱۲) نشان دادند که با افزایش سدیم در محیط رشد میزان کلروفیل a وb در برگ برنج افزایش یافت. کویو و همکاران (۱۱) در یافتند که با افزایش شوری تا ۴۰۰ میلی مول غلظت منیزیم در برگ کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه منیزیم یک عنصر ضروری برای ساختن کلروفیل است این موضوع می‌تواندکاهش کلروفیل را توجیه‌کند. اورارد و همکاران (۸) گزارش کردند که میزان کلروفیل بر مبنای سطح برگ در تیمار۳۰۰ میلی‌مول کلرید سدیم کاهش می‌یابد. امن و همکاران (۱۵) اظهار داشتند که افزایش شوری تا سطح dSm^{-1} ۱۰ موجب‌افزایش عددکلروفیل‌متر در سویا می‌گردد.

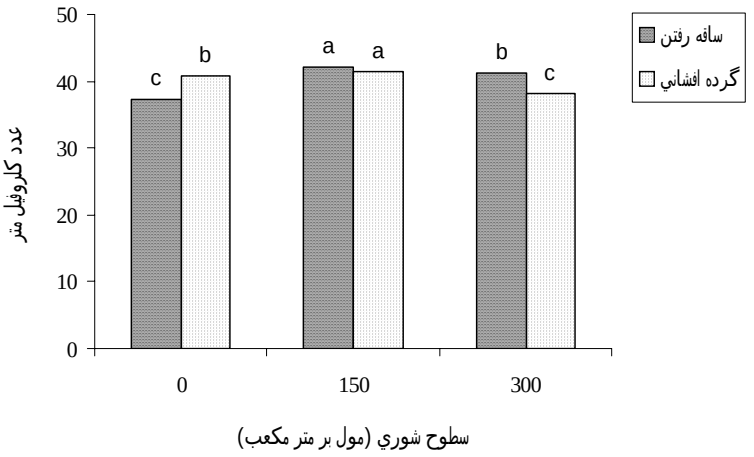
عدد کلروفیل متر در مرحله گرده افشانی بیشتر از مرحله ساقه رفتن بود، ولی در تیمار ۳۰۰ مول بر متر مکعب در مرحله ساقه رفتن بیشتر از مرحله گرده افشانی بود که این موضوع می تواند بدلیل زرد شدن برگها در سطوح بالای شوری باشد.

جدول۱: رابطه بین شوری با SPAD/SLW وSPAD وSLW ، تعداد نمونه‌ها =۹

ساقه رفتن	R^2	گرده افشانی	R^2
SPAD=38.1+0.0168×S	۰/ ۴۷۶^{ns}	SPAD=41.7-0.00789×S	۰/۲۷۳ ^{ns}
SPAD=36.7+0.073×S-0.000187×S^2	۰/۹۲*	SPAD =40.7+0.0237×S+0.000136×S^2	۰/۹۱*
SPAD/SLW=1.88-0.00189×S	۰/۶۵۶*	SPAD/SLW=1.23-0.00177×S	۰/۸۸۹*
SLW=19.1+0.0476×S	۰/ ۸۸۷*	SLW=33.3+0.0669×S	۰/۸۶۴*

*معنی دار در سطح ۵ در صد

ns غیر معنی دار



شکل۴ : رابطه بین عدد کلروفیل متر وسطوح مختلف شوری. برای هر مرحله، میانگین های دارای حروف مشترک، در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

همبستگی بین SPAD/SLW با شوری بهتر از همبستگی بین عدد SPAD و شوری بود (جدول ۱). این همبستگی در مرحله گرده افشانی (r^2=./۸۸۹) بیشتر از مرحله ساقه رفتن بود(r^2=./۶۵۴).رابطه درجه دوم بین عدد کلروفیل متر و شوری (r^2=./۹۱ , r^2=./۹۲) مناسبتر از رابطه خطی آن بود (r^2=./۲۷۳, r^2=./۴۷۶). کپمن و همکاران (۴) بیان کردند که برگهای ضخیم عدد کلروفیل متر بیشتری دارند بدین دلیل تنظیم عدد کلروفیل متر با SLW(SPAD/SLW) موجب همبستگی بهتر با شوری می‌شود.

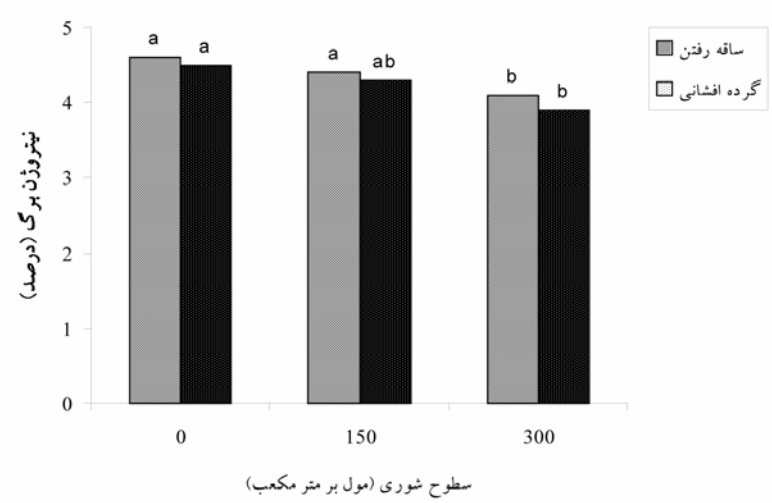
با افزایش سطوح شوری میزان نیتروژن برگ کاهش یافت (شکل ۵). پسرکلی (۱۷) اظهار داشت که افزایش شوری نیتروژن برگ لوبیا سبز را کاهش می‌دهد. گرین وی و مونس (۱۰) دریافتند که شوری موجب کاهش نیتروژن برگ کلزا شد و این امر می‌تواند بدلیل رابطه آنتاگونیستی بین نیترات و کلر در شرایط تنش شوری باشد. پسرکلی (۱۸) گزارش کرد که تنش شوری فعالیت نیترات ریداکتاز را در گوجه فرنگی و هویج کاهش می‌دهد. اگر چه در این آزمایش بین میزان نیتروژن برگ و سطوح شوری همبستگی منفی بالایی وجود داشت (r^2=./۸۷۸) ولی نیتروژن برگ همبستگی بالایی با عدد کلروفیل متر در سطوح شوری نداشت، بنابراین در تنش شوری نمی توان از کلروفیل متر به عنوان شاخصی از نیتروژن استفاده کرد. با این وجود همبستگی SPAD/SLW با شوری بهتر بود (جدول۲).

جدول۲: رابطه بین نیتروژن برگ و SPAD، SPAD/SLWو SPAD,SLW

متغیر مستقل	معادلات	R^2
SPAD	N=4.37-0.0036×SPAD	۰/۰۰۰۹۴۱ns
SPAD/SLW	N=3.64+0.459×SPAD/SLW	۰/۴۴۷ ns
SPAD,SLW	N=4.27+0.0027×SPAD-0.018×SLW	۰/۵۲۷ ns
شوري (S)	N=4.55-0.0028×S	۰/۸۷۸*

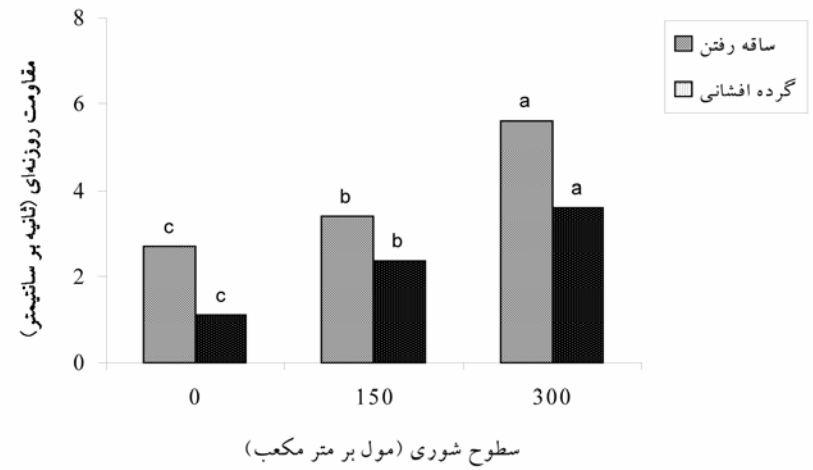
*معنی دار در سطح ۵ در صد

ns غیر معنی دار



شکل ۵ : میزان نیتروژن برگ در سطوح مختلف شوری در دو مرحله ساقه رفتن و گرده افشانی. برای هر مرحله، میانگین های دارای حروف مشترک، در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

با افزایش شوری مقاومت روزنه ای افزایش یافت (شکل۶). اختلاف بین سطوح شوری در سطح ۵ درصد معنی دار بود. سوهن وهمکاران (۲۱) گزارش کردند که با افزایش سطح شوری به ۱۰۰و۱۵۰ میلی مول، مقاومت روزنه ای آفتابگردان بطور معنی داری افزایش یافت در حالیکه در تیمار شاهد و ۵۰ میلی مول تغییری مشاهده نشد. مقاومت روزنه ای در مرحله گرده افشانی کمتر از مرحله ساقه رفتن بود که این امر می‌تواند بدلیل سازگاری گیاهان به شرایط شوری در مرحله گرده افشانی و یا نیاز بیشتر گیاهان برای تامین مواد فتوسنتزی باشد. مقاومت روزنه ای همبستگی بالایی با شوری داشت، ضریب این همبستگی در مرحله ساقه رفتن r^2=./۸۵ و در مرحله گرده افشانی r^2=./۸۹ بود.



شکل۶: مقاومت روزنه ای در سطوح مختلف شوری در دو مرحله ساقه رفتن و گرده افشانی. برای هر مرحله، میانگین های دارای حروف مشترک، در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری ندارند.

بطور کلی نتایج این آزمایش حاکی از آن بود که شوری تا دامنه مشخصی باعث افزایش کلروفیل شده ولی پس از آن بعلت اثر سوء شوری بر کلروفیل و در نتیجه تخریب کلروپلاستها، میزان کلروفیل کاهش یافت. شوری باعث کاهش نیتروژن برگ شد. همبستگی عدد کلروفیل متر با نیتروژن در شرایط شوری کاهش می یابد لذا نمی توان از آن به عنوان شاخصی از نیتروژن استفاده کرد. همبستگی بالاتر SPAD/SLW با شوری بیانگر نیاز به تصحیح عدد کلروفیل متر با SLW جهت استفاده از آن بعنوان شاخصی از تنش شوری و نیتروژن می باشد، بنابراین در صورتیکه دامنه تاثیر شوری بر این دو کمیت مشخص گردد، می‌توان از آنها به عنوان شاخصی از تنش شوری استفاده کرد.

منابع

۱- امرالهی، ج. ۱۳۷۵. بهره برداری از منابع آب و خاک شور در جنوب خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲-زند، ا. ۱۳۷۹. مطالعه خصوصیات اکوفیزیولوژیک ارقام گندم ایرانی از نظر مورفولوژی، فیزیولوژی، رقابت درون و بین گو نه ای. پایان نامه دکترای زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

3- Bernstein, I., L. E. Francois, and R. A. Clarak.1974. Interaction effect of salinity and fertility on yield of grain vegetables. *Agron. J*. 66: 412-421.

4- Chapman, S. C. and H. J. Barreto. 1997. Using chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agron. J*. 89: 557-562.

5- Chartzoulakis, K.S., I. N. Therios, and N. D. Misopolinose.1995. Growth ,ion content and photosynthetic performance of salt stressed kiwifruite plants. *Irrig. Sci*. 16: 23-28.

6- Cordovilla, M. P., A. Ocana, F. Ligero, and C. Liuch. 1995. Salinity effects on growth analysis and nutrient composition in four grain legumes-rhizobium symbiosis. *J. Plant Nutr*. 18: 1596-1609.

7- El-sherbinary, A. E., E. A. Rabie, and W. E. Ahmed.1986. Effect of sodium chloride and nitrate on dry matter production and micro nutrient content of wheat. *Plant Soil Sci.& Plant Nutr*. 32: 201-210.

8- Everavd,J.D., R.Gucci, S.C. Kann, J.A. Flore and W.H.Loescher ,1994, Gas exchange and carbon partitioning in leaves of celery (*Apium graveolens* L.) at various levels of root zones salinity. *Plant Physiol*. 166:281-292.

9- Flowers, T. J., P. F. Torke, and A. R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 28: 89-121.

10- Green way, H. and R. Munns., 1980. Mechanisms of salt tolernace in non- halophytes. Ann. *Rev. Plant Physiol*. 31: 149-190.

11- Koyro, H. W. 2000. Effect of high NaCl-salinity on plant growth, leaf morphology and ion composition in leaf tissues of Beta vulgaris ssp. Maritima. *J. of Applied Bot*. 74: 67-73.

12- Krishnamurathy, R., M. Anbazhagan, and K. B. Bhagwat. 1987. Effect of sodium chloride toxicity on chlorophyll break down in rice. *Indain J. of Agric.Sci*. 57: 567-570.

13- Ladha, J. K., A. Tirol-Padre, G. C. Punzalan, U. Singh, and C. K. Reddy. 1998. Non destructive estimation of shoot nitrogen in different rice genotypes. *Agron. J*. 90: 33-40.

14- Modhan, M. M., S. L. Narayanan, and S. M. Ibrahim. 2000. Chlorophyll stability indexces (CSI): its impacts on salt tolerance in rice International Rice Res. Notes. 25.2: 38-40.

15- Ommen, O. E., A. Donnelly, S. Vanhoutvin, M. Vanoijen, and R. Manderscheid. 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO_2 concentration and other enviromental stress with in `ESPACE-whaet` project. *Eur. J. Agron*. 10: 197-203.

16- Papp, J. C., M. C. Ball, and N. Terry. 1983. A comparative of the effects of NaCl salinity on respiration, Photosynthesis and leaf extention in *Beta vulgaris* L. (Sugar beet). *Plant Cell and Envir*. 6: 675-677.

17- Pessarakli, M. 1991. Dry matter on nitrogen-15 uptake by green bean under sodium chloride stress. *Crop Sci.* 31: 751-754.

18- Pessarakli, M. 1994. Handbook of Plant and crop Stress. Marcel Dekker, Inc. New York.

19- Pessarakli, M. and T.C. Tucker.1988. Dry matter on nitrogen-15 uptake by tomatoes under sodium chloride stress. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 52: 698-700.

20- Rodriguez, I. R. and L. M. Grady. 2000. Using a chlorophyll meter to determine the chlorophyll concentration nitrogen concentration and visual quality of St. Austinne grass. *Hort. Sci*. 35: 751-754.

21- Sohan, D., R.Jasoni and J. Zajicek. 1999. Plant-water relation of NaCl and calcium treated sunflowers plants. *Envi. & Experi. Bot*. 42: 105-111.

22- Wang, D., M. C. Shannon and C. M. Grieve. 2001. Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean. *Field Crops Res.* 69: 267-277.

Leaf nitrogen and chlorophyll as indicators for salt stress

M. Salehi, M. Nassiri Mahallati, A. Koocheki[1]

Abstract

The effect of salinity on nitrogen absorption and leaf chlorophyll content of wheat (cv. Falat) was studied in two separate greenhouse traits, both in a completely randomized block design with three replication. Three levels of nitrogen (0, 1.19 and 5.94 g Urea/pot) and three levels of salinity (0, 150 and 300 mol/m3 salts) were used as treatments. Salinity conducted by combining sodium and calcium chloride in a 1:10 molar ratio and pots were irrigated with modified Hogland solution in close system. Leaf chlorophyll and nitrogen contents, stomatal resistance, specific leaf weight (SLW) specific leaf nitrogen (SLN) were measured at booting and anthesis stages. The results showed a high correlation between SPAD reading (leaf chlorophyll) and leaf nitrogen content and SLN. Leaf nitrogen content reduced but SLN and stomatal resistance increased by increasing salinity levels. SPAD reading increased up to salinity levels of 150 mol/m3 but reduced at higher salt concentration. Adjusted SPAD reading on SLW (SPAD/SLW) showed higher correlation with salinity levels compared to unadjusted SPAD reading and may used as indicator for severity of salt stress.

Keywords : Wheat, salt stress, leaf chlorophyll, nitrogen content, stomatal resistance.

1- Contribution from college of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.