



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

علیرضا پاژکی^{۱*}، الهام نیکی اسفهلان^۲

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 پروتئین 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 پروتئین، قند محلول و افزایش مقاومت گیاه در شرایط تنش شوری شد. یافته‌های 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 پروتئین اندام هوایی (۲۹/۳۰ میلی گرم بر لیتر) و ریشه (۲۰/۱۸ میلی گرم بر لیتر)، در شرایط تنش شوری شدید (۷۵ میلی مولار) و محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین حاصل شد. بنابراین می‌توان اظهار داشت که با محلول پاشی دو ترکیب مورد استفاده می‌توان از طریق فعال‌سازی مکانیسم‌های غیر آنزیمی مقاومت گیاه دارویی مرزه را به تنش شوری افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: آسکوربات، جیبرلین، شوری، مرزه، مکانیسم‌های غیر آنزیمی.

مقدمه

مرزه (*Satureja hortensis* L.) یکی از گیاهان دارویی متعلق به خانواده نعنائیان (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 از جمله 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

مرزه (*Satureja hortensis* L.) یکی از گیاهان دارویی متعلق به خانواده نعنائیان (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

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

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 Topyy and Gabbrielli., 1999). امروزه محلول‌پاشی برخی مواد توانسته است از اثرات تنش شوری به‌واسطه فعال‌سازی مکانیسم‌های تحمل به شوری بکاهد (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 پروتئین 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

۶/۸ هموزن و سانتریفیوژ شد. میزان جذب نوری با دستگاه اسپکتروفوتومتری در طول موج 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 به صورت جدا از هم با ۱۰ میلی لیتر محلول سولفوسالیسیلک اسید ۳٪ هموزن گردید. بعد از ۴۸ ساعت از کاغذ صافی عبور داده شد و پس از انتخاب یک میلی لیتر از محلول، با ۲ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال مخلوط گردید و به مدت یک ساعت در بن ماری ۱۰۰ درجه قرار گرفت و به سرعت سرد گردید، در ادامه ۴ میلی لیتر تولون به آن اضافه شد و بعد از ۳۰ دقیقه جذب آن در طول موج ۵۲۰ نانومتر مورد سنجش قرار گرفت. مقدار پرولین در برابر نمونه استاندارد محاسبه شده و برحسب میلی گرم 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 سانتی-گراد، به مدت یک هفته با ۱۰ میلی لیتر اتانول ۸۰٪ مخلوط گردید، بعد از یک هفته محلول رویی برای اندازه گیری مقدار قندهای محلول و رسوبات برای سنجش قندهای نامحلول مورد استفاده قرار گرفت. ۲ میلی لیتر محلول رویی با یک میلی لیتر فنول ۵٪ مخلوط و به آن ۵ میلی لیتر سولفوریک اسید اضافه گردید و بعد از ۳۰ دقیقه جذب آن توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل Carry 100 مورد سنجش قرار گرفت. در ادامه رسوبات پس از خشک شدن در آون با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و ۱۵ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. پس از صاف کردن محلول، ۲ میلی لیتر از آن را برداشته و با یک میلی لیتر فنول و ۵ میلی لیتر اسیدسولفوریک مخلوط گردید و با محاسبه میزان جذب در طول موج ۴۸۵ نانومتر، میزان صفات ذکر شده تعیین و برحسب میلی گرم بر لیتر بیان شد.

داده های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت.

مولار NaCl)، جیبرلین در دو سطح (صفر و ۲ میلی مولار) و آسکوبات در دو (سطح صفر و ۴ میلی مولار) در نظر گرفته شدند. قبل از آغاز محلول پاشی، کالیبراسیون با استفاده از آب مقطر انجام پذیرفت و بدین ترتیب حجم ۱/۵ لیتر برای محلول پاشی ۳۲ عدد گلدان با آسکوبات و جیبرلین تعیین گردید. به فاصله یک آبیاری قبل از اعمال تنش شوری، آسکوبات و جیبرلین با غلظت های ذکر شده برای مقاومت سازی گیاه به تنش شوری محلول پاشی شد و در شروع اعمال تنش نیز در ۴ مرحله به فاصله هر ۷ روز یک بار با حجم ۱/۵ لیتر از آسکوبات و جیبرلین مورد استفاده قرار گرفت، محلول پاشی توسط سم پاش استوانه ای مدل TEC 10 FPM (فشار ۲/۵ بار ۷۵۰ سانتی متر) بر روی گیاهان انجام پذیرفت. گیاهان بعد از پنج هفته از شروع جوانه زنی و به مدت چهار هفته در معرض تنش از طریق آب شور قرار گرفتند. در زیر گلدان ها از زیرگلدانی استفاده گردید تا در صورت شستشوی نمک بر اثر آبیاری، آب جمع شده در زیرگلدانی مجدداً به گلدان برگردانده شود. نمونه های گیاهی پس از گذشت نه هفته، برای انجام آزمایش ها نمونه برداری شدند. کاشت گلدانی مرزه با استفاده از خاک کشاورزی سنجش شده از نظر عناصر ضروری، پس از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک (جدول ۱)، در گلدان هایی به قطر ۳۰ سانتی متر و عمق ۳۵ سانتی متر انجام پذیرفت. کف گلدان ها تا ارتفاع ۵ سانتی متر با شن درشت برای زه کشی مناسب و به میزان ۷ کیلوگرم از خاک مورد نظر پر گردید. کاشت بذر با تراکم زیاد انجام پذیرفت تا در نهایت پس از استقرار گیاه و تنک کردن به تعداد گیاهان به ۸ عدد در هر گلدان رسید. آبیاری گلدان ها 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، هفته ای دو بار با حجم یکسان ۲۵۰ میلی لیتر انجام شد.

سنجش پروتئین جهت اندازه گیری پروتئین از روش بردفورد (Bradford, 1976) استفاده شد. در هفته نهم از رشد گیاه، مقدار ۰/۲ گرم بافت برگ تر (برگ توسعه یافته از گره سوم ساقه) در هاون چینی سرد و در ظرف یخ با ۲ میلی لیتر بافر فسفات ۰/۱ مولار با اسیدیته

جدول ۱. مشخصات خاک مورد آزمایش.

Table 1. Characteristics of experimented soil.

بافت خاک	اسیدیته	سپت	رسی	شن	کربن آلی	نیترژن کل	فسفر قابل استفاده	سدیم محلول	قابل استفاده پتاسیم	پتاسیم	رطوبت حد پژمردگی	رطوبت اشباع	اکزیریمی
	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 به جز 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 ذکر شده 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 از جمله 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 به جز اثر متقابل آسکوربات و جیبرلین بر قند نامحلول اندام هوایی، تمامی اثرات اصلی و متقابل عوامل آزمایشی بر صفات ذکر شده معنی‌دار گردیدند. (جدول ۲). نتایج به دست آمده 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 به دست آمده 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

پرولین اندام هوایی و ریشه واریانس نشان داد که به جز اثرات متقابل شوری و جیبرلین و اثرات متقابل سه گانه بر پرولین اندام هوایی و همچنین اثر متقابل جیبرلین و آسکوربات و اثر متقابل سه گانه بر پرولین اندام ریشه سایر اثرات اصلی و متقابل عوامل آزمایشی بر صفات مذکور معنی دار بودند (جدول ۲). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین ها (جدول ۵) نشان داد که بیشترین میزان پرولین اندام هوایی (۲۸/۱۴ میلی گرم بر لیتر) از تیمار تنش شوری ۷۵ میلی مولار و محلول پاشی ۴ میلی مولار آسکوربات حاصل گردید، ضمن آنکه کمترین میزان صفت مذکور نیز از تیمار آبیاری مطلوب و عدم کاربرد آسکوربات (۱۵/۲۷ میلی گرم بر لیتر) مشاهده گردید که نشان از افزایشی ۴۵/۷۳ درصدی بین دو تیمار داشت.

مولار، محلول پاشی جیبرلین و عدم مصرف آسکوربات بود (جدول ۷). هم چنین بیشترین میزان قند نامحلول ریشه در کاربرد توأم جیبرلین، آسکوربات و عدم اعمال تنش شوری (۱۸/۰۹ میلی گرم بر لیتر) و کمترین میزان صفت مذکور در تنش شوری شدید و عدم محلول پاشی جیبرلین و آسکوربات (۵/۶۴ میلی گرم بر لیتر) حاصل گردید. گزارش های متعددی از افزایش مقدار قندهای نامحلول در گیاهانی که تحت محلول پاشی اسید آسکوربیک و تنش شوری واقع شده بودند، در مقایسه با شرایط بدون مصرف آسکوربات حکایت دارد که از جمله می توان به گیاه سویا (Sheteawi, 2007) اشاره نمود. در این تحقیق کاربرد جیبرلین باعث افزایش میزان کربوهیدرات های نامحلول اندام هوایی و ریشه شده است که با یافته های هودا و همکاران (Hoda et al., 2010) در گیاه نارنج مطابقت دارد.

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.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	قند محلول	قند محلول ریشه	قند نامحلول	قند نامحلول ریشه
			اندام هوایی Shoot soluble carbohydrates	Root soluble carbohydrates	اندام هوایی Shoot non soluble carbohydrates	Root non soluble carbohydrates
Salinity (S)	شوری	3	809.40**	291.33**	1378.03**	181.73**
Ascorbate (A)	آسکوربات	1	2.7 ^{ns}	108.78**	155.41**	40.99**
Gibberellin (G)	جیبرلین	1	5.61*	397.11**	866.35**	142.50**
S×A	شوری × آسکوربات	3	0.86 ^{ns}	21.57**	41.07**	9.38*
S×G	شوری × جیبرلین	3	4.76*	49.12**	48.32**	4.97**
G×A	جیبرلین × آسکوربات	1	5.39*	16.30**	10.79 ^{ns}	28.84**
S×A×G	شوری × جیبرلین × آسکوربات	3	11.58*	1.15 ^{ns}	33.94**	2.79*
Error	خطا	48	1.23	0.88	3.83	1.02
CV (%)	ضریب تغییرات (%)		10.96	8.62	9.48	8.77

ns, * و ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی دار و اثر معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد می باشند.

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

Table 2. Continued

جدول ۲. ادامه

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	پروترین اندام هوایی Shoot proline	پروترین ریشه Root proline	پروتئین اندام هوایی Shoot protein	پروتئین ریشه Root protein
Salinity (S)	شوری	3	466.43**	340.63**	435293.04**	69079.01**
Ascorbate (A)	آسکوربات	1	45.33**	28.20**	142093.19**	22205.47**
Gibberellin (G)	جیبرلین	1	62.39**	72.93**	336095.57**	78030.84**
S×A	شوری × آسکوربات	3	14.49**	7.71**	23366.39**	575.71 ^{ns}
S×G	شوری × جیبرلین	3	2.27 ^{ns}	10.47**	16656.92**	1471.02**
G×A	جیبرلین × آسکوربات	1	17.41*	15.14 ^{ns}	26946.86**	12.15 ^{ns}
S×A×G	شوری × جیبرلین × آسکوربات	3	6.03 ^{ns}	0.52 ^{ns}	9203.56**	1469.86**
Error	خطا	48	3.33	0.76	242.47	259.54
CV (%)	ضریب تغییرات (%)		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 comparison 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	پروترین اندام هوایی Shoot proline	پروترین ریشه Root proline	پروتئین اندام هوایی Shoot protein	پروتئین ریشه Root protein
شوری mg/l								
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
Gibberellin جیبرلین								
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
Ascorbate آسکوربات								
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	جیبرلین	قند محلول	قند محلول	قند نامحلول	قند نامحلول ریشه	پروترین	پروترین	پروتئین	پروتئین
Salt	gibberllin	اندام هوایی	ریشه	اندام هوایی	ریشه	اندام هوایی	ریشه	اندام هوایی	ریشه
		Shoot soluble carbohydrates	Root soluble carbohydrates	Shoot non soluble carbohydrates	Root non soluble carbohydrates	Shoot proline	Root proline	Shoot protein	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 نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

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

جیبرلین بر پروتئین ریشه معنی دار نگردید (جدول ۲). نتایج تحقیق نشان داد که محتوای پروتئین اندام های 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 رادیکال های آزاد تولید شده بر اثر عامل تنش می باشد.

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 میلی گرم بر لیتر) گردید (جدول ۴) و در همین سطح اعمال شوری، کاربرد آسکوربات نیز بیشترین مقدار پروتئین اندام هوایی (۷۴۴/۰۸ میلی گرم بر لیتر) را نشان داد (جدول ۵). کاربرد توأم آسکوربات و جیبرلین نیز منجر به تولید بیشترین مقدار قند محلول اندام های هوایی (۶۲۶/۹۹ میلی گرم بر لیتر) گردید (جدول ۶). بر این اساس بالاترین مقدار پروتئین اندام هوایی (۷۶۳/۸۶ میلی گرم بر لیتر) و ریشه (۳۵۶/۹۸ میلی گرم بر لیتر) در تیمار عدم تنش شوری و محلول پاشی ۴ میلی مولار آسکوربات و ۲ میلی مولار جیبرلین حاصل گردید (جدول ۷). اسید جیبرلیک خسارت های تنش رطوبتی و نمک را در گیاهان را کم می کند. این هورمون توانایی غلبه بر متغیرهای خارجی که با رشد گیاه مقابله می کنند را دارا است (Akbari et al., 2008). اسید اسکوربیک از آنتی اکسیدان های بسیار قوی می باشد که با احیای

در این تحقیق بیشترین مقدار پرولین ریشه (۱۸/۱۵ میلی گرم بر لیتر) از تنش شوری شدید و مصرف ۴ میلی مولار آسکوربات و کمترین میزان آن نیز از تیمار عدم اعمال تنش شوری و محلول پاشی آسکوربات (۵/۹۳ میلی گرم بر لیتر) به دست آمد (جدول ۵). الیان و همکاران (Alian et al., 2000) با مطالعه چهار رقم گوجه فرنگی در برابر تنش های آبی و شوری دریافتند که به رغم افزایش غلظت پرولین تحت تأثیر تنش های مذکور، هیچ گونه 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 می شود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. کاربرد توأم آسکوربات و جیبرلین سبب بهبود مقدار پرولین اندام هوایی (۲۱/۸۴ میلی گرم بر لیتر) و ریشه (۱۱/۱۶ میلی گرم 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 بر اثر کاربرد آسکوربات اشاره نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

پروتئین اندام هوایی و ریشه
تجزیه
واریانس نشان داد که تمامی اثرات اصلی و متقابل عوامل آزمایشی بر پروتئین اندام هوایی معنی دار بود و تنها اثرات متقابل دوگانه شوری و آسکوربات و همچنین آسکوربات 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 Balanites, 2011) در گیاه سنگال (*aegyptiaca* L. نیز به اثر تحریک‌کنندگی جیبرلین بر مقدار پروتئین‌ها تأکید نمود.

رادیکال‌های آزاد موجب بازدارندگی آن‌ها می‌شود. فیچت (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

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	10.133b	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.

درعین حال، محلول پاشی ۴ میلی مولار آسکوربات و همچنین ۲ میلی مولار جیبرلین سبب افزایش تمامی صفات غیر آنزیمی مورد مطالعه مرتبط با مقاومت به تنش شوری گردید، هر چند تأثیر افزایشی جیبرلین بیشتر از آسکوربات بود.

نتیجه گیری

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.

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 نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشند.

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.
- Buhner, 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 from Iran. *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 Biosynthesis. *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 determination by 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 vitro cultured *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 des iranischen hochlandes und der umrahmenden gebirge*. Akademische druku verlags antalt graz Austria. 150, 495-504.
- Sanito di Toppo, 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 allopolyploid tritopyrum. 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 ascorbin. *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.