

## تأثیر شدت نور و شوری کلرید سدیم بر رشد شاخ و برگ و جذب برخی عناصر ترخون فرانسوی (*Artemisia dracunculus* L.)

محمد گویلی کیلانه<sup>۱</sup>، سید جلال طباطبایی<sup>۲</sup> و صاحبعلی بلند نظر<sup>۳\*</sup>

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۰۹

<sup>۱</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> به‌ترتیب استاد و دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sbolandnazar@gmail.com

### چکیده

شوری از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و نمو گیاهان می‌باشد. شدت نور نیز از عوامل تأثیرگذار بر واکنش گیاهان به این تنش می‌باشد. برای ارزیابی اثر شدت نور و شوری کلرید سدیم بر عملکرد و غلظت برخی عناصر در گیاه ترخون فرانسوی آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده با دو سطح نور (۵۰ و ۱۰۰ درصد) به‌عنوان فاکتور اصلی و پنج سطح شوری (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌مولار) کلرید سدیم به‌عنوان فاکتور فرعی در چهار تکرار با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در محیط کشت بدون خاک به اجرا در آمد. در مرحله شروع گل‌دهی گیاهان برداشت شدند و وزن تر و خشک شاخساره و غلظت برخی عناصر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد افزایش شوری و کاهش شدت نور منجر به کاهش وزن تر و خشک شد. با افزایش کلرید سدیم محلول غذایی به بیش از ۲۰ میلی‌مولار، غلظت سدیم برگ افزایش یافت که این افزایش در شرایط سایه بیشتر از نور کامل بود. در شرایط سایه، غلظت یون پتاسیم با افزایش شوری در ابتدا ثابت باقی ماند و سپس کاهش یافت. با افزایش شوری، غلظت کلرید برگ در گیاهان افزایش یافت. روند افزایش کلرید در بافت برگ در گیاهان واقع در سایه بیشتر از گیاهان واقع در نور کامل بود. شوری منجر به کاهش غلظت نیترژن برگ شد و این کاهش در شرایط سایه، شدیدتر بود. در شرایط سایه، شوری باعث کاهش غلظت فسفر برگ شد. در شوری بالاتر از ۲۰ میلی‌مولار، غلظت کلسیم برگ کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: ترخون، شدت نور، شوری، عملکرد، عناصر معدنی

## Effects of Light Intensity and NaCl Salinity on Yield and Uptake of Some Elements in French Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.)

M Ghoily Kylaneh<sup>1</sup>, SJ Tabatabaie<sup>2</sup> and S Bolandnazar<sup>3\*</sup>

Received: 22 February 2012 Accepted: 28 July 2013

<sup>1</sup>Former M.Sc. Student, Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Univ. of Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Respectively, Prof. and Assoc. Prof., Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Univ. of Tabriz, Iran

\* Corresponding Author Email: sbolandnazar@gmail.com

### Abstract

Salinity is the most important factor limiting plant growth; light intensity is also a prominent factor affecting the response of plants to salinity stress. In order to investigate the effects of light intensity and salinity on yield and concentrations of some elements of tarragon plant, an experiment was carried out. The experiment was laid out in split plots with a randomized complete blocks design at 4 replications in soilless culture. Treatments consisted of two light intensities as main plots and five NaCl levels (0, 20, 40, 60 and 80 mM) as subplots. At the beginning of flowering, plants were harvested and shoot fresh and dry weights and elements concentrations were measured. The results showed that the salinity increase and in light intensity decrease led to shoot fresh yield and dry weight decrease. With increase of salinity more than 20 mM sodium chloride in solution, sodium concentration in leaves increased and this increment in shade was more than that in full light conditions. In the shadow conditions, first, increasing salinity caused K<sup>+</sup> concentration to remain constant; then it decreased. Salinity reduced leaf nitrogen concentration, which was more pronounced in lower light conditions. Leaf P concentration was reduced under saline conditions. Salinity levels higher than 20 mM led to leaf calcium concentration to be reduced.

**Keywords:** Light intensity, Mineral Nutrients, Salinity, Tarragon, Yield

### مقدمه

سس و انواع ترشیجات استفاده می‌شود (دانشور ۱۳۸۵). واژه تنش شوری برای بیان وجود بیش از حد یون‌ها به ویژه یون‌های سدیم و کلرید در محلول غذایی استفاده می‌شود (احمدی و همکاران ۱۳۸۶). این تنش یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان و تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. طبق گزارش‌های موجود، ۸۰۰ میلیون هکتار از اراضی دنیا تحت تأثیر شوری قرار دارند که این مساحت بیش از ۶ درصد کل

ترخون فرانسوی با نام علمی *Artemisia dracunculus* L. var. *sativa* L. یکی از گیاهان علفی چند ساله متعلق به خانواده آستراسه<sup>۱</sup> است که علاوه بر مصرف دارویی به‌عنوان یک سبزی، به‌صورت تازه، خشک شده و یا در صنایع غذایی برای تهیه خیار شور،

<sup>1</sup> Asteraceae

همچنین با افزایش مقدار شوری، نقطه اشباع نوری در گیاهان کاهش یافته و میزان فتوسنتز گیاهان در شدت‌های کمتر نور به نقطه اشباع خود می‌رسد؛ دلیل این اشباع شدن در نقطه پایین‌تر محدود شدن سایر عوامل مثل کاهش هدایت روزنه‌ای و کاهش جذب عناصر ضروری در نتیجه رقابت با سدیم و کلرید می‌باشد (کافی ۲۰۰۹، گراتان و گریو ۱۹۹۹).

نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد کاهش رشد گیاهان در مواجهه با شوری، در شدت نور بالا بیشتر از نور کم می‌باشد (پسرکلی ۱۹۹۴). مطالعات بک هاوسن و همکاران (۲۰۰۵) بر روی سیب‌زمینی نشان می‌دهد که در شدت نور بالا میزان تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد که منجر به افزایش همگون‌سازی سدیم و کلرید و صدمات وارده به گیاه می‌شود. از سوی دیگر، در گیاهانی که در معرض شوری خاک قرار دارند، به دلیل کاهش هدایت روزنه‌ای و کاهش فشار دی‌اکسیدکربن در فضای زیرروزنه‌ای متابولیسم کربن محدود می‌شود و کاربرد انرژی خورشید در آنها کاهش می‌یابد. در شرایط تابش نور شدید در فصول گرم سال، فتوسیستم ۲ در کلروپلاست بر اثر بازدارندگی نوری غیرفعال و تخریب می‌شود و زنجیره انتقال الکترون دچار مشکل می‌گردد که منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن رادیکالی و افزایش صدمات اکسیداتیو در گیاهان خواهد شد (کریستیان ۲۰۰۵، رمورینی و همکاران ۲۰۰۹). با این حال، نتایج ذکر شده متناقض با نتایج آوانگ و آرتو (۱۹۹۴، ۱۹۹۵) بر روی گیاهان توت فرنگی پرورش یافته در شرایط شوری کلرید سدیم و شدت‌های متفاوت نور می‌باشد که گیاهان پرورش یافته با شدت نور بالاتر در شرایط شوری نسبت به گیاهان واقع در شدت نور کمتر دارای سطح برگ، تعداد برگ، قطر طوقه و وزن خشک شاخ و برگ بیشتری بودند. جذب و انتقال یون‌های سدیم و کلرید نسبت به تولید و انتقال سایر مواد انرژی نوری کمتری نیاز دارند، به گونه‌ای که طبق محاسبات انجام شده برای همگون‌سازی یک اسمومول KCl یا NaCl مقدار ۲ تا ۴ مول فتون انرژی نوری نیاز است. این در حالی است که برای تولید یک اسمومول سوربیتول، مانیتول

خشکی‌های جهان را شامل می‌شود (مونز و تستر ۲۰۰۸). ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده به گونه‌ای که طبق گزارشات مساحتی در حدود ۲۷ میلیون هکتار از اراضی کشور ما تحت تأثیر شدت‌های مختلف شوری قرار دارند و تخمین زده شده است که در مناطق شور موجود، میانگین کاهش عملکرد محصولات ممکن است به بیشتر از ۵۰ درصد برسد (قریشی و همکاران ۲۰۰۷).

با افزایش غلظت نمک‌های محلول در محیط رشد، پتانسیل آب کاهش می‌یابد و در نتیجه، جذب و انتقال آب و مواد غذایی توسط گیاه مختل می‌شود. غلظت‌های بالای کلرید سدیم در محلول خاک ممکن است سبب کاهش فعالیت یونی عناصر و افزایش نسبت سدیم به کلسیم، سدیم به پتاسیم، کلسیم به منیزیم و کلرید به نیترات گردد. در نتیجه گیاه دچار سمیت ویژه عناصر و اختلالات تغذیه‌ای می‌شود. این عدم تعادل ممکن است از طریق کاهش دسترسی گیاهان به عناصر مورد نیاز، رقابت برای جذب عناصر، نحوه انتقال یا کده‌بندی عناصر در داخل گیاه، و یا عدم فعالیت فیزیولوژیکی یک عنصر غذایی خاص و افزایش نیاز گیاه به این عنصر، ایجاد گردد (گراتان و گریو ۱۹۹۴، ۱۹۹۹).

مکانیسم عمل گیاهان در مقابل شوری به عواملی مثل خشکی، دما، نور، وضعیت عناصر معدنی، آلودگی هوا، تغییرات اقلیمی و اثر سایر تنش‌های دخیل در متابولیسم گیاهی بستگی دارد (پسرکلی ۱۹۹۴). عمل سایه‌دهی به هر طریقی که باشد سبب کاهش کمیت تابش فعال فتوسنتزی و کیفیت نور رسیده به سطح گیاه می‌شود که پیامد آن کاهش شدت فتوسنتز و رشد و نمو گیاه به ویژه در شرایط وجود سایر تنش‌ها خواهد بود (کوچکی و همکاران ۱۳۸۶، باور و همکاران ۱۹۹۷). شدت نور علاوه بر تأثیراتی که روی شدت فتوسنتز دارد، دمای گیاه و واکنش‌های مورفولوژیکی گیاه را نیز تحت تأثیر قرار داده و از این طریق سبب ایجاد تنش می‌گردد (حکمت شعار ۱۳۷۲).

تحقیقات نشان می‌دهد که با افزایش مقدار کلرید سدیم محلول خاک میزان تنفس در گیاهان افزایش و شدت فتوسنتز خالص در گیاهان کاهش می‌یابد

و برگ تیمارهای مورد نظر اعمال گردیدند. تیمار سایه‌دهی به وسیله ایجاد سایبان با توری‌های سیمی سبز رنگ که بر اساس نحوه طراحی توسط شرکت سازنده فقط ۵۰ درصد از نور تابیده شده را عبور می‌دهند و چیدن گلدان‌های مربوط به ۵ سطح تیمار شوری در زیر آن‌ها، اعمال گردید. برای اطمینان از تنظیم بودن شدت نور به‌طور متوالی در ساعات مختلف روز در سطح شاخ و برگ گیاهان (سایه، بدون سایه) شدت نور محیط توسط دستگاه نورسنج (LUX-METER Model LH 666-223) اندازه‌گیری شد. تیمار کلرید سدیم نیز با افزودن غلظت‌های مشخص شده از نمک کلرید سدیم به محلول غذایی اعمال شد. محلول‌دهی، به‌صورت اتوماتیک با استفاده از پمپ‌های شناور و تایمر دیجیتالی ۵ مرتبه در روز و هر بار به مدت ۳ دقیقه انجام شد. تیمار شوری در یک هفته اول به‌صورت یک چهارم غلظت اصلی، در یک هفته دوم به صورت یک دوم و با شروع هفته سوم تیمارهای کامل شوری اعمال گردید. بعد از اتمام رشد رویشی و شروع رشد زایشی، وزن تر شاخ‌ساره، برگ و ساقه به‌صورت جداگانه با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. پس از خشک نمودن نمونه‌ها با دستگاه آون فن‌دار در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت و تعیین وزن خشک آن‌ها، برای اندازه‌گیری عناصر معدنی برگ‌ها با دستگاه آسیاب برقی پودر شدند.

برای اندازه‌گیری غلظت سدیم، پتاسیم، فسفر و کلسیم در بافت خشک گیاهی ابتدا نمونه‌های موجود با اسید نیتریک غلیظ به مدت ۱۲ ساعت در اجاق هضم با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس هضم گردید. غلظت کلسیم با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم به‌روش نشر شعله‌ای با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و غلظت فسفر با روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد (والینگ و همکاران ۱۹۸۹). اندازه‌گیری یون کلرید به‌روش تیتراسیون موهر با استفاده از ماده نیترات نقره و معرف کرومات پتاسیم انجام گرفت (جانسون و اوریش ۱۹۵۹). همچنین مقدار نیتروژن موجود در برگ‌ها به روش کج‌دال و پس از طی مراحل هضم،

یا پرولین که از مواد اسمززا و کاهنده تنش می‌باشند ۷۰ تا ۹۰ مول فتون انرژی نوری نیاز است (پسرکلی ۱۹۹۴). طبق این محاسبات انتظار می‌رود که در شدت‌های کمتر نور میزان جذب سدیم و کلرید، بیشتر از جذب سایر عناصر توسط گیاه باشد. مطالعه روی پایه‌های مرکبات نشان می‌دهد که در گیاهان واقع در سایه مقدار سدیم موجود در برگ‌ها افزایش یافته و سایه نه تنها اثرات منفی شوری و همگون‌سازی سدیم را کاهش نداد بلکه منجر به کاهش رشد نهال‌های مرکبات گردید. این در صورتی بود که در این آزمایش مقدار کلرید در پایه (Carr) در شرایط سایه کاهش یافت (گارسیا سانچز و همکاران ۲۰۰۶). لذا برای دستیابی به نتایج بیشتری در رابطه با اثرات شدت نور بر واکنش گیاهان به شوری کلرید سدیم به‌ویژه اثر شدت نور بر جذب عناصر در ترخون فرانسوی در شرایط شوری کلرید سدیم آزمایش حاضر طراحی و اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده با فاکتور اصلی شدت نور (در دو سطح: نور کامل داخل گلخانه با شدت ۸۰۰ تا ۸۲۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه و ۵۰ درصد نور کامل داخل گلخانه با شدت ۴۰۰ تا ۴۱۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه) و فاکتور فرعی غلظت کلرید سدیم در پنج سطح (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌مول در لیتر) با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، در گلخانه تحقیقاتی هایدروپونیک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. این آزمایش در سیستم کشت هایدروپونیک با بستر کشت مخلوط پرلایت و ورمیکولایت با نسبت ۳ به ۱ (سکولی و همکاران ۲۰۱۱)، داخل گلدان‌های ۱۷ لیتری با استفاده از محلول غذایی تغییر یافته هوگلند انجام شد (اوکی و لیث ۲۰۰۴).

پس از آماده‌سازی بستر کشت و راه‌اندازی سیستم محلول‌رسانی، گیاهان مادری ترخون فرانسوی بعد از تقسیم بوته به تعداد سه بوته در هر گلدان کاشته شد. بعد از گذشت ۴۰ روز از رشد و پس از گل‌دهی در چین اول بوته‌ها سرزنی شدند و قبل از رشد مجدد شاخ

تنش شوری سبب کاهش قابل توجه وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه می‌شود. حدود ۸۰ درصد این کاهش رشد گیاهان بر اثر شوری را می‌توان به کاهش توسعه سطح برگ و کاهش جذب نور نسبت داد و ۲۰ درصد باقی مانده دیگر را می‌توان ناشی از کاهش هدایت روزنه‌ای در برگ‌ها دانست (پاریدا و داس ۲۰۰۵). اثر توأم سایه و شوری از طریق کاهش مقدار فتوسنتز در گیاهان سبب کاهش رشد، همگون‌سازی دی اکسیدکربن و تغییر در ساخت پروتئین‌ها می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات آوانگ و آدرتو (۱۹۹۵) بر روی گیاهان توت فرنگی پرورش یافته در شرایط ۵۰ درصد نور گلخانه و شوری کلرید سدیم که در مقایسه با نور کامل گلخانه دچار کاهش در سطح برگ، تعداد برگ، طوقه و کاهش وزن خشک شاخ و برگ شد مطابقت دارد.

تقطیر و تیتراسیون اندازه‌گیری شد (والینگ و همکاران ۱۹۸۹). تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام گردید. برای رسم شکل‌ها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

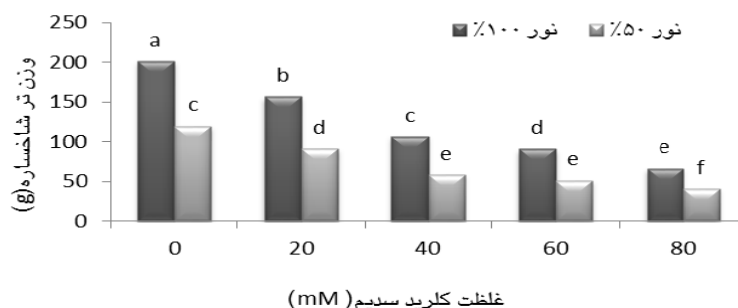
## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) داده‌ها نشان دادند که با افزایش سطح شوری و کاهش شدت نور، وزن تر و خشک شاخساره کاهش یافت. نتایج نشان دادند که اثرات شوری به شدت تحت تأثیر شدت نور قرار دارد به این صورت که سایه باعث تشدید اثرات شوری بر کاهش رشد و نمو گیاهان شده است (شکل ۱). شوری از طریق تغییر عوامل فتوسنتزی مثل دمای برگ، سرعت تعرق برگ‌ها، مقدار آب گیاه، پتانسیل اسمزی سلول‌ها و فعالیت آنزیم‌های موجود در فرایندهای فتوسنتزی سلول سبب کاهش رشد گیاهان و تولید زیتوده گیاهی می‌شود (سولتانا و همکاران ۱۹۹۹).

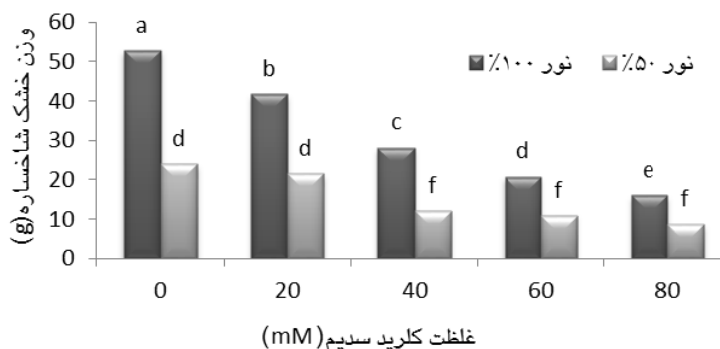
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سایه‌دهی و شوری بر وزن تر و خشک شاخساره و غلظت یون‌های سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر شاخساره	وزن خشک شاخساره	سدیم	پتاسیم	سدیم/پتاسیم
بلوک	۳	۸۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۵/۸۶۶ <sup>ns</sup>	۰/۴۹ <sup>ns</sup>	۶/۴۰ <sup>ns</sup>	۰/۷۴ <sup>ns</sup>
سایه	۱	۲۷۲۰۴/۲۰*	۲۷۲۰/۶۱**	۱۰۰/۶**	۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۱۵/۰۲*
اشتباه اصلی	۳	۳۲/۲۱	۲۴/۴۱	۲/۳۷	۵/۰۷	۰/۴۸
شوری	۴	۱۵۰۱۶/۵۱*	۹۷۲/۶۷**	۱۴۱/۴**	۷۳/۴۷**	۸۱/۷۱**
سایه × شوری	۴	۱۵۰۱۶/۵۲**	۱۴۸/۱۸**	۲۷/۰۸**	۱۸/۲۰**	۳/۰۴**
اشتباه فرعی	۲۴	۹۹/۶۰	۵/۳۴۶	۰/۸۶	۲/۷۶	۰/۲۷
ضریب تغییرات (%)	-	۱۰/۱۲	۹/۷۵	۱۰/۵۴	۴/۶۹	۶/۶۶

\*\* معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، \* معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪، ns غیر معنی‌دار



شکل ۱- اثر متقابل سایه‌دهی و شوری بر وزن تر شاخساره.



شکل ۲- اثر متقابل سایه‌دهی و شوری بر وزن خشک شاخساره.

جدول ۱ نشان دهنده اثر معنی‌دار سایه بر غلظت سدیم و نسبت پتاسیم به سدیم برگ می‌باشد. اثر شوری و اثر متقابل سایه و شوری نیز بر غلظت سدیم، پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. با افزایش سطح کلرید سدیم در محلول غذایی، غلظت یون سدیم در برگ گیاهان افزایش یافت. نتایج نشان می‌دهد که در شرایط سایه، غلظت یون سدیم افزایش بیشتری نسبت به شرایط نور کامل داشته است، به طوری که در شرایط نور کامل، غلظت یون سدیم در برگ‌ها تا سطح شوری ۲۰ میلی‌مولار ثابت ماند و با افزایش غلظت شوری محلول غذایی به بالاتر از این مقدار بود که غلظت یون سدیم در بافت برگ افزایش یافت. مقایسه میانگین‌ها نیز نشان می‌دهد که کم‌ترین غلظت یون سدیم در تیمار شاهد و بیشترین مقدار غلظت یون سدیم در تیمار ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم در گیاهان واقع در سایه بوده است (شکل ۲).

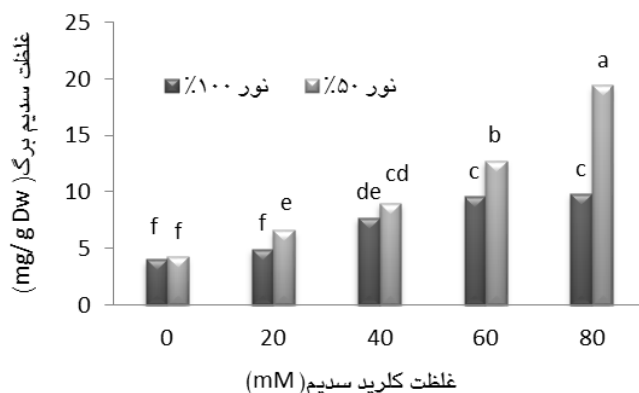
غلظت پتاسیم نیز تحت تأثیر اثر متقابل سایه و شوری قرار گرفت به طوری که در شرایط نور کامل، غلظت این یون ابتدا افزایش و سپس کاهش نشان داد. بیشترین غلظت پتاسیم در سطح شوری ۲۰ میلی‌مولار و کم‌ترین مقدار آن در سطح شوری ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده گردید. این در حالی است که در شرایط سایه، غلظت یون پتاسیم تحت تأثیر افزایش شوری ابتدا ثابت باقی ماند و سپس کاهش یافت (شکل ۳). همچنین نسبت پتاسیم به سدیم برگ‌ها در مقایسه با

تیمار شاهد کاهش یافت به این ترتیب که بیشترین مقدار نسبت پتاسیم به سدیم در تیمار شاهد و کم‌ترین آن در تیمار ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده شد (شکل ۴). بین مقاومت به شوری و غلظت پتاسیم در گیاهان یک رابطه مثبت در حالی که بین میزان مقاومت به شوری و غلظت سدیم در گیاهان رابطه منفی وجود دارد (اومیلان و همکاران ۱۹۹۱)؛ به این شکل که با افزایش سدیم و کاهش پتاسیم در بافت‌های گیاهی، میزان مقاومت گیاهان و رشد و عملکرد آن‌ها در شرایط شور کاهش می‌یابد. ارزیابی نسبت این دو عنصر یکی از معیارهای مهم برای تعیین مقاومت گیاهان در مقابل شوری می‌باشد (طباطبایی ۲۰۰۶). افزایش جذب سدیم در مقایسه با پتاسیم در شرایط شور سبب افزایش تجمع سدیم و کاهش پتاسیم در برگ‌ها و افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در گیاه می‌گردد (سامرت و همکاران ۲۰۱۰).

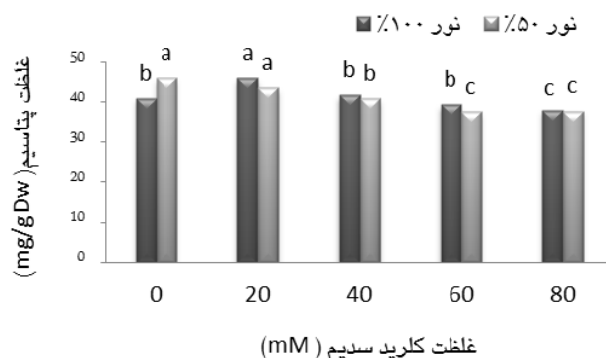
سازوکارهای مقاومت گیاهان به شوری مانند عدم جذب یون‌های سمی، دفع یون‌های سمی، رشد سریع و رقیق‌سازی (تبار احمدی و باباییان ۱۳۸۱) و تولید مواد اسمولیت (پسرکلی ۱۹۹۴) همگی به انرژی بالایی نیاز دارند. سایه از طریق کاهش فتوسنتز و همگون‌سازی دی‌اکسید کربن در گیاهان باعث کاهش رشد، کاهش جذب انتخابی و دفع یون‌های سمی (هلال و منگل ۱۹۸۱)، کاهش تولید مواد اسمولیت (باتنونی و حسن ۱۹۸۴) و تشدید تنش شوری در گیاهان می‌گردد.

منگل (۱۹۸۱) در لوبیا در شرایط سایه و شوری کلرید سدیم هم‌خوانی دارد.

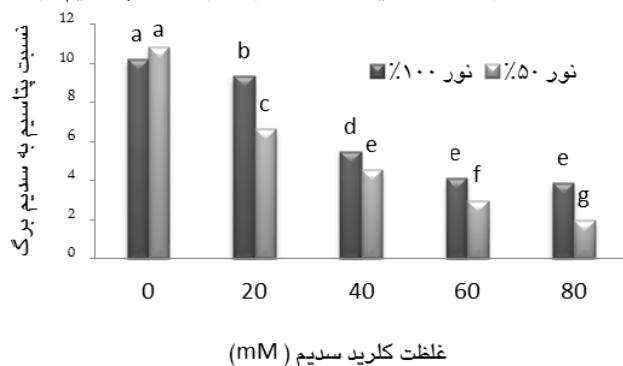
این نتایج با یافته‌های گارسیا سانچز و همکاران (۲۰۰۶) در مرکبات، میری و همکاران (۱۹۸۲) در طالبی، هلال و



شکل ۳- اثر متقابل سایه‌دهی و شوری بر غلظت سدیم برگ.



شکل ۴- اثر متقابل سایه‌دهی و شوری بر غلظت پتاسیم برگ.



شکل ۵- اثر متقابل سایه‌دهی و شوری بر نسبت پتاسیم به سدیم در برگ.

گیاهان واقع در نور داشت. غلظت کلرید در گیاهان واقع در نور در ابتدا تا غلظت ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم ثابت بود، اما با افزایش سطح شوری به بیش از ۴۰ میلی‌مولار، غلظت این یون در بافت برگ افزایش پیدا کرد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کمترین غلظت

نتایج نشان می‌دهد که اثر سایه، شوری و اثر متقابل سایه و شوری بر غلظت کلرید در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند (جدول ۲)، به شکلی که با افزایش سطح کلرید سدیم در محلول غذایی، غلظت کلرید برگ در گیاهان افزایش یافت. روند افزایش کلرید در بافت برگ در گیاهان واقع در سایه شدت بیشتری نسبت به

گیاهان باعث کاهش انرژی تولیدی در گیاه می‌شود و افزایش شدت نور منجر به تولید انرژی بیشتر برای تنظیم جذب و دفع یونها در گیاهان می‌گردد (هلال و منگل ۱۹۸۱). بنابراین بر هم‌کنش این دو تنش سبب افزایش صدمات وارده به گیاهان خواهد شد. در این شرایط جذب یون‌های کلرید و سدیم که به انرژی کمتری برای جذب توسط گیاه نیاز دارند نسبت به سایر عناصر افزایش می‌یابد.

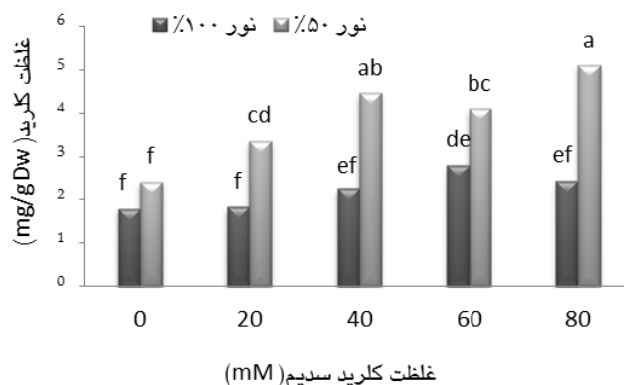
کلرید در تیمار شاهد و بیشترین آن در تیمار ۸۰ میلی مولار کلرید سدیم بود (شکل ۶).

کلرید از جمله یون‌هایی است که به آسانی توسط گیاه جذب شده و دارای تحرک بالایی در گیاهان است (خلدبرین و اسلام زاده ۱۳۸۴). گیاهانی که در شرایط شور رشد می‌کنند انرژی مورد نیاز آن‌ها برای جذب عناصر و حفظ تعادل یونی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، سایه از طریق کاهش میزان فتوسنتز در

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سایه و شوری بر غلظت یون‌های کلرید، نیتروژن، فسفر و کلسیم.

منابع تغییر	درجه آزادی	کلرید	نیتروژن	فسفر	کلسیم
بلوک	۳	۰/۵۵ <sup>ns</sup>	۱/۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>
سایه	۱	۲/۵۵ <sup>**</sup>	۹۹/۷۵ <sup>*</sup>	۲/۵۸ <sup>*</sup>	۰/۶۹۶ <sup>ns</sup>
اشتباه اصلی	۲	۰/۳۶	۲/۲۸	۰/۱۹۳	۰/۰۳۷
شوری	۴	۳/۷۴ <sup>**</sup>	۳۱۶/۱ <sup>**</sup>	۳۱۶/۱ <sup>**</sup>	۰/۴۷۲ <sup>**</sup>
سایه × شوری	۴	۱/۲۸ <sup>**</sup>	۸/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۷۵۳ <sup>**</sup>	۰/۰۸۷ <sup>**</sup>
اشتباه فرعی	۲۴	۱/۳۵	۳/۷۸	۰/۱۸۸	۰/۰۲۴
ضریب تغییرات (%)	-	۱۹/۳۸	۷/۰۲	۷/۴۴	۸/۸۵

\*\* معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ \* معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ns غیره معنی‌دار



شکل ۶- اثر متقابل سایه‌دهی و شوری بر غلظت کلرید برگ.

بخش‌های هوایی گیاهان کاهش می‌دهد (طباطبایی ۲۰۰۶). به عقیده فیگین و همکاران (۱۹۸۷) این کاهش به اثرات آنتاگونیستی بین یون‌های کلرید و نیترات ارتباط دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که جذب نیترات تابعی از شدت نور و مقدار تعرق از سطح گیاه می‌باشد بدین معنی که با افزایش شدت نور در محیط میزان تعرق و جذب نیترات توسط گیاه افزایش می‌یابد اما با افزایش شدت تابش از یک سطح معین جذب نیترات دچار کاهش

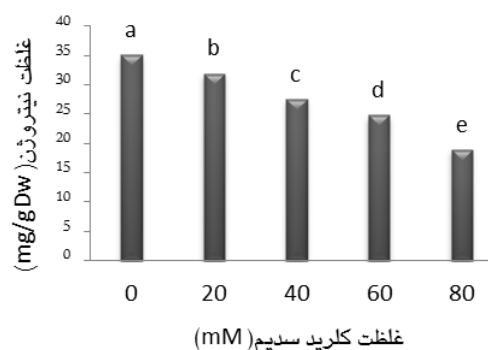
تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثرات ساده سایه و شوری بر غلظت نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش سطح کلرید سدیم در محلول غذایی غلظت نیتروژن برگ در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت (شکل ۷). همچنین در شرایط سایه غلظت نیتروژن در مقایسه با شرایط نور کامل دچار کاهش گردید (شکل ۸). اکثر مطالعات نشان می‌دهند که شوری، جذب و تجمع نیتروژن را در



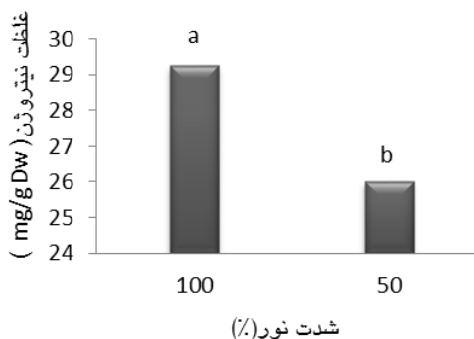
۹. بر خلاف شرایط نور کامل غلظت یون فسفر در شرایط سایه تحت تأثیر تیمار شوری کاهش یافت. تغییرات غلظت فسفر تحت تأثیر شوری، در شرایط سایه ابتدا ثابت بود. با افزایش سطح شوری به بیش از ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم غلظت این یون در برگ گیاهان کاهش یافت (شکل ۹). شوری ممکن است باعث افزایش جذب فسفر، کاهش جذب فسفر شود و یا تأثیری در میزان جذب آن در گیاه نداشته باشد (تبار احمدی و باباییان ۱۳۸۱). به طور کلی عقیده بر این است که شوری غلظت فسفر را در بافت‌های گیاهی کاهش می‌دهد به طوری که مطالعات مارتینز و لایچلی (۱۹۹۱) نشان می‌دهند که غلظت بالای کلرید سدیم در محیط کشت نه تنها از جذب فسفر توسط ریشه جلوگیری می‌نماید، بلکه مانع انتقال فسفر از ریشه گیاه کتان به برگ‌ها نیز می‌شود. نتایج پاپادوپولوس و رندیگ (۱۹۸۳) نیز نشان می‌دهد که کلرید می‌تواند جذب و تجمع فسفر را در گیاهان کاهش دهد اما گزارشاتی هم وجود دارد که نشان می‌دهند شوری یا موجب افزایش جذب فسفر می‌شود یا در مقدار جذب آن توسط گیاه بی‌تأثیر است (گراتان و گریو ۱۹۹۴). برخلاف نتایج اوارد و همکاران (۱۹۹۰) و ال-کاراکی (۱۹۹۷) که نشان می‌دهد غلظت فسفر در شرایط شور کاهش می‌یابد. مطالعات توران و همکاران (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که تیمار کلرید سدیم غلظت فسفر را در ریشه و شاخه‌های گیاهان حتی در بالاترین تیمار شوری افزایش می‌دهد. این افزایش احتمالاً به دلیل افزایش فراهمی فسفر در شرایط آب کشت نسبت به شرایط کشت خاکی است (گراتان و گریو ۱۹۹۴). افزایش غلظت فسفر در برگ‌های گیاهان با افزایش غلظت کلرید سدیم ممکن است به خاطر افزایش دسترسی گیاه به فسفر خاک یا به علت اثر هم‌افزایی سدیم بر فسفر در جذب یا حمل و نقل در درون گیاه باشد (توران و همکاران ۲۰۱۰).

می‌شود (مگلی و اسمیت ۱۹۹۳، کریستیانسن و همکاران ۱۹۹۸).

نتایج اسلم و هیفاکر (۱۹۸۹) روی گیاه جو نشان می‌دهد که با کاهش شدت نور جذب نیترات نسبت به گیاهان شاهد ۲۵٪ کاهش می‌یابد. نتایج مطالعه انجام شده توسط هلال و منگل (۱۹۸۱) نشان داد که مقدار نیتروژن کل و اسیدهای آمینه در گیاهان لوبیا تحت تأثیر غلظت شوری و شدت نور محیط قرار گرفت به شکلی که با کاهش شدت نور و افزایش شوری مقدار نیتروژن و اسیدهای آمینه در برگ‌های این گیاه کاهش یافت.

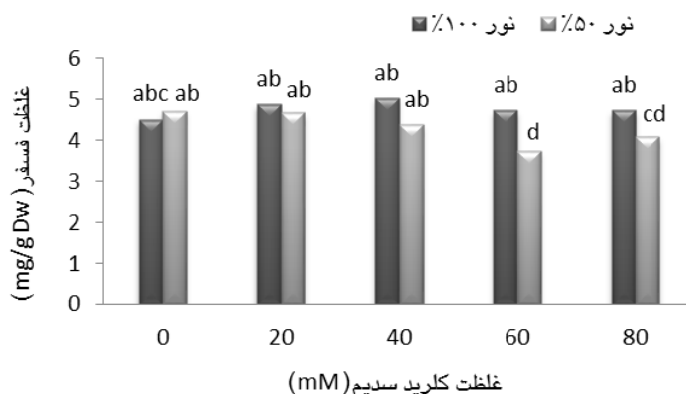


شکل ۷- اثر شوری بر غلظت نیتروژن برگ.



شکل ۸- اثر شدت نور بر غلظت نیتروژن برگ.

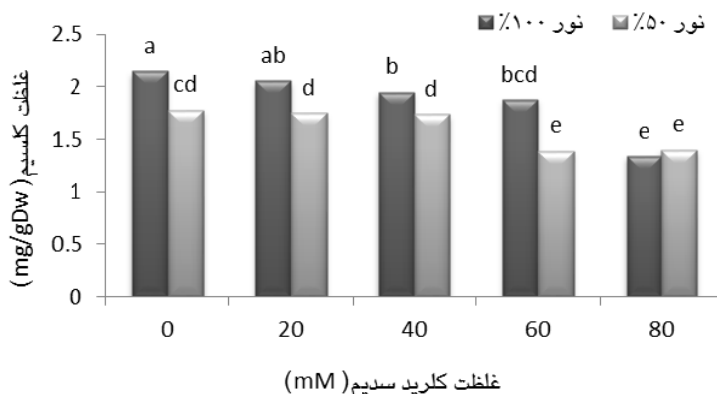
تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر سایه، شوری و اثر متقابل شوری و سایه بر غلظت فسفر معنی‌دار بود. با افزایش سطح شوری کلرید سدیم در شرایط نور کامل، غلظت فسفر در برگ‌ها نسبت به تیمار شاهد تغییر چندانی نکرد و اختلاف غلظت فسفر بین تیمارهای حاوی کلرید سدیم معنی‌دار نبود (شکل



شکل ۹- اثر متقابل سایه‌دهی و شوری بر غلظت فسفر برگ.

(شکل ۱۰). از اثرات افزایش شوری خاک می‌توان به کاهش جذب کلسیم توسط گیاهان و در نتیجه کاهش چشم‌گیر این عنصر در سلول و افزایش نسبت سدیم به کلسیم و پتاسیم در سلول‌های گیاهی اشاره نمود (گراتان و گریو ۱۹۹۹). حرکت کلسیم موجود در شیره خام آوند چوبی تحت تأثیر فرایند تعرق در گیاه قرار دارد و شدت تعرق در گیاهان اصلی‌ترین عامل جذب و انتقال کلسیم می‌باشد (خلدبرین و اسلام زاده ۱۳۸۴). لذا، هر عاملی که بتواند نرخ تعرق را تغییر دهد روی مقدار کلسیم موجود در گیاهان اثرگذار است بنابراین در شرایط سایه کاهش مقدار تعرق از سطح گیاه می‌تواند منجر به کاهش جذب کلسیم گردد. در مطالعاتی که بر روی گیاه لوبیا صورت گرفت مشخص شد که تفاوت در مقدار کلسیم در ژنوتیپ‌های مختلف به سرعت تعرق در این گیاهان بستگی دارد (گریسک و پامپر ۱۹۹۹، کوینتانا و همکاران ۱۹۹۹).

جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر شوری و اثر متقابل سایه و شوری بر غلظت کلسیم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، به شکلی که با افزایش شوری کلرید سدیم، غلظت کلسیم در بافت برگ کاهش یافت (شکل ۱۰). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط نور کامل، غلظت کلسیم برگ با افزایش شوری تا سطح ۲۰ میلی‌مولار تغییر معنی‌داری نکرد اما با افزایش شوری به بالاتر از این سطح، غلظت کلسیم در برگ گیاهان کاهش یافت. در شرایط سایه غلظت کلسیم نسبت به شرایط نور کامل کمتر بود و در این شرایط با افزایش سطح شوری تا سطح ۴۰ میلی‌مولار تغییری در غلظت کلسیم برگ مشاهده نشد اما افزایش شوری به بالاتر از این سطح، باعث کاهش غلظت کلسیم برگ گردید. نتایج نشان داد که با افزایش سطح کلرید سدیم به بالاتر از ۸۰ میلی‌مولار اختلافی بین گیاهان واقع در نور کامل و سایه در غلظت کلسیم مشاهده نشد و میزان کاهش غلظت کلسیم در هر دو سطح نور یکسان بود



شکل ۱۰- اثر متقابل سایه‌دهی و شوری بر غلظت کلسیم برگ.

سایه علاوه بر این که نتوانست اثرات ناشی از شوری را تعدیل نماید، باعث تشدید اثرات مضر این تنش گردید، به شکلی که مقدار جذب عناصر معدنی و تولید زیاده در شرایط سایه کاهش معنی‌داری نسبت به شرایط نور کامل داشت و افزایش تنش شوری تشدید کننده این حالت بود.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که عملکرد ترخون فرانسوی با افزایش سطح کلرید سدیم در محلول غذایی نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار وزن شاخ و برگ این گیاه در تیمار شاهد و با نور کامل تولید شد. کاهش مقدار نور قابل دسترس برای گیاه باعث کاهش مقدار فتوسنتز و توسعه رشد و نمو شاخ و برگ در این گیاه گردید و

### منابع مورد استفاده

احمدی ع، احسان زاده پ و جباری ف، ۱۳۸۶. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.  
تبار احمدی ض و باباییان جلودار ن، ۱۳۸۱. رشد گیاه در اراضی شور و بایر (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه مازندران.

حکمت شعاع ح، ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. انتشارات نیکنام.

خلد برین ب و اسلام زاده ط، ۱۳۸۴. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز.

دانشور م ح، ۱۳۸۵. پرورش سبزی. انتشارات دانشگاه شهید چمران.

کوچکی ع، زند ا، بنایان اول م، رضوانی مقدم م، مهدوی دامغانی ع، جامی الاحمدی م و رضا وصال س، ۱۳۸۶.

اکوفیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Al-Karaki GN, 1997. Barley response to salt stress at varied levels of phosphorus. J Plant Nutr 20: 1635-1643.

Aslam M and Huffaker RC, 1989. Role of nitrate and nitrite in the induction of nitrate reductase in leave of barley seedlings. Plant Physiol 91:1152-1156.

Awang YB and Atherton JG, 1994. Salinity and shading effects on leaf water relations and ionic composition of strawberry plants grown on Rockwool. J Horticult Sci 69: 377-383.

Awang YB and Atherton JG, 1995. Growth and fruiting responses of strawberry plant grown on rockwool to shading and salinity. Sci Horticult 62: 25-31.

Award AS, Edwards DG and Campbell LC, 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Sci 30: 123-128.

Backhausen JE, Klein M, Klocke M, Jung S and Scheibe R, 2005. Salt tolerance of potato (*Solanum tuberosum* L. var Desire' e) plants depends on light intensity and air humidity. Plant Sci 69: 377-383.

Batanouny KH and Hassan AH, 1984. Water conditions and proline content in shad and sun plants. Qatar Univ, Sci Bull 4: 57-66.

- Bauer PJ, Sadler EJ and Frederick JR, 1997. Intermittent shade effect on gas exchange of cotton leaves in the humid southeastern USA. *Agron J* 89: 163-166.
- Ceccoli G, Ramos JC, Ortega LI, Acosta J M and Perreta MG, 2011. Salinity induced anatomical and morphological changes in *Chloris gayana* Kunth roots. *Bio Cell* 35: 9-17.
- Christian R, 2005. Interactive effects of salinity and irradiance on potoprotection in acclimated seedling of tow sympatric mangroves. *Trees* 19:596-606.
- Feigin A, Rylski I, Meiri A and Shalhevet J, 1987. Response of melon and tomato plants to Chlorid-nitrate in saline nutrient solutions. *J Plant Nutr* 10: 1787-1794.
- Garcia-Sanchez F, Syvertsen JP, Martinez V and Melgar JC, 2006. Salinity tolerance of 'valencia' orange trees grafted on contrasting rootstocks is not improved by moderate shade. *J Exp Bot* 57: 3697-3706.
- Grattan SR and Grieve CM, 1994. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. Pp.203-229. In: Pessaraki M (eds). *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker, New York.
- Grattan SR and Grieve CM, 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci Hortic* 78: 127-157.
- Gursak MA and Pomper KW, 1999. Influence of pod stomatal density and pod transpiration on the calcium concentration of snap bean pods. *J Am Soc Hortic Sci* 124:194-198.
- Helal HM and Mengel K, 1981. Interaction between light intensity and NaCl salinity and their effect on growth, CO<sub>2</sub> assimilation and photosynthetic conversion in young broad beans. *Plant Physiol* 67: 999-1002.
- Johnson CM and Ulrich A, 1959. Analytical methods for use in plant analysis. *California Agric Exp Stn Bulletin*, 766, pp. 44-45.
- Kafi M, 2009. The effect of salinity and light on photosynthesis respiration and chlorophyll fluorescence in salt tolerant and salt-sensitive wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar. *J Agric Sci Tech* 11:535-547.
- Kristiansen S, Farbort T, Kusoa H, Myklestad S and Quillfeldt C, 1998. Nitrogen uptake in the infiltration community, an ice algal community in Antarctic pack-ice. *Polar Boil* 19: 307-315.
- Martinez V, La Uchli A, 1991. Phosphorus translocation in salt-stressed cotton. *Physiol Plant* 83:627- 632.
- Meiri A, Hoff man GJ, Shannon MC, Poss JA, 1982. Salt tolerance of two Muskmelon cultivars under two radiation levels. *J Am Soc Hort Sci* 107: 1168-1172.
- Muggli DL and Smith WO, 1993. Regulation of nitrate and ammonium uptake in the Greenland Sea. *Marine Biol* 115: 199-208.
- Munns R and Tester M, 2008. Mechanism of salinity tolerance. A review. *Plant Biol* 59: 651- 681.
- Oki LR and Lieth JH, 2004. Effect of changes in substrate salinity on the elongation of *Rosa hybrida* L. 'Kardinal' stems. *Sci Hortic* 101: 103-119.
- Omilan JA, Epstein E and Dvorak P, 1991. Salt tolerance and ion regulation of *Lophopyrum elangatum*. *Genome* 34: 961-974.
- Papadopoulos I and Rendig VV, 1983. Interactive effects of salinity and nitrogen on growth and yield of tomato plants. *Plant Soil* 73:47.57.
- Parida AK and Das AB, 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A Rev. *Ecotoxicol Environ Safety* 60: 324-349.
- Pessaraki M, 1994. *Handbook of plant and crop stress*. Marcel Dekker, New York.
- Quintana JM, Harrison HC, Palta JP, Nienhuis J and Kmiecik K, 1999. Xylem flow rate differences are associated with genetic variation in snap bean pod calcium concentration. *J Am Soc Hortic Sci* 124:488-491.
- Qureshi AS, Qadir M, Heydari N, Turrall H and Javadi A, 2007. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. *International Water Management Institute*. Colombo Sri Lanka 30p, (IWMI Working Paper 125).
- Remoeini D, Melgar, JC, Guidi L, Degl'Innocenti E, Castelli S, Traverse ML, Massai R and Tattini M, 2009. Intraction of root zone salinity and solar irradiance on the physiology and biochemistry of *Olea europaea*. *Environ Exp Bot* 65: 210-219.
- Sultana N, Ikeda T and Itoh R, 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environ Exp Bot* 42: 211-220.
- Summart J, Thanonkeo P, Panichajakul S, Prathepha P and McManus MT, 2010. Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Khao Dawk Mali 105, callus culture. *African J Biotech* 9: 145-152.
- Tabatabaei SJ, 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. *Sci Hortic* 108: 432-438.
- Turan MA, Elkarim AH, Taban N and Taban S, 2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. *African J Agricul Res* 5: 584-588.
- Waling I, Vark WV, Houba VJG and Vanderlee JJ, 1989. *Soil and Plant Analysis, a Seris of Syllabi*. Wageningen Agriculture University, the Netherlands.