



## اثر تنش شوری ناشی از کلرید سدیم بر غلظت عناصر

### در برگ گندم در شرایط آب کشت

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی  
جلد ۱۱، شماره ۲، صفحات ۴۰-۳۱  
(تابستان ۱۳۹۴)

#### علی بابایی قاقلستانی

دانش آموخته کارشناس ارشد  
گروه شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز  
دانشگاه محقق اردبیلی  
اردبیل، ایران  
نشانی الکترونیک: ☒  
ababae63@gmail.com

#### هادی حسین‌نیا

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان  
واحد قائم شهر  
دانشگاه آزاد اسلامی  
قائم شهر، ایران  
نشانی الکترونیک: ☒  
maghaleh110@yahoo.com

#### اعظم رحیمی چگنی\*

باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان  
واحد خرم آباد  
دانشگاه آزاد اسلامی  
خرم آباد، ایران  
نشانی الکترونیک: ☒  
rahimiazam20@yahoo.com

#### منیره حاجی‌آقائی کامرانی

مدرس گروه علوم و مهندسی کشاورزی  
دانشگاه پیام نور  
تهران، ایران  
نشانی الکترونیک: ☒  
kamranimona@yahoo.com

\* مسول مکاتبات

#### شناسه مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۳۰

#### واژه‌های کلیدی:

- ① سطوح شوری
- ② عناصر غذایی
- ③ محتوای کلروفیل
- ④ هیدروپونیک

**چکیده** شوری آب و خاک از مهمترین موانع افزایش تولید محصولات کشاورزی در جهان به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. این تحقیق به منظور تعیین اثر سطوح مختلف شوری بر میزان غلظت عناصر در گندم در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمایش فاکتوریل با چهار تکرار انجام گردید. تیمارها شامل شوری در چهار سطح ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در محیط کشت پرلیت و تیمار کودی شامل اوره، NPK جامد و NPK محلول بود. اثر سطوح مختلف شوری بر محتوای کلروفیل و درصد نیتروژن برگ معنی دار بود. شوری تا دامنه مشخصی باعث افزایش کلروفیل شد ولی پس از آن به علت اثر سوء شوری بر کلروفیل و تخریب کلروپلاست‌ها، کاهش یافت. همچنین شوری باعث کاهش نیتروژن برگ شد. کاهش مقدار نیتروژن در اندام‌های هوایی در محیط‌های شور می‌تواند ناشی از ممانعت یون کلر از جذب نترات باشد. بیشترین و کمترین غلظت فسفر به ترتیب مربوط به سطوح شوری صفر همراه با کود اوره و سطح ۶۰ میلی‌مولار شوری همراه با اوره بود که احتمالاً به دلیل میزان بالای سدیم و رقابت کلر با فسفر در جذب توسط گیاه است. مهمترین اثر شوری افزایش غلظت سدیم در بافت گیاهی است. کاهش جذب پتاسیم و کاهش رشد و عملکرد گیاه از نتایج افزایش حضور سدیم است. حداکثر غلظت کلسیم در تیمار شوری ۴۰ میلی‌مولار همراه با کود اوره و حداقل مقدار در تیمار شوری ۶۰ میلی‌مولار همراه با کود NPK جامد مشاهده گردید. مطابق نتایج به دست آمده در شرایط اعمال تنش شوری استفاده از کود NPK محلول در بستر کشت پرلیت کارایی بهتری در میزان غلظت عناصر در برگ گندم داشت.

**مقدمه** شوری خاک یکی از اصلی‌ترین تنش‌های محیطی تأثیرگذار بر رشد گیاهان و محصولات تولیدی آن‌ها است.<sup>[۲]</sup> تخمین زده می‌شود که بیش از ۲۰٪ از کل زمین‌های زراعی دنیا شامل زمین‌هایی با سطوح شوری مختلف می‌باشند که به نحوی باعث تأثیر تنش شوری روی گیاهان زراعی می‌شوند و تأثیر این تنش در مناطق خشک و نیمه‌خشک شدیدتر است.<sup>[۲۸]</sup> بیش‌ترین زمین‌های شور در آسیا پس از روسیه، چین، هند، پاکستان متعلق به ایران است.<sup>[۴۰]</sup> شوری یکی از مهمترین موانع کشاورزی در نواحی خشک و نیمه خشک است. ۹۵۴ میلیون هکتار زمین در دنیا به درجات مختلف تحت تأثیر شوری هستند. از این 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.<sup>[۴]</sup> کاهش زیست‌توده تولیدی، کم شدن کارایی فتوسنتز و تغییر در میزان تورجسته<sup>۱</sup> برگ از اثرات اولیه تنش شوری در گیاهان است.<sup>[۳۳]</sup>

رشد گیاهان در شرایط تنش شوری ممکن است از راه اسمزی و بر اثر پایین رفتن پتانسیل آب در محیط رشد ریشه، یا به دلیل تأثیرات ویژه یون‌ها در فرآیندهای متابولیسمی کاهش یابد.<sup>[۲۴]</sup> یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد کاهش سطح برگ است.<sup>[۱۹]</sup> البته فتوسنتز به طور مستقیم نیز تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد ولی اثرات شوری روی فتوسنتز بین گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است. به طوری که تنش شوری میزان فتوسنتز را در گندم کاهش می‌دهد.<sup>[۳۱]</sup> در حالی که در برنج موجب افزایش فتوسنتز می‌شود.<sup>[۵]</sup> رضایی و همکاران (۲۰۰۴) نیز در بررسی‌های پاسخ فیزیولوژیک گیاه پنبه به شوری‌های مختلف خاک نشان دادند که مقادیر کلروفیل a و b تحت شرایط تنش کاهش بسیاری داشتند. کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر تنش شوری به اثر اسمزی<sup>[۱۶]</sup> و یا به علت اثر سمی یون‌ها<sup>[۳]</sup> ارتباط داده شده است. در آزمایشی پژوهشگران نشان دادند حساسیت گندم به شوری در مرحله گلدهی نسبت به مراحل رویشی و اوایل مراحل زایشی کم‌تر و در مرحله پر شدن دانه حداقل است.<sup>[۳۷]</sup> همچنین شوری تأثیر منفی و معنی‌داری بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، سطح برگ و ماده خشک گندم دارد.<sup>[۱۵]</sup> شوری عملکرد نهایی را از طریق کاهش در تعداد دانه و وزن هزار دانه، تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش آن می‌شود.<sup>[۱]</sup> گریو و همکاران (۱۹۹۲) نیز تأثیر منفی و معنی‌دار شوری بر طول سنبله، تعداد سنبلچه و تعداد دانه در سنبلچه را گزارش کردند.<sup>[۱۶]</sup>

گودرزی و پاک نیت (۲۰۰۸) با مطالعه اثر تنش شوری بر طول سنبله، تعداد سنبلچه و تعداد پنجه در گندم نان نشان دادند که این صفات با افزایش میزان تنش تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش معنی‌داری را نشان داده است.<sup>[۱۷]</sup>

شاخص‌های متعددی برای اندازه‌گیری خسارت ناشی از شوری بر گیاهان وجود دارد ولی برای این شاخص‌ها به اندازه‌گیری عملکرد نیاز می‌باشد که هزینه بر و وقت گیر است و بنابراین باید به دنبال شاخصی آسان‌تر و کم هزینه‌تر بود. پایداری کلروفیل به عنوان شاخصی از مقاومت گیاه به تنش است. ارقام مقاوم به شوری دارای شاخص پایداری بالا و واریته‌های حساس پایین‌ترین میزان پایداری را نشان می‌دهند.<sup>[۳۲]</sup> شواهد متعدد نشان می‌دهند که با افزایش تنش شوری عدد کلروفیل‌متر افزایش ولی میزان نیتروژن برگ کاهش می‌یابد.<sup>[۱۲،۴۴]</sup>

پسرکلی (۱۹۹۴) اظهار داشت که تنش شوری فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز را در گوجه فرنگی و هویج کاهش می‌دهد.<sup>[۳۵]</sup> نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی پرمصرف می‌باشد که در ساختمان مولکول‌های پروتئینی گوناگون، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها،

<sup>1</sup> turgidity

**مواد و روش‌ها** این آزمایش به صورت سامانه آب‌کشتی<sup>۱</sup> در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت آزمایش فاکتوریل با چهار تکرار انجام گردید. تیمارها شامل شوری در چهار سطح حاصل از کلرید سدیم ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ میلی‌مولار به ترتیب با علائم  $S_3, S_2, S_1, S_0$  در محیط کشت پرلیت با خصوصیات مندرج در جدول ۱ و تیمار دوم شامل اوره  $M_1$ ،  $NPK^2$  جامد  $M_2$  و  $NPK^3$  محلول  $M_3$  بود. برای این منظور گلدان‌هایی محتوی پرلیت به حجم ۴ لیتر انتخاب شد و در هر گلدان پنج بذر گندم کشت شد. برای تأمین مواد غذایی از فرمول غذایی (جدول ۲) به همراه آب آبیاری استفاده شد. بعد از مرحله رویشی میزان کلروفیل برگ‌ها با کلروفیل‌سنج<sup>۳</sup> اندازه‌گیری شد و سپس برگ‌هایی که کلروفیل آن‌ها اندازه‌گیری شده بود، در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت خشک شدند. سپس نمونه‌ها پودر شدند و با روش کج‌لدال میزان نیتروژن برگ اندازه‌گیری شد.<sup>[۴۵]</sup> برای اندازه‌گیری فسفر از روش بیکربنات سدیم و برای سدیم،

اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم‌ها نقش دارد.<sup>[۲۲]</sup> نیتروژن علاوه بر ایفاء نقش در تشکیل پروتئین‌ها، یک جزء لازم مولکول کلروفیل هم هست. عرضه کافی نیتروژن با رشد رویشی زیاد و رنگ سبز تیره ارتباط دارد. در شرایط کمبود نیتروژن، رشد بوته در ذرت متوقف و رنگ برگ‌ها زرد می‌شود.<sup>[۲۹]</sup> پسرکلی و توکر (۱۹۸۸) نشان دادند که تنش متوسط (۰/۶- مگاپاسکال) و بالای شوری (۰/۹- مگاپاسکال جذب  $N^{15}$  را در گوجه فرنگی و هویج کاهش می‌دهد. ولی در سطوح پایین شوری (۰/۳- مگاپاسکال) اختلافی در جذب  $N^{15}$  مشاهده نشد.<sup>[۳۶]</sup> گرین وی و مونس (۱۹۸۰) بیان کردند که میزان نیتروژن 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 به دلیل رابطه آنتاگونیستی بین یون کلر با یون نیترات در محیط‌های شور دانست. هر چند که برخی مطالعات روند معکوسی را نشان می‌دهد.<sup>[۱۹]</sup> برنستین و همکاران (۱۹۷۴) نیز تأثیر شوری را بر گندم، جو، ذرت و چغندر، کاهو و پیاز بررسی کرده و نشان دادند که چنانچه نیتروژن در محیط رشد تأمین شود شوری سبب افزایش نیتروژن برگ گندم و جو می‌گردد اما در سبزی‌ها و ذرت افزایشی مشاهده نشد.<sup>[۸]</sup> افزایش تنش شوری موجب افزایش عدد کلروفیل متر می‌گردد و رنگ و همکاران (۲۰۰۱) میزان کلروفیل برگ سویا را در سطوح مختلف شوری با کلروفیل‌سنج اندازه‌گیری و گزارش کردند افزایش تنش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر میزان کلروفیل برگ را افزایش می‌دهد. این افزایش کلروفیل با تیره شدن برگ‌ها مرتبط است.<sup>[۴۴]</sup> کریشنامورتی و همکاران (۱۹۸۷) 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 روزنه‌ای و وزن ویژه برگ شد.<sup>[۲۶]</sup> سوهن و همکاران (۱۹۹۹) اظهار داشتند که افزایش سطوح شوری وزن ویژه برگ را افزایش می‌دهد. شوری موجب کاهش سطح برگ و به دنبال آن افزایش وزن مخصوص برگ می‌شود.<sup>[۴۲]</sup> هدف از این تحقیق تعیین روند تغییرات محتوای کلروفیل و نیتروژن برگ و غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، سدیم و کلسیم با افزایش تنش شوری در گندم بود.

<sup>1</sup> hydroponic system

<sup>2</sup> Nitrogen Phosphor Potassium

<sup>3</sup> SPAD – 502 (Minolta Co., Japan)

جدول ۱) ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پرلیت به عنوان بستر کشت

Table 1) Physicochemical properties of perlite as cultivation bed

K (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	N (%)	Porosity (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	b <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	CEC (cmol+/kg)	OM	EC (μS cm <sup>-1</sup> )	pH
40	5	0.03	0.88	0.15	26.95	0.47	588	6.66

Bd (bulk density), OM (organic matter), CEC (Cation Exchange Capacity)

ns و\*\*و به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪. ns,\*\* non-significant and significant at 1% level of probability, respectively.

جدول ۲) غلظت عناصر غذایی (میلی‌گرم بر لیتر) در محلول غذایی هوگلند

Table 2) Concentration of nutrient elements in nutrient solution (Hoagland)

Ca	Cu	Mo	Zn	B	Mn	Fe	S	Mg	K	P	N
0.45	0.45	0.045	0.45	0.18	0.45	0.9	1.8	9	179	78	180

که افزایش شوری تا سطح ۱۰ دسی زیمنس بر متر موجب افزایش عدد کلروفیل متر در سویا می‌گردد.<sup>[۳۴]</sup> اورارد و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که میزان کلروفیل بر مبنای سطح برگ در تیمار ۳۰۰ میلی مول کلرید سدیم کاهش می‌یابد.<sup>[۱۴]</sup> ونگ و همکاران (۲۰۰۱) میزان کلروفیل برگ سویا را در سطوح مختلف شوری اندازه‌گیری کردند و گزارش کردند میزان کلروفیل برگ را افزایش تنش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر افزایش می‌دهد، این افزایش کلروفیل با تیره شدن برگ‌ها مرتبط است.<sup>[۴۴]</sup>

#### نیتروژن برگ

نیتروژن ارتباط نزدیکی با کلروفیل برگ دارد، این عنصر بخش جدانشدنی کلروفیل و اولین عامل

پتاسیم و کلسیم از دستگاه فلیم فتومتر<sup>۱</sup> استفاده شد. برای انجام تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS ver. 19 و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ استفاده شد.

**نتایج و بحث** سطح اول شوری (شاهد) در ترکیب با سطح دوم کود NPK جامد بالاترین میزان درصد نیتروژن و سطح سوم شوری (۶۰ میلی‌مولار) در ترکیب با NPK محلول کم‌ترین میزان درصد نیتروژن را نشان داد (جدول ۳).

#### محتوای کلروفیل

افزایش غلظت سطوح شوری باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ تا دامنه مشخصی شد ولی پس از آن شاخص کلروفیل کاهش یافت. سطوح سوم شوری ۴۰ میلی‌مولار در ترکیب با NPK محلول، جامد و اوره و سطح چهارم شوری در ترکیب با NPK محلول به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص کلروفیل را به خود اختصاص دادند. سطح سوم شوری همراه با اوره محتوای کلروفیل برگ را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داده و موجب افزایش آن گردید (جدول ۳). کایرو (۲۰۰۰) دریافت 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 می‌تواند کاهش کلروفیل را توجیه کند. افزایش تنش شوری موجب افزایش عدد کلروفیل متر می‌گردد.<sup>[۲۵]</sup> من و همکاران (۱۹۹۹) اظهار داشتند

<sup>1</sup>Flame photometry (PFP7- Jenway, Co., England)

جدول ۳) اثر تیمارهای اعمال شده بر غلظت عناصر در برگ گندم

Table 3) The nutrient elements concentrations affected by different treatments in wheat leaves

Treatment	Ca (mg/plant)	Na (mg/plant)	P (mg/plant)	K (mg/plant)	N (%)	chlorophyll
S <sub>0</sub> M <sub>1</sub>	1006.5 <sup>c</sup>	200.3 <sup>c</sup>	416.7 <sup>c</sup>	1960 <sup>c</sup>	3.6 <sup>a</sup>	52 <sup>b</sup>
S <sub>0</sub> M <sub>2</sub>	1020.1 <sup>c</sup>	213.3 <sup>c</sup>	422.4 <sup>c</sup>	2076 <sup>b</sup>	3.7 <sup>a</sup>	51 <sup>b</sup>
S <sub>0</sub> M <sub>3</sub>	1143.3 <sup>b</sup>	215.1 <sup>e</sup>	878.4 <sup>a</sup>	2136 <sup>b</sup>	3.5 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>
S <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	1143.9 <sup>b</sup>	1141.9 <sup>d</sup>	396.2 <sup>d</sup>	1974 <sup>c</sup>	3.5 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup>
S <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	1245.8 <sup>b</sup>	1284.3 <sup>d</sup>	456.1 <sup>c</sup>	2258 <sup>a</sup>	3.4 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>
S <sub>1</sub> M <sub>3</sub>	1439.8 <sup>a</sup>	1578.3 <sup>c</sup>	846.9 <sup>a</sup>	2348 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>
S <sub>2</sub> M <sub>1</sub>	1474.5 <sup>a</sup>	1428.1 <sup>c</sup>	354.3 <sup>d</sup>	1756 <sup>d</sup>	3.5 <sup>b</sup>	68 <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	1145.2 <sup>b</sup>	1536.6 <sup>c</sup>	429.6 <sup>c</sup>	1962 <sup>c</sup>	3.2 <sup>c</sup>	63 <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> M <sub>3</sub>	1295.5 <sup>b</sup>	1772.4 <sup>b</sup>	538.4 <sup>b</sup>	1940 <sup>c</sup>	3.4 <sup>b</sup>	65 <sup>a</sup>
S <sub>3</sub> M <sub>1</sub>	1192.8 <sup>c</sup>	1836.1 <sup>b</sup>	290.1 <sup>e</sup>	1647 <sup>e</sup>	3.2 <sup>c</sup>	49 <sup>c</sup>
S <sub>3</sub> M <sub>2</sub>	1008.3 <sup>b</sup>	1987.6 <sup>a</sup>	365.3 <sup>d</sup>	1782 <sup>d</sup>	3.1 <sup>c</sup>	46 <sup>c</sup>
S <sub>3</sub> M <sub>3</sub>	1295.7 <sup>b</sup>	2125.6 <sup>a</sup>	324.3 <sup>e</sup>	1986 <sup>d</sup>	3.0 <sup>c</sup>	45 <sup>c</sup>

S<sub>0</sub>= 0 mM salinity, S<sub>1</sub>= 20 mM salinity, S<sub>2</sub>= 40 mM salinity, S<sub>3</sub>= 60 mM salinity, M<sub>1</sub>=urea, M<sub>2</sub>= NPK solid, M<sub>3</sub>= NPK liquid

دیده می‌شود. علاوه بر آن کمبود نیتروژن مانع فرآیندهای رشد گردیده و باعث کوتاه ماندن، زرد شدن و کاهش عملکرد ماده خشک می‌شود.<sup>[۷]</sup> بهترین راه تأمین نیتروژن خاک، افزودن مواد آلی به آن است، ولی در سال‌های اخیر استفاده از کودهای شیمیایی به خاطر سهولت مصرف، ارزانی قیمت و تأثیر سریع آن به شدت رایج شده است.<sup>[۲۹]</sup> گرین وی و مونس (۱۹۸۰) 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 به دلیل رابطه آنتاگونیستی بین یون کلر با یون نیترات در محیط‌های شور دانست. هر چند که برخی مطالعات

جذب کننده نور مورد نیاز برای فتوسنتز می‌باشد. با توجه به نقش ساختاری نیتروژن در حلقه‌های تتراپیرولی چنین افزایشی توجیه پذیر می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنش شوری باعث افزایش معنی‌داری در شاخص کلروفیل گردید. به طور کلی تأثیر تنش بر شاخص کلروفیل بسیار متنوع بوده و بستگی به شرایط محیطی و ژنوتیپی گیاهان دارد. در بعضی گونه‌ها تنش باعث کاهش و در برخی باعث افزایش محتوای کلروفیل می‌گردد. مونس و تستر (۲۰۰۸) بیان کردند که افزایش تجمع یون‌ها به ویژه سدیم و کلر می‌تواند در کاهش میزان آب نسبی موثر باشد. کاهش میزان محتوای آب نسبی در شرایط شور می‌تواند ناشی از کاهش مقدار جذب آب باشد با این وجود اگر در شرایط شور مقدار بیشتری از یون‌های سدیم و کلر را توسط گیاه جذب شده باشد و به آستانه مسمومیت نرسیده باشد می‌توان انتظار داشت که گیاه بتواند آب بیشتری نیز جذب کند.<sup>[۳۳]</sup> پروتئین‌ها و کوآنزیم‌های با کلروفیل در کلروپلاست بدون حضور نیتروژن یا کمبود آن، قادر به سنتز نبوده و فعالیت‌های فتوسنتز و کلروفیل متوقف می‌گردد و این از علائم کمبود نیتروژن است. نیتروژن به عنوان یک عنصر کلیدی در ساختمان بسیاری از ترکیبات موجود در سلول‌های گیاهی مطرح است. میزان نیتروژن مورد نیاز گیاه تا حدود زیادی به گونه گیاه و شرایط موجود در خاک بستگی دارد.<sup>[۳۹]</sup> نیتروژن در گیاه تحرک زیادی دارد. برگ‌های جوان تر و اندام‌های در حال نمو مانند میوه و دانه که نیاز شدید به ذخیره جاری دارند ممکن است نیتروژن برگ‌های پیرتر یا پایین تر را به سوی خود بکشند، نتیجه این برگشت (توزیع مجدد)، زرد شدن و مرگ برگ‌های پیرتر گیاه می‌باشد. به همین دلیل کمبود نیتروژن ابتدا در برگ‌های پیرتر

که به دلیل همبستگی قوی بین غلظت کلر و پتاسیم در برگ پرچم گندم و همبستگی ضعیف بین کلر و سایر کاتیون‌ها در شرایط شور احتمالاً مقداری از پتاسیم جذب شده توسط گیاه برای خشی کردن بار الکتریکی کلر ذخیره شده در واکوئل‌ها حبس گردیده و کمک به واکنش‌های حیاتی نمی‌نماید، در نتیجه علی‌رغم بالا بودن غلظت پتاسیم در اندام هوایی گندم، علائم کمبود پتاسیم در گندم ظاهر می‌گردد [۱۱] در حقیقت پتاسیم از طریق افزایش غلظت پرولین و در نتیجه به وسیله تطابق اسمزی تحمل گیاه به تنش شوری را افزایش می‌دهد. [۴۳] بیش از ۵۰ آنزیم به وسیله پتاسیم فعال می‌شود که نقش این عنصر قابل‌جایگزینی با سدیم نخواهد بود. زنگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نموده است که نسبت مطلوب پتاسیم به سدیم به منظور تنظیم اسمزی، نگهداری فشار تورژسانس، عملکرد روزنه‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، سنتز پروتئین‌ها، متابولیسم اکسیدان‌ها و فتوسنتز مهم و ضروری است. همچنین تولید زیاد گونه‌های فعال اکسیژن که در اثر تنش شوری ایجاد می‌شود، معمولاً منجر به پراکسیداسیون چربی‌ها و

روند معکوسی را نشان می‌دهد. [۱۹] نتایج تحقیقات بای‌بوردی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که استفاده از کودها و نسبت‌های مختلف حاوی نیتروژن در سطوح شوری مختلف روی فتوسنتز، میزان کلروفیل و همچنین میزان پتاسیم و سدیم برگ اثر معنی‌داری داشت. [۶] لادها و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که کلروفیل متریک ابزار سودمند و قابل‌اعتماد و غیر تخریبی برای تخمین نیتروژن مورد نیاز برنج است. با افزایش سطوح شوری میزان نیتروژن برگ کاهش یافت. [۳۷] پسرکلی (۱۹۹۴) اظهار داشت که افزایش شوری نیتروژن برگ لوبیا سبز را کاهش می‌دهد. [۳۵] گرین‌وی و مونس (۱۹۸۰) دریافتند که شوری موجب کاهش نیتروژن برگ کلزا شد و این امر می‌تواند به دلیل رابطه آنتاگونیستی بین نیترات و کلر در شرایط تنش شوری باشد. [۱۹] پسرکلی (۱۹۹۴) گزارش کرد که تنش شوری فعالیت نیترات ریداکتاز را در گوجه‌فرنگی و هویج کاهش می‌دهد. گزارش شده است که بخش بزرگی از نیتروژن برگ در کلروپلاست یافت می‌شود که بیشترین میزان این عنصر فقط در آنزیم روبیسکو نقش دارد و این آنزیم به عنوان یک آنزیم کلیدی مسول برای تثبیت دی‌اکسید کربن است. [۳۵] در این آزمایش سطح چهارم تیمار شوری (۶۰ میلی‌مولار) با میانگین ۲۱۲۵/۶ دارای بیش‌ترین و سطح اول تیمار شوری با میانگین ۲۰۰/۳ میلی‌گرم در ماده خشک دارای کم‌ترین میزان سدیم بودند. نگهداری سطح مناسبی از پتاسیم برای ادامه حیات گیاهان در شرایط شور ضروری است.

#### پتاسیم برگ

با بالا رفتن سطح شوری از شاهد به ۶۰ میلی‌مولار به صورت معنی‌داری از میزان پتاسیم در بخش اندام هوایی گندم کاسته شد. در جدول (۳) مشاهده می‌شود که بیش‌ترین میزان پتاسیم اندام هوایی در سطح دوم تیمار شوری همراه با NPK محلول با میانگین ۲۳۴۸ و کم‌ترین میزان پتاسیم در سطح ۶۰ میلی‌مولار تیمار شوری همراه با اوره به دست آمد. پتاسیم از عناصر معدنی ضروری در شیره سلولی است و نقش بسیار زیادی در کاهش پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه دارد. با بالا رفتن میزان سدیم و یا نسبت سدیم به کلسیم در محیط ریشه از جذب پتاسیم کاسته می‌شود. [۲۳] حیدری (۲۰۰۵) گزارش کرده است که با افزایش شوری از میزان پتاسیم در ساقه و دانه گندم کاسته می‌شود اما در طی استفاده از کود نیتروژن از مقدار این کاهش کاسته شده و نیتروژن عملاً سبب افزایش مقدار پتاسیم در هر دو بخش هوایی و ریشه گندم خواهد شد. [۲۳] درودی و سیادت (۱۹۹۹) نشان دادند

مقدار نیتروژن در اندام‌های هوایی در محیط‌های شور می‌تواند ناشی از ممانعت یون کلر از جذب نیترات باشد. در سطوح بالای شوری از میزان پتاسیم اندام هوایی کاسته شد. با بالا رفتن میزان سدیم و یا نسبت سدیم به کلسیم در محیط ریشه از جذب پتاسیم کاسته می‌شود. در محیط شور به واسطه افزایش قدرت یونی از فعالیت فسفر در محلول خاک کاسته شده و نیز در غلظت‌های الکترولیت بالا و شوری زیاد نسبت به شوری کم، جذب سطحی فسفر در خاک بیشتر شده و بنابراین فسفر کمتری در محلول خاک فراهم است. مهم‌ترین اثر شوری افزایش غلظت سدیم در بافت گیاهی است. سدیم اضافی می‌تواند منجر به تغییراتی در وضعیت تغذیه‌ای عناصر دیگر شود اندام‌های هوایی را در محیط‌های شور می‌توان ناشی از ممانعت یون کلر از جذب نیترات به دلیل رابطه آنتاگونیستی بین یون کلر با یون نیترات در محیط‌های شور دانست. در غلظت‌های بالای شوری از میزان منیزیم کاسته شد. چون منیزیم یک عنصر ضروری برای ساختن کلروفیل است می‌تواند کاهش کلروفیل را توجیه کند.

نشست پتاسیم از سلول‌ها به وسیله فعال کردن کانال‌های انتشار پتاسیم می‌گردد.<sup>[۴۶]</sup> سیدیکو و همکاران (۲۰۱۰) با انجام تحقیق روی کلزا نتیجه‌گیری 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 می‌گردد، افزایش می‌یابد.<sup>[۴۱]</sup>

#### میزان فسفر برگ

از لحاظ غلظت فسفر، بیشترین مقدار مربوط به سطح شوری صفر همراه با کود اوره و کم‌ترین غلظت فسفر نیز مربوط به سطح شوری ۶۰ میلی مولار همراه با کود اوره بود. در محیط شور به واسطه افزایش قدرت یونی از فعالیت فسفر در محلول خاک کاسته می‌شود.<sup>[۳۰]</sup> و نیز در غلظت‌های الکترولیت بالا و شوری زیاد نسبت به شوری کم، جذب سطحی فسفر در خاک بیشتر شده و بنابراین فسفر کمتری در محلول خاک برای ریشه فراهم است.<sup>[۱۸]</sup> شوری اثر شدیدی در کاهش رشد ریشه و نتیجتاً سطح موثر جذب آن دارد که باعث جذب کمتر فسفر که عنصری نسبتاً غیر متحرک در خاک است، می‌شود.<sup>[۲۱]</sup> از طرف دیگر ممکن است آنیون‌های سولفات و املاح کلر از جذب فسفر توسط ریشه ممانعت کرده که این اثرات می‌تواند دلیلی بر کاهش غلظت فسفر در دانه گیاه باشد.<sup>[۱۸]</sup> چامپاگنول (۱۹۷۹) اظهار داشت که افزودن فسفر به خاک‌های مبتلا به کمبود در صورتی مفید است که محصول تحت شرایط شوری شدید نباشد و علاوه بر قدرت یونی محلول، جذب فسفر به وسیله گیاه می‌تواند در اثر رقابت با کلر محدود شود.<sup>[۱۰]</sup>

#### کلسیم برگ

حداکثر غلظت کلسیم در تیمار شوری ۴۰ میلی مولار همراه با کود اوره و حداقل مقدار در تیمار شوری ۶۰ میلی مولار همراه با کود NPK جامد مشاهده گردید. کلسیم نیز یکی دیگر از عناصر ضروری مهم در رشد گیاه و تعدیل تنش‌های محیطی محسوب می‌شود.<sup>[۹]</sup> با توجه به نقش دو عنصر پتاسیم و کلسیم در رشد گیاه و تعدیل تنش‌های شوری به نظر می‌رسد که تنظیم غلظت آن‌ها، تأثیر نامطلوب شوری را در گیاه تعدیل نماید. با افزایش میزان کلسیم در محلول‌های غذایی میزان عملکرد افزایش می‌یابد.<sup>[۳۸]</sup>

**نتیجه‌گیری کلی** شوری تا دامنه مشخصی باعث افزایش کلروفیل شده ولی پس از آن به علت اثر سوء شوری بر کلروفیل و در نتیجه تخریب کلروپلاستها، شاخص کلروفیل کاهش یافت. همچنین شوری باعث کاهش نیتروژن برگ شد. کاهش

## References

1. Akram M, Hussain M, Akhtar S, Rasul E (2002) Impact of NaCl salinity on yield components of some wheat accessions varieties. *International Agriculture Biology* 1: 156-158.
2. Allakhverdiev SL, Sakamoto A, Nishiyama Y, Inaba M, Murata N (2000) Ionic and osmotic effects of NaCl-induced in activation of photosystem I and II in *Synechococcus* sp. *Journal of Plant Physiology* 123: 1047-1056.
3. Al-Taisan WA (2010) Comparative effects of drought and salt stresses on germination and seedling growth of *Pennisetum divisum* (Gmel.) Henr. *American Journal Applied Science* 7(5): 640-646.
4. Amrollahi J (1996) Utilization of saline soil and water resources in South Khorasan. Master Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran [in Persian with English abstract].
5. Asch F, Dingkuhn M, Droffling K (2000) Salinity increases CO<sub>2</sub> assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. *Plant and Soil* 218: 1-10.
6. Bybordi A, Tabatabaei SJ, Ahmadof A (2010) Effects of sodium chloride stress on physiological characteristics, yield and quality of winter rapeseed. *Journal of Soil and Water (Agricukurak Sciences And Technology)* 24(2): 346-334.
7. Bybordi A (2005) Zinc in soils and plant nutrition. Parivar Publications: Tabriz.
8. Bernstein I, Francois LE, Clarak RA (1974) Interaction effect of salinity and fertility on yield of grain vegetables. *Agronomy Journal* 66: 412-421.
9. Benton J (2008) Tomato plant culture- In the field, greenhouse and home garden. CRC Press: New York.
10. Champagnol F (1979) Relationship between phosphate nutrition of plants and salt toxicity. *Phosphorus in Agriculture* 79: 35-43.
11. Eskandary Torbaghan M, Astarai A, Eskandary Torbaghan M, Ameri, A (2011) Effect of chloride and sulfate onions and rols of nitrogen on the physiological nutrients uptake and yield of barely (*Hordeum Vulgar* L.) *Agronomy Journal Pajouesh & Sazandegi* 90:27-38.
12. El-sherbinary AE, Rabie EA, Ahmed WE (1986) Effect of sodium chloride and nitrate on dry matter production and micro nutrient content of wheat. *Plant Soil Science & Plant Nutrition* 32: 201-210.
13. El-Hendawy SE, Hua Y, Yakout GM, Awad AM, Hafizb SH, Schmidhalter U (2005) Evaluting salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *European Journal Agronomy* 22: 243-253.
14. Everavd JD, Gucci R, Kann SC, Flore JA, Loescher WH (1994) Gas exchange and carbon partitioning in leaves of celery (*Apium graveolens* L.) at various levels of root zones salinity. *Plant Physiology* 166: 281-292.
15. Feizi M (2002) Effects of salinity irrigation water on wheat yield. *Journal Science Soil Water* 16(2): 133-140.
16. Garg G (2010) Response in germination and seedling growth in *Phaseoulus mungo* under salt and drought stress. *Journal Environment Biology* 31: 261-264.
17. Goudarzi M, Pakniyat H (2008) Evaluation of wheat cultivars under salinity stress based on some agronomic and physiological traits. *Journal of Agriculture Social Science* 4: 35-38.
18. Grattan SR, Grieve CM (1999) Mineral nutrient acquisition and responses by plants grown in saline environments: In M. Pessaraki Hand Book of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc., New York.
19. Greenway H, Munns R (1980) Mechanisms of salt tolerance in non- halophytes. *Annual Review Plant Physiology* 31: 149-190.
20. Grieve CM, Lesch SM, Francois LE, Maas EV (1992) Analysis of main-spike yield components in salt-stressed wheat. *Crop Science* 32: 697-703.
21. Gupta VK, Gupta SP (1984) Effect of zinc sources and levels on the growth and Zn nutrition of soybean in the presence of chloride and sulfur salinity. *Plant and Soil* 81: 299-304.
22. Hasegawa RH, Fonseca H, Fancelli AL, da Silva VN, Schammass EA, Reis TA, Corre^a B (2008) Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control* 19: 36-43.
23. Heidari M (2005) Effects of salinity and nitrogen on macro nutrient uptake and yield of wheat grain and osmotic regulators (Chamran). PhD thesis, College of Agriculture and Natural Resources of Ramin University, Ahvaz, Iran [in Persian with English abstract].
24. Kashani S (2009) Effects of salinity on chlorophyll content in sainfoin and alfalfa. *Plant and Ecosystem Research Quarterly* 18: 89-77.
25. Koyro HW (2000) Effect of high NaCl-salinity on plant growth, leaf morphology and ion composition in leaf tissues of *Beta vulgaris* ssp. Maritima. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 74: 67-73.



26. Krishna murathy R, Anbazhagan M, Bhagwat KB (1987) Effect of sodium chloride toxicity on chlorophyll break down in rice. *Indian Journal of Agriculture Science* 57: 567-570.
27. Ladha JK, Tirol-Padre A, Punzalan GC, Singh U, Reddy CK (1998) Nondestructive estimation of shoot nitrogen in different rice genotypes. *Agronomy Journal* 90: 33-40.
28. Maghsoudi Moud A, Maghsoudi K (2008) Salt stress effects on respiration and growth of germinated seed of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Journal Agriculture Science* 4(3): 351-358.
29. Malakouti MJ, Riazi Hamedani SA (1973) *Fertility and Soil Fertility*. (3<sup>rd</sup> Ed.) Tehran University Press: Tehran.
30. Malakouti MJ, Tabatabaei SJ (1999) Proper Nutrition of Fruit Trees for improving the yield and quality of horticultural crops in Iran. Agricultural education publication. Karaj.Iran.
31. Meybodi S, Ghareyazi B (2002) *Physiology and Plant Breeding Aspects of Salinity*. Isfahan University Publication Center: Isfahan.
32. Modhan MM, Narayanan SL, Ibrahim SM (2000) Chlorophyll stability indices (CSI): its impacts on salt tolerance in rice. *International Rice Research Notes* 25(2): 38-40.
33. Munns R, Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of plant physiology* 59:651-681.
34. Ommen OE, Donnelly A, Vanhoutvin S, Vanojien M, Manderscheid R (1999) Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO<sub>2</sub> concentration and other environmental stress with in `ESPACE-wheat project. *European Journal Agronomy* 10: 197-203.
35. Pessaraki M (1994) *Handbook of Plant and crop Stress*. Marcel Dekker, Inc. New York.
36. Pessaraki M, Tucker TC (1988) Dry matter on nitrogen-15 uptake by tomatoes under sodium chloride stress. *Soil Science Social American Journal* 52: 698-700.
37. Rezaei MA, Khavazinezhad RA, Fahimi H (2004) Evaluation of physiological response of cotton to different soil salinity. *Research and Development in Agriculture and Horticulture* 62:81-89.
38. Rubio JS, Garcia-Sanchez F, Rubio F, Martinez V (2009) Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> fertilization. *Horticulture Science* 119: 79-87.
39. Salardini A, Mojtehed M (1977) *Principles of Plant Nutrition, Nitrogen, Zinc, and Iron* (2<sup>nd</sup> Ed.) Tehran University Press: Tehran. [in Persian].
40. Shahsevand Hassani H (2000) The process of production new *Allopoloeid tritipyrum*. *Proceeding of the 6<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress, Babolsar, Iran* 22-24.
41. Siddiqui MH, Mohammadi F, Nasir Khan M, HAl-Whaibi M, Bahkali 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.
42. Sohan D, Jasoni R, Zajicek J (1999) Plant-water relation of NaCl and calcium treated sunflowers plants. *Environmental and Experimental Botany* 42: 105-111.
43. Tajabadipour A, Maftoun M, Sepaskhah A (2007) Effect of potassium on the relative resistance of three kinds of pistachios salinity. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> Congress of Soil Science*. 28 August, Karaj: Iran.
44. Wang D, Shannon MC, Grieve CM (2001) Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean. *Field Crops Research* 69: 267-277.
45. Waling IWV, Vark VJG, Van Derlee JJ (1989) *Soil and Plant Analysis, a series of syllabi*. *Proceeding of Part 7. Plant Annual Wageningen Agricultural University, Netherland*.
46. Zheng Y, Ji 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.

# Effect of salinity stress induced by NaCl on nutrient elements concentration in wheat leaves



Agroecology Journal  
Volume 11, Issue 2 (31-40)  
Summer 2015

**Monireh Hajiaghaei  
Kamrani**

Lecturer of Agriculture and  
Engineering Department  
Payame Noor University  
Tehran, Iran

Email ✉:  
kamranimona@yahoo.com

**Azam Rahimi Chegeni\***

Young Researchers and Elite Club  
Islamic Azad University  
Khorramabad, Iran  
Khorramabad Branch

Email ✉:  
rahimiazam20@yahoo.com  
(corresponding author)

**Hadi Hosseinniya**

Young Researchers and Elite Club  
Islamic Azad University  
Ghaemshahr Branch  
Ghaemshahr, Iran

Email ✉:  
maghaleh110@yahoo.com

**Ali Babaei  
Ghaghelestani**

Master in Weed Sciences  
Mohagheghe ardabili University  
Ardabil, Iran

Email ✉:  
ababae63@gmail.com

**Received:** 23 April 2015

**Accepted:** 21 August 2015

**ABSTRACT** To soil and water salinity are the main problems for agricultural crop production especially in arid and semi-arid regions. This study was conducted in a completely randomized design and factorial experiment with four replications to investigate the effects of different levels of salinity on nutrient element concentrations in wheat. Treatments consisted of four levels of NaCl salinity, 0, 20, 40, 60 milimolar in perlite bed and second treatment were including Urea, solid NPK and dissolved NPK. Results showed that the effect of different levels of salinity on chlorophyll content and leaf nitrogen percent were significant. Salinity to a certain extent caused the increase of chlorophyll, but then led to the decrease of chlorophyll due to the adverse effect of salinity on chlorophyll and degradation of chloroplasts. Also, the salinity led to the reduction of leaf nitrogen. Reduction of nitrogen content in shoots in salty environments can be due to the inhibitory effect of chloride on nitrate uptake. The highest and lowest concentrations of P respectively were achieved from 0 salinity level with urea and 60 mM salinity level with urea that probably was due to high levels of Na and competition of Cl with P to uptake by the plant. The main effect of salinity is increasing of sodium concentration in plant tissue. Reduced uptake of potassium and reduction of plant growth are the results of sodium increment. Maximum concentration of Ca was reported from 40 mM salinity treatments with urea and minimum amount from 60 mM salinity treatments with solid NPK fertilizer. According to result, in terms of salinity stress, using of dissolved NPK fertilizers in perlite bed had a better performance in the concentration of nutrient elements in wheat leaves.

---

**Keywords:**

- chlorophyll content
- hydroponic
- macro-elements
- potassium
- salinity