

## تأثیر سطوح کلرید سدیم و نیتروژن بر رشد، غلظت ویتامین C و نیترات سبزی هالوفیت *Suaeda aegyptiaca*

محمد امین ذاکری اصل<sup>1</sup>، صاحبعلی بلندنظر<sup>2</sup>، شاهین اوستان<sup>3\*</sup> و سید جلال طباطبایی<sup>4</sup>

تاریخ دریافت: 91/05/11 تاریخ پذیرش: 92/04/26

<sup>1</sup>- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه تبریز

<sup>2</sup>- دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

<sup>3</sup>- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

<sup>4</sup>- استاد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Oustan@ hotmail.com

### چکیده

افزایش شوری اراضی کشاورزی، محدودیت کشت محصولات زراعی و باغی و کاهش عملکرد آنها را سبب شده است. این امر بسیاری از محققان را به سمت یافتن محصولات جدید جایگزین سوق داده است. هالوفیت‌ها به خاطر سازوکارهای خاص خود مانند سیستم آنتی اکسیدانی به شوری مقاوم هستند. برای مطالعه اثر سطوح کلرید سدیم و نیتروژن بر رشد، غلظت ویتامین C و نیترات هالوفیت خوراکی *S. aegyptiaca* آزمایشی با 5 سطح شوری عصاره اشباع 10، 20، 40، 60 و  $80 \text{ dS m}^{-1}$  بعنوان فاکتور اول و سه سطح نیتروژن 25، 50 و  $75 \text{ mg kg}^{-1}$  از منبع اوره بعنوان فاکتور دوم طراحی گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تکرار در گلخانه به اجرا در آمد. پس از استقرار گیاهان، تیمارهای شوری اعمال گردیدند و نیتروژن نیز در طی دو مرحله به فاصله 10 روز به گلدان‌ها اضافه شد. نتایج نشان داد بیشترین وزن تر و خشک گیاه در شوری کلرید سدیم  $20 \text{ dS m}^{-1}$  بدست آمد. با افزایش بیشتر شوری کلرید سدیم وزن تر و خشک کاهش یافت. در شوری‌های کلرید سدیم 10 و  $20 \text{ dS m}^{-1}$  با افزایش سطح نیتروژن وزن تر و خشک نیز افزایش یافت اما در شوری‌های بالاتر سطح متوسط نیتروژن بیشترین وزن تر و خشک را تولید نمود. با افزایش شوری کلرید سدیم تا  $40 \text{ dS m}^{-1}$  ویتامین C گیاه افزایش، و با افزایش بیشتر، کاهش یافت. با افزایش سطح نیتروژن میزان ویتامین C گیاه کاهش یافت. با افزایش سطح نیتروژن غلظت نیترات افزایش یافت. در شوری‌های کلرید سدیم 10، 20 و  $40 \text{ dS.m}^{-1}$  غلظت نیترات گیاه در سطوح مختلف نیتروژن ثابت ماند اما در شوری‌های 60 و  $80 \text{ dS m}^{-1}$  با کاهش سطح نیتروژن غلظت نیترات گیاه نیز کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: شوری، نیترات، نیتروژن، ویتامین C، *S. aegyptiac*

## Effects of NaCl Salinity and Nitrogen levels on Growth, and Vitamin C and Nitrate concentrations of Halophyte Vegetable *Suaeda aegyptiaca*

MA Zakery Asl<sup>1</sup>, S Bolandnazar<sup>2</sup>, Sh Oustan<sup>3\*</sup> and SJ Tabatabaei<sup>4</sup>

Received: 1 August 2012 Accepted: 17 July 2013

<sup>1</sup>M.Sc Student of Hort. Sci., Dept. Hort. Sci., Univ. Tabriz, Iran

<sup>2</sup> Assoc. Prof., Dept. Hort. Sci., Univ. Tabriz, Iran

<sup>3</sup> Assoc. Prof., Dept. Soil Sci. Univ. Tabriz, Iran

<sup>4</sup> Prof., Dept. Hort. Sci., Univ. Tabriz, Iran

\*Corresponding Author Email: Oustan@ hotmail.com

### Abstract

Increasing salinity in agricultural lands has led to the limitation of crop cultivation and reduction of crop yields. Therefore, many researchers in the world focus on finding alternative crops. Halophytes, because of some mechanisms such as antioxidant systems are resistant to salt stress. In order to study the effects of NaCl salinity and nitrogen levels on growth, ascorbic acid and nitrate contents in the edible halophyte *S. aegyptiaca*, a factorial experiment with 5 levels of NaCl including 10, 20, 40, 60 and 80 dS m<sup>-1</sup> as the first factor and three levels of nitrogen including 25, 50 and 75 mg kg<sup>-1</sup> in urea form as the second factor in completely randomized design with three replications was conducted under the greenhouse conditions. NaCl treatments were applied after the plants had reached a stand. Nitrogen was also added at two stages within 10 days. The results showed that the highest fresh and dry weights of plants were obtained at 20 dS m<sup>-1</sup> salinity level. The fresh and dry weights decreased more by increasing salinity. At salinity levels of 10 and 20 dS m<sup>-1</sup>, the fresh and dry weights increased with increasing nitrogen levels, but at higher salinity levels, the moderate levels of nitrogen produced the highest fresh and dry weights. With increasing salinity up to 40 dS m<sup>-1</sup> the vitamin C content firstly increased and then decreased with further increase in salinity. The vitamin C levels also decreased with increasing nitrogen levels. Furthermore, the nitrate concentration increased with increasing nitrogen levels. At salinity levels of 10, 20 and 40 dS m<sup>-1</sup> concentration of nitrate at different levels of nitrogen was constant but decreased at 60 and 80 dS m<sup>-1</sup> salinity levels with decreasing nitrogen levels.

**Keywords:** Nitrate, Nitrogen, *S. aegyptiaca*, Salinity, Vitamin C

## مقدمه

ترکیبات آنزیمی و غیر آنزیمی می‌باشند (کسوری و همکاران 2009) ابزاری برای سلامتی گیاه می‌باشد که توجه پژوهشگران و کارخانه‌های غذاسازی را به بعنوان غذاهایی که اثرات خاصی بر سلامت مصرف کننده دارد به خود جلب کرده است (بوتز و همکاران 2008). یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم اسید اسکوربیک می‌باشد. این اسید یک مولکول کوچک قابل حل در آب می‌باشد که بعنوان یک ماده زمینه اولیه در مسیره‌های چرخه‌ای برای سمیت زدائی پراکسید هیدروژن عمل می‌کند (قو و همکاران 2006). اسید اسکوربیک فراوان‌ترین آنتی‌اکسیدان در گیاه بوده (بارت و همکاران 2006) و از طریق تولید توکوفرول از اثر منفی رادیکال توکوفرولکسیل بر غشاء محافظت می‌کند و از طرفی در تنظیم تقسیم سلولی و توسعه سلولی نیز نقش دارد (بورسانی و همکاران 2001). همچنین اسید اسکوربیک در تنظیم فتوسنتز، توسعه سلول، طولی شدن ریشه و انتقال الکترون در عرض غشاء سهیم می‌باشد (بورسانی و همکاران 2001). مطالعات مختلف (فیگین و همکاران 1987، طباطبایی 2006) نشان می‌دهند که شوری باعث کاهش جذب نیتروژن و در نتیجه رشد و عملکرد گیاهان می‌گردد. افزودن نیتروژن معمولاً رشد گیاهان و عملکرد را صرف نظر از اینکه گیاه تحت تنش باشد یا نباشد را بهتر می‌کند. مطالعات انجام شده در گیاهانی مانند، جو، لوبیا، هویج، نخود، ماش، گوجه فرنگی و اسفناج نشان می‌دهد که افزایش نیتروژن سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان در شدت‌های پایین شوری می‌گردد (گراتان و گریو 1999). بعلاوه محدودیت منابع آب شیرین که باعث چالش دنیای متمدن شده و بشر را به استفاده گسترده از زمین‌های شور سوق داده است قرن 21 را شاید بتوان قرن کشت هالوفیت‌ها نامید (خان و وبر 2008). یافتن هالوفیتی خوراکی می‌تواند حاشیه‌ی امنیتی در تولید پایدار باشد و در زمین‌های شور موجب تامین ریز مغذی‌های ضروری بدن انسان شود. *Suaeda aegyptiaca* با نام

شوری خاک‌ها یک تهدید همیشگی برای کشاورزی می‌باشد و تقریباً 20% زمین‌های تحت آبیاری را در سراسر دنیا تحت تأثیر قرار داده است (مونز و تستر 2008). شور شدن خاک‌ها یکی از مشکلات جدی ایجاد سیستم‌های آبیاری کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. رشد گیاه بطور مستقیم تحت تأثیر سطوح بالای کلرید سدیم و دیگر نمک‌ها قرار می‌گیرد (راوینداران و همکاران 2007). جذب یون‌ها نتیجه تنظیم اسمزی خاصی در گیاه می‌باشد اما می‌تواند منجر به ایجاد اثر سمی یونها یا عدم تعادل تغذیه‌ای شود (مارشنر 1986). میزان بالای نمک‌های خاک نخست با کاهش پتانسیل آب خاک موجب محدود شدن جذب آب توسط ریشه‌ها می‌گردد (مونز 2010). علاوه بر آن ورود بیش از حد یون سدیم به گیاه باعث اختلال در متابولیسم گیاهی می‌شود که گیاه را مسموم می‌سازد (مونز 2010). این فرایند مستقیماً منجر به کاهش تثبیت دی‌اکسید کربن می‌شود، در حالی که نور همچنان توسط سیستم فتوسنتزی جذب می‌گردد که نتیجه آن تولید گونه‌های فعال اکسیژن ( $ROS^1$ ) است که می‌تواند برای سیتوپلاسم سمی باشد (اپل و هیرت 2004). گزارش شده است که مقدار بیش از حد ROS اگر موجب مرگ سلول نگردد، باعث آسیب جدی به پروتئین‌های سلولی، لیپیدهای غشاها، کلروفیل و حتی اسید نوکلئیک می‌گردد (فلورز و کومبر 2008، جیتش و همکاران 2006، شابالا و ماکای 2011). بنابراین با توجه به روند گسترش شوری زمین‌های زراعی، یافتن گیاهان سازگار با شوری می‌تواند یک حاشیه‌ی امنیت در تولید پایدار محصولات باغبانی باشد. در این بین هالوفیت‌ها با داشتن راهکارهایی مانند دفع اثرات مخرب ROSها توسط سیستم آنتی‌اکسیدانی، می‌توانند در شرایط دشوار محیطی عملکرد مناسبی داشته باشند. سیستم قدرتمند آنتی‌اکسیدانی هالوفیت‌ها که شامل

<sup>1</sup> Reactive Oxygen Species

فاکتور دوم بودند. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تکرار در گلخانه پژوهشی دانشگاه تبریز به اجرا در آمد. برای رسیدن به سطح شوری عصاره اشباع مورد نظر رابطه‌ی بین مقدار NaCl اضافه شده به خاک و میزان افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک (EC) به دست آمد. سپس گرم نمک محاسبه شده برای هر تیمار در حجم مشخصی از آب حل و به هر گلدان اضافه گردید. پس از استقرار گیاهان تیمارهای کلرید سدیم به خاک اضافه شدند. پس از رسیدن خاک به قابلیت هدایت الکتریکی مورد نظر، در دو مرحله به فاصله‌ی 10 روز کود اوره به گلدان‌ها اضافه گردید. برای جلوگیری از شستشوی نمک‌ها، رطوبت ظرفیت مزرعه خاک مورد استفاده تعیین و آبیاری تا این حد انجام شد. پس از برداشت گیاهان سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده شدند. ویتامین C برگهای تازه به روش تیتراسیون با 2، 6 دی کلرو فنل ایندول و اسید متا فسفریک 3% اندازه گیری شد (بی‌نام 2005). برای اندازه‌گیری نترات ابتدا 0/5 گرم از ماده خشک گیاهی با ترازوی دیجیتالی با دقت 0/01± گرم وزن شده، و با دقت به فلاسک‌های حجمی 100 میلی-لیتری منتقل گردیدند. سپس 100 میلی‌لیتر اسید استیک 20% به آنها اضافه شد و به مدت 1 ساعت روی شیکر قرار گرفتند (طباطبایی 1388). سپس غلظت نترات با استفاده از دستگاه نترات سنج (HORIBBA, Japan) اندازه‌گیری شد.

پس از توزین وزن تر شاخساره، نمونه‌های گیاهی در آون با دمای 80 درجه سلسیوس به مدت 48 ساعت خشک گردیدند. سپس وزن خشک با ترازوی حساس دیجیتالی با دقت 0/01± گرم اندازه‌گیری گردید.

فارسی "سیاه شور مصری" از خانواده‌ی Chenopodiaceae هالوفیتی یکساله و بومی استان بوشهر می‌باشد که به صورت خودرو در زمین‌های غیر زراعی استان بوشهر می‌روید، و برگ‌ها و سرشاخه‌های جوان آن در این استان مصرف خوراکی دارد. با توجه به روند گسترش شوری در دشت شبستر تبریز آزمایشی جهت بررسی تأثیر شوری بر عملکرد، ویتامین C و نترات این سبزی هالوفیت در بخشی از خاک این دشت انجام گردید.

#### مواد و روش‌ها

بذرهای *S. aegyptiaca* از اطراف شهر برازجان استان بوشهر با طول و عرض جغرافیایی ۱° ۵۱ شرقی و ۲۹° شمالی که رویشگاه طبیعی این گیاه می‌باشد، به شکل توده‌ای جمع آوری گردید. بذرها توسط هیپوکلرید سدیم 1% ضد عفونی سطحی و بعد به مدت 15 دقیقه توسط آب مقطر شستشو گردیدند. سپس 20 عدد از آنها در گلدان‌هایی با ابعاد 20×15×15 سانتی‌متر که حاوی 3/1 کیلوگرم از، بخشی از خاک دشت شبستر بودند کشت شدند و 15 روز پس از جوانه زنی، گیاهان به 7 عدد تنک شدند. جدول 1 برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده را نشان می‌دهد. بافت خاک به روش هیدرومتری، کربن آلی به روش والکلی و بلک، در عصاره اشباع EC و pH: Ca و Mg به روش جذب اتمی، Na به روش فلیم فتومتری و کلرید به روش موهر تعیین گردیدند (ریچاردز 1954). تیمارها شامل 5 سطح شوری کلرید سدیم عصاره اشباع 10، 20، 40، 60 و 80 دسی‌زیمنس بر متر بعنوان فاکتور اول و سه سطح 25، 50 و 75 میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک از منبع اوره بعنوان

جدول 1- برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک دشت شبستر تبریز.

درصد اشباع	بافت خاک	pH	کربن آلی (%)	نسبت جذب سدیم	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	EC dS m <sup>-1</sup>
					meq L <sup>-1</sup>				
51/3	لوم رسی	7/32	0/8	13/3	35	71	96	17	10/89

50 تا 250 میلی‌مولار کلرید سدیم می‌باشد (فلاورز و کولمر 2008). در این آزمایش در سطوح پایین‌تر شوری، تولید کل ماده خشک گیاهان افزایش یافت. مقایسه و همکاران (2004) دلیل چنین افزایشی را گسترش بیشتر و تداوم بهتر سطح برگ دانسته که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی قوی و کافی جهت استفاده هرچه بیشتر از نور دریافتی و تولید ماده خشک می‌گردد. نتایج این پژوهش با گزارشات مقایسه و همکاران (2004) و ژان-فنگ و همکاران (2010) در مورد سایر گونه‌های هالوفیت جنس *Suaeda* مطابقت داشت که بیان داشتند این دسته از گیاهان در حضور نمک رشد بهتری دارند. همچنین خان و همکاران (2000) نشان دادند که بیشترین زیتوده تولیدی *Suaeda fruticosa* در 200 مول بر متر مکعب کلرید سدیم اتفاق می‌افتد. بسیاری از هالوفیت‌های قادر به رشد بهتر در محدوده خاصی از شوری، در خاک‌های شور با عدم تأثیرپذیری یا حتی تحریک شدن تثبیت کربن، فعالیت فتوسنتزی خود را حفظ یا حتی افزایش می‌دهند (استپین و جانسون 2009، ردوندو-گومز و همکاران 2010). با استفاده از تکنیک پروتومیکس نشان داده شده است که الگوی پروتئینی اندامک‌های سلولی مانند میتوکندری (کین و همکاران 2009)، هسته (پاندی و همکاران 2008) یا غشای پلاسمایی (زانگ و همکاران 2009) در پاسخ به تنش‌های محیطی تغییر می‌کند. در هالوفیت *Salicornia europaea* نشان داده شده است که در کلروپلاست، بسیاری از پروتئین‌هایی که در چرخه کالوین، واکنش‌های نوری و متابولیسم نیتروژن برای مقاومت به شوری ضروری می‌باشند، برای سهولت هماهنگی تثبیت کربن و متابولیسم نیتروژن در شرایط شور، بطور متفاوتی تنظیم می‌گردند (پنگ زیانگ و همکاران 2011).

مطالعه‌ی الگوی پروتئوم *S. aegyptiaca* رشد کرده در سطوح مختلف شوری نیز نشان داد که اکثریت پروتئین‌های پاسخ دهنده به شوری افزایش بیان داشتند

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های فوق با نرم افزار SPSS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنای دانکن در سطح احتمال 5% انجام گردید.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که عکس العمل رشدی *S. aegyptiaca* به میزان کلرید سدیم، نیتروژن و اثر متقابل کلرید سدیم × نیتروژن بستگی داشت ( $P < 0.01$ ) (جدول 2). با افزایش شوری کلرید سدیم تا سطح 20 دسی‌زیمنس بر متر وزن تر شاخساره تا 29 گرم بر گلدان و وزن خشک برگ، ساقه و ریشه به ترتیب تا 4/924، 1/810 و 0/644 گرم بر گلدان افزایش یافت اما با افزایش بیشتر شوری وزن تر شاخساره و وزن خشک ساقه، برگ و ریشه کاهش یافتند، بطوریکه کمترین وزن تر و خشک بوته در شوری‌های کلرید سدیم 60 و 80 دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. افزودن 75 میلی‌گرم بر کیلوگرم نیتروژن بیشترین وزن تر شاخساره (34 گرم بر گلدان) و وزن خشک برگ، ساقه و ریشه (به ترتیب 5/472، 1/976 و 0/749 گرم بر گلدان) را تولید نمود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. با کاهش سطح نیتروژن وزن تر و خشک بوته نیز کاهش یافت (شکل‌های 1، 2، 3 و 4).

افزایش وزن تر و خشک بوته با افزایش کلرید سدیم تا 20 دسی‌زیمنس بر متر و کاهش آن در شوری‌های بالاتر، در واقع روشنگر این موضوع می‌باشد که گرچه تعریف هالوفیت بر زنده ماندن و رشد در شرایط شور تأکید دارد، اما پاسخ رشدی هالوفیت‌ها به شرایط شور گوناگون می‌باشد. رشد بهینه هالوفیت‌ها در شرایط تنش شوری، از برخی جنبه‌ها برای بشر قابل توجه می‌باشد. چنانچه در مورد این گیاه افزایش وزن تر تا شوری 20 دسی‌زیمنس بر متر از جهت سبزی بودن حائز اهمیت می‌باشد. اعتقاد بر این است که رشد بهینه‌ی اکثر هالوفیت‌های دو لپه در غلظت

دیواره سلولی است (تامس و وین جونز 1982، توچت 2006). چنانچه در این مطالعه نیز همانطور که در ادامه بحث خواهد شد، غلظت سدیم که یون اصلی در این آزمایش بود افزایش یافت. با افزایش بیشتر شوری کلرید سدیم وزن تر و خشک *S. aegyptiaca* کاهش یافت.

(عسکری و همکاران 2006). عامل احتمالی دیگر در افزایش رشد هالوفیت‌ها با افزایش شوری افزایش فشار تورژسانس سلولی می‌باشد (کلیپسون و همکاران 1985، بالنوکین و همکاران 2005) که نتیجه‌ی افزایش غلظت املاح در آپوپلاست (هاروی و همکاران 1981، جیمز و همکاران 2006) یا تغییر در انعطاف پذیری

جدول 2- تجزیه واریانس اثر کلرید سدیم و نیتروژن بر وزن تر شاخساره و وزن خشک برگ، ساقه و ریشه *S. aegyptiaca*

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن تر شاخساره		
4/052**	39/064**	137/448**	531/855**	4	قابلیت هدایت الکتریکی (EC)
0/02 <sup>ns</sup>	0/158*	8/722**	121/383**	2	نیتروژن (N)
0/069*	0/891**	4/271**	111/565**	8	EC × N
0/022	0/035	0/42	26/134	30	اشتباه آزمایشی
17/7	8/6	7/8	10/7	-	ضریب تغییرات (%)

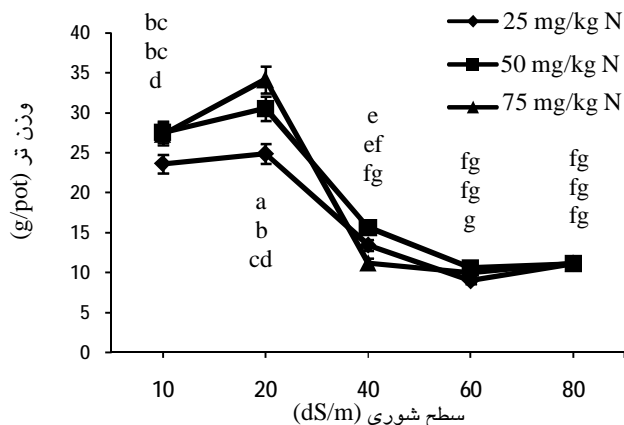
ns, \*, \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد

انتقال الکترون گردد (موراناکا و همکاران 2002، رابینسون و همکاران 1983، هیچم و همکاران 2009، زنگ و همکاران 2009). بنابراین تغییر ساختار و کاهش عملکرد در غشای تیلاکوئید ممکن است موجب آسیب اجزای سیستم فتوسنتزی گردد که نهایتاً منجر به کاهش میزان آسیمیلاسیون کربن گردد (متا و همکاران 2010، لی و همکاران 2008). از طرف دیگر پس از وقوع تنش شوری، بدلیل بسته شدن موقتی روزنه، فتوسنتز متوقف می‌گردد (رابینسون و همکاران 1983، بال و همکاران 1984).

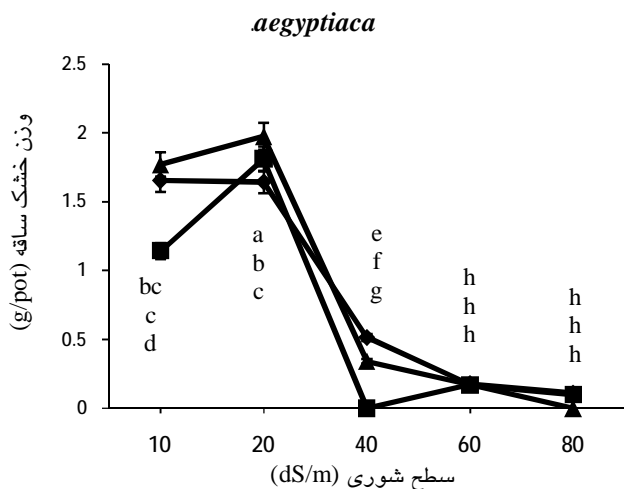
همان طور که در جدول تجزیه واریانس (جدول 2) مشاهده می‌گردد، با افزایش سطح کلرید سدیم غلظت سدیم شاخساره تا شوری 40 دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. پس از آن با افزایش بیشتر شوری میزان سدیم کاهش یافت گرچه این کاهش معنی‌دار نبود (شکل 8). همچنین تفاوت معنی‌داری بین سطح اول و دوم

در شوری‌های کلرید سدیم 60 و 80 دسی‌زیمنس بر متر بین وزن تر و وزن خشک برگ، ساقه و ریشه حتی با افزودن مقادیر مختلف نیتروژن نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در شوری کلرید سدیم 40 دسی‌زیمنس بر متر افزودن 75 میلی‌گرم برکیلوگرم نیتروژن موجب تولید کمترین وزن تر و خشک گردید، گرچه این کاهش به جز در وزن خشک ساقه تفاوت معنی‌داری با سایر سطوح نیتروژن نداشت. شاید دلیل این کاهش وزن، افزایش بیشتر قابلیت هدایت الکتریکی خاک بر اثر مقادیر بالاتر اوره بوده باشد. مقایسه و همکاران (2004) و ژان - فنگ و همکاران (2010) نیز بیان داشتند با افزایش شوری به میزان بیش از حد مورد نیاز گونه‌های *Suaeda* وزن خشک و تر کاهش یافتند. در واقع پس از گذشت زمانی نسبتاً طولانی، تجمع بیش از حد سدیم در برگ‌ها ممکن است موجب کاهش عملکرد فتوسیستم II و جلوگیری از

واکوئل خود تجمع می‌دهند، چون انرژی مصرفی برای جذب یون خیلی کمتر از انرژی لازم برای ساخت محلول‌های سازگار است (مونز 2002).



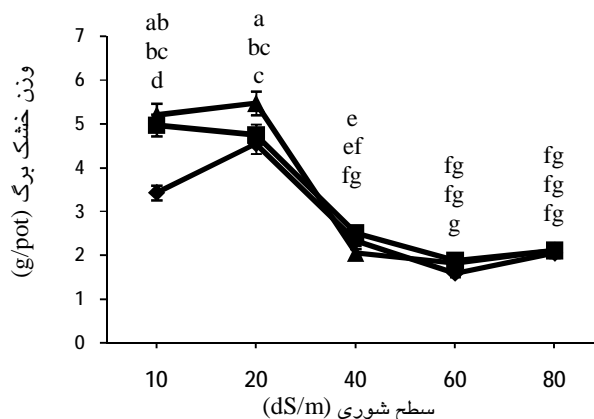
شکل 1- اثر کلرید سدیم و نیتروژن بر وزن تر بوته *S. aegyptiaca*



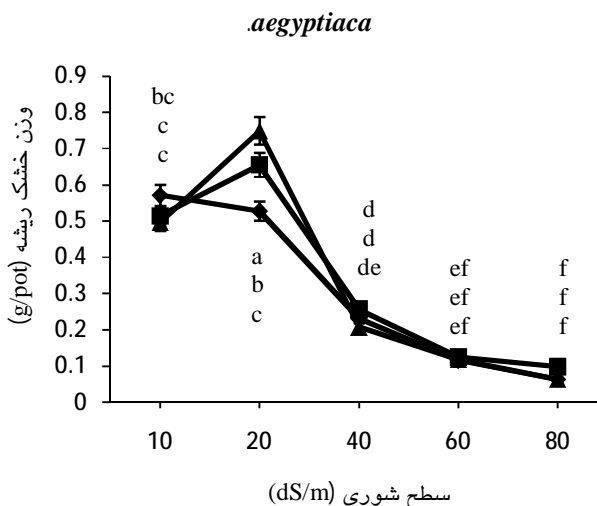
شکل 3- اثر کلرید سدیم و نیتروژن بر وزن خشک ساقه *S. aegyptiaca*

موجب کاهش ویتامین C شد (شکل 6). برخی از گونه‌ها مکانیسم‌های متعددی را برای فائق آمدن بر تنش شوری توسعه داده‌اند (مونز 2002) که موجب تعدیل اثر این تنش می‌گردد. گونه‌های جنس *Suaeda* قادر هستند در شرایط شوری یون سدیم را در واکوئل‌های خود تجمع دهند. افزایش سدیم در سلول از طریق افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن موجب بوجود

نیتروژن در غلظت سدیم مشاهده نشد اما سطح سوم نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار غلظت سدیم گردید (شکل 9). هالوفیت‌ها معمولاً در شرایط شور به منظور کاهش پتانسیل آب سلولی خود یون‌های غیر آلی را در



شکل 2- اثر کلرید سدیم و نیتروژن بر وزن خشک برگ *S. aegyptiaca*



شکل 4- اثر کلرید سدیم و نیتروژن بر وزن خشک ریشه *S. aegyptiaca*

در مورد ویتامین C تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر ساده کلرید سدیم و نیتروژن بر میزان ویتامین C *S. aegyptiaca* می‌باشد در حالی که اثر متقابل شوری و نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول 3). با افزایش کلرید سدیم ویتامین C ابتدا افزایش و سپس با افزایش بیشتر کلرید سدیم، کاهش یافت (شکل 5). کاربرد نیتروژن

دسی‌زیمنس بر متر احتمالاً بعلت تأثیر نامطلوب غلظت زیاد سدیم بر آنزیم‌های مسیر سنتز اسید آسکوربیک می‌باشد. بلندنظر و همکاران (2012) بیان داشتند افزایش نیتروژن با ویتامین C بدلیل پدیده رقت، اثر معنی‌دار و معکوس دارد. آنیتا و همکاران (2009) در مورد کدو تنبل و نات (2011) در مورد کلم گل نیز گزارش کردند که با افزایش سطح کود نیتروژن میزان ویتامین C کاهش یافت.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که شوری و نیتروژن و اثر متقابل آنها بر غلظت نیترات در سطح احتمال 1% معنی‌دار شد (جدول 3). با افزایش سطح کلرید سدیم مقدار نیتروژن اضافه شده به خاک در غلظت نیترات تعیین کننده بود.

آمدن تنش اکسیداتیو در گیاه می‌گردد (هرناندز و همکاران 1995). بافت‌های گیاهی برای کنترل مقدار رادیکال‌های آزاد اکسیژن و برای محافظت از سلول‌های گیاهی در شرایط تنش دارای مجموعه‌ای از آنتی‌اکسیدانت‌های با وزن مولکولی پایین مانند اسید آسکوربیک می‌باشند (بلوخینا و همکاران 2002).

یک رویکرد برای بهبود تحمل تنش اکسیداتیو افزایش درون سلولی آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند اسید آسکوربیک است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد *S. aegyptiaca* بطور ژنتیکی این توانایی را دارد که با افزایش شوری برای تعدیل اثر تنش، میزان اسید آسکوربیک بیشتری تولید نماید. ولی کاهش اسید آسکوربیک در شوری‌های کلرید سدیم 60 و 80

جدول 3- تجزیه واریانس اثر کلرید سدیم و نیتروژن بر غلظت‌های نیترات، ویتامین C و سدیم *S. aegyptiaca*

میانگین مربعات					
غلظت سدیم	ویتامین C	غلظت نیترات	درجه آزادی	منابع تغییرات	
13295038/8**	38/8**	1208911**	4	قابلیت هدایت الکتریکی (EC)	
3510852/9**	69/6**	13191137**	2	نیتروژن (N)	
93820/6 <sup>ns</sup>	11/3 <sup>ns</sup>	746659/7**	8	(EC × N)	
68674/3	5/2	48731/2	30	اشتباه آزمایشی	
4/4	11/2	7/7	-	ضریب تغییرات	

ns, \*, \*\*: به ترتیب اختلاف غیر معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

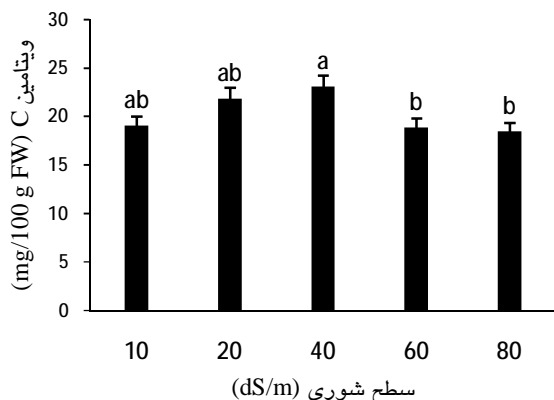
(اورعی و همکاران 1388) اشاره نمود. به عقیده بار و همکاران (1987) این کاهش به اثرات آنتاگونیستی بین یون کلرید و نیترات ارتباط دارد. اما تانگولینگ و همکاران (1987) بر این عقیده‌اند که کاهش نیترات در شرایط شوری به کاهش تبخیر و تعرق و جذب آب در نتیجه کاهش انتقال نیتروژن به درون گیاه مربوط می‌شود. در شرایط شوری همچنین فعالیت آنزیم نیترات رداکتاز کاهش می‌یابد (پیسارکلی و زابلکس 2009). در این مطالعه افزایش غلظت نیترات در شوری‌های بالا بر اثر افزایش نیتروژن نشان می‌دهد که سیستم جذب و انتقال نیترات در *S. aegyptiaca*

با افزایش سطح کلرید سدیم و افزودن 75 میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم، غلظت نیترات (شکل 7) افزایش یافت اما با افزودن مقادیر کم‌تر اوره، غلظت نیترات کاهش یافت. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه‌ی ژان فنگ و همکاران (2010) که بر روی هالوفیت *Suaeda physophora* صورت گرفت همخوانی داشت. اکثر مطالعات روی گیاهان غیرهالوفیت نشان می‌دهد که شوری، جذب و تجمع نیتروژن را در بخش‌های هوایی این گیاهان کاهش می‌دهد (فیگین و همکاران 1987). از این مطالعات می‌توان به بررسی انجام شده روی زیتون (طباطبایی 2006) و بادام

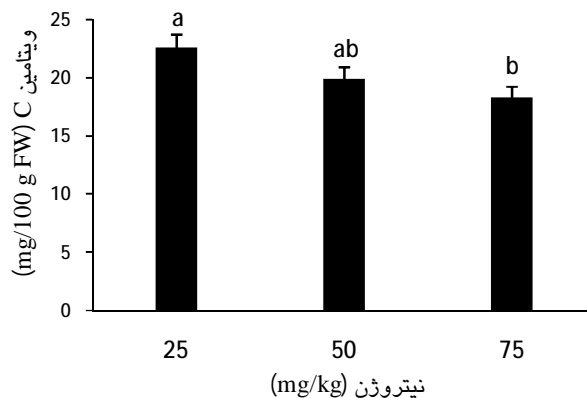


داشتند. نیترات می‌تواند بعنوان یک عامل تنظیم اسمز در واکوئل تجمع یابد (مکینتایر 1997، سونگ و همکاران 2006).

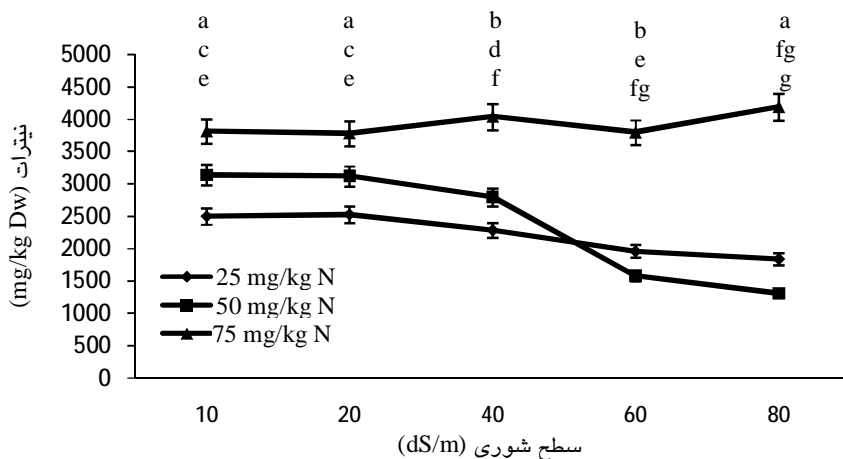
احتمالاً تحت تأثیر مقادیر بالای کلرید قرار نمی‌گیرد. تورس و بینگهام (1973) دریافتند که اکثر ارقام گندم مقاوم به شوری آنهایی بودند که غلظت نیترات بالاتری نسبت به گیاهان کشت شده در شرایط شور یا غیرشور



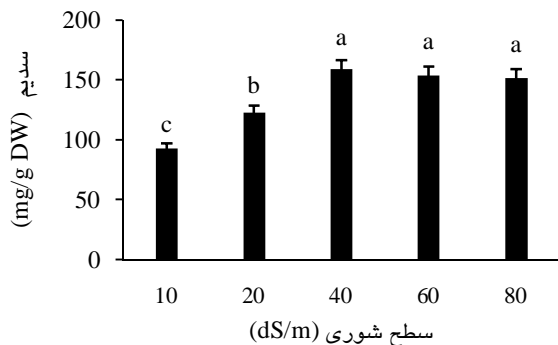
شکل 5- اثر کلرید سدیم بر ویتامین C *S. aegyptiaca*.



شکل 6- اثر نیتروژن بر ویتامین C *S. aegyptiaca*.

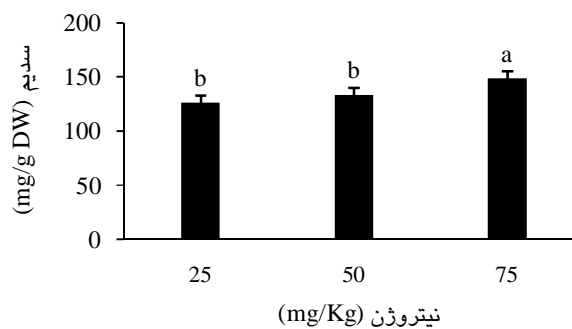


شکل 7- اثر کلرید سدیم و نیتروژن بر غلظت نیترات در برگ‌های *S. aegyptiaca*.



شکل 8- اثر کلرید سدیم بر غلظت سدیم شاخساره *S.*

*aegyptiacac*



شکل 9- اثر نیتروژن بر غلظت سدیم شاخساره *S.*

*aegyptiacac*

### نتیجه‌گیری کلی

کلرید سدیم 10 و 20 دسی‌زیمنس بر متر رشد بسیار خوبی دارد و بالاترین زیتوده را تولید می‌کند. از نظر کاربردی کاهش زیتوده گیاهی شاید مهم‌ترین اثر نامطلوب شوری باشد که کشاورز را مجبور به تولید محصولی جایگزین می‌کند. همان طور که در این پژوهش نشان داده شد غلظت ویتامین C با افزایش شوری تا شوری کلرید سدیم 40 دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت، که نشان دهنده افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی این گیاه برای مقابله با شوری می‌باشد. در مجموع در شوری‌های کلرید سدیم کمتر از 40 دسی‌زیمنس با کشت این گیاه می‌توان سبزی خوراکی تولید نمود که بیش از 20 میلی‌گرم بر 100 گرم وزن تر ویتامین C دارد.

با توجه به روند گسترش شوری در کشور، روی آوردن به محصولات جدید مقاوم به شوری، می‌تواند حاشیه‌ای امن در تولید غذای جامعه ایجاد نماید. با توجه به پتانسیل خاص کشور ایران و وجود اقلیم‌های گوناگون، وجود گونه‌های متنوع گیاهی سازگار با شرایط هر منطقه امری بدیهی است. این قرن که قرن کشت هالوفیت‌ها نام دارد و بسیاری از پژوهش‌های علمی دنیا بر این گیاهان متمرکز شده است، شناخت بیشتر و دقیق‌تر این گیاهان ارزش خاصی دارد. *S. aegyptiaca* سبزی هالوفیت بوده که بومی استان بوشهر می‌باشد. در این مطالعه تولید زیتوده و غلظت ویتامین C این گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش مشخص گردید که این سبزی در شوری‌های

### منابع مورد استفاده

- اورعی م، طباطبایی س، ج، فلاحی ا و ایمانی ع، 1388. اثرات تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز، غلظت عناصر غذایی و سدیم درخت بادام. نشریه علوم باغبانی، جلد بیست و سوم، صفحه‌های 131 تا 140.
- طباطبایی س ج، 1388. اصول تغذیه معدنی گیاهان. انتشارات مؤلف.
- Anita B, Nawirska A, Alicja K, and Sokol-Letowska A, 2009. The effect of nitrogen fertilization methods on yield and chemical composition of pumpkin (*Cucurbita maxima*) fruits before and after storage. Veg Crops Res Bull 70: 203-211.
- Anonymous. 2005. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, AOAC, Washington, DC, USA p.1141.
- Apel K and Hirt H, 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Annu Rev Plant Biol 55: 373-399.
- Askari H, Edqvist J, Hajheidari M and Kafi M, 2006. Effects of salinity levels on proteome of *Suaeda aegyptiaca* leaves. Res Proteomics 6: 2542-2554.
- Ball MC and Farquhar GD, 1984. Photosynthetic and stomatal responses of the grey mangrove, *Avicennia marina*, to transient salinity conditions. Plant Physiol 74: 7-11.
- Balnokin YV, Kotov AA, Myasoedov NA, Khailova GF, Kurkova EB, Lun'kov RV and Kotova LM, 2005. Involvement of long-distance  $\text{Na}^+$  transport in maintaining water potential gradient in the medium-root-leaf system of a halophyte *Suaeda altissima*. Russian J of Plant Physiol 52: 489-496.
- Bar Y, Kafkafi U and Lahav E, 1987. Nitrate nutrition as a tool to reduce chloride toxicity in avocado. S Afr Avocado Grower Assoc Yrb 10: 47-48.
- Barth C, De-Tullio M and Conklin L, 2006. The role of ascorbic acid in the control of flowering time and the onset of senescence. Exp Bot 57:1657-1665.
- Blokhina O, Virolainen E and Fagerstedt KV, 2002. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A rev Ann Bot 91:179-194.
- Bolandnazar S, Mollavali M and Tabatabaei SJ, 2012. Influence of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  and  $\text{K}_2\text{SO}_4$  on qualitative characteristics of onion. Scientia Horti 136: 24-28.
- Boots AW, Guido RMMH and Aalt B, 2008. Health effects of quercetin: from antioxidant to nutraceutical. Euro J of Pharmacology 585: 325-337.
- Borsani O, Valpuesta V and Bottela AM, 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. Plant Physiol 126:1024-1030.

- Clipson NJW, Tomos AD, Flowers TJ and Wyn Jones RG, 1985. Salt tolerance in the halophyte *Suaeda maritima* (L.) Dum. The maintenance of turgor pressure and water potential gradients in plants growing at different salinities. *Planta* 165: 392–396.
- Feigin A, Rylski I, Meiri A and Shalevet J, 1987. Response of melon and tomato plants to chloride-nitrate ratios in saline nutrient solutions. *J Plant Nutr* 10: 1787-1794.
- Flowers TJ and Colmer TD, 2008. Salinity tolerance in halophytes: an rev. *New Phytologist* 179: 945–963.
- Grattan SR and Grieve CM, 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Hort* 78: 127-157.
- Guo Y, Zhou H and Zhang L, 2006. Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against photooxidation during high temperature stress in two citrus species. *Sci Hort* 108:260–267.
- Harvey DMR, Hall J, Flowers TJ and Kent B, 1981. Quantitative ion localization within *Suaeda maritima* leaf mesophyll cells. *Planta* 151:555–560.
- Hernandez JA, Olmos E, Corpas FJ, Sevilla F and del-Rio LA, 1995. Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Sci* 105: 151–167.
- Hichem H, Naceur EA and Mounir D, 2009. Effects of salt stress on photosynthesis, PSII photochemistry and thermal energy dissipation in leaves of two corn (*Zea mays* L.) varieties. *Photosynthetica* 47: 517–526.
- James R, Munns R, Caemmerer SV, Trejo C, Miller C and Condou TAG, 2006. Photosynthetic capacity is related to the cellular and subcellular partitioning of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> in salt-affected barley and durum wheat. *Plant Cell Environ* 29:2185–2197.
- Jithesh MN, Prashanth SR, Sivaprakash KR and Parida AK, 2006. Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defence. *J Genet* 85: 237-254.
- Jun-feng Y, Gu F, Hai-Yan M and Chang-YanT, 2010. Effect of Nitrate on Root Development and Nitrogen Uptake of *Suaeda physophora* Under NaCl Salinity. *Pedosphere* 20(4): 536–544.
- Khan MA, Ungar IA and Showalter AM, 2000. Effects of sodium chloride treatments on growth and ion accumulation of the halophyte *Haloxylon recurvum*. *Commun. Soil Sci Plant Anal* 31: 2763–2774.
- Khan MA and Weber DJ, 2008. Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants. *Science Business Media B V* 367-396.
- Ksouri R, Falleh F, Megdiche W, Trabelsi N, Mhamdi B, Chaieb K, 2009. Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food Chemical Toxicology* 47: 2083–2091.
- Li NY, Chen SL, Zhou XY, and Li CY, 2008. Effect of NaCl on photosynthesis, salt accumulation and ion compartmentation in two mangrove species, *Kandelia candel* and *Bruguiera gymnorhiza*. *Aquat Bot* 88: 303–310.
- Marschner H, 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.
- McIntyre GI, 1997. The role of nitrate in the osmotic and nutritional control of plant development. *Aust J Plant Physiol* 24: 103–118.
- Mehta P, Jajoo A, Mathur S and Bharti S, 2010. Chlorophyll a fluorescence study revealing effects of high salt stress on Photosystem II in wheat leaves. *Plant Physiol Biochem* 48: 16–20.
- Mittler R, Vanderauwera S, Gollery M and Van Breusegem F, 2004 The reactive oxygen gene network in plants. *Trends Plant Sci* 9: 490-498.
- Moghaieb REA, Saneoka H and Fujita K, 2004. Effect of salinity on osmotic adjustment, glycinebetaine accumulation and the betaine aldehyde dehydrogenase gene expression in two halophytic plants, *Salicornia europaea* and *Suaeda maritima*. *Plant Sci* 166:1345–1349.
- Munns R, 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ* 25:239–250.
- Munns R, 2010. Approaches to identifying Genes for Salinity Tolerance and the importance of Time scale. *Plant Stress Tolerance, Methods in Molecular Biol* 639: 25-38.
- Munns R and Tester M, 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Biol* 59: 651-681.
- Muranaka S, Shimizu K and Kato MA, 2002. salt-tolerant cultivar of wheat maintains photosynthetic activity by suppressing sodium uptake. *Photosynthetica* 40: 509–515.
- Nath L, 2011. Response of Cauliflower to nitrogen fixing biofertilizer and graded levels of nitrogen. *J Agri and Environ* 12: 305-315.
- Pandey A, Chakraborty S, Datta A, Chakraborty N, 2008. Proteomics approach to identify dehydration responsive nuclear proteins from chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Mol Cell Proteomics* 7: 88–107.
- Pengxiang F, Juanjuan F, Ping J, Xianyang C, Hexigeduleng B, Lingling N, Dan J, Sulian L, Tingyun K and Yinxin L, 2011. Coordination of carbon fixation and nitrogen metabolism in *Salicornia europaea* under salinity: Comparative proteomic analysis on chloroplast proteins. *Res article Proteomics* 11: 4346–4367.
- Pessaraki and Szabolcs, 2009. Handbook of Plant and Crop Stress. 3rd Edition, Revis-ed and Expanded, CRC Press, Taylor & Francis Publishing Company, Florida.
- Qin GZ, Meng XH, Wang Q and Tian SP, 2009. Oxidative damage of mitochondrial proteins contributes to fruit senescence: a redox proteomics analysis. *J Proteome Res* 8: 2449–2462.

- Ravindran KC, Venkatesana K, Balakrishnana V, Chellappana KP and Balasubramanianb T, 2007. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. *Soil Biol and Bioch* 39: 2661–2664.
- Redondo-Gomez S, Mateos-Naranjo E, Figueroa ME and Davy AJ, 2010. Salt stimulation of growth and photosynthesis in an extreme halophyte, *Arthrocnemum macrostachyum*. *Plant Biol* 12: 79–87.
- Richards LA, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. California USA, United States Salinity Laboratory.
- Robinson SP, Downton WJS, Millhouse JA, 1983. Photosynthesis and ion content of leaves and isolated chloroplasts of salt-stressed spinach. *Plant Physiol* 73: 238–242.
- Shabala S and Mackay, A, 2011. Ion Transport in Halophytes. In: *Adv in Bot Res*: 57: 151-199.
- Song J, Ding XD, Feng G and Zhang FS, 2006. Nutritional and osmotic roles of nitrate in a euhalophyte and a xerophyte in saline conditions. *New Phytol* 171: 357–363.
- Stepien P and Johnson GN, 2009. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte *Arabidopsis* and the halophyte *Thellungiella*: role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink. *Plant Physiol* 149: 1154–1165.
- Tabatabaie SJ, 2006. Effect of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. *Sci Hort* 108: 432-438.
- Tanguiling VC, Yamboa EB, Toole JCO and De Datta SK, 1987. Water stress effect on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize and soybean. *Plant Soil* 103: 155-162.
- Tomos AD and Wyn Jones RG, 1982. Water relation in the epidermal cells of the halophyte *Suaeda maritima*. In: Franks F, Mathia S, eds. *Biophysics of water*. New York NY USA, 327–331.
- Torres BC and Bingham FT, 1973. Salt tolerance of Mexican wheat: I. Effect of NO<sub>3</sub> and NaCl on mineral nutrition, growth, and grain production of four wheats. *Soil Sci Soc Am J* 37: 711–715.
- Touchette BW, 2006. Salt tolerance in a *Juncus roemerianus* brackish marsh: spatial variations in plant water relations. *J of Exp Marine Biol and Eco* 337: 1–12.
- Zhang LF, Yang HM, Cui SX and Hu J, 2009. Proteomic analysis of plasma membranes of Cyanobacterium *Synechocystis* sp strain PCC 6803 in response to high pH stress. *J Proteome Res* 8: 2892–2902.
- Zheng CF, Jiang D, Liu FL, and Dai TB, 2009. Effects of salt and waterlogging stresses and their combination on leaf photosynthesis, chloroplast ATP synthesis, and antioxidant capacity in wheat. *Plant Sci* 176: 575–582.