تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد نهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۵
۳۰۱-۲۹۱

تأثیر مصرف آسکوربات و جیبرلین بر مکانیسم‌های غیرآنزیمی گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) در شرایط تنش شوری

علیرضا پازکی[1*]، الهام نیکی اسفهلان[2]

۱. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ایران.

۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر و عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری.

تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۹

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش شوری و بر هم‌کنش آن با آسکوربات و جیبرلین بر روی صفات فیزیولوژیکی گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۲ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از، تنش شوری در چهار سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی مولار)، آسکوربات در دو سطح (۰ و ۴ میلی مولار) و جیبرلین در دو سطح (۰ و ۲ میلی مولار). نتایج به دست آمده نشان داد که تنش شوری، سبب کاهش پروتئین و قند نامحلول اندام هوایی و ریشه، افزایش پرولین اندام هوایی و ریشه و قند محلول در دو ناحیه، جهت کاهش اثر سوء تنش گردید. هم‌چنین بر اساس یافته‌های تحقیق، استفاده از آسکوربات و جیبرلین باعث بهبود صفات میزان پرولین، قند محلول و افزایش مقاومت گیاه در شرایط تنش شوری شد. یافته های تحقیق نشان داد، اثر متقابل ۳ گانه عوامل آزمایشی بر صفات قند محلول اندام هوایی، قند نامحلول اندام هوایی و ریشه، پروتئین اندام هوایی و ریشه معنی‌دار بود. در این شرایط بیشترین میزان قند محلول اندام هوایی (۱۹/۱۰ میلی گرم بر لیتر) و پرولین اندام‌هوایی (۲۹/۳۰ میلی گرم بر لیتر) و ریشه (۲۰/۱۸ میلی گرم بر لیتر)، در شرایط تنش شوری شدید (۷۵ میلی مولار) و محلول‌پاشی آسکوربات و جیبرلین حاصل شد. بنابراین می‌توان اظهار داشت که با محلول‌پاشی دو ترکیب مورد استفاده می‌توان از طریق فعال‌سازی مکانیزم‌های غیرآنزیمی مقاومت گیاه دارویی مرزه را به تنش شوری افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آسکوربات، جیبرلین، شوری، مرزه، مکانیسم‌های غیرآنزیمی.

مقدمه

مرزه (*Satureja hortensis* L.) یکی از گیاهان دارویی متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که بیش از ۳۰ گونه آن در شرق مدیترانه می‌روید. (Hadian et al., 2008) مرزه تابستانه به همراه مرزه زمستانه تنها گونه‌های این جنس هستند که به‌عنوان سبزی، ادویه یا گیاه دارویی کشت می‌شوند. (Hadian, 2008) مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله، دارای ساقه چهارگوش، مستقیم و به ارتفاع ۶۰-۳۰ سانتی‌متر است. برگ‌های گیاه نیزه‌ای شکل، متقابل با دمبرگ کوتاه می‌باشند. گل‌ها منظم و دوجنسی و میوه‌ها کوچک، کروی و از نوع فندقه هستند (Rechinger, 1982). مرزه بومی جنوب اروپا، آناتولی، قفقاز، عراق و غرب ایران بوده و امروزه در اغلب نقاط دنیا کشت می‌گردد (Novak et al., 2006).

تنش‌های محیطی ازجمله عوامل کاهنده رشد و عملکرد کمی و گیاهان دارویی می‌باشند (Inanloofar et al., 2013). شوری خاک یکی از اصلی‌ترین تنش‌های محیطی تأثیرگذار بر رشد گیاهان و عملکرد آن‌ها است (Allakhverdiev et al., 2000). تخمین زده می‌شود که

* نگارنده پاسخگو: علیرضا پازکی. پست الکترونیک: pazoki_agri@yahoo.com

بیش از ۲۰ درصد از کل زمین‌های زراعی دنیا، دارای سطوح مختلف شوری می‌باشند که به نحوی باعث تأثیر تنش شوری روی گیاهان زراعی شوند و تأثیر این تنش در مناطق خشک و نیمه‌خشک شدیدتر است (Maghsoudi Moud and Maghsoudi., 2008). بیش‌ترین زمین‌های شور در آسیا پس از روسیه، چین، هندو پاکستان متعلق به ایران است (Shahsevand Hassani., 2000).

سازش گیاهان به تنش‌های محیطی ازجمله شوری با انباشتن متابولیت‌هایی نظیر کربوهیدرات‌ها صورت می‌گیرد (Sanito di Toppy and Gabbrielli., 1999). امروزه محلول‌پاشی برخی مواد توانسته است از اثرات تنش شوری به‌واسطه فعال‌سازی مکانیسم‌های تحمل به شوری بکاهند (Moghadam et al., 2012). قندهای محلول گروهی از اسمولیت‌ها سازگاری هستند که در داخل سلول‌های گیاهی به‌عنوان تنظیم‌کننده دخالت داشته و در زمان بروز تنش، بر محتوای این ترکیب‌ها در داخل سلول‌های گیاهی افزوده می‌شوند (Buhnert et al., 1995). گزارش‌های متعددی حکایت از تجمع کربوهیدرات‌های محلول در سلول‌های گیاهان تحت تنش شوری وجود دارد که ازجمله می‌توان به گزارش‌های حیدری و مصری (Heidari and Mesri., 2008) بر روی گندم، خسروی‌نژاد و همکاران (Khosravinejad et al., 2009) بر روی جو (*Hordeum vulgare* L.) اشاره کرد. در شرایط تنش شوری، محتوای پرولین که در گیاه به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های اسمزی و محلول‌های سازگار تولید می‌شود، دست‌خوش تغییراتی می‌گردد (Nedjimi et al., 2006). به دنبال تنش شوری، تنش‌های ثانویه نظیر تنش اکسیداتیو نیز بروز می‌کنند که در این حالت، تولید و انباشتگی رادیکال‌های فعال به اکسیده‌شدن پروتئین‌ها، لیپیدها و درنهایت مرگ سلول منجر می‌شود (Molassiotis et al., 2006; Nasir Khan et al., 2007). سینگ و پال (Singh and Pal., 1995) معتقدند یکی از اثرهای شوری کاهش سنتز پروتئین است، این اثر منفی شامل تخریب مکانیسم‌های رونویسی و ترجمه mRNA است. گزارش‌های متعددی مبنی بر کاهش مقدار پروتئین در گیاهانی که تحت تنش شوری قرار داشتند، وجود دارد که ازجمله می‌توان به نتایج تحقیقات دولت‌آبادیان و همکاران (Dolatabadian et al., 2008) بر روی کلزا و خسروی‌نژاد و همکاران (Khosravinejad et al., 2009) بر روی جو اشاره کرد. سلول‌های گیاهی برای حفاظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو، مجهز به یک سیستم جاروب کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند، که از این میان می‌توان به اسید آسکوربیک اشاره نمود. اسید آسکوربیک از آنتی‌اکسیدان‌های بسیار قوی می‌باشد که با احیای رادیکال‌های آزاد موجب بازدارندگی آن‌ها می‌شود. (Fecht Christoffers et al., 2003) مصرف خارجی اسید آسکوربیک سبب افزایش مقاومت به تنش شوری و کاهش اثر مضر تنش‌های اکسیداتیو می‌شود (Shalata and Neumann., 2001). اسید آسکوربیک به سه طریق در واکنش‌های بیوشیمیایی در گیاهان نقش ایفا می‌کند. اول به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان به‌طور مستقیم در از بین بردن پراکسید هیدروژن تولیدشده به‌وسیله احیای نوری اکسیژن در فتوسیستم یک عمل می‌کند نوکتر و فویر (Noctor and Foyer., 1998) دوم، مونو-دهیدرو آسکوربات تولیدشده به‌وسیله آسکوربات پراکسیداز به‌طور مستقیم پذیرنده الکترون در فتوسیستم یک می‌شود (Foyer et al.,1994)؛ و سوم اسید آسکوربیک کوفاکتوری برای چرخه ویولاگزانتین می‌گردد (Asada, 1999) که این چرخه گیاهان را در برابر آسیب‌های فتواکسیداتیو حفاظت می‌کند. جیبرلین‌ها به‌طور تجاری از کشت‌های قارچی به دست می‌آیند و محصول طبیعی و خالص‌شده‌ای است که در گیاهان به کار می‌روند. چهار نوع جیبرلین وجود دارد که اسید جیبرلیک بهترین نوع شناخته‌شده‌ی آن است و معمولاً اسید جیبرلیک تنها جیبرلین اسید که می‌توان به مقدار زیاد به دست آورد. (Hedden and Proebsting., 1999).

با توجه به موارد ذکرشده این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری، اسید جیبرلیک و آسکوربیک اسید بر روی برخی صفات فیزیولوژیکی گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) و در حقیقت بررسی امکان استفاده از اسید جیبرلین و آسکوربات، برای ارتقای مقاومت به تنش شوری و نیل به‌سوی کشاورزی مدرن انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر و شهرستان پاکدشت بر اساس آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید که در آن شوری در چهار سطح (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی

مولار Nacl)، جیبرلین در دو سطح (صفر و ۲ میلی‌مولار) و آسکوربات در دو (سطح صفر و ۴ میلی مولار) در نظر گرفته شدند. قبل از آغاز محلول‌پاشی، کالیبراسیون با استفاده از آب مقطر انجام پذیرفت و بدین ترتیب حجم ۱/۵ لیتر برای محلول‌پاشی ۳۲ عدد گلدان با آسکوربات و جیبرلین تعیین گردید. به فاصله یک آبیاری قبل از اعمال تنش شوری، آسکوربات و جیبرلین با غلظت‌های ذکرشده برای مقاوم‌سازی گیاه به تنش شوری محلول‌پاشی شد و در شروع اعمال تنش نیز در ۴ مرحله به فاصله هر ۷ روز یک‌بار با حجم ۱/۵ لیتر از آسکوربات و جیبرلین مورداستفاده قرار گرفت، محلول‌پاشی توسط سم‌پاش استوانه‌ای مدل TEC 10 FPM (فشار ۲/۵ بار ۷۵۰ سانتی‌متر) بر روی گیاهان انجام پذیرفت. گیاهان بعد از پنج هفته از شروع جوانه‌زنی و به مدت چهار هفته در معرض تنش از طریق آب‌شور قرار گرفتند. در زیر گلدان‌ها از زیرگلدانی استفاده گردید تا در صورت شستشوی نمک براثر آبیاری، آب جمع شده در زیرگلدانی مجدداً به گلدان برگردانده شود. نمونه‌های گیاهی پس از گذشت نه هفته، برای انجام آزمایش‌ها نمونه‌برداری شدند. کاشت گلدانی مرزه با استفاده از خاک کشاورزی سنجش شده ازنظر عناصر ضروری، پس از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک (جدول ۱)، در گلدان‌هایی به قطر ۳۰ سانتی‌متر و عمق ۳۵ سانتی‌متر انجام پذیرفت. کف گلدان‌ها تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر با شن درشت برای زه‌کشی مناسب و به میزان ۷ کیلوگرم از خاک موردنظر پر گردید. کاشت بذر با تراکم زیاد انجام پذیرفت تا درنهایت پس از استقرار گیاه و تنک کردن به تعداد گیاهان به ۸ عدد در هر گلدان رسید. آبیاری گلدان‌ها از زمان کاشت تا اعمال تنش شوری به میزان مساوی در هر گلدان و به فاصله یک روز در میان و بعد از شروع تنش شوری، هفته‌ای دو بار با حجم یکسان ۲۵۰ میلی‌لیتر انجام شد.

سنجش پروتئین جهت اندازه‌گیری پروتئین از روش بردفورد (Bradford, 1976) استفاده شد. در هفته نهم از رشد گیاه، مقدار ۰/۲ گرم بافت برگ تر (برگ توسعه‌یافته از گره سوم ساقه) در هاون چینی سرد و در ظرف یخ با ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار با اسیدیته ۶/۸ هموژن و سانتریفیوژ شد. میزان جذب نوری با دستگاه اسپکتروفوتومتری در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر قرائت گردید.

سنجش میزان پرولین برای سنجش پرولین از روش بیتس و همکاران (Bates et al., 1973) استفاده شد. در این شرایط، ۰/۱ گرم از بافت تر ریشه و اندام هوایی به‌صورت جدا از هم با ۱۰ میلی‌لیتر محلول سولفوسالیسیلک اسید ۳٪ هموژن گردید. بعد از ۴۸ ساعت از کاغذ صافی عبور داده شد و پس از انتخاب یک میلی‌لیتر از محلول، با ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال مخلوط گردید و به مدت یک ساعت در بن‌ماری ۱۰۰ درجه قرار گرفت و به‌سرعت سرد گردید، در ادامه ۴ میلی‌لیتر تولوئن به آن اضافه شد و بعد از ۳۰ دقیقه جذب آن در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر موردسنجش قرار گرفت. مقدار پرولین در برابر نمونه استاندارد محاسبه‌شده و برحسب میلی‌گرم بر لیتر بیان گردید.

سنجش قندهای محلول و نامحلول برای سنجش قند از روش فنل سولفوریک کوچرت (Kochert, 1978) استفاده شد. برای این منظور، ۰/۱ گرم بافت اندام هوایی و ریشه گیاه پس از خشک شدن در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت یک هفته با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ مخلوط گردید، بعد از یک هفته محلول رویی برای اندازه‌گیری مقدار قندهای محلول و رسوبات برای سنجش قندهای نامحلول مورداستفاده قرار گرفت. ۲ میلی‌لیتر محلول رویی با یک میلی‌لیتر فنول ۵٪ مخلوط و به آن ۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید اضافه گردید و بعد از ۳۰ دقیقه جذب آن توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل Carry 100 موردسنجش قرار گرفت. در ادامه رسوبات پس از خشک شدن در آون با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و ۱۵ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. پس از صاف کردن محلول، ۲ میلی‌لیتر از آن را برداشته و با یک میلی‌لیتر فنول و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک مخلوط گردید و با محاسبه میزان جذب در طول‌موج ۴۸۵ نانومتر، میزان صفات ذکرشده تعیین و برحسب میلی‌گرم بر لیتر بیان شد.

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت.

جدول ۱. مشخصات خاک مورد آزمایش.

Table 1. Characteristics of experimented soil.

بافت خاک	اسیدیته	سیلت	رس	شن	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل‌استفاده	سدیم محلول	پتاسیم قابل‌استفاده	رطوبت حد پژمردگی	رطوبت اشباع	هدایت الکتریکی
	pH	Silt %	Clay %	Sand %	Oc %	N.tot %	P.ava Mg/kg	Na.sol Mg/l	K.ava mg/g	PWP %	SP %	Ece ds/m
لومی- رسی Lom-Clay	7.8	20	13	67	4.2	0.4	511	2809	5905	4.13	63	1.35

نتایج و بحث

قند محلول اندام هوایی و ریشه نتایج تحقیق نشان داد که به‌جز اثر اصلی آسکوربات و اثر متقابل شوری و آسکوربات بر قند محلول اندام هوایی و همچنین اثر متقابل سه‌گانه عوامل آزمایشی بر قند محلول ریشه سایر اثرات اصلی و متقابل بر صفات ذکرشده معنی‌دار بودند (جدول ۲). اعمال تنش شوری و کاربرد جیبرلین منجر به افزایش معنی‌دار قند محلول اندام هوایی گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد، تنش شوری شدید ۷۵ میلی‌مولار و کاربرد جیبرلین منجر به دستیابی به بیشترین مقدار قند محلول اندام هوایی (۱۸/۹۷ میلی‌گرم بر لیتر) گردید (جدول ۴) ولی اثرات متقابل شوری و آسکوربات تغییر معنی‌داری را در قند محلول اندام هوایی نشان نداد (جدول ۲ و ۵). کاربرد توأم آسکوربات و جیبرلین نیز منجر به تولید حداکثر مقدار قند محلول اندام‌های هوایی (۱۰/۹۰ میلی‌گرم بر لیتر) شد (جدول ۶). همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان قند محلول اندام هوایی) ۱۹/۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (مربوط به تیمار مصرف آسکوربات، جیبرلین و اعمال تنش شوری ۷۵ میلی‌مولار و کمترین میزان آن با ۲/۳۲ میلی‌گرم بر لیتر به عدم کاربرد جیبرلین، آسکوربات و تنش شوری بود. همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۴) نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان قند محلول ریشه از تیمار تنش شوری شدید (۷۵ میلی‌مولار) و کاربرد جیبرلین (۲۱/۳۸ میلی‌گرم بر لیتر) به دست آمد و کمترین مقدار صفت مذکور (۵/۳۱ میلی‌گرم بر لیتر) از تیمار عدم اعمال تنش شوری و محلول‌پاشی جیبرلین حاصل گردید که نشان از افزایش ۷۵/۱۶ درصدی داشت. گزارش‌های متعددی حاکی از افزایش قندهای محلول در سلول‌های گیاهی تحت تنش شوری وجود دارد که ازجمله آن‌ها می‌توان به سویا (Sheteawi, 2007) و جو (Khosravinejad et al., 2009) اشاره کرد. کاربرد جیبرلین باعث افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول در اندام هوایی و ریشه گیاه نارنج گردید (Hoda et al., 2010).

قند نامحلول اندام هوایی و ریشه نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که به‌جز اثر متقابل آسکوربات و جیبرلین بر قند نامحلول اندام هوایی، تمامی اثرات اصلی و متقابل عوامل آزمایشی بر صفات ذکرشده معنی‌دار گردیدند. (جدول ۲). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که با افزایش غلظت کلرید سدیم و به دنبال آن کاهش قند نامحلول، قند محلول افزایش یافت (جدول ۳). هم‌چنین نتایج حاصل تأیید نمود که گیاهانی تحت تنش شوری و جیبرلین (جدول ۴) و همچنین تنش شوری و آسکوربات (جدول ۵) قرار داشتند، در مقایسه با نمونه‌هایی که تنها در معرض شوری قرار گرفتند، در غلظت‌های یکسان نمک، از قند نامحلول اندام هوایی و ریشه بیشتری برخوردار بودند. کاربرد توأم آسکوربات و جیبرلین سبب افزایش ۳۱/۶۲ درصدی قند نامحلول ریشه نسبت به شاهد گردید (جدول ۶). نتایج به‌دست‌آمده از اثرات متقابل سه‌گانه (جدول ۷) اثبات نمود که کاربرد هم‌زمان جیبرلین و آسکوربات میزان قند محلول و نامحلول اندام هوایی و ریشه را در سطوح مختلف تنش شوری افزایش می‌دهد. مقایسه میانگین عامل‌ها نشان از آن داشت که بیشترین میزان قند نامحلول ناحیه هوایی (۳۵/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر) مربوط به تیمار کاربرد آسکوربات، جیبرلین و عدم تنش شوری و کمترین مقدار آن (۴/۷۴ میلی‌گرم بر لیتر) مربوط به تیمار تنش شوری ۷۵ میلی

مولار، محلول‌پاشی جیبرلین و عدم مصرف آسکوربات بود (جدول ۷). هم‌چنین بیشترین میزان قند نامحلول ریشه در کاربرد توأم جیبرلین، آسکوربات و عدم اعمال تنش شوری) ۱۸/۰۹ میلی‌گرم بر لیتر) و کمترین میزان صفت مذکور در تنش شوری شدید و عدم محلول‌پاشی جیبرلین و آسکوربات (۵/۶۴ میلی‌گرم بر لیتر) حاصل گردید. گزارش‌های متعددی از افزایش مقدار قندهای نامحلول در گیاهانی که تحت محلول‌پاشی اسید آسکوربیک و تنش شوری واقع‌شده بودند، در مقایسه با شرایط بدون مصرف آسکوربات حکایت دارد که ازجمله می‌توان به گیاه سویا (Sheteawi, 2007) اشاره نمود. در این تحقیق کاربرد جیبرلین باعث افزایش میزان کربوهیدرات‌های نامحلول اندام هوایی و ریشه شده است که با یافته‌های هودا و همکاران (Hoda et al., 2010) در گیاه نارنج مطابقت دارد.

پرولین اندام هوایی و ریشه نتایج تجزیه واریانس نشان داد که به‌جز اثرات متقابل شوری و جیبرلین و اثرات متقابل سه‌گانه بر پرولین اندام هوایی و همچنین اثر متقابل جیبرلین و آسکوربات و اثر متقابل سه‌گانه بر پرولین اندام ریشه سایر اثرات اصلی و متقابل عوامل آزمایشی بر صفات مذکور معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که بیشترین میزان پرولین اندام هوایی (۲۸/۱۴ میلی‌گرم بر لیتر) از تیمار تنش شوری ۷۵ میلی مولار و محلول‌پاشی ۴ میلی‌مولار آسکوربات حاصل گردید، ضمن آنکه کمترین میزان صفت مذکور نیز از تیمار آبیاری مطلوب و عدم کاربرد آسکوربات (۱۵/۲۷ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده گردید که نشان از افزایشی ۴۵/۷۳ درصدی بین دو تیمار داشت.

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد آزمون تحت تأثیر شوری، جیبرلین و آسکوربات.

Table 2- Analysis of variance for experimental traits under salinity, gibberellin and ascorbate.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	قند محلول اندام هوایی Shoot soluble carbohydrates	قند محلول ریشه Root soluble carbohydrates	قند نامحلول اندام هوایی Shoot non soluble carbohydrates	قند نامحلول ریشه Root non soluble carbohydrates
شوری Salinity (S)	3	809.49**	291.33**	1378.03**	181.73**
آسکوربات Ascorbate (A)	1	2.7^{ns}	108.78**	155.41**	40.99**
جیبرلین Gibberellin (G)	1	5.61*	397.11**	866. 35**	142.50**
شوری× آسکوربات S×A	3	0.86^{ns}	21.57**	41.07**	9.38*
شوری× جیبرلین S×G	3	4.76*	49.12**	48.32**	4.97**
جیبرلین× آسکوربات G×A	1	5.39*	16.30**	10.79^{ns}	28.84**
شوری× جیبرلین × آسکوربات S×A×G	3	11.58*	1.15^{ns}	33.94**	2.79*
خطا Error	48	1.23	0.88	3.83	1.02
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		10.96	8.62	9.48	8.77

ns, * و ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی‌دار و اثر معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

ns, * and ** are Non-significant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	پرولین اندام هوایی Shoot proline	پرولین ریشه Root proline	پروتئین اندام هوایی Shoot protein	پروتئین ریشه Root protein
شوری Salinity (S)	3	466.43**	340.63**	435293.04**	69079.01**
آسکوربات Ascorbate (A)	1	45.33**	28.20**	142093.19**	22205.47**
جیبرلین Gibberellin (G)	1	62.39**	72.93**	336095.57**	78030.84**
شوری× آسکوربات S×A	3	14.49**	7.71**	23366.39**	575.71ns
شوری× جیبرلین S×G	3	2.27ns	10.47**	16656.92**	1471.02**
جیبرلین× آسکوربات G×A	1	17.41*	15.14ns	26946.86**	12.15ns
شوری× جیبرلین × آسکوربات S×A×G	3	6.03ns	0.52ns	9203.56**	1469.86**
خطا Error	48	3.33	0.76	242.47	259.54
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		9.37	8.78	3.20	7.34

ns, * و ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی‌دار و اثر معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

ns, * and ** are Non-significant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر اصلی شوری، جیبرلین و آسکوربات بر صفات غیر آنزیمی مرتبط با مقاومت به شوری در گیاه دارویی مرزه.

Table 3- Mean comporison main effect of salt stress, gibberellin and ascorbate on related non enzymatic resistance traits to salinity in savory.

عامل Factor	قند محلول اندام هوایی Shoot soluble carbohydrates	قند محلول ریشه Root soluble carbohydrates	قند نامحلول اندام هوایی Shoot non soluble carbohydrates	قند نامحلول ریشه Root non soluble carbohydrates	پرولین اندام هوایی Shoot proline	پرولین ریشه Root proline	پروتئین اندام هوایی Shoot protein	پروتئین ریشه Root protein
	mg/l							
شوری Salinity (NaCl)								
0mM	2.89d	6.44d	32.87a	16.001a	15.84c	4.47c	573.52a	300.66a
25mM	5.76c	8.83c	22.11b	12.04b	16.54c	7.03c	567.22b	238.71b
50mM	13.83b	11.95b	16.29c	9.79c	18.14b	9.69b	401.87c	190.49c
75mM	18.49a	16.32a	11.27d	8.25d	27.46a	16.52a	304.93d	147.71d
جیبرلین Gibberellin								
0mM	9.84b	8.39b	16.96b	10.03b	18.51b	8.86b	414.42b	184.48b
2mM	10.43a	13.38a	24.31a	13.01a	20.48a	10.99a	559.35a	254.31a
آسکوربات Ascorbate								
0mM	9.95a	9.58b	19.58b	10.72b	18.65b	9.26b	439.77b	200.77a
4mM	10.31a	12.19a	22.19a	12.32a	20.34a	10.59a	534.005a	238.02a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Similar letters in each column shows no significant differences based on Duncans Multiple range test at 5% level.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و جیبرلین بر صفات غیر آنزیمی مرتبط با مقاومت به شوری در گیاه دارویی مرزه.

Table 4. Mean comparison interaction effect of salt stress and gibberellin on related non enzymatic resistance traits to salinity in savory.

شوری Salt	جیبرلین gibberllin	قند محلول اندام هوایی Shoot soluble carbohydrates	قند محلول ریشه Root soluble carbohydrates	قند نامحلول اندام هوایی Shoot non soluble carbohydrates	قند نامحلول ریشه Root non soluble carbohydrates	پرولین اندام هوایی Shoot proline	پرولین ریشه Root proline	پروتئین اندام هوایی Shoot protein	پروتئین ریشه Root protein
----- mM -----		---------- mg/l ----------							
0	0	2.51e	5.31f	30.75ab	14.19b	16.31d	6.94f	685.50ab	285.91ab
0	2	3.28d	7.58e	34.98a	17.82a	15.37c	5.99g	688.54a	315.41a
25	0	4.97c	7.01e	18.96c	11.30d	15.59c	6.61f	552.79cd	224.18c
25	2	6.56c	10.56d	25.25b	12.78c	17.48b	7.45d	581.65bc	253.25bc
50	0	12.90b	10.01d	12.99c	8.37f	16.93c	8.47e	331.93f	163.16d
50	2	13.86b	13.89b	19.59c	11.21d	19.35b	10.91c	471.82de	217.81c
75	0	18.01ab	11.25c	5.11d	6.26f	26.15b	14.38b	215.85g	129.81d
75	2	18.97a	21.38a	17.44c	10.24e	28.78a	18.67a	394.04ef	165.6d

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Similar letters in each column shows no significant differences based on Duncans Multiple range test at 5% level.

در این تحقیق بیشترین مقدار پرولین ریشه (۱۸/۱۵ میلی‌گرم بر لیتر) از تنش شوری شدید و مصرف ۴ میلی مولار آسکوربات و کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم اعمال تنش شوری و محلول‌پاشی آسکوربات (۵/۹۳ میلی‌گرم بر لیتر) به‌دست آمد (جدول ۵). الیان و همکاران (Alian et al., 2000) بامطالعه چهار رقم گوجه‌فرنگی در برابر تنش‌های آبی و شوری دریافتند که به‌رغم افزایش غلظت پرولین تحت تأثیر تنش‌های مذکور، هیچ‌گونه همبستگی بین تحمل گیاه و انباشت پرولین وجود نداشت. آلکوراینی (Alqrainy, 2007) گزارش کرد اسید آسکوربیک سبب افزایش مقدار پرولین در گیاه نخود و لوبیا می‌شود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. کاربرد توأم آسکوربات و جیبرلین سبب بهبود مقدار پرولین اندام هوایی (۲۱/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر) و ریشه (۱۱/۱۶ میلی‌گرم بر لیتر) در گیاه دارویی مرزه گردید (جدول ۶). باقی زاده و همکاران (Baghizadeh et al., 2009) نیز به افزایش میزان پرولین در گیاه بامیه براثر کاربرد آسکوربات اشاره نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

پروتئین اندام هوایی و ریشه نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمامی اثرات اصلی و متقابل عوامل آزمایشی بر پروتئین اندام هوایی معنی‌دار بود و تنها اثرات متقابل دوگانه شوری و آسکوربات و همچنین آسکوربات و جیبرلین بر پروتئین ریشه معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج تحقیق نشان داد که محتوای پروتئین اندام‌های هوایی و ریشه در گیاهانی که تنها تحت تنش شوری شدید قرار داشتند، نسبت به شاهد به ترتیب ۴۶/۸۳ و ۵۰/۸۷ درصد کاهش یافت (جدول ۳) که دلیل آن نابودی رادیکال‌های آزاد تولیدشده براثر عامل تنش می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه نشان داد، عدم اعمال تنش شوری و کاربرد جیبرلین منجر به دستیابی به بیشترین مقدار پروتئین اندام هوایی (۶۸۸/۵۴ میلی‌گرم بر لیتر) گردید (جدول ۴) و در همین سطح اعمال شوری، کاربرد آسکوربات نیز بیشترین مقدار پروتئین اندام هوایی (۷۴۴/۰۸ میلی‌گرم بر لیتر) را نشان داد (جدول ۵). کاربرد توأم آسکوربات و جیبرلین نیز منجر به تولید بیشترین مقدار قند محلول اندام‌های هوایی (۶۲۶/۹۹ میلی‌گرم بر لیتر) گردید (جدول ۶). بر این اساس بالاترین مقدار پروتئین اندام هوایی (۷۶۳/۸۶ میلی‌گرم بر لیتر) و ریشه (۳۵۶/۹۸ میلی-گرم بر لیتر) در تیمار عدم تنش شوری و محلول‌پاشی ۴ میلی‌مولار آسکوربات و ۲ میلی‌مولار جیبرلین حاصل گردید (جدول ۷). اسید جیبرلیک خسارت‌های تنش رطوبتی و نمک را در گیاهان را کم می‌کند. این هورمون توانایی غلبه بر متغیرهای خارجی که با رشد گیاه مقابله می‌کنند را دارا است (Akbari et al., 2008). اسید اسکوربیک از آنتی‌اکسیدان‌های بسیار قوی می‌باشد که با احیای

رادیکال‌های آزاد موجب بازدارندگی آن‌ها می‌شود. فیچت چریستروفرز و همکاران (Fecht Christoffers et al., 2003) اظهار داشتند آسکوربات به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان مهم گیاهی می‌تواند با انواع مختلف اکسیژن‌های فعال ترکیب‌شده و از بسیاری آسیب‌های ناشی از افزایش آن‌ها بکاهد. محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک در گیاهان تحت تأثیر تنش شوری باعث افزایش مقدار پروتئین، نسبت به گیاهانی می‌شود که تنها در معرض تنش شوری قرار داشتند، ازجمله می‌توان به گزارش‌های دولت‌آبادیان و همکاران (Dolatabadian et al., 2008) در کلزا و بلتاجی (Beltagi, 2008) در نخود اشاره کرد. باقی‌زاده و همکاران (Baghizadeh et al., 2009) نیز به اثرات مثبت کاربرد آسکوربات بر میزان پروتئین‌ها در گیاه بامیه اشاره نمودند. یافته‌های گهان و همکاران (Mostafa and Abou Ahmad., 2011) در گیاه سنگال (*Balanites aegyptiaca* L.) نیز به اثر تحریک‌کنندگی جیبرلین بر مقدار پروتئین‌ها تأکید نمود.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و آسکوربات بر صفات غیر آنزیمی مرتبط با مقاومت به شوری در گیاه دارویی مرزه.

Table 5. Mean comparison interaction effect of salt stress and ascorbate on related non enzymatic resistance traits to salinity in savory.

شوری Salt	آسکوربات Ascorbate	قند محلول اندام هوایی Shoot soluble carbohydrates	قند محلول ریشه Root soluble carbohydrates	قند نامحلول اندام هوایی Shoot non soluble carbohydrates	قند نامحلول ریشه Root non soluble carbohydrates	پرولین اندام هوایی Shoot proline	پرولین ریشه Root proline	پروتئین اندام هوایی Shoot protein	پروتئین ریشه Root protein
----- mM -----		---------- mg/l ----------							
0	4	2.80e	6.60d	33.36a	16.04a	16.41d	7.01ef	744.08a	333.30a
25	0	5.41d	7.73de	21.89d	11.61cd	16.48cd	7.00de	530.55bc	215.19cd
25	4	6.12c	9.94c	22.33c	12.48bc	16.59d	7.06ef	603.89b	262.24b
50	0	13.27b	9.03c	12.57e	8.86e	15.96d	9.18d	334.30e	153.60e
50	4	13.49b	14.88b	20.02d	10.71cd	20.32c	10.20c	469.45cd	227.38c
75	0	18.11a	15.29c	9.48f	6.44f	26.79b	14.89b	189.88f	101.09f
75	4	18.78a	17.35a	13.07d	10.06d	28.14a	18.15a	419.99d	194.33d

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Similar letters in each column shows no significant differences based on Duncans Multiple range test at 5% level.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل آسکوربات و جیبرلین بر صفات غیر آنزیمی مرتبط با مقاومت به شوری در گیاه دارویی مرزه.

Table 6. Mean comparison interaction effect of ascorbate and gibberelline on related non enzymatic resistance traits to salinity in savory.

شوری Salt	آسکوربات Ascorbate	قند محلول اندام هوایی Shoot soluble carbohydrates	قند محلول ریشه Root soluble carbohydrates	قند نامحلول اندام هوایی Shoot non soluble carbohydrates	قند نامحلول ریشه Root non soluble carbohydrates	پرولین اندام هوایی Shoot proline	پرولین ریشه Root proline	پروتئین اندام هوایی Shoot protein	پروتئین ریشه Root protein
----- mM -----		---------- mg/l ----------							
0	0	9.95b	7.60d	15.81c	9.90c	18.19c	8.20d	387.82b	165.41c
0	4	9.96b	11.57b	22.34ab	11. 54b	18.83c	9.52c	491.71b	236.12ab
2	0	9.73b	9.19c	18.10b	10. 17bc	19.12b	10.۱33b	441.02b	203.54bc
2	4	10. 90a	15. 19a	26.28a	14. 48a	21.84a	11. 66a	626.99a	272.50a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Similar letters in each column shows no significant differences based on Duncans Multiple range test at 5% level.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که تنش شوری میزان قند محلول و پرولین اندام هوایی و ریشه را افزایش داده و باعث کاهش مقدار قند نامحلول و پروتئین هر دو اندام شد. درعین‌حال، محلول‌پاشی ۴ میلی‌مولار آسکوربات و همچنین ۲ میلی مولار جیبرلین سبب افزایش تمامی صفات غیر آنزیمی موردمطالعه مرتبط با مقاومت به تنش شوری گردید، هرچند تأثیر افزایشی جیبرلین بیشتر از آسکوربات بود.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری، جیبرلین و آسکوربات بر صفات غیر آنزیمی مرتبط با مقاومت به شوری در گیاه دارویی مرزه.

Table 7. Mean comparison interaction effect of salt stress, ascorbate and gibberellin on non enzymatic resistance traits to salinity in savory.

شوری Salinity (mM)	آسکوربات Ascorbate (mM)	جیبرلین Gibberellin (mM)	قند محلول اندام هوایی Shoot soluble carbohydrates	قند محلول ریشه Root soluble carbohydrates	قند نامحلول اندام هوایی Shoot non soluble carbohydrates	قند نامحلول ریشه Root non soluble carbohydrates	پرولین اندام هوایی Shoot proline	پرولین ریشه Root proline	پروتئین اندام هوایی Shoot protein	پروتئین ریشه Root protein
----- mM -----			---------- mg/l ----------							
0	0	0	2.32g	5.49h	29.89b	14.37b	15.44d	6.53h-g	592.69de	262.20c-d
0	4	2	3.30f-g	7.08g	34.88a	17.56a	15.30d	6.57 h-g	724.30b	309.63b
0	0	2	2.71g	5.12h	31.62b	14.00b	15.33d	6.45h-g	613.21cd	273.85c
0	4	2	3.27f-g	8.09f-g	35.09a	18.09a	15.25d	5.41h	763.86a	356.98a
25	0	0	4.55e-f	6.88g	18.93f-e	11.34d	15.56d	6.68h-g	521.47f	204.93f-g
25	4	0	6.27d	8.57f	24.86c	11.88c-d	17.1d	7.44e-f-g	584.12e	243.43d-e
25	0	2	5.39d-e	7.14g	19.02f-e	11.27d	17.37d	7.32f-g	539.63f	225.45e-f
25	4	2	6.85d	12.73d	25.65c	13.68b	17.87d	7.58f-e-g	623.66c	281.05c
50	0	0	11.44c	10.65e	8.94h	8.25f-g	15.83d	8.22e-f	319.95h	113.03i
50	4	0	12.18c	12.63d	16.17f	9.48e	18.53d	8.72e	343.92g	213.30fg
50	0	2	15.54b	7.41f-g	17.03f-g	8.49f-e	16.08d	10.14d	348.65g	194.18g-h
50	4	2	14.37b	17.14c	22.99c-d	12.93b-c	22.62c	11.69c	594.98d-e	241.45d-e
75	0	0	17.38a	10.60e	5.48i	645h	25.99b	16.12b	117.17j	81.5-j
75	4	0	18.83a	19.98b	13.48g	7.25f-g	26.30b	12.62c	314.53h	178.13h
75	0	2	18.63a	11.91d	4.74i	6.87h-g	27.28b	17.16b	262.48i	120.68i
75	4	2	19.10a	22.79a	21.40d-e	12.24b-c	29.30a	20.18a	525.46f	210.53f-g

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Similar letters in each column shows no significant differences based on Duncans Multiple range test at 5% level.

منابع

Akbari, N., Barani, M., Ahmadi, H., 2008. Effect of Gibberelic Acid (GA3) on Agronomic thaits of Green Gram (*Vigna radiata* L. wilczek) irrigated with different levels of saline water. World Applied Science Journal. 5(2), 199-203.

Alian, A., Altman, A., Heuer, B., 2000. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. Plant Science. 152, 59-65.

Allakhverdiev, S.L., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M., Murata, N., 2000. Ionic and osmotic effects of Nacl-induced in activation of photo system I and II in Synechococcus sp. Journal of Plant Physiology. 123, 1047-56.

Alqrainy, F., 2007. Responses of bean and pea to vitamin C under salinity stress. Journal of Agriculture and Biological Science. 3(6), 714-722.

Asada, K., 1999. The water–water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 50, 601–639.

Baghizadeh, A., Ghorbanli, M., Rezaei, H.M., Mozafri, H., 2009. Evaluation of Interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on some of physiological and Biochemical parameters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). Journal of Biological sciences. 4 (4), 380-387.

Bates, L., Waldern, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free Proline for water stress Studies. Plant and Soil, pp. 205-207.

Beltagi, M.S., 2008. Exogenous ascorbic acid (Vitamin C) induced anabolic changes for salt tolerance in chick pea (*Cicer arietinum* L.) plants. African Journal of Plant Science. 2(10), 118-123.

Bradford, M.M., 1976**.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annal Biochemistry, 72, 248-254.

Buhnert, H.J., Nelson, D.E., Jensen, R.G., 1995. Adaptations to environmental stresses. The Plant Cell. 7(7), 1099-1111.

Dolatabadian, A., Sanavy, S.A.M.M., Chashmi, N.A., 2008. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and proline accumulation of Canola (*Brassica napus* L.) under conditions of salt stress. Journal of Agronomy and Crop Science. 194(3), 206-213.

Fecht Christoffers, M.M., Maier, P., Horst, W.J., 2003. Apoplastic peroxidases and ascorbate are involved in manganese toxicity and tolerance of *Vigna unguiculata*. Journal of Plant Physiology. 117, 237-244

Foyer, C.H., Lelandais, M., Kunert, K.J., 1994. Photooxidative stress in plants. Plant Physiology. 92, 696-717.

Hadian, J., 2008. Assessment of genetic diversity of savory native species fromIran. Horticultural Science thesis. Tehran University. 180pp. [In Persian with English Summary].

Hadian, J., Tabatabaei, S.M.F., Naghavi, M.R., Jamzad, Z., Ramak-Masoumi, R., 2008. Genetic diversity of Iranian accessions of *Satureja hortensis* L. based on horticultural traits and RAPD markers. Scientia Horticulture. 115, 196-202.

Hedden, P., Proebsting, W.M., 1999. Genetic analysis of gibberellin Biosynthes is,Plant Physiology. 119, 365-370.

Heidari, M., Mesri, F., 2008. Salinity effects on compatible solutes, antioxidants enzymes and ion content in three wheat cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(10), 1385-1389.

Hoda, M., Abd EL-Rahman, G.F., Abd EL-Raheem, M.E., 2010. Impact of gibberellic acid enhancing treatments on shortening time to budding of citrus nursery stocks. Journal of American Science. 6(12), 410- 422.

Inanloofar, M., Omidi, H., Pazoki, A.R., 2013. Morphological, agronomical changes and oil content in purslane (*Portulaca oleracea* L.) under drought stress and biological/ chemical fertilizer of nitrogen. Journal of Medicinal Plants. 12 (48), 170-184. [In Persian with English Summary].

Khosravinejad, F., Heydari,R., Farboodnia,T., 2009. Effect of salinity on organic solutes contents in barley. Pakistan Journal of Biological Sciences. 12(12), 158-162.

Kochert, G., 1978. Carbohydrate determinationby the phenol sulfuric acid method. In: Helebust.J.A.Craig J.s. (ed): Hand book of phycological Method 56-97. Cambridge Univ. Press. Cambridge.

Moghadam, S., Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H., Pazoki, A.R., Ghavami, N., 2012., Evaluation of phytochemical yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.) under foliar application of hydroalcohols. Journal of Medicinal Plants. 11(44), 130-139. [In Persian with English Summary].

Maghsoudi Moud, A., Maghsoudi, K., 2008**.** Salt stress effects on respiration and growth of germinated seed of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World Journal of Agricultural Sciences. 4(3), 351-358.

Molassiotis, A., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Diamantidis, G., Therios, I., 2006. Boron

induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM9 (*Malus domestica* Borkh). Environmental and Experimental Botany. 56, 54-62.

Mostafa, G,G., Abou Alhamd, M.F., 2011**.** Effect of Gibberellic acid and indole 3-acetic acid on improving growth and accumulation of phytochemical composition in *Balanites aegyptiaca* plants. American Journal of Plant Physiology. 6(1), 36-43.

Nasir Khan, M., Siddiqui, M.H., Mohammad, F., Masroor, M., Khan, A., Naeem, M., 2007. Salinity induced changes in growth, enzyme activities, photosynthesis, proline accumulation and yield in linseed genotypes. World Journal of Agricultural Sciences. 3, 685-695.

Nedjimi, B., Daoud, Y., Touati, M., 2006. Growth, water relations, proline and ion content of in vitrocultured *Atriplex halimus* subsp. schweinfurthii as affected by CaCl2. Communications in biometry and crop science. 1(2), 79-89.

Noctor, G., Foyer, CH., 1998. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. Annual Review of plant physiology and plant Molecular Biology. 49, 249-279.

Novak, J., Bahoo, L., Mitteregger, U., Franz, C., 2006. Composition of individual essential oil glands of savory (*Satureja hortensis* L., Lamiaceae) from Syria. Flavor and Fragrance Journal. 21(4), 731-734.

Rechinger, K.H., 1982. Satureja. In Flora desiranischen hoclandes and derumrahmenden gebirge. Akademische druku verlags antalt graz Austria. 150, 495–504.

Sanito di Toppy, L., Gabbrielli, R., 1999. Response to cadmium in higher plants. Environmental and Experimental Botany. 41, 105-130.

Shahsevand Hassani. H., 2000**.** The process of production new allopeloeid tritipyrum. 6th Iranian Crop Science Congress, Babolsar, pp: 22-24. [In Persian with English Summary].

Shalata., A., Neumann, P.M., 2001. Exogenous ascorbic acid (Vitamin C) increases resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. Journal of Experimental Botany. 52, 2207–2211.

Sheteawi, S.A., 2007. Improving growth and yield of salt-stressed soybean by exogenous application of jasmonic acid and ascobin. International Journal of Agriculture and Biology. 9(3), 473-478.

Singh, L., Pal, B., 1995. Effect of water salinity on yield and yield attributing characters of blond psyllium (*Plantago ovata*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 65(7), 503-505.

Smirnoff, N., Wheeler, G.L., 2000. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. CRC Critical Review in Plant Sciences. 19, 267-290.