



نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیستم، شماره سوم، ۱۳۹۲
<http://jopp.gau.ac.ir>

اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

*زهرا ستایش مهر^۱ و صدیقه اسماعیل‌زاده بهابادی^۲

^۱مربی گروه زیست‌شناسی، دانشگاه زابل، آستادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۲۷

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی واکنش گیاه دارویی گشنیز به تنش شوری در مراحل جوانه‌زنی و رشد رویشی، در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح به‌طور کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سطوح تنش شوری مورد استفاده توسط کلرید سدیم در پنج سطح ۰ (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار تهیه شد. در آزمایش اول، واکنش جوانه‌زنی بذرها گشنیز به تنش شوری و در آزمایش دوم، صفات فیزیولوژیکی گیاهچه‌ها که در سطوح مختلف تنش شوری رشد کرده بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش شوری، به‌صورت معنی‌داری سبب کاهش خصوصیات جوانه‌زنی از قبیل سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد ($p \leq 0/01$). صفات مورفولوژیکی مانند تعداد برگ، طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه تحت تأثیر شوری کاهش یافتند. همچنین تنش شوری تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر میزان کلروفیل، پرولین، قندهای محلول و ترکیبات فنلی بخش هوایی و ریشه داشت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش تنش، میزان پرولین، قندهای محلول و ترکیبات فنلی بخش هوایی و ریشه افزایش، در حالی که غلظت کلروفیل برگ‌ها کاهش یافت. نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر این است که تحمل گیاه دارویی گشنیز در برابر تنش شوری از طریق افزایش تجمع قندهای محلول، پرولین و ترکیبات فنلی است.

واژه‌های کلیدی: پرولین، ترکیبات فنلی، شوری، گشنیز

*مسئول مکاتبه: setayeshmehr.zahra@yahoo.com

مقدمه

گشنیز از خانواده چتریان (Apiaceace)، با نام علمی *Coriandrum sativum* L. گیاهی است علفی، بی‌کرک و به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، دارای ساقه راست، شفاف و کم و بیش شیاردار، بومی جنوب اروپا و مناطق مدیترانه است. مواد مؤثره آن مقوی معده، ضد اسپاسم، ضد نفخ، ضد درد و سر درد است. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که ساخت مواد مؤثره گیاهان دارویی تحت تأثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی است (فلیپو و همکاران، ۲۰۰۲). تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید محصول در سراسر دنیا به شمار می‌آید. شوری در آب یا در خاک، یکی از تنش‌های مهم به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک است. در ایران نیز که دارای اقلیم خشک و نیمه خشکی است، تنش شوری یکی از موانع تولید در کشاورزی محسوب می‌شود. این تنش از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تأثیر می‌گذارد که شدت خسارت شوری بستگی به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است (سیرینگام و همکاران، ۲۰۱۱). اثر زیان بار شوری روی رشد گیاه به پتانسیل اسمزی پایین در خاک، تغذیه غیر متعادل، اثرهای یونی خاص و یا مخلوطی از این عوامل بستگی دارد (کایا و همکاران، ۲۰۰۱). گزارش‌های گوناگونی در مورد اثر شوری بر کاهش پارامترهای رشد وجود دارد که از جمله می‌توان به گزارش‌هایی روی چغندر قند (بیجه کشاورزی و همکاران، ۲۰۱۱) و چغندر قند (مصطفوی، ۲۰۱۲). اشاره کرد. یکی از تغییرات بیوشیمیایی که در تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری رخ می‌دهد، تولید گونه‌های واکنشگر اکسیژن^۱ می‌باشد که می‌تواند باعث تخریب عمده غشا، چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک شوند. گیاهان برای مقابله با تنش اکسیداتیو ایجاد شده مکانیسم‌های دفاعی آنزیمی و غیر آنزیمی مختلفی را به کار می‌برند. سیستم غیر آنزیمی شامل آسکوربات، توکوفرول، کاروتنوئیدها و ترکیب‌های فنولی می‌باشد (ازکار و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از صدمات اکسیداتیو مهمی که در این شرایط ایجاد می‌شود تخریب مولکول کلروفیل است (یاسار و همکاران، ۲۰۰۶). گزارشات متعددی مبنی بر کاهش میزان کلروفیل تحت تنش شوری وجود دارد از جمله می‌توان کاهش میزان کلروفیل کولتیوارهای گوجه فرنگی در شرایط تنش شوری اشاره کرد (دوگانلار و همکاران، ۲۰۱۰).

یکی از پاسخ‌های بیوشیمیایی گیاهان در برابر تنش شوری، تجمع مواد محلول سازگار از جمله قند و پرولین است (خسروی‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۹). نقش این مواد در سلول، علاوه بر دخالت در تنظیم اسمزی سلول، ممانعت از تولید رادیکال آزاد، جاروب کردن گونه‌های واکنشگر اکسیژن، حفاظت از یکپارچگی غشا و ثبات پروتئین‌ها است. علاوه بر این موارد، تعدادی از اسمولیت‌ها، ترکیبات سلولی را از آسیب ناشی از دست رفتن آب حفظ می‌کنند (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷).

افزایش غلظت پرولین، فراوان‌ترین و عمومی‌ترین پاسخی است که به محض ایجاد تنش مشاهده می‌شود (سوریان و چالرمپول، ۲۰۰۹). به‌عنوان مثال، بررسی تنش روی گیاه فلغل نشان داد که مقدار پرولین در گیاه افزایش یافت (کوک و همکاران، ۲۰۱۰).

از پاسخ‌های دیگر گیاه تجمع ترکیبات فنلی می‌باشد که مانع نفوذ رادیکال‌های آزاد به درون سلول‌ها شده و واکنش پراکسیداتیو را محدود می‌کنند (رضازاده و همکاران، ۲۰۱۲).

با توجه به اهمیت دارویی و غذایی گیاه گشنیز، بررسی واکنش این گیاه به سطوح مختلف تنش شوری دارای اهمیت است. بنابراین، جهت درک بهتر تأثیر شوری بر گیاه، مکانیسم‌های دفاعی گیاه گشنیز مورد مطالعه قرار گرفت. به‌این منظور، ترکیبات فنلی، پرولین و قندهای محلول تحت تنش شوری بررسی شدند.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات تنش شوری بر مراحل جوانه‌زنی و رویشی گشنیز، دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. در آزمایش اول، بذرها ابتدا توسط هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۲ ثانیه ضدعفونی و سپس دو بار با آب مقطر شستشو داد شدند (احمدیان و همکاران، ۲۰۱۲). برای کشت بذرها از ظروف پتری دیش استریل که کف آن‌ها توسط کاغذ صافی پوشیده شده بود، استفاده شد و به ظروف ۵ میلی‌لیتر محلول کلرید سدیم موردنظر (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار) و برای تیمار شاهد (۵ میلی‌لیتر آب مقطر) اضافه شد. برای جلوگیری از آلودگی و تبخیر از سطح ظروف، درب ظرف‌ها به‌طور کامل با پارافیلیم پوشیده شدند. پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. تا پایان آزمایش، روزانه ظروف بازبینی و تعداد بذره‌های جوانه زده شمارش شدند. در پایان آزمایش درصد جوانه‌زنی بذرها از طریق معادله (۱) تعیین شد. سپس از هر ظرف ده گیاهچه انتخاب و با استفاده از خط‌کش میلی‌متری طول

ساقه‌چه و ریشه‌چه آن‌ها تعیین شد. بعد از قرار گرفتن گیاهچه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، وزن خشک گیاهچه نیز اندازه‌گیری شد.

$$GP = \frac{n_i}{N} \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله، PG؛ درصد جوانه‌زنی، ni؛ تعداد بذره‌های جوانه زده تا روز i ام و N؛ تعداد کل بذرها می‌باشد.

برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از رابطه زیر استفاده شد.

$$R_s = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{D_i}$$

در این معادله، R_s ؛ سرعت جوانه‌زنی، S_i ؛ تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز و D ؛ تعداد روزهای سپری شده از شروع آزمایش می‌باشد (بیجه کشاورزی و همکاران، ۲۰۱۱).

در آزمایش دوم، پانزده بذر پس از ضدعفونی، در گلدان‌های پلاستیکی با حجم مشخصی از ماسه شستشو داده شده، کشت شدند. گلدان‌ها در اتاقک رشد با دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۸ درجه سانتی‌گراد در شب رشد کردند. آبیاری تمام گلدان‌ها تا قبل از جوانه‌زنی توسط آب مقطر ولی بعد از آن به‌وسیله محلول غذایی هوگلند و آرنون بود (هودم و همکاران، ۲۰۰۳). در مرحله دو برگی تیمارهای شوری با استفاده از کلرید سدیم (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار) در هر یک از گلدان‌ها ایجاد شد. گیاهچه‌ها پس از یک ماه اعمال تنش شوری خارج و خصوصیات مورفولوژیکی مانند تعداد برگ، طول، وزن خشک و تر بخش هوایی و ریشه اندازه‌گیری شد. در این مرحله صفاتی مانند کلروفیل، پرولین، قندهای محلول و ترکیبات فنلی اندازه‌گیری شدند.

۱- استخراج و اندازه‌گیری کلروفیل

برای اندازه‌گیری کلروفیل و کارتنوئید از روش آرنون (۱۹۶۷) استفاده شد. به این ترتیب که ۰/۰۳ گرم برگ تر گیاه وزن و سپس به تدریج با استن ۸۰ درصد سائیده شد. عمل استخراج تا حصول یک محلول بی‌رنگ ادامه یافت. سپس حجم محلول با استن به ۲۵ میلی‌لیتر رسید. پس از سانتریفیوژ در ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه، جذب نوری در طول موج‌های ۶۵۲، ۶۴۵، ۶۶۳ نانومتر به‌وسیله اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت مقدار کلروفیل برحسب میلی‌گرم در گرم بافت تر برگ از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شد:

- ۱- a گرم بافت / میلی گرم کلروفیل $= \{12/7(A663) - 2/69(A645)\} \times V/W \times 1000$
- ۲- b گرم بافت / میلی گرم کلروفیل $= \{22/9(A645) - 4/68(A663)\} \times V/W \times 1000$
- ۳- گرم بافت / میلی گرم کلروفیل کل $= \{20/2(A645) - 8/02(A663)\} \times V/W \times 1000$

۲- استخراج و اندازه گیری پرولین

برای اندازه گیری پرولین از روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد. ابتدا ۰/۵ گرم از اندام هوایی و ریشه توسط ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۳ درصد در هاون چینی کاملاً ساییده و در نهایت با کاغذ صافی صاف گردید. به ۲ میلی لیتر از محلول حاصل، ۲ میلی لیتر معرف ناین هیدرین اضافه و پس از قرارگیری در حمام آب جوش به مدت یک ساعت، لوله های محتوی محلول حاصل در یخ قرار گرفت تا سرد شدند. بعد از این مرحله، ۴ میلی لیتر تولوئن اضافه گردید. از فاز رویی برای اندازه گیری میزان پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر استفاده شد. با استفاده از منحنی استاندارد، مقدار پرولین برحسب میکرومول بر گرم وزن تر محاسبه شد.

۳- استخراج و اندازه گیری مقدار کربوهیدرات های محلول

برای اندازه گیری قندهای محلول از روش دوبویس و همکاران (۱۹۵۶) استفاده شد. پس از ساییدن ۰/۰۲ گرم بافت خشک شده گیاه توسط ۳ میلی لیتر الکل ۸۰ درصد و سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه، از محلول شناور برای سنجش قندهای محلول استفاده شد. به این ترتیب که یک میلی لیتر از عصاره حاوی کربوهیدرات های محلول در لوله آزمایش ریخته و به آن یک میلی لیتر محلول ۵ درصد فنل اضافه و به خوبی هم زده شد. در مرحله نهایی، ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به هر لوله اضافه شد. لوله ها به مدت نیم ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند و مقادیر جذب نوری آن ها در طول موج ۴۸۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین شد. با استفاده از منحنی استاندارد، مقدار قند برحسب گرم در ۱۰۰ گرم بافت خشک گیاه محاسبه شد.

۴- اندازه گیری ترکیبات فنلی کل

محتوای ترکیبات فنلی با استفاده از روش سولاند و لائیم (۱۹۹۹) انجام شد. ۰/۱ گرم اندام هوایی و ریشه در ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد ساییده و به مدت ۷۲-۲۴ ساعت در تاریکی نگه داری شدند. سپس به یک میلی لیتر محلول رویی، یک میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه گردید و با آب مقطر، حجم محلول به ۵ میلی لیتر رسانده شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر معرف فولین ۵۰ درصد و یک میلی لیتر کربنات

سدیم ۵ درصد به آن اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت یک ساعت در تاریکی نگهداری شد و سپس جذب هر نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت ترکیبات فنلی کل برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه گردید.

۵- آنالیز آماری

برای آنالیز واریانس مشاهدات حاصل از هر دو آزمایش از نرم‌افزارهای JMP و MSTAT-C و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

۱- تأثیر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی داشت (جدول ۱). با افزایش میزان شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش یافتند (جدول ۲). در این رابطه، سطح شوری صفر و ۱۰۰ میلی‌مولار، به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی بودند (جدول ۲). علاوه بر افزایش غلظت NaCl در محلول غذایی و به دنبال آن با بالا رفتن پتانسیل اسمزی، جذب یون‌های Na^+ و Cl^- در طول جوانه‌زنی بذر، سبب آسیب رساندن به سلول و در نهایت مهار و یا کاهش جوانه‌زنی می‌شود (تایز و زایگر، ۲۰۰۲). کاهش جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری در سایر بررسی‌ها نیز گزارش شده است (آیاز و همکاران، ۲۰۰۰؛ مصطفوی و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش میزان و سرعت جذب اولیه آب و همچنین تأثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم و سمیت یون‌ها بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک (هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذر) و آنابولیک (ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده در مرحله اول) جوانه‌زنی نسبت داد (مصطفوی و همکاران، ۲۰۱۱).

نتایج مشاهدات مربوط به طول ساقه‌چه و ریشه‌چه نشان داد که با افزایش شوری هر دوی این صفات کاهش یافتند (جدول ۲). کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد به ترتیب ۶۳ و ۵۵ درصد بود (جدول ۲). کاهش طول گیاهچه در اسفناج (بیجه کشاورزی و

همکاران، ۲۰۱۱) با افزایش تنش شوری مشاهده شده است. تحرک مواد غذایی بذر، تقسیم و رشد سلولی اثر منفی بر رشد گیاهچه‌ها دارد (مصطفوی، ۲۰۱۲). دمیر و آریف (۲۰۰۳) بیان نمودند که کاهش جذب آب توسط دانه گلرنگ سبب مهار رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط تنش شوری می‌شود.

نتایج واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه داشت (جدول ۱)، به طوری که در سطح ۱۰۰ میلی‌مولار، کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب ۵۷ و ۷۳ درصد بود (جدول ۲). ارتباط منفی میان وزن گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) و غلظت نمک وجود داشت، چرا که با افزایش سطوح شوری، مقدار وزن خشک گیاهچه کاهش نشان داد. اگرچه شوری، سبب کاهش طول و وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه گردید؛ ولی کاهش طول ساقه‌چه بیشتر از ریشه‌چه بود. گزارش شده است که کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط شوری یک عامل مهم برای تحمل به شوری بوده، اگرچه این کاهش نمی‌تواند تعیین کننده مقاومت یک گیاه به شوری باشد (مفتوم و همکاران، ۱۹۸۹). نتایج مشابهی نشان می‌دهد که با افزایش شوری، وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه در لوبیا (کایماکانووا و استونوا، ۲۰۰۸) و ذرت خوشه‌ای (المدرس و همکاران، ۲۰۰۷) کاهش یافت.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مربوط به جوانه‌زنی بذرهای گشنیز.

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییر
وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز)	درصد جوانه‌زنی		
۱۶/۳۶**	۱۱۱۵/۷۷**	۳۹/۶۰**	۸۱/۲۳**	۵۹۰/۷۷**	۵۷۵/۴۰**	۴	تیمار
۰/۲۹	۰/۴۲	۱۶/۰۷	۱۶/۶۷	۱/۶۳	۷۹/۱۳	۱۰	اشتباه

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک و پنج درصد و n.s عدم معنی‌داری

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی (۲۰)، شماره (۳) ۱۳۹۲

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مربوط به جوانه‌زنی بذر گشنیز در سطوح مختلف تنش شوری.

سطوح شوری (میلی مولار)	درصد نهایی جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز)	طول ساقه‌چه (میلی متر)	طول ریشه‌چه (میلی متر)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم)
صفر	۷۴/۶۷ ^a	۱۵/۹۴ ^a	۵۷/۶۷ ^a	۹۴/۰۰ ^a	۹/۸۳ ^a	۱۰/۲۰ ^a
۲۵	۶۳/۶۷ ^{ab}	۱۱/۴۶ ^b	۴۵/۶۷ ^b	۷۵/۶۷ ^b	۷/۹۷ ^b	۹/۲۷ ^{ab}
۵۰	۵۳/۶۷ ^{bc}	۹/۰۷ ^c	۳۹/۰۱ ^b	۷۰/۶۷ ^b	۶/۰۱ ^c	۸/۹۰ ^b
۷۵	۵۱/۶۷ ^{bc}	۸/۴۳ ^{cd}	۳۱/۳۳ ^c	۶۰/۶۷ ^c	۴/۵۷ ^d	۶/۹۳ ^c
۱۰۰	۳۷/۶۷ ^c	۶/۴۸ ^d	۲۰/۶۷ ^d	۴۱/۶۷ ^d	۲/۶۳ ^e	۴/۳۳ ^d

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند ($p \leq 0.05$).

۲- تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی

تجزیه واریانس نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه و ریشه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که با افزایش میزان شوری، طول ساقه و ریشه کاهش یافت (جدول ۴). کاهش شدیدی در صفات مربوط به رشد گیاهان (طول ساقه و ریشه) با افزایش تنش شوری مشاهده شده است، به طوری که گیاهان رشد یافته در شرایط تنش، کوتوله باقی می‌مانند. تنش شوری و به دنبال آن کاهش پتانسیل آب سبب کاهش سرعت تولید شدن و تورژسانس سلولی می‌شود (انتشاری و شریفیان، ۲۰۱۲). همچنین، عامل دیگر کاهش رشد گیاهان در شرایط تنش شوری، تثبیت کمتر CO_2 عنوان گردید (کاسوکاب و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج مشابهی نشان داد که با افزایش شوری، طول ساقه و ریشه در کدو (تافو و همکاران، ۲۰۰۹) و بادام زمینی (تافو و همکاران، ۲۰۱۰) کاهش یافت.

نتایج نشان داد که تنش شوری، به طور معنی‌داری وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه را کاهش داد (جدول‌های ۳ و ۴). نتایج این پژوهش با پژوهش‌های شریفی و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. آن‌ها کاهش فتوسنتز، تخریب غشاهای سلولی، کاهش آب قابل دسترس برای گیاه و تجمع یون سدیم در برگ را عوامل اصلی کاهش وزن گیاه سویا در شرایط تنش شوری عنوان نمودند. مونس و جیمز (۲۰۰۳) با مطالعه واکنش ارقام گندم به تنش شوری، بررسی وزن خشک را یکی از صفات اصلی جهت مطالعه واکنش گیاهان به تنش شوری بیان نمودند.

زهرا ستایش مهر و صدیقه اسماعیل زاده بهابادی

تفاوت‌های معنی‌داری میان سطوح مختلف تنش شوری از نظر تعداد برگ وجود داشت (جدول ۳). بیشترین میزان تعداد برگ در تیمار شاهد و کمترین مقدار در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۲). هسین و لوتس (۲۰۱۰)؛ بخت و همکاران (۲۰۱۱)، به ترتیب با مطالعه روی آتریپلکس و ذرت دریافتند که در واکنش به تنش شوری، به میزان قابل توجهی تعداد برگ کاهش می‌یابد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی گشنیز در سطوح مختلف تنش شوری.

میانگین مربعات								منابع تغییر	درجه آزادی
تعداد برگ	وزن خشک ریشه	وزن خشک بخش هوایی	وزن تر ریشه (گرم/گیاه)	وزن تر بخش هوایی (گرم/گیاه)	طول ریشه (سانتی‌متر)	طول ساقه (سانتی‌متر)	تعداد برگ (تعداد/گیاه)		
۱۲/۳۳**	۰/۰۱**	۰/۴۸**	۰/۰۴**	۰/۱۱**	۱۷۵/۱۷**	۶۲/۹۳**	۴	تیمار	
۰/۴۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۳/۴۷	۲/۹۷	۱۰	اشتباه	

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۱ و ۵ درصد و n.s عدم معنی‌داری

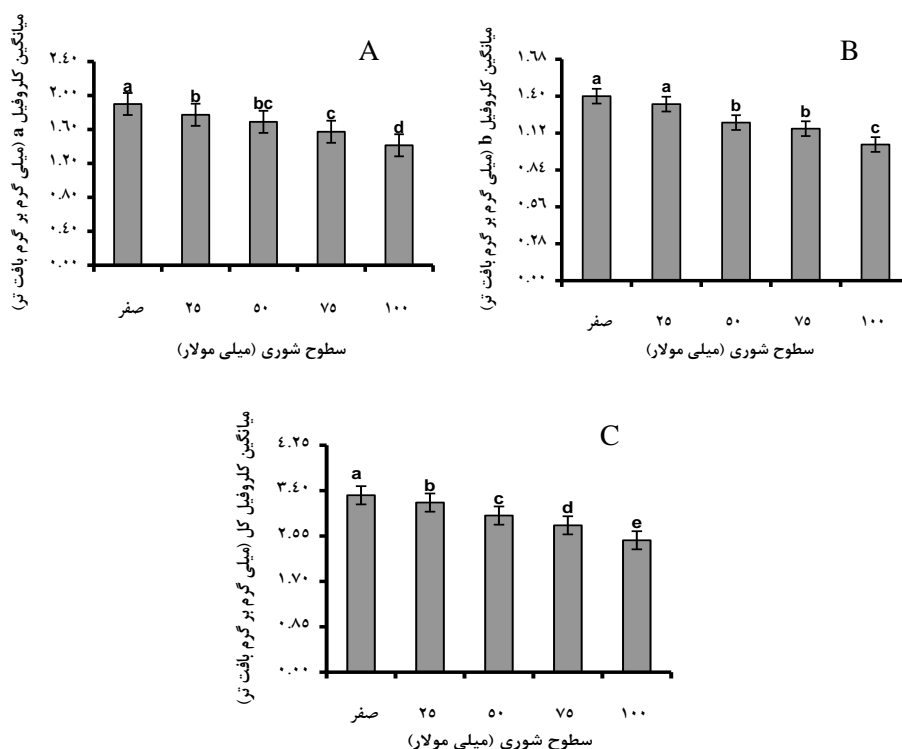
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات رشد گشنیز تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری.

سطوح شوری (میلی‌مولار)	طول ساقه (سانتی‌متر)	طول ریشه (سانتی‌متر)	وزن تر بخش هوایی (گرم/گیاه)	وزن تر ریشه (گرم/گیاه)	وزن خشک بخش هوایی (گرم/گیاه)	وزن خشک ریشه (گرم/گیاه)	تعداد برگ (تعداد/گیاه)
صفر	۲۲/۶۷ ^a	۴۱/۳۳ ^a	۰/۹۵۷ ^a	۰/۵۱۷ ^a	۱/۰۳ ^a	۰/۱۹۶ ^a	۷/۶۷ ^a
۲۵	۱۸/۳۳ ^b	۳۶/۰۰ ^b	۰/۷۵۰ ^b	۰/۴۵۷ ^b	۰/۹۷۰ ^b	۰/۱۹۰ ^a	۶/۰۰ ^b
۵۰	۱۶/۶۷ ^b	۳۳/۰۰ ^b	۰/۶۸۳ ^c	۰/۴۰ ^c	۰/۷۳۸ ^c	۰/۱۷۸ ^b	۵/۳۳ ^b
۷۵	۱۲/۵۰ ^c	۲۵/۰۰ ^c	۰/۵۸۳ ^d	۰/۳۰۰ ^d	۰/۳۰۹ ^d	۰/۱۷۳ ^b	۳/۳۳ ^c
۱۰۰	۱۱/۳۳ ^c	۲۳/۰۰ ^c	۰/۴۴۷ ^e	۰/۲۱۳ ^e	۰/۱۲۴ ^e	۰/۱۵۹ ^c	۲/۶۷ ^c

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند ($p \leq 0.05$).

۳- تأثیر تنش شوری بر میزان کلروفیل

نتایج مشاهده‌ها مربوط به کلروفیل a, b و کل نشان داد که با افزایش تنش شوری، این سه صفت به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند (شکل ۱). نتایج این پژوهش با نتایج نورین و اشرف (۲۰۰۹) بر تربچه، یاسار و همکاران (۲۰۰۶) بر هندوانه مطابقت دارد. تنش شوری با افزایش فعالیت آنزیم تجزیه‌کننده کلروفیل (کلروفیلاز)، القای تخریب ساختار کلروپلاست و عدم تعادل کمپلکس‌های پروتئین-رنگیزه میزان کلروفیل را کاهش می‌دهد (نورین و اشرف، ۲۰۰۹). علت دیگر کاهش کلروفیل به‌دلیل صرف نیتروژن در سنتز پرولین است. پرولین در حفظ فشار اسمزی و آنزیم‌های سیتوپلاسمی، نقش عمده دارد و با حذف رادیکال‌های آزاد، مانع آسیب به غشای سلولی می‌شود (سیوریتپ و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۱- میانگین کلروفیل a (A)، b (B) و کل (C) در سطوح مختلف تنش شوری. مقادیر میانگین ۳ تکرار و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح (p ≤ 0.05) است.

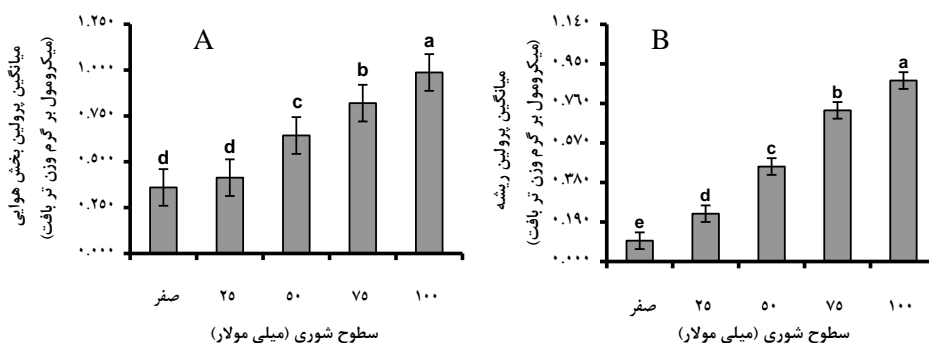
۴- تأثیر تنش شوری بر میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و ترکیبات فنلی

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان پرولین بخش هوایی و ریشه داشت (جدول ۵). با افزایش سطوح تنش، مقدار پرولین در هر دو اندام افزایش نشان داد. میزان افزایش پرولین در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد در بخش هوایی و ریشه به ترتیب، ۶۳ و ۸۸ درصد بود (شکل ۲). احتمالاً، افزایش بیشتر پرولین در ریشه نسبت به اندام هوایی بیانگر این مطلب است که ریشه مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد، چرا که اندام ریشه به‌طور مستقیم در معرض تنش شوری خاک قرار دارد. تجمع پرولین تحت تنش شوری به دلیل القا یا فعال سازی آنزیم‌های بیوسنتز پرولین (Δ^1 -پرولین-۵- کربوکسیلات سنتاز (P_5C_5) و دلتا پرولین-۵- کربوکسیلات ردوکتاز (P_5CR))، کاهش اکسیداسیون پرولین به گلوتامات، کاهش استفاده از پرولین در سنتز پروتیین و افزایش واژگردی پروتیین است (دلانی و ورنه، ۱۹۹۳). افزایش میزان پرولین در سایر بررسی‌ها نیز گزارش شده است (دلانی و ورنه، ۱۹۹۳؛ ملازم و همکاران، ۲۰۱۰). در این پژوهش، کاهش سنتز کلروفیل با افزایش میزان پرولین همراه بود. ملازم و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که در تنش شوری، میزان کلروفیل کاهش اما پرولین افزایش می‌یابد چون گلوتامات که ماده پیش ساخت کلروفیل و پرولین می‌باشد، صرف تولید پرولین می‌شود، از طرفی فعالیت آنزیم گلوتامات لیگاز برای تبدیل گلوتامین به پرولین فعال می‌گردد.

جدول ۵- تجزیه واریانس میزان کلروفیل و پرولین در سطوح مختلف تنش شوری.

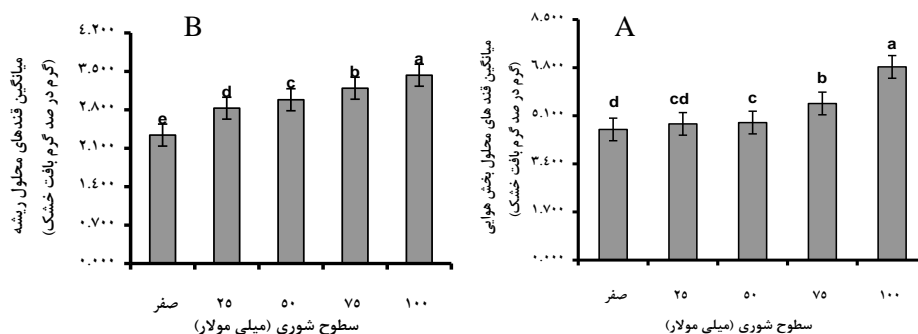
میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه	کلروفیل کل	کلروفیل a	کلروفیل b	پرولین بخش هوایی	پرولین ریشه
آزادی	(میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	(میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	(میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	(میلی‌گرم بر گرم بافت تر)	(میکرومول بر گرم وزن تر بافت)	(میکرومول بر گرم وزن تر بافت)
تیمار	۴	۰/۳۳۹**	۰/۱۰۴**	۰/۰۶۵**	۰/۲۱۱**	۰/۳۱۵**
اشتباه	۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۱ و ۵ درصد و n.S عدم معنی‌داری



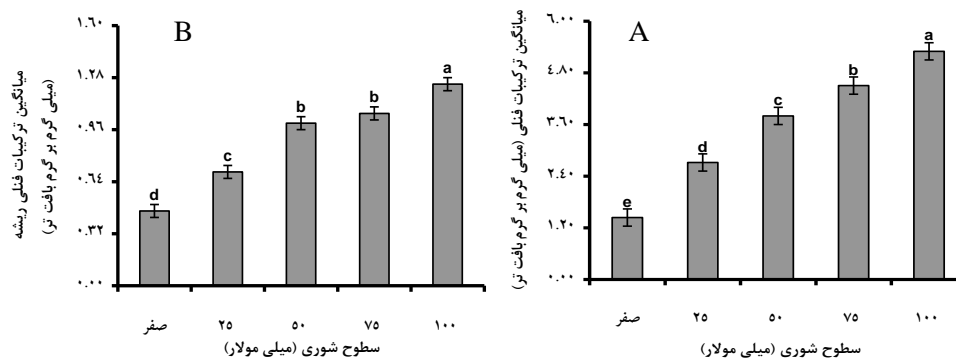
شکل ۲- میانگین پرولین بخش هوایی (A) و ریشه (B) در سطوح مختلف تنش شوری. مقادیر میانگین ۳ تکرار و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ($p \leq 0.05$) است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان کربوهیدرات‌های محلول بخش هوایی و ریشه داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که با افزایش سطوح تنش میزان قندهای محلول بخش هوایی و ریشه کاهش یافت (شکل ۳). میزان افزایش قندهای محلول در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد، در بخش هوایی و ریشه به ترتیب ۳۳ و ۳۱ درصد بود (شکل ۳). براساس پژوهش‌ها، تنش‌های محیطی به ویژه شوری، موجب افزایش قندهای محلول نظیر ساکارز، گلوکز و فروکتوز می‌شود (سوتریپولوس، ۲۰۰۷)، زیرا قندها از اسمولیت‌های سازگار به شمار می‌آیند و سبب تنظیم اسمزی، حفظ تورگر سلولی و پایداری پروتئین‌ها می‌شوند (اشرف، ۲۰۰۴). بنابراین تجمع قندهای محلول، سبب افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش شوری می‌شوند. افزایش محتوای قندهای محلول در شرایط تنش شوری در سایر بررسی‌ها نیز گزارش شده است (اشرف، ۲۰۰۴؛ سوتریپولوس، ۲۰۰۷؛ دویی و رانی، ۱۹۹۹). تنش شوری موجب تجزیه نشاسته و تجمع قندهای محلول در گندم شد. احتمالاً افزایش غلظت قندهای محلول به دلیل فعالیت بیشتر آنزیم‌هایی نظیر نشاسته فسفوریلاز و ساکارز فسفات سنتتاز می‌باشد (دویی و رانی، ۱۹۹۹).



شکل ۳- میانگین قند بخش هوایی (A) و ریشه (B) در سطوح مختلف تنش شوری. مقادیر میانگین ۳ تکرار و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح $(p \leq 0.05)$ است.

نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر ترکیبات فنلی بخش هوایی و ریشه داشت. با کاهش پتانسیل آب و افزایش سطوح شوری، ترکیبات فنلی هر دو اندام کاهش یافت (شکل ۴). میزان افزایش ترکیبات فنلی در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد، در بخش هوایی و ریشه به ترتیب ۷۲ و ۶۳ درصد بود (شکل ۴). نتایج هانن و همکاران (۲۰۰۸) بیانگر افزایش میزان ترکیبات فنلی کنگر فرنگی تحت تنش شوری است. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (کیارستمی و همکاران، ۲۰۱۰؛ رضازاده و همکاران، ۲۰۱۲). فنل‌ها، ترکیبات آنتی‌اکسیدان نیرومندی در بافت‌های گیاهی تحت شرایط شوری هستند. این ترکیبات به دلیل ساختار اسکلتی، نقش مهمی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولیدی در شرایط تنش شوری دارند. به این ترتیب ساختارهای سیتوپلاسمی و کلروپلاستی را از تأثیرات منفی شوری محافظت کرده و همچنین با جلوگیری از عمل لیپواکسیژناز از اکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می‌کنند (آمل، ۲۰۰۸).



شکل ۴- میانگین ترکیبات فنلی بخش هوایی (A) و ریشه (B) در سطوح مختلف تنش شوری. مقادیر میانگین ۳ تکرار و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح (p ≤ 0/05) است.

به‌طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که تنش شوری، سبب کاهش خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی و رشد رویشی در گیاه گشنیز شد. گشنیز احتمالاً از مکانیسم تجمع پرولین، قندهای محلول و ترکیبات فنلی برای غلبه به تنش شوری استفاده می‌کند، هر چند ممکن است مکانیسم‌های دیگری مثل دفع سدیم یا کده‌بندی یون‌های سدیم و کلر در بخش‌هایی از گیاه نیز نقش داشته باشند. اندام ریشه با افزایش بیشتر پرولین و بخش هوایی با تجمع بیشتر ترکیبات فنلی و قندهای محلول تحمل بیشتری در برابر تنش از خود نشان می‌دهند. در نهایت می‌توان گفت که گشنیز جزو گیاهان نسبتاً مقاوم به شوری می‌باشد.

منابع

- Ahmadian, M., Kalvandi., R., Farhad., Z. 2012. Comparison of solute – specific effects on seed germination characteristics of SM seed (*Silybum marianum*) at the same osmotic potential under salinity and drought stress conditions. Ann Biol Res. 3: 8, 4145-4153.
- Almodares, A., Hadi, M.R. and Dosti, B. 2007. Effects of salt stress on germination percentage and seedling growth in sweet sorghum cultivars. J. Biol. Sci. 7: 8, 1492-1495.
- Amel, A., Mohamed, A. and Amina, A.A. 2008. Alterations of some secondary metabolites and enzymes activity by using exogenous antioxidant compound in onion plants grown under seawater salt stress. AEJSR. 3: 2, 139-146.

4. Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants . Agron J. 23: 112-121.
5. Ashraf, M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora. 199: 362-376.
6. Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ. Exp. Bot. 59: 206-216.
7. Ayaz, F.A., Kadioglu, A. and Urgut, R.T. 2000. Water stress effects on the content of low molecular weight carbohydrates and phenolic acids in *cienanthe setosa*. Canadian. J. Plant Sci. 80: 373-378.
8. Bakht, J., Shafi, M., Jamal, Y. and Sher, H. 2011. Response of maize (*Zea mays* L.) to seed priming with NaCl and salinity stress. Span J. Agric Res. 9: 252-261.
9. Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205-208.
10. Bijeh Keshavarzi, M.H., Ohadi Rafsanjani, M.S., Moussavinik, S.M. and Parviz Lak A. 2011. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Ann Biol Res. 2: 4, 490-497.
11. Delauney, A.J., and Verna, D.P.S. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. Plant J. 4: 215-223.
12. Demir. M. and Arif, I. 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turk. J. Agric. 27: 221- 227.
13. Doganlar, Z.B., Demir, K., Basak, H. and Gul, I. 2010. Effects of salt stress on pigment and total soluble protein contents of three different tomato cultivars. Afr J Agric Res. 5: 15, 2056-2065.
14. Dubey, R.S. and Rani, M. 1999. Influence of NaCl salinity on growth and metabolic status of proteins and amino acids in rice seedling. J. Agron. 162: 97-106.
15. Dubious, M.K., Gilles, A., Hamilton, J.K., Roberts, P.A. and Smith, F. 1956. Colorimetrik method for determination if sugars and related. Ann Chem. 28: 350-356 .
16. Enteshari, S. and Sharifian, S. 2012. Influence of salicylic acid on growth and some biochemical parameters in a C4 plant (*Panicum miliaceum* L.) under saline conditions. Afr J. Biotechnol. 11: 3, 621-627.
17. Filippo, L., Moretti, A. and Lovat, A. 2002. Seed yield, yield components oil content and essential oil and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascene* L. Ind Crop Prod. 15: 1, 59-69.
18. Hassine, A.B. and Lutts, S. 2010. Differential responses of saltbush *Atriplex halimus* L. exposed to salinity and water stress in relation to senescing hormones abscisic acid and ethylene. J. Plant Physiol. 167: 1448-1456.
19. Hothem, S.D., Marley, K.A., Larson, R.A. 2003. Photochemistry in Hoagland nutrition solution. J. Plant Nutr. 26: 4, 845-854.

20. Kasukabe, Y., He, L.X., Nada, K., Misawa, S., Ihara, I. and Tachibana, S. 2006. Overexpression of spermidine synthase enhances tolerance to multiple environmental stresses and upregulates the expression of various stress-regulated genes in transgenic *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.* 45: 712-22.
21. Kaymakanova, M., and Stoeva, N. 2008. Physiological reaction of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) to salt stress. *Gen. Plant Physiol.* 34: 3-4, 177-188.
22. Khosravinejad, F., Heydari, R. and Farboodnia, T. 2009. Effect of salinity on organic solutes contents in barley. *Pak. J. Biol. Sci.* 12: 158-162.
23. Kiarostami, K.H., Mohseni, R. and Saboora, A. 2010. Biochemical changes of *Rosmarinus officinalis* under salt stress. *J. Stress Physiol. Biochem.* 6: 3, 114-122.
24. Koc, E., İslek, C. and Üstun, A.S. 2010. Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. *Gazi University Journal of Science.* 23: 1-6.
25. Maftoum, M. and Sepasskhah, A.R. 1989. Relative salt tolerance of eight wheat cultivars. *Agrochemical.* 33: 1-12.
26. Molazem, D., Qurbanov, E.M. and Dunyamaliyev, S.A. 2010. Role of proline, Na and chlorophyll content in salt tolerance of corn (*Zea mays* L.). *AEJAES.* 9: 3, 319-324.
27. Mostafavi, K., Sadeghi Geive, H., Dadresan, M. and Zarabi, M. 2011. Effects of drought stress on germination indices of corn hybrids (*Zea mays* L.). *International J. Agri. Sci.* 1: 2, 10-18.
28. Mostafavi, K. 2012. Effect of Salt Stress on Germination and Early Seedling Growth Stage of Sugar Beet Cultivars. *Am.-Eurasian J. Sustain. Agric.* 6: 2, 120-125.
29. Munns, R. and James, R.A. 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant and Soil.* 253: 201-218.
30. Noreen, Z. and Ashraf, M. 2009. Changes in antioxidant enzymes and some key metabolites in some genetically diverse cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.). *Environ. Exp. Bot.* 67: 2, 395-402.
31. Ozkur, O., Ozdemir, F., Bor, M. and Turkan, I. 2009. Physiochemical and antioxidant responses of the perennial xerophyte *Capparis ovata* Desf. to drought. *Environmental and Experimental Botany.* 66: 3, 487-492.
32. Rezazadeh, A., Ghasemnezhad, A., Barani, M. and Telmadarrehei, T. 2012. Effect of salinity on phenolic composition and antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves. *Research J. Medicinal Plant.* 6: 3, 245-252.
33. Sharifi, M., Ghorbanli, M. and Ebrahimzadeh, H. 2006. Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with salt pre-treated mycorrhizal fungi. *J. Plant Physiol.* 164: 9, 1144-1151.
34. Siringam, K., Juntawong, N., Cha-um, S. and Kirdmanee, C. 2011. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (*Oryza sativa* L. spp. indica) roots under

- isoosmotic conditions. Afr. J. Biotechnol. 10: 8.1340-1346.
35. Sivritepe, N., Sivritepe, O., Celik, H. and Katkat, V. 2010. Salinity responses of grafted grapevines: effects of scion and rootstock genotypes. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 38: 3, 193-201.
36. Soland, S.F. and Laima, S.K. 1999. Phenolics and cold tolerance of *Brassica napus*. Plant Agri. 1: 1-5.
37. Sotriopoulos, TE. 2007. Effect of NaCl and CaCl₂ on grown and contents of minerals, chlorophyll, proline and sugar in the apple rootstock M₄ cultured *in vitro*. Biologia Plantrum. 51: 1, 177-180.
38. Suriyan, C.H. and Chalermopol, K. 2009. Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water deficit stress. Agri. Sci. China. 8: 51-58.
39. Taffouo, V.D., Kemdem Kouamou, J., Tchiengue Ngalangue, L.M., Nandjou Ndjeudji, B.A., and Amougou, A. 2009. Effects of salinity stress on growth, ions partitioning and yield of some cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) cultivars. Int. J. Bot. 5: 2, 135-145.
40. Taffouo, V.D., Wamba, F.O., Youmbi, E., Nono, G.N. and Amougou, A. 2010. Growth, yield, water status and ionic distribution response of three bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces grown under saline conditions. Int. J. Bot. 6: 1, 53-58.
41. Taiz L. and Zieger E. 2002. Plant physiology. 3rd Edn, Sunderland, Sinauer Associates, Inc.
42. Yasar, F., Kusvuran, S. and Ellialtıođlu, S. 2006. Determination of anti-oxidant activities in some melon (*Cucumis melo* L.) varieties and cultivars under salt stress. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 81: 4, 627-630.



Effect of salt stress on some phological and biochemical characteristics in *Coriandrum sativum* L.

*Z. Setayesh Mehr¹ and S. Esmailzadeh Bahabadi²

¹Lecture, Dept. of Biology, Zabol University,

²Assistant Prof., Dept. of Biology, Zabol University

Received: 12/01/2012; Accepted: 06/17/2013

Abstract

In order to study the response of coriander medicinal plant to salt stress, two experiments were conducted for germination and vegetative stages. This study was carried out as a factorial experiment based on completely randomized design with three replications. The treatments were salinity at five concentrations including 0, 25, 50, 75 and 100 mM NaCl. Response of coriander seeds germination in first experiment and physiologic characteristics in second experiment were evaluated. Results showed that increase of salinity significantly decreased germination characteristics including germination percentage and rate, radicle and plumule length and dry weight ($p \leq 0.01$). With the increase of salinity, morphological traits like, number of leaves, root and shoot length, fresh and dry weight in shoot and root decreased. Effect of salt stress on amount of chlorophyll, proline, soluble carbohydrates and phenolic compounds was significant ($p \leq 0.01$). Mean comparison of treatments showed that with increasing salt stress, amount of proline, carbohydrates and phenolic compounds increased in shoot and root, while concentration of chlorophyll of leaves decreased. Our results support the idea that, accumulation of proline, soluble carbohydrates and phenolic compounds is associated with plant tolerance to salt stress.

Keywords: Proline, Phenolic compounds, Salinity, Coriander

* Corresponding Author; Email: setayeshmehr.zahra@yahoo.com