

اثر متقابل شوری و اسیدآسکوربیک بر برخی از ویژگی‌های بیوشیمیایی مرزۀ خوزستانی

حمزه امیری^{۱*}، لیلا مؤذنی^۱

دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۱۴ / پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۲۳

^۱گروه زیست‌شناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
^{*}مسئول مکاتبات: amiri_h_lu@yahoo.com

چکیده. به منظور مطالعه اثر برهم‌کنش شوری و اسیدآسکوربیک بر مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی، قند محلول، پرولین و پروتئین گیاه مرزۀ خوزستانی (*Satureja khuzestanica*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح شوری با غلظت‌های صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک NaCl و دو سطح اسیدآسکوربیک با غلظت‌های صفر (شاهد) و ۲ میلی‌مولار با ۶ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی با افزایش شوری از صفر به ۴۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک در تیمارهای فاقد اسیدآسکوربیک کاهش یافت و سپس، در غلظت ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک افزایش نشان داد و در غلظت ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک مجدداً کاهش یافت، اما میزان قند محلول، پرولین و پروتئین با افزایش شوری از صفر به ۴۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک افزایش یافت و سپس در غلظت ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک مجدداً افزایش یافت. در حالی که در تیمارهای دارای اسیدآسکوربیک، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی با افزایش شوری از صفر به ۴۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک افزایش یافت و سپس در غلظت ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک کاهش نشان داد و در غلظت ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک افزایش یافت و پرولین و پروتئین، با افزایش شوری از صفر به ۴۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک کاسته شد و سپس در غلظت ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک، افزایش یافت و در غلظت ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک کاهش نشان داد.

واژه‌های کلیدی. تنش شوری، ویتامین، پروتئین، پرولین، کلروفیل

Interaction of salinity and ascorbic acid with some biochemical features in *Satureja khuzestanica*

Hamzeh Amiri^{1*}, Leila Moazzeni¹

Received: 04/12/2015 / Accepted: 12/06/2016

¹Department of Biology, Lorestan University, Khorram-abad, Iran

*Correspondent author: amiri_h_lu@yahoo.com

Abstract. In order to study the interactive effects of salinity and ascorbic acid with the quantity of photosynthetic pigments, soluble sugar, proline and protein in *Satureja khuzestanica* plant, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design (salinity at four levels of 0, 40, 80 and 120g in 100kg soil and ascorbic acid at two levels of 0 and 2 mM) with 6 replicates. The results showed that photosynthetic pigments amount was decreased by the increase of the soil salinity from 0 to 40g NaCl in 100kg soil, then increased by the salinity level of 80g NaCl in 100kg soil and then decreased by the salinity level of 120g NaCl in 100kg soil again. The amount of soluble sugar, proline and protein was increased by the soil salinity levels of 0 to 40g in 100kg soil and then decreased by the salinity level of 80gNaCl in 100kg soil, and showed an increase at the salinity level of 120g NaCl in 100 kg soil. In the presence of ascorbic acid, the amount of photosynthetic pigments was increased by the increase of the soil salinity from 0 to 40g NaCl in 100kg soil and then decreased by the salinity level of 80g NaCl in 100kg soil and then increased by the salinity level of 120g NaCl in 100kg soil. However, the quantity of soluble sugar, proline and protein was decreased by the increase of salinity level from 0 to 40g in 100kg soil, then increased by the salinity level of 80g NaCl in 100kg soil, and finally decreased by the salinity level of 120g NaCl in 100kg soil.

Keywords. salt stress, vitamin, protein, proline, chlorophyll

مقدمه

طیف وسیعی از تنش‌های محیطی، مانند افزایش یا کاهش دما، خشکی، شوری، اشعه ماوراءبنفش و میکروب‌ها، برای گیاهان مضر هستند (Van Breusegem *et al.*, 2001). شوری آب و خاک یکی از مشکلات جدی در کشاورزی است. کمبود منابع آب شیرین، استفاده از آب‌های شور یا با کیفیت پایین برای آبیاری باعث افزایش شوری خاک می‌شود که این مسئله میزان تولید محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Silva *et al.*, 2008). بنابراین، به دلیل توسعه و افزایش زمین‌های شور و کاهش زمین کشاورزی مطلوب برای کشت، شناسایی گیاهان دارویی مقاوم به شوری یا عواملی که بتوانند اثر شوری را کاهش دهند اهمیت زیادی دارد. پاسخ گیاهان به افزایش شوری پیچیده است و باعث تغییراتی در ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیسم گیاه می‌شود (Parida & Das, 2005).

شوری ناشی از سدیم کلراید از رایج‌ترین انواع شوری در خاک‌های زراعی ایران است که قابلیت تولید بسیاری از گیاهان زراعی و دارویی مهم را دچار محدودیت می‌کند. شوری باعث ایجاد تنش اسمزی در ریشه گیاه می‌شود. در این زمینه اثر ناشی از تنش آب باعث می‌شود غلظت نمک محیط اطراف ریشه بیشتر از غلظت نمک درون ریشه شود و پژمردگی و نهایتاً کاهش شادابی و رشد را به دنبال دارد (Munns *et al.*, 2006). در زمین شور، گیاهان نیاز به سازه‌های ویژه‌ای برای تنظیم وضعیت اسمزی داخلی و تغییر فشار در محیط ریشه دارند. گیاهان تحت تنش از طریق تجمع اسیدهای آمینه آزاد، قندهای محلول و پروتئین‌ها، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهند و بدین طریق تنظیم اسمزی حاصل می‌شود. یکی از روش‌های مؤثر مقابله با مشکل شوری، کشت واریته‌های گیاهان مقاوم به شوری است. از این رو، لزوم به کارگیری معیارهای مناسب برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری ضروری است (Jones, 1983).

اسید اسکوربیک مولکول کوچک فراوانی در گیاهان و ماده‌ای کلیدی در شبکه آنتی‌اکسیدانی شامل آسکروبات، گلوکاتینون، آلفاتوکوفرول و مجموعه‌ای از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است. گزارش‌های متعددی مبنی بر اثر مثبت اسید اسکوربیک بر جنبه-

های مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی وجود دارد، از جمله می‌توان به نقش آن در آراییدوپسیس (Huang *et al.*, 2005) در زمینه افزایش محتوا کلروفیل و کاروتنوئید و همچنین در سویا در خصوص افزایش میزان پرولین اشاره کرد که نشان می‌دهد گیاهان تیمار شده با اسید اسکوربیک در مقایسه با دیگر گیاهان بردباری بیشتری در برابر شوری از خود نشان می‌دهند. مرزه خوزستانی (*Satureja khuzestanica* Jamzad) متعلق به خانواده نعنائیان (Lamiaceae) و یکی از گونه‌های اندمیک حوزه جنوب ایران است (عصری، ۱۳۸۶). این گیاه دارویی اولین بار در سال ۱۹۹۴ به منزله گونه‌ای جدید در فلور ایران (رویشگاه اصلی این گیاه دارویی ارزشمند زاگرس میانی و مناطق جنوب لرستان، شرق ایلام و شمال خوزستان است) گزارش شد (Jamzad, 1994). فارسام و همکاران (۲۰۰۴) کارواکرول را ترکیب اصلی اسانس مرزه خوزستانی گزارش کردند. اسانس‌های محتوی کارواکرول دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی هستند و از این جهت حائز اهمیت‌اند (Wagner *et al.*, 1986). در این تحقیق اثر متقابل شوری و اسید اسکوربیک بر گیاه مرزه خوزستانی به منظور تخفیف اثر تنش شوری بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تغییرات میزان رنگیزه‌ها، پرولین، قندهای محلول و پروتئین گیاه مرزه خوزستانی تحت تنش شوری در حضور و غیبت اسید اسکوربیک آزمایشی به صورت کشت گلدانی و با استفاده از بوته‌های مرزه خوزستانی که از شرکت داروسازی خرمان لرستان تهیه گردید در آزمایشگاه تحقیقاتی زیست-شناسی دانشگاه لرستان انجام شد. گلدان‌های هشت کیلوگرمی با مخلوط خاک زراعی، ماسه و کود حیوانی با نسبت‌های ۳:۱:۱ پر شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرحی کاملاً تصادفی، در ۶ تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل ۴ سطح شوری صفر (شاهد)، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ گرم نمک NaCl در ۱۰۰ کیلوگرم خاک و فاکتور دوم شامل سطح اسید اسکوربیک شامل صفر (شاهد) و ۲ میلی‌مولار بودند. جهت جلوگیری از اعمال تنش‌های شوری شدید و ناگهانی به گیاهان تحت تیمار، اعمال تنش‌های شوری بالاتر به صورت تدریجی و مطابق جدول

۱ انجام شد. NaCl مورد استفاده برای اعمال تنش‌ها ابتدا در آب آبیاری به صورت کامل حل شد و هفته‌ای یک بار به میزان مورد نظر به گیاهان تحت تیمار اضافه شد.

جدول ۱- برنامه هفتگی اعمال تیمارهای شوری

Table 1. Weekly program of administration salinity treatment

تیمار*	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم
شاهد	۰	۰	۰	۰
۴۰	۰	۴۰	۰	۰
۸۰	۰	۴۰	۴۰	۰
۱۲۰	۴۰	۴۰	۴۰	۰

* سدیم کلراید (گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک)
NaCl (gr/100kg soil)

$$\text{ب کلروفیل} = \frac{[(22.9 \times D645) - (4.93 \times D663)] \times V}{1000 \times W}$$

روش استخراج و سنجش قند محلول

سنجش قند محلول اندام هوایی به روش کوچرت (۱۹۸۷) انجام شد. بدین صورت که ۰/۱ گرم از نمونه‌ها در الکل ۷۰ درصد به مدت یک هفته قرار داده شد؛ سپس ۱ میلی‌لیتر از محلول رویی برداشته و به آن ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ اضافه شد و پس از نیم ساعت جذب نوری آنها در طول موج ۴۸۵ نانومتر به وسیله اسپکتروفومتر خوانده شد. رسم منحنی استاندارد با استفاده از گلوکز و تعیین میزان قند بر حسب گرم در هر گرم وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد.

روش استخراج و سنجش پروتئین

سنجش پروتئین به روش لاورى و همکاران (۱۹۵۱) صورت گرفت. برای سنجش میزان پروتئین مراحل کار به این ترتیب بود: همگن سازی نمونه‌ها در بافر ۱ مولار تریس اسید کلریدریک، سانتریفوژ کردن نمونه‌ها، تهیه معرف‌های A (کربنات سدیم و سود ۵/۵ نرمال)، B (سولفات مس ۱ درصد)، C (تارتارات-سدیم-پتاسیم ۲ درصد)، D (شامل معرف‌های A و B و C)، معرف E (معرف فولین ۲ نرمال)، افزودن ۱ میلی‌لیتر معرف D به

تیمار اسیدآسکوربیک هم‌زمان با اجرای هفتگی تیمار شوری به صورت محلول پاشی برگ‌ها با غلظت ۲ میلی‌مولار انجام شد، به طوری که سطح برگ‌ها با محلول اسیدآسکوربیک کاملاً خیس می‌شد.

روش استخراج رنگیزه‌ها

اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاروتنوئیدها در برگ‌های مرزۀ خوزستانی به ترتیب با استفاده از روش آرنون ۱۹۴۹، و لیختن تالر ۱۹۸۷ انجام شد. مطابق با این روش، ۰/۱ گرم از بافت تر برگ وزن شد و رنگیزه‌ها با استون ۸۰ درصد و با کمک سانتریفوژ یخچال‌دار در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۲۰ دقیقه و با سرعت ۴۰۰۰g استخراج شدند.

جذب در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر با اسپکتروفومتر (مدل JENWAY 6405) خوانده و مطابق با رابطه‌های زیر میزان رنگیزه‌های یاد شده بر حسب میلی‌گرم در هر گرم وزن تر بافت گیاهی بر اساس فرمول‌های ذیل محاسبه شد.

$$\text{= کاروتنوئید} = \frac{(100 \times D470 - 1.82 \times \text{Chl.a} - 85.02 \times \text{Chl.b})}{198}$$

= حجم عصاره
= وزن بافت گیاهی

$$\text{کلروفیل کل} = \frac{[(20.2 \times D645) + (8.02 \times D663)] \times V}{1000 \times W}$$

$$\text{= کلروفیل a} = \frac{[(12.7 \times D663) - (2.69 \times D645)] \times V}{1000 \times W}$$

۴۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک، میزان رنگیزه‌ها افزایش یافت و سپس با افزایش بیشتر نمک تا ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک از میزان رنگیزه‌ها کاسته شد و با افزایش شوری تا ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک بر میزان رنگیزه‌ها افزوده شد. درباره رنگیزه‌ها اختلاف بین کلیه تیمارها در سطح احتمال ۹۵ درصد نسبت به شاهد معنی دار بود. براساس نتایج به دست آمده، مقدار قند محلول، پروتئین و پرولین با افزایش شوری تا ۴۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک در حضور اسید اسکوربیک کاهش نشان داد، در حالی که با افزایش بیشتر غلظت شوری تا ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک در حضور اسید اسکوربیک این مقادیر افزایش یافت. طی روند افزایش شوری تا ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک از میزان این مؤلفه‌ها کاسته شد که تفاوت‌ها درباره قند محلول و پروتئین در سطح احتمال ۹۵ درصد نسبت به شاهد معنی دار اما در باره پرولین این افزایش معنی دار نبود (شکل ۵، ۶، ۷ و ۸). براساس نتایج این مطالعه، مقدار قند محلول، پروتئین و پرولین با افزایش شوری از صفر به ۴۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک افزایش یافت و با افزایش شوری تا ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک از مقدار این مؤلفه‌ها کاسته شد. با افزایش تنش شوری تا سطح ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک بر میزان قند محلول، پروتئین و پرولین افزوده شد که تفاوت‌ها در باره قند محلول و پروتئین در سطح احتمال ۹۵ درصد نسبت به شاهد معنی دار اما در مورد پرولین این افزایش معنی دار نبود.

بحث

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که در غلظت شوری ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک بر میزان رنگیزه‌های گیاه افزوده شد و در غلظت ۴۰ و ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک از میزان آنها کاسته شد. برخی از تنش‌های محیطی، مقدار کلروفیل و محصول را کاهش می‌دهند و این کاهش بستگی به ژنوتیپ گیاه دارد (Colom & Vazzana, 2001). اکبری و همکاران نشان دادند که در مرزه تابستانی (*Satureja hortensis*)، میزان کلروفیل a از شوری صفر تا ۲ دسی‌زیمنس افزایش یافت.

نمونه، اضافه کردن ۳ میلی‌لیتر معرف B، خواندن جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۵۰ نانومتر در مقابل شاهد. در نهایت، منحنی استاندارد با استفاده از سرم آلبومین گاوی رسم شد و میزان پروتئین بر حسب گرم در گرم وزن تر گیاه محاسبه شد.

روش استخراج و سنجش پرولین

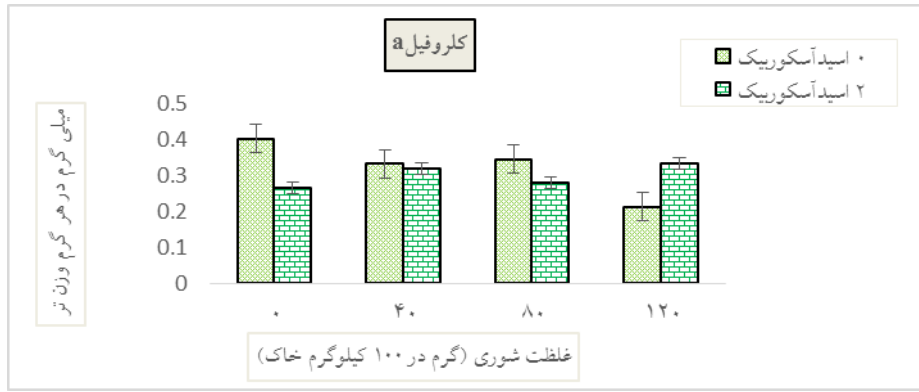
برای تعیین میزان پرولین با روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) این مراحل انجام شد: توزین نمونه‌های تر و همگن‌سازی آن در ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوسالسیلیک ۳ درصد، سانتریفوژ کردن نمونه‌ها و اضافه کردن معرف نینیدرین و اسیداستیک خالص و اسیدفسفریک ۶ مولار، قراردادن در بن‌ماری به مدت ۱ ساعت، افزودن تولوئن، جداسازی محلول بالایی و خواندن جذب آن در طول موج ۵۲۰ نانومتر در مقابل شاهد. در پایان منحنی استاندارد پرولین رسم شد و میزان پرولین اندام‌های گیاه بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر نمونه محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

مقایسه میانگین داده‌ها به وسیله آزمون دانکن و با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب نسخه ۱۶ انجام شد. شکل‌ها نیز با استفاده از اکسل رسم شد.

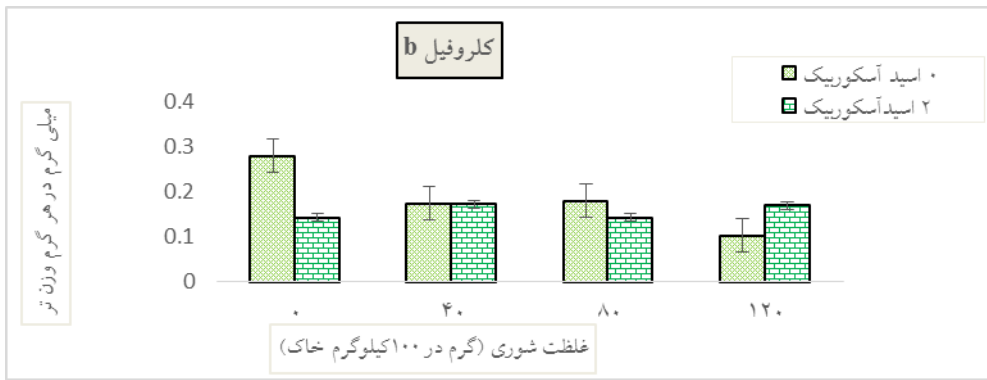
نتایج

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش تنش شوری از صفر به ۴۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک، از مقدار رنگیزه‌ها (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها) کاسته شد و در ادامه، با افزایش شوری تا ۸۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک مقدار رنگیزه‌ها افزایش یافت و در غلظت ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک نمک از مقدار رنگیزه‌ها مجدداً کاسته شد. در باب رنگیزه‌ها اختلاف بین کلیه تیمارها در سطح احتمال ۹۵ درصد نسبت به شاهد معنی دار بود (شکل ۱، ۲، ۳ و ۴). نتایج حاصل از گیاهانی که تحت تیمار شوری در حضور اسید اسکوربیک بودند نشان داد که با افزایش شوری از صفر به



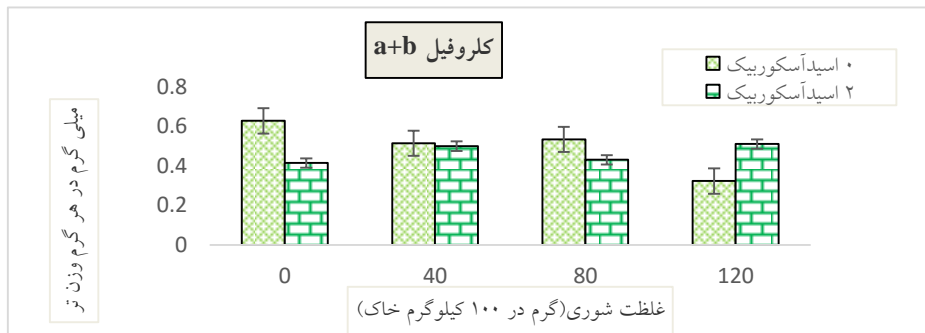
شکل ۱- تغییرات مقدار کلروفیل a در غلظت‌های مختلف شوری در حضور و غیبت اسید آسکوربیک.

Fig. 1. Alterations in chlorophyll a level at different concentrations of salinity in the presence and absence of ascorbic acid.



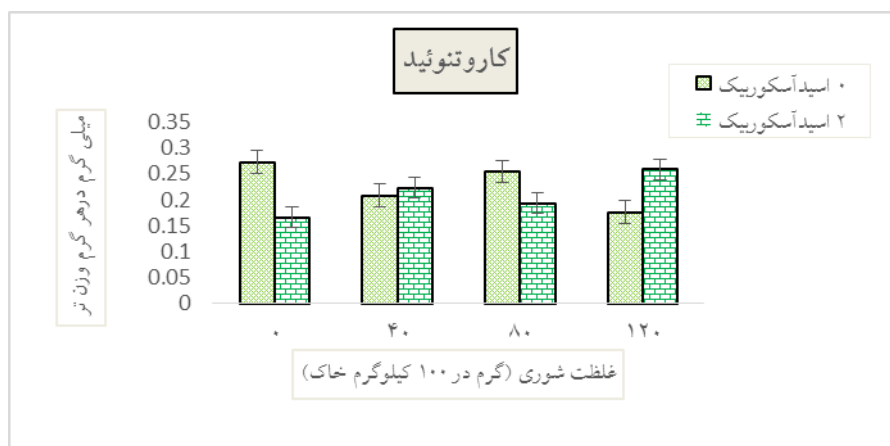
شکل ۲- تغییرات مقدار کلروفیل b در غلظت‌های مختلف شوری در حضور و غیبت اسید آسکوربیک.

Fig. 2. Alterations in chlorophyll b level at different concentrations of salinity in the presence and absence of ascorbic acid.



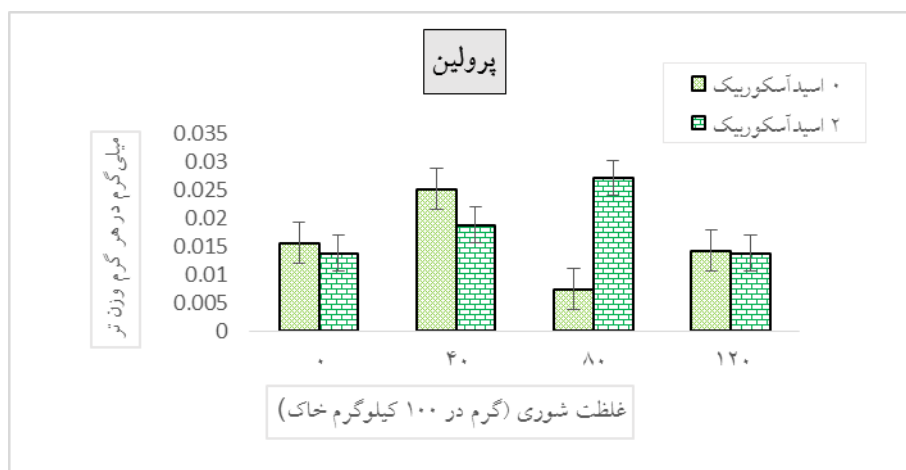
شکل ۳- تغییرات مقدار کلروفیل a+b در غلظت‌های مختلف شوری در حضور و غیبت اسید آسکوربیک.

Fig. 3. Alterations in chlorophyll a+b level at different concentrations of salinity in the presence and absence of ascorbic acid.



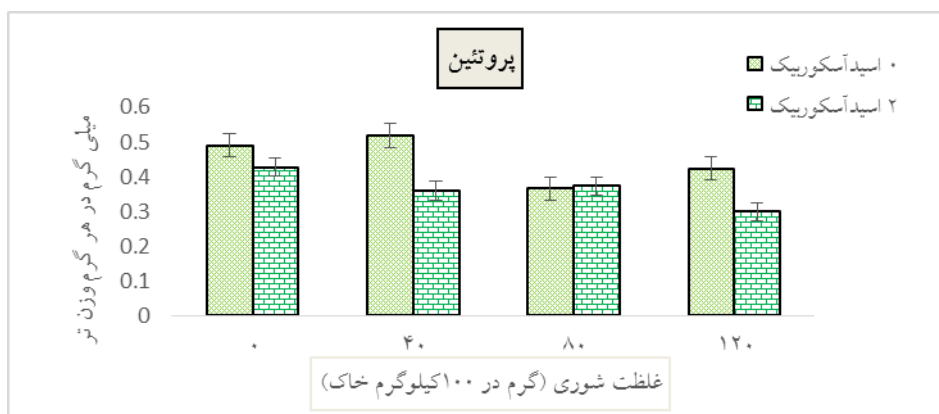
شکل ۴- تغییرات مقدار کاروتنوئید در غلظت‌های مختلف شوری در حضور و غیبت اسید اسکوربیک.

Fig. 4. Alterations in carotenoid levels at different concentrations of salinity in the presence and absence of ascorbic acid.



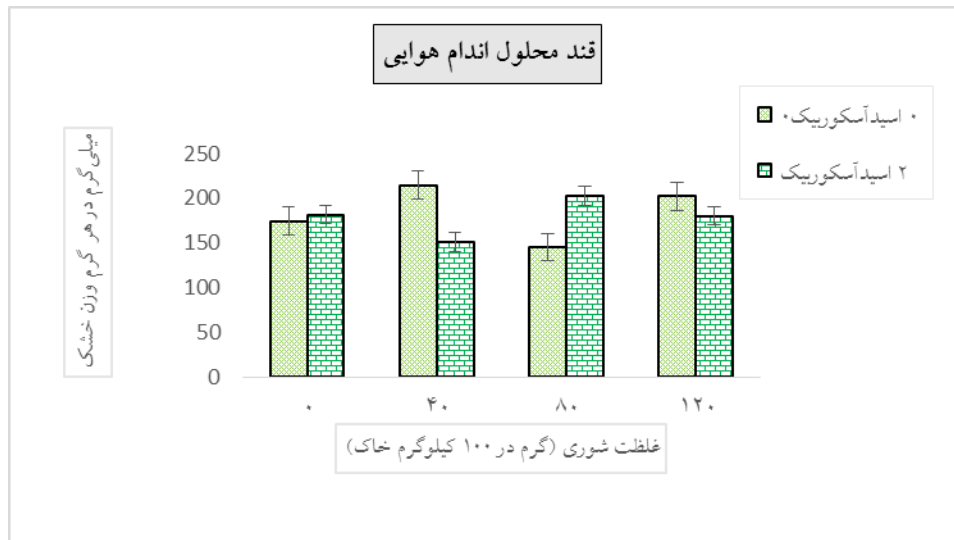
شکل ۵- تغییرات مقدار پرولین در غلظت‌های مختلف شوری در حضور و غیبت اسید اسکوربیک.

Fig. 5. Alterations in proline level at different concentrations of salinity in the presence and absence of ascorbic acid.



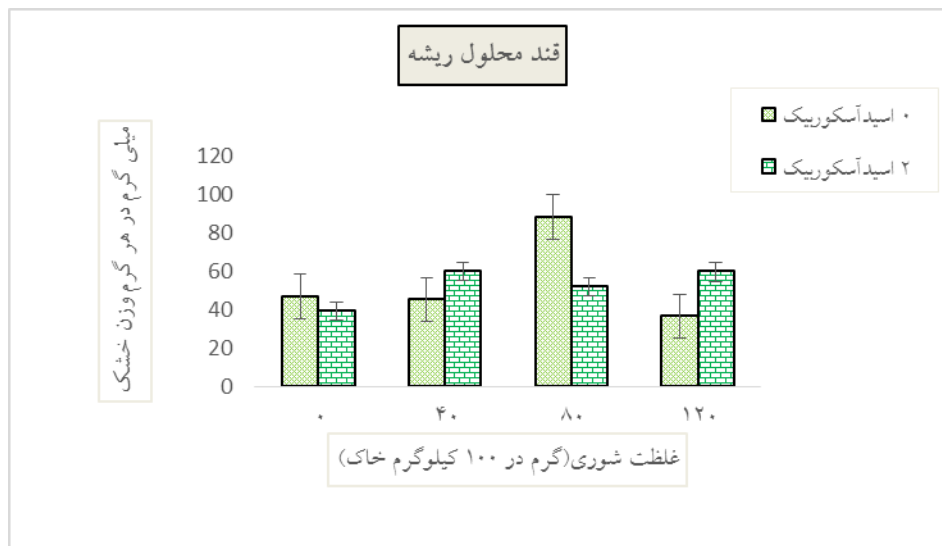
شکل ۶- تغییرات مقدار پروتئین در غلظت‌های مختلف شوری در حضور و غیبت اسید اسکوربیک.

Fig. 6. Alterations in protein levels at different concentrations of salinity in the presence and absence of ascorbic acid.



شکل ۷- تغییرات مقدار قند محلول اندام هوایی در غلظت‌های مختلف شوری در حضور و غیبت اسید آسکوربیک

Fig. 7. Alterations in soluble sugar of aerial parts at different concentrations of salinity in the presence and absence of ascorbic acid.



شکل ۸- تغییرات قند محلول در غلظت‌های مختلف شوری در حضور و غیبت اسید آسکوربیک.

Fig. 8. Alterations in soluble sugar at different concentrations of salinity in the presence and absence of ascorbic acid.

اسید آسکوربیک را مربوط به کاهش زیان‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد واکنش‌گر نسبت به ماکرومولکول‌های زیستی (Noctor & Foyer, 1998) از جمله پروتئین‌های ضروری یا نوکلئیک‌اسیدها می‌دانند (Inze & Van Montagu, 1995). چنان‌که مشاهده می‌شود، در این مطالعه حفظ محتوای کلروفیل در غلظت شوری ۴۰ و ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک که از طریق تیمار اسید آسکوربیک حاصل شده است، به ثبات فتوسنتز در این وضعیت کمک می‌کند. تیمار اسید آسکوربیک

این در حالی است که شوری ۴ دسی‌زیمنس کاهش و با افزایش شوری تا ۶ دسی‌زیمنس مجدداً افزایش یافت. میزان کلروفیل b از شوری صفر تا ۲ دسی‌زیمنس کاهش پیدا کرد و بعد در ۴ دسی‌زیمنس افزایش یافت و در ۶ دسی‌زیمنس کاهش نشان داد؛ میزان کلروفیل کل از شوری صفر تا ۲ دسی‌زیمنس افزایش داشت، در شوری ۴ دسی‌زیمنس کاهش یافت و در شوری شش دسی‌زیمنس افزایش نشان داد که این نتایج تا حدودی با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. بیشتر گزارش‌های ارائه شده اثر حمایتی

همکاران، (۱۳۹۱) در زیره سبز نشان دادند که با افزایش غلظت کلرید سدیم میزان پرولین در تمام تیمارها نسبت به شاهد افزایش یافت و در غلظت‌های یکسان کلرید سدیم تیمارهایی که تحت تأثیر اسید اسکوربیک قرار گرفته بودند، در مقایسه با گیاهانی که فقط تحت تأثیر کلرید سدیم بودند افزایش بیشتری در میزان پرولین نشان دادند و بیشترین میزان اسید اسکوربیک در بیشترین مقدار شوری بود که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد.

تجمع پرولین یکی از شاخص‌هایی است که با افزایش مقاومت نسبت به کم‌آبی و شوری ایجاد شده در گیاهان رابطه مستقیم دارد (Saneoka *et al.*, 2004). تجمع پرولین در سیتوپلاسم سلول گیاهی مانند اسموتیکوم در حفاظت ساختمان ماکرومولکول‌ها در محیطی که تعادل یونی آن به هم خورده است عمل می‌کند (Nayyar, 2003). افزایش پرولین به حفظ تورم و کاهش خسارت غشا در گیاهان منجر می‌شود. بدین‌ترتیب با روش تنظیم اسمزی، سازگاری به تنش کم‌آبی و شوری افزایش می‌یابد (Pandey & Agarwal, 1998). قندها سبب تنظیم اسمزی و نیز پایداری غشاها و پروتئین‌های موجود در سلول می‌شوند. این عمل می‌تواند از طریق تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های کربوکسیل قندها و زنجیره‌های قطبی پروتئین‌ها و بالاخره پایداری پروتئین‌ها صورت گیرد. برای مثال تجمع ساکارز موجب حفظ فسفولیپیدهای غشا می‌شود و از تغییرات ساختاری در پروتئین‌های محلول سلول نیز جلوگیری می‌کند. گیاهانی که در تنش شوری حاوی قندهای محلول بیشتری هستند تحمل شوری بیشتری از خود نشان می‌دهند. تغییر در متابولیسم و تبدیل قندها در وضعیت اسمزی در تحمل تنش دارای نقش تعیین‌کننده‌ای است. افزایش غلظت قندها، علاوه بر اینکه باعث منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی در سیتوپلاسم می‌شود، در حفاظت اسمزی غشاها و نیز جاروب کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن نیز می‌شود (Kerepesi & Galiba, 2000). اسمیرنف معتقد است که اسکوربیک اسید به‌مثابه یک ملکول کوچک با توان فیزیولوژیک بالا می‌تواند فرآیند ماده‌سازی و به ویژه ساخت قندها را در جهتی القا کند که در نهایت به رشد گیاه منجر شود. به عبارت دیگر، کاهش قندهای محلول در حضور اسکوربیک اسید ممکن است به دلیل افزایش رشد باشد.

از پیامدهای مخرب تنش بر رشد و محتوای کلروفیل می‌کاهد که ممکن است به دلیل نقش کلیدی اسید اسکوربیک در کاهش آنتی‌اکسیدان‌ها باشد.

تنش شوری باعث افزایش رادیکال‌های آزاد در کلروپلاست‌ها می‌شود و تخریب کلروفیل و غشای کلروپلاست را در پی دارد. کاهش مقدار کلروفیل در پی تنش‌ها می‌تواند به علت تخریب کلروفیل ناشی از جدا شدن فیتولی از حلقه پورفیرینی در اثر گونه‌های فعال اکسیژن یا آنزیم کلروفیلاز باشد. بررسی‌ها بیان بالایی ژن کلروفیلاز در اثر تنش شوری و خشکی را نشان داده است.

کاهش مقدار کاروتنوئیدها در وضعیت تنش به دلیل تجزیه بتاکاروتن و تولید زآگزانتین در چرخه گزانتوفیل و یا اکسیده شدن مستقیم آن توسط اکسیژن یکتایی است (Sultana *et al.*, 1999). اسکوربیک اسید نقش تعیین‌کننده‌ای در جاروب کردن گونه‌های فعال اکسیژن و همچنین، پراکندگی تشعشعات بیش-ازحد خورشید ایفا می‌کند، زیر اسکوربیک اسید برای فعالیت آنزیم‌های چرخه گزانتوفیل ضروری است (Loggini *et al.*, 1999).

گزارش شده است که با بررسی کاربرد برون‌زای اسید اسکوربیک بر تحمل شوری نخود این نتیجه حاصل می‌شود که هم‌زمان با افزایش غلظت نمک تا ۴۰ میلی‌مولار، محتوای کلروفیلی برگ کاهش می‌یابد ولی با کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۴۰ میلی‌مولار این کاهش به سرعت جبران می‌شود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (Mohamed, 2008). در این مطالعه، در غلظت شوری ۴۰ و ۱۲۰ گرم در ۱۰۰ کیلوگرم خاک برای تنظیم اسمزی بر میزان پرولین، قند و پروتئین افزوده می‌شود.

نجفی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که قند محلول در مرزه تابستانی (*Satureja hortensis*) طی شوری از صفر تا ۷۰ میلی‌مولار افزایش یافت و در ۱۰۰ میلی‌مولار کاهش نشان داد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. آنها همچنین نشان دادند که در این گیاه طی تغییر شوری از صفر تا ۱۰۰ میلی‌مولار بر مقدار پرولین افزوده شد که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد. قربانلی و

مونوریبوزوم‌ها می‌شود که این مسئله بازگوکننده کاهش سنتز پروتئین‌ها است. در پژوهش حاضر، استفاده از اسکوریبیک اسید به طور کلی باعث افزایش محتوی پروتئین شد. اسکوریبیک-اسید با حذف مستقیم یا غیرمستقیم رادیکال‌های آزاد از اکسید-شدن و تخریب ساختارهای پروتئین‌ها جلوگیری می‌کند. مشابه نتایج این تحقیق کاربرد اسکوریبیک اسید خارجی مقدار پروتئین را در گیاه سیب‌زمینی تحت تنش افزایش داده است (دانشمند، ۱۳۹۲).

سپاسگزاری

مؤلفان بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از اعضای گروه زیست‌شناسی لرستان و شرکت داروسازی خرمان لرستان بابت تأمین نهال‌های مورد استفاده در این پژوهش اعلام می‌کنند.

البته این احتمال وجود دارد که با کاربرد اسکوریبیک اسید تنش کاهش یابد و ضرورت افزایش قندهای محلول کاهش یافته باشد. اغلب پروتئین‌های گیاهی با شوری القا می‌شوند، که آنها را می‌توان در دو گروه قرار داد: پروتئین‌های مربوط به تنش شوری، که فقط در وضعیت شوری افزایش می‌یابند، و پروتئین‌های مربوط به دیگر تنش‌ها مثل گرما، سرما، خشکی و غیره. پروتئین‌های تجمع‌یافته در گیاهان تحت تنش شوری، شکلی از نیتروژن ذخیره‌ای را فراهم می‌کنند که نه تنها در تنش شدید استفاده می‌شود بلکه در تنظیم اسمزی نقش دارد (Ashraf & Hariss, 2004). کاهش غلظت پروتئین در تنش شوری می‌تواند به علت کاهش سنتز و افزایش هیدرولیز آنها طی تنش باشد. تنش کم‌آبی سبب تخریب ساختار پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه می‌شود. کاهش پتانسیل آب در برگ‌های ذرت، موجب نقصان درخور توجهی در پلی‌ریبوزوم‌ها و

References / منابع

- دانشمند، ف. ۱۳۹۲. اثر پی تیمار اسکوریبیک اسید در گیاه گوجه-فرنگی و واکنش به تنش خشکی میزان تنش اکسیداتیو، اسمولیت‌ها، ترکیبات فنلی و پروتئین. زیست‌شناسی گیاهی ۱۸: ۵۳-۶۶.
- عصری، ی.، ۱۳۸۶. جغرافیای گیاهی. انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران. ۲۳۲ صفحه.
- قربانلی، م.، ساطعی، آ. و مقیسه، ا.، ۱۳۸۲. اثر شوک‌های مختلف محیط بر فعالیت کاتالاز، پروکسیداز و نیترات ردوکتاز در ریشه و برگ‌های دو رقم کلزا (*Brassica napus*). پژوهش و سازندگی ۱۶(۱): ۳۹-۴۳.
- شهبازی، م. و محقق دوست، ز. ۱۳۷۵. بررسی آثار کلرور سدیم بر رشد و انباشت ترکیبات آلی و معدنی در گندم. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۷(۴): ۸۷-۷۰.
- Akbari, S., Kordi, S., Fatahi, S. and Ghanbari, F., 2013. Physiological responses of summer savory (*Satureja hortensis* L.) under salinity stress. – Int. J. Agri. Crop. Sci. 5(15): 1702-1708.
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. – Plant Physiol. 24(1): 1-15.
- Ashraf, M. and Harris, P. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. – Plant Sci. 166(1): 3-16.
- Bates, L., Waldren, R. and Teare, I. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. – Plant soil 39(1): 205-207.
- Bradford, K.J. and Hsiao, T.C. 1982. Physiological response to moderate water stress. In: Physiological Plant Ecology. II. Water relation and carbon assimilation Encyclopedia Plant physiques, Vol. 123, eds Laneg, O.L., Nobel, P. S., Osmond, C. B. and Zeigler, Z, Springer Vellage, Berlin and New York. pp. 263-324.
- Colom, M. and Vazzana, C. 2001. Drought stress effects on three cultivars of *Eragrostis*

curvula: photosynthesis and water relations. – *Plant Growth Regul.* 34(2): 195-202.

Farsam, H., Amanlou, M., Radpour, M., Salehinia, A. and Shafiee, A. 2004. Composition of the essential oils of wild and cultivated *Satureja khuzistanica* Jamzad from Iran. – *Flavour Frag. J.* 19(4): 308-310.

Huang, C., He, W., Guo, J., Chang, X., Su, P. and Zhang, L. 2005. Increased sensitivity to salt stress in an ascorbate-deficient *Arabidopsis* mutant. – *J. Exp. Bot.* 56(422): 3041-3049.

Inze, D. and Montagu, M.V. 1995. Oxidative stress in plants. – *Curr. Opin. Biotech.* 6(2): 153-158.

Jamzad, Z. 1994. A new species of the genus *Satureja* (Labiatae) from Iran. – *Iranian J. Bot.* 6(2): 215-218.

Jones, J. B. 1983. *A Guide for the Hydroponic and Soilless Culture Grower.* Timber Press, 124 p.302-312.

Kerepesi, I. and Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alternation in solute carbohydrate content in wheat seedlings. – *Crop Sci.* 40: 482-487.

Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol-sulfuric acid method. *Handbook of physiological methods* 2: 95-97.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. – *Meth. Enzymol.* 148: 350-382.

Loggini, B., Scartazza, A., Brugonli, E. and Navari-Izzo, F. 1999. Antioxidative defense system, pigment composition and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. – *Plant Physiol.* 119: 1091-1099.

Mohamed, S. B. 2008. Exogenous ascorbic acid (vitamin C) induced anabolic changes for salt tolerance in chick pea (*Cicer arietinum* L.) plants. – *Afr. J. Plant Sci.* 2(10): 118-123.

Munns, R., James, R. A. and Lauchli, A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. – *J. Exp. Bot.* 57(5): 1025-1043.

Najafi, F., Khavari-Nejad, R. and Ali, M. S. 2010. The effects of salt stress on certain physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis* L.) plants. – *J. Stress physiol. Biochem.* 6(1): 13-21.

Nayyar, H. 2003. Accumulation of osmolytes and osmotic adjustment in water-stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and its antagonists. – *Environ. Exper. Bot.* 50(3): 253-264.

Noctor, G. and Foyer, C.H. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. – *Annu. Rev. Plant Biol.* 49(1): 249-279.

Pandey, R. and Agarwal, R. 1998. Water stress-induced changes in proline contents and nitrate reductase activity in rice under light and dark conditions. – *Physiol. Mol. Biol. Plants.* 4: 53-57.

Parida, A. K. and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. – *Ecotox. Environ. Safe.* 60(3): 324-349.

Saneoka, H., Moghaieb, R.E., Premachandra, G.S. and Fujita, K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. – *Environ. Exp. Bot.* 52(2): 131-138.

Silva, C., Martinez, V. and Carvajal, M. 2008. Osmotic versus toxic effects of NaCl on pepper plants. – *Biol. Plantarum* 52(1): 72-79.

Smirnoff, N. 2000. Ascorbic acid, metabolism and function of a multi-faceted molecule. – *Curr. Opin. Plant Biol.* 3: 229-235.

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(3): 211-220.

Van Breusegem, F., Vranova, E., Dat, J.F. and Inze, D. 2001. The role of active oxygen species in plant signal transduction. – *Plant Sci.* 161(3): 405-414.

Wagner, H., Wierer, M. and Bauer, R. 1986. In vitro inhibition of prostaglandin biosynthesis by essential oils and phenolic compounds. – *Planta Med.* (3): 184-187.

Amiri, H. and Moazzeni, L. 2016. Interaction of salinity and ascorbic acid with some biochemical features in *Satureja khuzestanica*. – *Nova Biol. Rep.* 3(1): 69-79.

امیری، ح. و مؤذنی، ل. ۱۳۹۵. اثر متقابل شوری و اسید آسکوربیک بر برخی از ویژگی‌های بیوشیمیایی مرزۀ خوزستانی. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۳: ۶۹-۷۹.