بررسی برهمکنش تنش خشکی با اسید آسکوربیک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

امین باقی‌زاده*[1](نویسنده مسئول)، سیدمحمدعلی وکیلی شهربابکی[2]، افسانه بیانی[3] و زهرا توحیدی[3]

۱*- دانشیار، گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته،کرمان،amin_4156@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، واحد جیرفت، دانشگاه آزاد اسلامی، جیرفت، ایران، mohammadvakili72@yahoo.com

۳- کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، واحد جیرفت، دانشگاه آزاد اسلامی، جیرفت، ایران،arenabayani@gmail.com

٤- کارشناسی‌ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، z.tohidi83@gmail.com

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۹

Evaluation of interaction effect of drought stress with ascorbic acid on some physiological and morphological characteristics of Cumin (*cuminum cyminum* L.)

Amin Baghizadeh[1*](Corresponding author), Seyed Mohammadali Vakili Shahrbabaki[2] ,Afsaneh Bayani[3] and Zahra Tohidi[4]

1*- Associate professor, Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran, amin_4156@yahoo.com

2- Associate professor, Department of Horticultural Science, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran, mohammadvakili72@yahoo.com

3- M.Sc, Department of Horticultural Science, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran, arenabayani@gmail.com

4- M.Sc, Department of Biology, Payam Noor University, Tehran, Iran, z.tohidi83@gmail.com

Received: May 2020 Accepted: October 2020

چکیده

گیاهان در دوره حیات با انواع تنش‌های محیطی مواجه می‌شوند که این تنش‌ها شانس نمو و بقای گیاهان را محدود می‌کنند. خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدود کننده تولید و بهره‌برداری اقتصادی در گیاهان می باشد. در این راستا و به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و اسید آسکوربیک بر خصوصیات رشد و عملکرد گیاه دارویی زیره سبز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار، در گلخانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت در سال ۱۳۹۳ انجام شد. عامل اول شامل٤ سطح اسید آسکوربیک (صفر، ۰/۰۱، ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار) و عامل دوم سه سطح تنش خشکی (آبیاری در حد ظرفیت مزرعه، تنش ملایم آبیاری با ۲/۳ ظرفیت زراعی و تنش شدید با ۱/۳ ظرفیت زراعی) بود. نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار طول ریشه، طول ساقه، مقدار پروتئین، مقدار کلروفیل و افزایش معنی‌دار قندهای محلول و پرولین گیاه می‌گردد. بیشترین تاثیرتنش خشکی بر ویژگی‌های مورد بررسی در تنش شدید حاصل شد. اسید آسکوربیک با داشتن خواص ضد اکسیداتیو می‌تواند موجب کاهش خسارات ناشی از تنش وارده به گیاه شود و غلظت های ۰/۱ و ۰/۵ میلی‌مولار اسید آسکوربیک بیشترین تاثیر را بر مهار تنش خشکی داشتند.

کلمات کلیدی: پروتئین، پرولین، تنش، زیره سبز، صفات ظاهری و فیزیولوژیکی

Abstract

Plants with a variety of environmental stresses encountered in the course of life. These stresses are likely to limit growth and survival of plants. Drought stress is one of the most important environmental stresses limiting the economic exploitation of land for the production of plants. In order to evaluate of effect drought stress and ascorbic acid on yield and growth parameters of Cumin (*cuminum cyminum L.*) a greenhouse experiment was conducted as factorial arrangement based on Completely Randomized Design (CRD) with three replications in the greenhouse of Islamic Azad University of Jiroft in 2014. The first factor consisted of four concentration of ascorbic acid (0, 0.01,0.1 and 0.5 mM) and the second factor consisted of three levels of drought stress (irrigation at field capacity, drought stress medium with 2/3 field capacity and severe drought 1/3 field capacity).Results showed that drought stress decreased root length, stem length, protein and chlorophyll content and a significant increase in soluble sugars and proline. The highest effect of drought stress on the traits was obtained in severe stress. Ascorbic acid with antioxidant properties can reduce the damage caused by stress on plants and the concentrations of 0.1 and 0.5 mM ascorbic acid had the greatest effect on drought stress.

Key words: Cumin, Morphological and Physiological Characteristics, Protein, Proline, Stress

مقدمه و کلیات

کمبود آب عمده ترین عامل محیطی است که رشد و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهد و با توجه به روند روز افزون جمعیت دنیا و کاهش سطح زیر کشت گیاهان زراعی به دلیل بروز خشکی، تولید مواد غذایی در دنیا جنبه استراتژیک پیدا کرده است (Mohammadi, 2011). ایران با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی لیتر در سال در زمره مناطق خشک جهان است و بخش اعظم اراضی زراعی ایران به جزء استان های گیلان، مازندران و گلستان در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند(Mohammadi, 2011). جذب آب به دلیل اختلاف پتانسیل آبی بین محلول خاک و بافت های گیاه حاصل می شود. تنش خشکی زمانی ایجاد می شود که مقدار آب کمی در وضعیت ترمودینامیک مناسب در اختیار گیاه باشد. این شرایط می تواند در اثر تبخیر شدید، اتصال اسمزی آب در خاک‌های شور و عدم جذب آب کافی توسط گیاه در خاک‌های کم عمق اتفاق افتد (Zhu, 2002). نخستین و حساس ترین واکنش نسبت به کمبود آب، کاهش در آماس و رشد سلول (به ویژه طویل شدن) است. متابولیسم پروتئین و سنتز اسیدهای آمینه نیز به سرعت مختل می شوند. غلظت مواد محلول در داخل سلول مخصوصاً غلظت یون ها زیاد می شود. سپس واکنش های ثانویه فتوسنتز و تنفس میتوکندری نیز مختل می گردد و بالاخره اختلالات سلولی بروز می کند (Larcher, 2001). مقاومت به خشکی، توانایی گیاه در مقابله با دوره های خشکی است. گیاهان برای بقاء یا اثرات مضر ناشی از کاهش پتانسیل آب را به تاخیر می اندازند (اجتناب از پسابیدگی) و یا اینکه علی رغم دریافت تنش آن را تحمل (تحمل پسابیدگی) می کنند (Larcher, 2001). تنش خشکی باعث ایجاد تنش اکسایشی می شود که این فرآیند در تخریب سامانه فتوسنتزی، مهار فرایندهای متابولیکی، کلروز، پراکسیداسیون لیپیدها، تغییر در نفوذپذیری غشا و نشت یون ها نقش ویژه ای دارد (Chen *et al.*, 2007). در این راستا گیاهان با تولید ترکیبات آنتی اکسیدانی نظیر ترکیبات فنلی و کاروتنوئیدها از ساختارهای سلولی خود در برابر رادیکال‌های فعال تولید شده در شرایط تنش محافظت می کنند (Bettaieb *et al.*, 2010; Bhatt and Srinivasa-Rao, 2005). اسید آسکوربیک یا ویتامین C، یک ترکیب غیرآنزیمی است که می‌تواند با مهار و کاهش فعالیت رادیکال‌های آزاد تشکیل شده طی تنش، گیاه را نسبت به تنش مقاوم سازد (Smironoff, 1996). زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L. گیاهی است از خانواده Apiaceae، یکساله، معطر، بدون کرک (به جز میوه) که دارای ساقه علفی با انشعابات دوتایی و گاهی سه تایی می باشد. چون زیره سبز گیاهی مدیترانه ای است، لذا در طول رویش به رطوبت، حرارت مناسب و نور کافی نیاز دارد (Karimi-Afshar *et al.*, 2014). از آنجایی که خشکی تاثیرات بسیار زیادی بر عملکرد و سایر خصوصیات زیره سبز دارد. در این تحقیق برهمکنش اسید آسکوربیک و تنش خشکی در جهت ایجاد مقاومت به تنش خشکی و بررسی تاثیر اسید آسکوربیک بر ویژگی های مختلف مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی در جهت کاهش خسارات

ناشی از تنش خشکی در گیاه زیره سبز مورد بررسی قرارگرفت.

فرآیند پژوهش

در این تحقیق، بذرهای گیاه زیره سبز واریته Clemson Spineless تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان، در گلدان‌هایی به قطر و ارتفاع ۱۲سانتی متر از جنس پلاستیک حاوی پرلیت در آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت درسال ۱۳۹۳ کشت و گلدان‌ها یک روز در میان با آب حاوی محلول غذایی هوگلند آبیاری شدند. پس از رشد دانه رستها تعداد گیاهان هر گلدان به ٤ عدد کاهش یافت. طی این مدت، گلدان‌ها ۱۰ مرتبه تحت تیمار اسید اسکوربیک در چهار سطح a_1=۰ ، a_2=۰/۰۱، a_3=۰/۱ و a_4=۰/۵ میلی مولار قرار گرفتند(جدول ۱). مقادیر مذکور به صورت اسپری روی برگ‌های گیاهان اعمال شدند. اعمال تنش خشکی پس از ظهور برگ چهارم در سه سطح تنش خشکی، آبیاری در حد ظرفیت مزرعه=b_1، تنش ملایم آبیاری با ۲/۳ ظرفیت زراعی(٦٦/٦٪) =b_2 و تنش شدید با ۱/۳ ظرفیت زراعی (۳۳/۳٪) =b_3 روی گیاهان انجام گرفت(جدول۱). ویژگی‌های فیزیولوژیکی‌و مورفولوژیکی مقدار پرولین، میزان پروتئین، میزان کلروفیل، میزان‌قندهای محلول، طول ریشه و طول ساقه مورد مطالعه قرار گرفت. برای اندازه گیری طول ساقه از یقه گیاه تا جوانه انتهایی بوسیله خط کش میلیمتری اندازه گیری شد و بر اساس واحد سانتیمتر گزارش شد. برای اندازه گیری طول ریشه از یقه گیاه تا نوک ریشه بوسیله خط کش میلیمتری اندازه گیری شد و براساس واحد سانتیمتر گزارش گردید. اندازه گیری مقدار پرولین براساس روش Bates و همکاران (1973) صورت گرفت. نتایج حاصل از اندازه گیری مقدار پرولین برحسب میلی گرم بر گرم وزن تر محاسبه و ارائه گردید. میزان پروتئین به روش بردفورد محاسبه شد (Bradford, 1976). برای اندازه گیری میزان قند های محلول از روش سوموگی استفاده شد (Somogy, 1952). برای اندازه گیری میزان رنگیزه های فتوسنتزی، روش Lichtenthaler (1987) مورد استفاده قرار گرفت و غلظت رنگیزه ها با استفاده از رابطه های زیر محاسبه گردید.

$$Chla= (12.25A_{663.2}-2.79A_{646.8})$$
$$Chlb= (21.21A_{646.8}-5.1A_{663.2})$$

عملیات آماری: آزمایش به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. داده های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ١٦ مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها نیز براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد بررسی (جدول۲) نشان داد برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک در همه صفات مورد بررسی معنی دار است. در تحقیق حاضر نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که برهمکنش تنش خشکی با اسید آسکوربیک تاثیر بسیار معنی داری بر طول ریشه داشت (شکل۱). نتایج نشان می دهد که بیشترین طول ریشه در شرایط بدون تنش یا تنش متوسط با تیمار حداکثری اسید

آسکوربیک ۰/۵ میلی مولار به دست آمده است. بیشترین طول ساقه مربوط به دانه رست های تیمار شده با اسید آسکوربیک ۰/۵ میلی مولار در شرایط ظرفیت مزرعه بود و کمترین طول ساقه مربوط به دانه رست های تحت تنش خشکی ۱/۳ ظرفیت مزرعه و تیمارشده با اسید آسکوربیک ۰/۱ میلی مولار بود. (شکل۲). برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک بر میزان کلروفیل a و b معنی دار بود. بیشترین میزان رنگیزه های فتوسنتزی در همه سطوح آسید آسکوربیک در شرایط بدون تنش (ظرفیت مزرعه) حاصل شد (شکل های ۳ و٤)، که نشان می دهد تنش خشکی در کاهش میزان رنگیزه ها بسیار موثر است. تیمار اسید آسکوربیک با تنش خشکی سبب افزایش غلظت قند نسبت به گیاه شاهد شد. بیشترین مقدار قند محلول در گیاهان تیمار شده با اسید آسکوربیک ۰/۰۱ میلی مولار تحت تنش خشکی در سطح ۱/۳ظرفیت مزرعه بود (شکل۵). تیمار توام اسید آسکوربیک با تنش خشکی ۱/۳ ظرفیت مزرعه مقدار پرولین برگ را افزایش معنی داری داده است (شکل٦). بیشترین مقدار پروتئین مربوط به گیاهان تیمار شده با اسید آسکوربیک و کمترین مربوط به تیمار گیاه تحت شرایط تنش خشکی به اندازه ۱/۳ ظرفیت زراعی بود (شکل ۷).

جدول ۱- علائم اختصاری تیمارها

Table 1 - Abbreviations of treatments

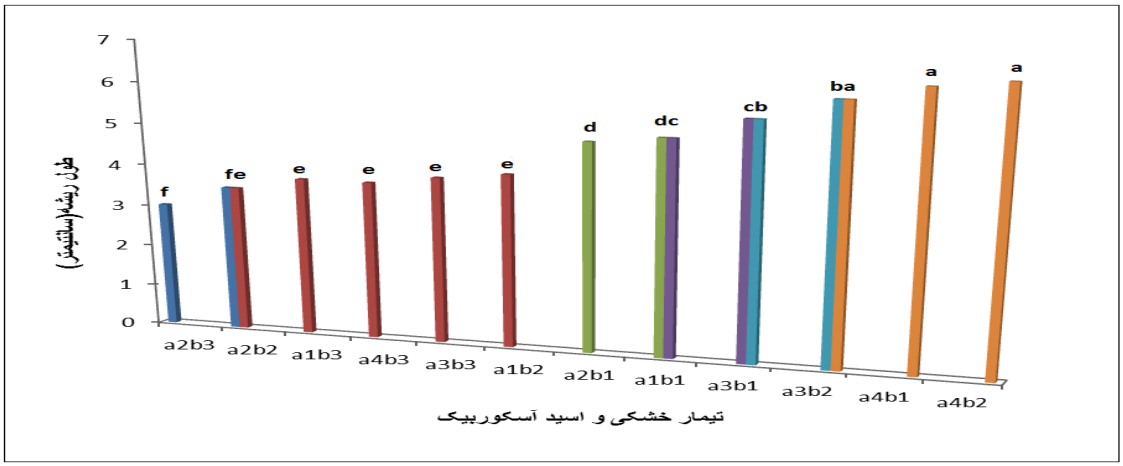
نام تیمار	علامت اختصاری
اسید آسکوربیک ۰	a_1
اسید آسکوربیک ۰/۰۱	a_2
اسید آسکوربیک ۰/۱	a_3
اسید آسکوربیک ۰/۵	a_4
ظرفیت زراعی	b_1
خشکی به اندازه ۲/۳ ظرفیت زراعی	b_2
خشکی به اندازه ۱/۳ ظرفیت زراعی	b_3

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات تنش خشکی و اسید آسکوربیک بر صفات اندازه گیری شده گیاه زیره سبز

Table 2- Analysis of variance (Mean Squares) Effects of drought stress and ascorbic acid on the measured traits of cumin

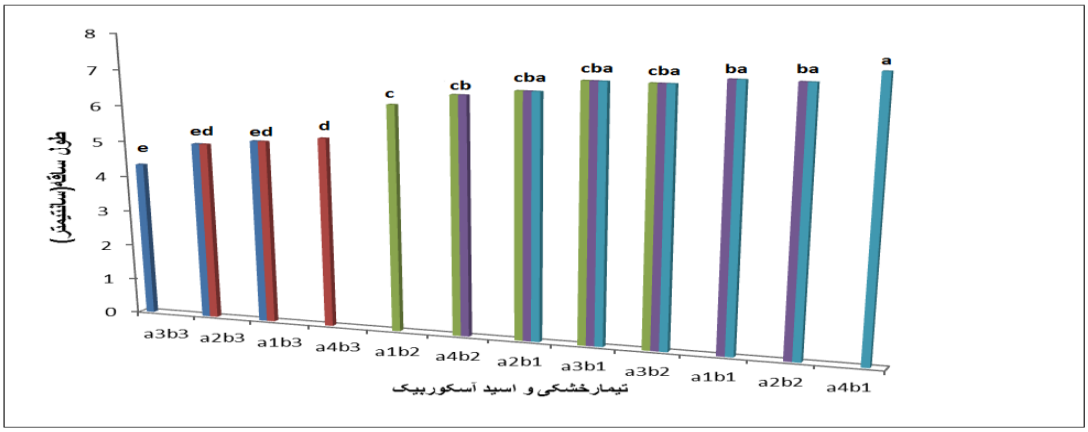
منابع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین	پرولین	قندهای محلول	aکلروفیل	bکلروفیل	طول ساقه	طول ریشه
اسید آسکوربیک	۳	۰/۱۱**	۰/۰۱٤**	٤۲/۲۹**	$^{n.s}$۰/۱۱	۱/۰۱٦*	$^{n.s}$ ۰/۱۹	٦/۲٤**
تنش خشکی	۲	۰/۱۷**	۰/۰٤۳**	٦۳/۱۹**	٤/۲۱**	۱/۵۱**	۱۸/۱۳**	۱۲/۰۱**
خشکیxاسید آسکوربیک	٦	۰/۰۳ *	۰/۰٦ **	۱۳/۱ **	۰/۱٦*	۱/۰۳۱ **	۰/٦۸**	۱/۳۷**
خطا	۲٤	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۸۱	۰/۰٤٦	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۱۳۵
ضریب تغییرات(٪)	–	۱۹/۵	۱٤/۳	۱۷	۹	۸/٤	۱۲/٦	۱۳/۲

** و *معنی دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد $^{n.s}$ غیر معنی دار



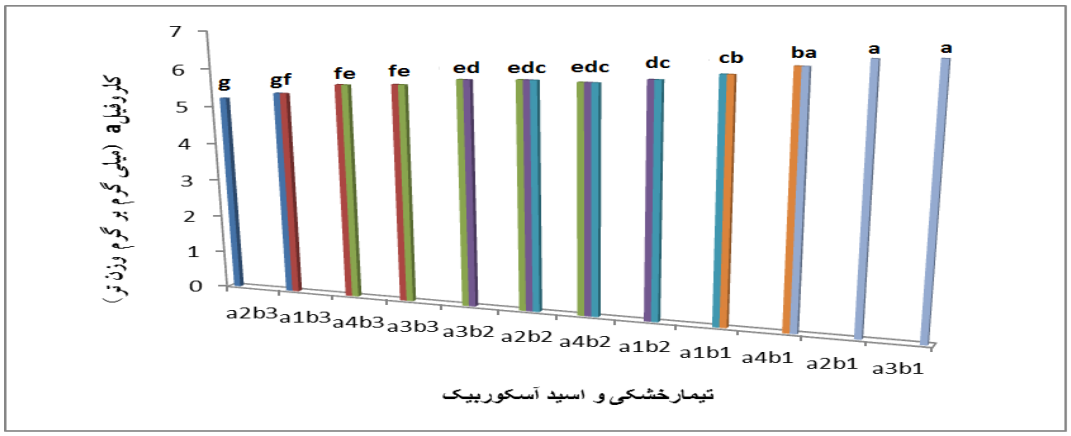
شکل ۱ – برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک بر طول ریشه

Fig 1 - Interaction of drought stress and ascorbic acid on root length



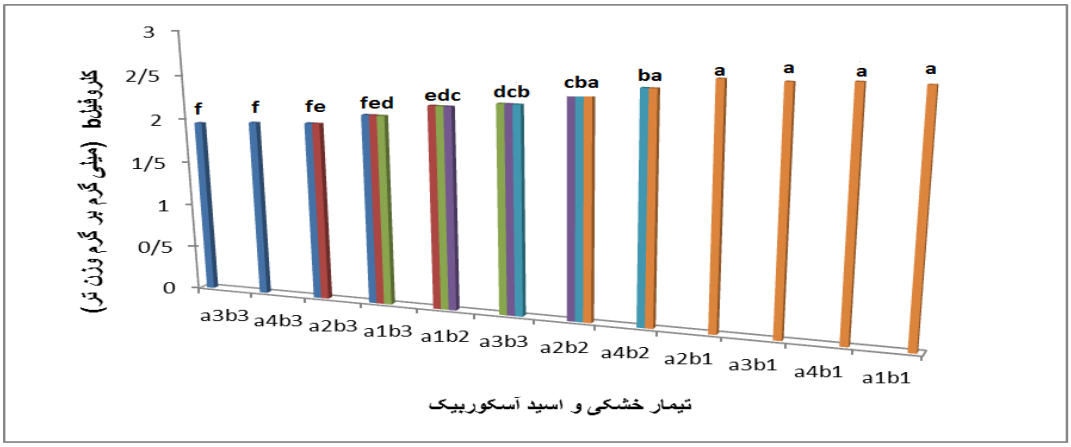
شکل ۲- برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک بر طول ساقه

Fig 2 - Interaction of drought stress and ascorbic acid on stem length



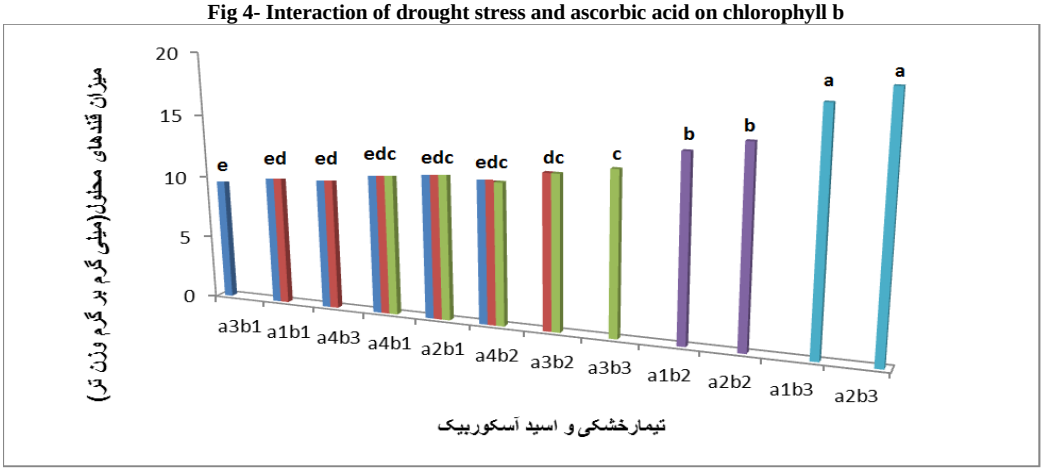
شکل ۳- برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک برمقدار کلروفیل a

Fig 3- Interaction of drought stress and ascorbic acid on chlorophyll a



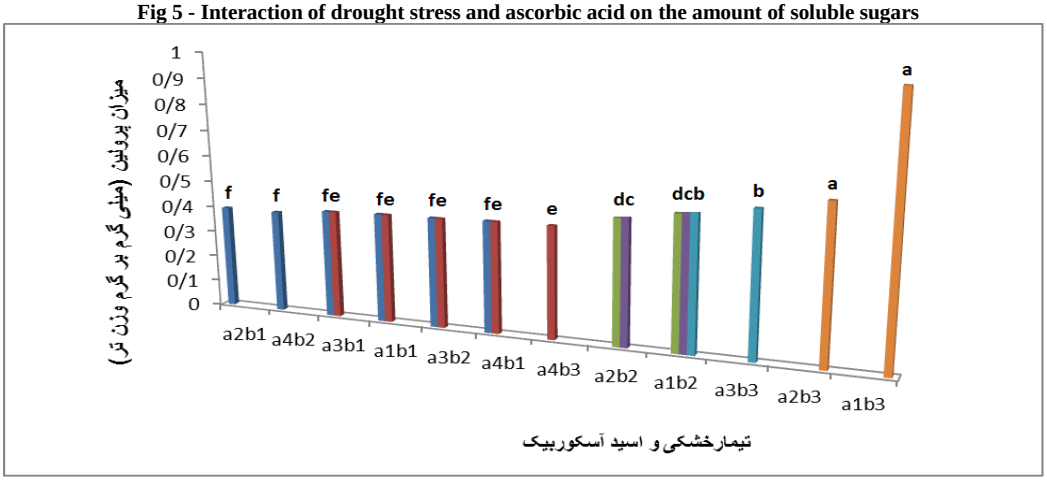
شکل ٤- برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک برمقدار کلروفیل b

Fig 4- Interaction of drought stress and ascorbic acid on chlorophyll b



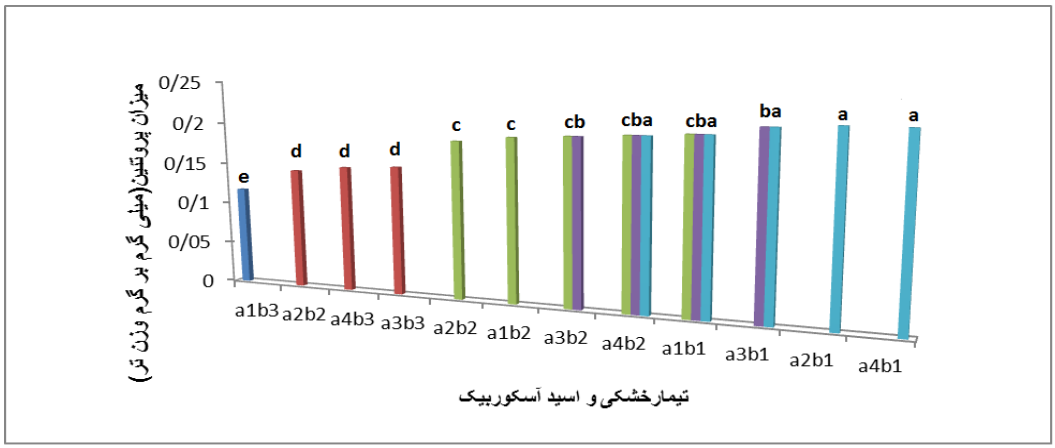
شکل ٥- برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک بر میزان قندهای محلول

Fig 5 - Interaction of drought stress and ascorbic acid on the amount of soluble sugars



شکل ٦- برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک بر میزان پرولین

Fig 6- Interaction of drought stress and ascorbic acid on proline content



شکل ۷- برهمکنش تنش خشکی و اسید آسکوربیک بر میزان پروتئین

Fig 7- Interaction of drought stress and ascorbic acid on protein content

رشد در گیاهان نتیجه افزایش تقسیم سلولی و افزایش حجم سلول بدون برگشت پذیری می باشد. تنش های غیر زیستی بر تقسیم سلولی اثر گذاشته و رشد و نمو را کاهش می دهند. تنش خشکی می تواند با کاهش سطح برگ منجر به کاهش رشد گیاه و محصول شود. تنش خشکی به عنوان یک عامل ایجاد کننده اختلال در گیاه بر روی پارامترهای رشد گیاه نیز اثر می گذارد. تنش خشکی سبب کاهش فشار آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول ها می شود (Bhatt and Srinivasa-Rao, 2005). کمبود آب شبیه سایر شرایط فوق العاده محیطی، تنش اکسیداتیو ایجاد می کند (Turkan *et al.*, 2005) و از طریق بسته شدن روزنه و در نتیجه کمبود co_2 باعث مهار فتوسنتز شده و منجر به تشکیل گونه های اکسیژن فعال در کلروپلاست می شود که باعث آسیب به غشا در اثر پراکسیداسیون لیپیدی می گردد. گیاهان به خصوص آنهایی که در محیط های با تنش زیاد رشد می کنند. مجهز به سیستم های دفاعی آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی هستند تا بتوانند گونه های اکسیژن فعال تولید شده را کنترل کنند (Hernandez *et al.*, 1993). در تحقیق حاضر اسید آسکوربیک تحمل گیاه در برابر تنش را بالا برد. اسید آسکوربیک در امر سم زدایی گونه های اکسیژن واکنش گر دخالت دارد (Huang *et al.*, 2005). اسید آسکوربیک با اثر بر هورمون های اسید آبسزیک، جیبرلین، متیل جاسمونات (Traw and Bergelson, 2003) و اتیلن (Zhang *et al.*, 2005) بسیاری از روند های فیزیولوژیکی رشد گیاه را تنظیم می کند. گزارش شده تیمار گیاهان با اسید آسکوربیک تقسیم سلولی را در سیستم راس ریشه افزایش داده و رشد گیاه را بالا می برد (Senaratna *et al.*, 2000). تنش خشکی سبب ایجاد اختلال در سیستم های آنزیمی فرو نشاننده گونه های فعال اکسیژن میگردد که این امر منجر به افزایش پراکسیداسیون چربی ها و در نتیجه ایجاد خسارت به غشای سلولی و تخریب

رنگدانه ها میشود. میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (Wise and Naylor, 1987). اسید آسکوربیک به عنوان یکی از بهترین ترکیبات غیر آنزیمی واجد خواص آنتی اکسیدانی شناخته شده قادر است با جاروب کردن گونه های اکسیژنی اثرات مخرب ناشی از تنش ها را بر مقدار رنگیزه های فتوسنتزی کاهش دهد (Smironoff, 1996). در بین قندهای محلول ساکاروز و فروکتان ها نقش مهمی را در سازش با تنش های محیطی دارند. قندهای محلول به عنوان تنظیم کننده های اسمزی، ثبات دهنده های غشاهای سلولی و حفظ کننده های تورژسانس سلول ها عمل می کنند. در حقیقت، در گیاهانی که قندهای محلول در پاسخ به تنش خشکی تجمع می یابند تنظیم اسمزی بهتر صورت می گیرد (Slama *et al.*, 2007). یکی از دلایل کاهش مقدار کربوهیدرات ها در برگ های گیاهان تحت تنش خشکی، ناشی از اثر این تنش ها بر غشاء تیلاکوئیدها، مقدار رنگیزه های فتوسنتزی و در نتیجه مقدار فتوسنتز است (Zhu, 2002). در این مطالعه تحت تنش خشکی مقدار قندهای محلول توسط تنش خشکی بالا رفت. گیاه زیره سبز با افزایش مقدار قندها در ریشه، به کاهش پتانسیل اسمزی در ریشه کمک کرده و در نتیجه مقدار آب بیشتری جذب می کند. گزارش شده است که اسید آسکوربیک بر تشکیل پروتئین های دفاعی مثل انواع پروتئین کینازها و روبیسکو اثر می گذارد و در نتیجه باعث کاهش اثر تنش بر افزایش مقدار قندهای محلول می گردد (Sairam *et al.*, 1997). تجمع پرولین رابطه مثبت و مستقیم با افزایش مقاومت به کم آبی در تنش های کم آبی و شوری ایجاد شده در گیاه دارد (Saneoka *et al.*, 2004). افزایش پرولین منجر به حفظ تورم و کاهش خسارت غشا در گیاهان می شود. در تحقیق حاضر انباشتگی پرولین در اثر خشکی در برگ مشاهده گردید. بنابراین ممکن است پرولین به عنوان تنظیم کننده اسمزی و هم به عنوان حفاظت کننده غشاء و آنزیم ها نقش داشته باشد. اسید آسکوربیک تقریبا بر اکثر واکنش های متابولسیمی گیاه تاثیر می گذارد و موجب تغییراتی در آنها می شود، این تغییرات اغلب به صورت سازش هایی است که مقدار تحمل و سازگاری گیاهان را در مقابل عوامل محیطی افزایش می دهد (Metwally *et al.*, 2003). نتایج نشان داد ترکیبات آسکوربات با داشتن خواص ضد اکسیداتیو می توانند باعث کاهش خسارات ناشی از تنش وارده به گیاه شوند. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تعدادی از پژوهشگران مطابقت داشت. نتایج تحقیق شعبان و همکاران (2012) نشان داد که اثر تنش رطوبتی بر تعداد ریشه‌های فرعی، طول کل ریشه‌ها، طول ریشه‌های اصلی، حجم ریشه‌ها، وزن خشک ریشه‌ها، نسبت ریشه به ساقه، تراکم طول ریشه‌ها و عملکرد دانه در نخود معنی‌دار است (Shaban *et al.*, 2012). همچنین آل ابراهیم و همکاران (2009) دریافتند که تنش خشکی در ذرت باعث کاهش رشد طولی ریشه چه و ساقه چه و همچنین باعث کاهش وزن تر و خشک این اندام ها می شود (Alebrahim *et al.*, 2009). خواجه حسینی و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی روی حبوبات دریافتند که با افزایش تنش خشکی طول ریشه و ساقه و همچنین وزن خشک و تر ریشه چه و ساقه چه کاهش پیدا کرده است (Khajeh–

Hosseini *et al.*, 2003). یزدان‌پناه و همکاران در سال 2011 نشان دادندکه با افزایش تنش خشکی در گیاه مرزه میزان پروتئین کاهش و میزان پرولین و پراکسیداسیون لیپیدها افزایش می یابد. درحالی که ترکیب توأم اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک همراه با تنش خشکی توانست اثرات ناشی از تنش خشکی را برطرف نموده و باعث تعدیل پارامترهای فوق شود. بنابراین می توان گفت تعدیل و کاهش آسیب ناشی از تنش نشان دهنده نقش اسید سالیسیلیک و اسید اسکوربیک بر افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی می باشد (Yazdanpanah *et al.*, 2011). اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک در غلظت های ۱میلی مولار دارای بهترین تأثیر بر بهبود آثار منفی ناشی از تنش خشکی می باشند (Saadizadeh *et al.*, 2012). این نتایج با نتایج تعدادی از پژوهشگران مطابقت داشت. کاهش طول ساقه در گیاه جعفری (*Petroselinum crispum*) با افزایش تنش خشکی مشاهده شده است (Petropoulos *et al.*, 2008). کاهش سطح برگ و متعاقب آن کاهش فتوسنتز می تواند به عنوان عوامل محدود کننده رشد ساقه در طی تنش مطرح باشد (Bhatt and Srinivasa-Rao, 2005). همچنین میرحسینی ده آبادی (1994) اظهار داشت که گیاهان تحت تنش خشکی شدید نسبت به تیمار شاهد دارای شاخه های کوچکتری بودند و رشد ساقه ها و شاخه های آن ها نیز آهسته تر بود. علت این امر سوخت و ساز کمتر و سطح برگ کمتر در واحد طول ساقه عنوان شده است (Mir-Hosseni-Dehabadi, 1994) گزارشات مشابهی مبنی بر کاهش مقدار کلروفیل در گیاهان گندم، نخود و توت سفید در شرایط تنش خشکی وجود دارد (Hyodo and Yang, 1971). اسید آسکوربیک به عنوان یکی از بهترین ترکیبات غیر آنزیمی واجد خواص آنتی اکسیدانی شناخته شده قادر است با جاروب کردن گونه های اکسیژنی اثرات مخرب ناشی از تنش ها را بر مقدار رنگیزه های فتوسنتزی کاهش دهد (Smironoff, 1996). بررسی اثر تنش خشکی بر رشد گیاه *Lonicera japonica* نشان داد که محتوای قندهای محلول در گیاه تحت تأثیر تنش خشکی افزایش یافته است (Xu *et al.*, 2006). پاسخ های بیوشیمیایی برگ های دو رقم سیب تحت تنش خشکی نشان داد که تنش های متوسط میزان تجمع قندهای محلول را در گیاهان افزایش داده است (Sircelj *et al.*, 2005). همچنین بررسی های انجام شده بر متابولیسم قند و توسعه گل های گیاه گل سرخ (*Rosa damascena*) نشان می دهد که تنش بر میزان قندهای محلول افزوده است (Mayak *et al.*, 2001). این موضوع با نتایج گزارش شده توسط سایر محققان در گیاهان مختلف مانند یونجه (Ginzberg *et al.*, 1998) و آرابیدوپسیس (Kiyosue *et al.*, 1996) مطابقت دارد. تجمع پرولین در شرایط خشکی، اثرهای زیستی متعددی بوجود می آورد (Kuznetsov and Shevyakova, 1999). تجمع پرولین رابطه مثبت و مستقیم با افزایش تحمل به کم آبی در تنش های کم آبی و شوری ایجاد شده در گیاه دارد (Saneoka *et al.*, 2004). با توجه به نتایج این پژوهش مشخص شد مقدار پرولین افزایش یافته در اثر تنش، در حضور اسیدآسکوربیک کاهش می یابد. اسید آسکوربیک تقریباً بر بیشتر واکنش های متابولیسمی گیاه تأثیر دارد و موجب

تغییراتی در آنها می شود. این تغییرات باعث می شود مقدار تحمل و سازگاری گیاهان در مقابل عوامل محیطی افزایش یابد (Metwally *et al.*, 2003). Sharma and Shanker در سال 2005 گزارش کرده اند که تنش خشکی مقدار پروتئین کل در دانه رست های برنج را افزایش می دهد، ولی مقدار پروتئین های محلول را کاهش داده است. رادیکال های اکسیژن فعال با تغییر موقعیت اسیدهای آمینه در رشته های پروتئین باعث تسهیل تاثیر آنزیم های تجزیه کننده پروتئین ها گردیده و بنابراین یکی از دلایل کاهش محتوای پروتئین در گیاهان که در معرض خشکی هستند تولید رادیکال های آزاد اکسیژن می باشد (Sircelj *et al.*, 2005). گزارش گردیده که اسید آسکوربیک بر تشکیل پروتئین های دفاعی، انواع پروتئین کینازها و مهار رادیکال های آزاد اثر می گذارد (Sairam *et al.*, 1997).

نتیجه‌گیری کلی

اسید آسکوربیک به عنوان یکی از بهترین ترکیبات غیر آنزیمی واجد خواص آنتی اکسیدانی شناخته شده قادر است با جاروب کردن گونه های اکسیژنی، اثرات مخرب ناشی از تنش ها را کاهش دهد. اسید آسکوربیک تقریبا بر اکثر واکنش های متابولسیمی گیاه تاثیر می گذارد و موجب تغییراتی در آنها می شود، این تغییرات اغلب به صورت سازش هایی است که مقدار تحمل و سازگاری گیاهان را در مقابل عوامل محیطی افزایش می دهد. نتایج نشان داد ترکیبات آسکوربات با داشتن خواص ضد اکسیداتیو می توانند باعث کاهش خسارات ناشی از تنش خشکی وارده به گیاه شوند.

منابع

1) Alebrahim, M.T., Janmohammadi, M., Sharifzade, F. and. Tokasi, S. 2009. Evaluation of salinity and drought stress effects on germination and early growth of maize inbred lines (*Zea mays* L.). Journal of Crop Production, 1(2): 35-43.
2) Bates, L.S., Waldren, R.P. and Terae, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.
3) Bettaieb, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourgou, S., Limam, F. and Marzouk, B. 2010. Drought effects on polyphenol composition and antioxidant activities in aerial parts of *Salvia officinalis* L. Acta Physiology Plant, 33(4):1103-1111.
4) Bhatt, R.M. and Srinivasa-Rao, N.K. 2005.Influence of pod load on response of okra to water stress. Indian Journal Plant Physiology, 10: 54-59.
5) Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72: 248-254.
6) Chen, J., Chng, Z. and Zhong, S. 2007. Effect of exogenous salicylic acid on growth and H2O2-Metabolizing enzymes in rice seedlings lead stress. Environmental Sciences,19:44-49.
7) Ginzberg, I., Stein, H. and Kapuling, Y. 1998. Isolation and characterization of two different cDNAs of Δ1-pyrroline- carboxylate synthase in alfalfa, transcriptionally induced upon salt stress. Plant Molecular Biology, 38: 755-764.
8) Hernandez, J.A., Corpas, F.J., Gomez, M., Del Rı´o, L.A. and Sevilla, F. 1993. Salt-induced oxidative stress mediated by activated oxygen species in pea leaf mitochondria. Physiologia Plantarum, 89: 103-110.
9) Huang, C., He, W., Gua, J., Change, X., Su, P. and Zhang, L. 2005. Increased sensitivity to salt stress in an ascorbate-deficient Arabidopsis mutant. Journal of Experimental Botany, 56(422): 3041-3049.

10) Hyodo, H. and Yang, Sh. 1971. Ethylene-enhanced synthesis of phenylalanine Ammonia-lyse in pea seedling. Plant Physiology,47:765-770

11) Karimi-Afshar, A., Baghizadeh, A., Mohammadi-Nejad, G. and Abedi, J. 2014. Evaluation of genetic variation and relationships between traits in cumin (*Cuminum cyminum* L.) based on morphological characteristic. 1th International and 13th National Iranian Genetic Congress.

12) Khajeh–Hosseini, A., Powell, A. and Bingham, I.J. 2003. The interaction between salinity stress and vigour during germination of soybean seeds. Seed Science and Technology, 31: 715-725.

13) Kiyosue, T., Yoshiba, Y., Yamaguеji-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. 1996. A nuclear gene encoding mitochondrial proline metabolism, is up regulated by proline but down regulated by dehydration in Arabidopsis. Plant Cell, 8: 1323-1335.

14) Kuznetsov, V. and Shevyakova, N.L. 1999. proline under stress: Biological role metabolism and regulation. Russian Journal of Plant Physiology, 46(2): 274-287.

15) Larcher, W. 2001. Physiological plant ecology. Springer. Verbiage berlin Heidelberg newyork.505 pages.

16) Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148:350-382.

17) Mayak, S., Meir, S., Ben Sade, H., Nell, T.A. and Clark, DG. 2001. The effect of transient water stress on sugar
metabolism and development of cut flowers. Acta Horticulture,543: 191-194.

18) Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. and Dietz, K. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedling. Physiology and Biochemistry of Plant, 132: 272-281.

19) Mir-Hosseni-Dehabadi, S.R. 1994. The effect of water relation carbon isotope discrimination and shoot and root growth of sainfoin (*Onobrychis visifolia*) Scope and Lucerne (*Medicago sativa* L.). Ph.D. Thesis. Massey Universitiy. Newzealand, Pp. 364 .

20) Mohammadi, Bakhtiar.2011. Trend Analysis of annual rainfall over Iran. Geography and Environmental Planning Journal, 43(3). 95-106.

21) Petropoulos, S.A., Dimitra, D., Polissiou, M.G. and Passam, H.C. 2008.The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley (*Petroselinum crispum*). Scientia Horticulturae,115: 393- 397.

22) Saadizadeh, M., Abbasi, F. and Baghizadeh, A. 2012. The interaction of salicylic acid and ascorbic acid on some of resistance mechanisms of drought stress in *Echium Amoenum*. 17th National and 5th International Conference on Biology of Iran. Kerman, Shahid Bahonar University of Kerman.Iran. (In Persian).

23) Sairam, A.K., Deshumk, P.S. and Skukla, D.S. 1997. Tolerance of drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. Agronomy and Crop Science, 178: 171-187.

24) Saneoka, H., Moghaieb, R.E.A., 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. Environmental and Experimental Botany, 52:131-138.

25) Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation,30: 157-161.

26) Shaban, M., Mansourifar, S., Ghobadi, M. and Ashrafi Parchin, R.2012.effect of drought stress and starter nitrogen fertilizer on root characteristics and seed yield of four chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Seed and Plant Production, 27(4): 451-470.

27) Sharma, P. and Shanker, R. 2005. Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. Plant Growth Regulation, 46: 209-221.

28) Sircelj, H., Tausz, M., Grill, D. and Batic, F. 2005. Biochemical responses in leaves of two apple tree cultivars subjected to progressing drought. Journal of Plant Physiology,162 (12): 1308-1318.

29) Slama, I., Ghnaya, T., Hessini, k., Messedi, D., Savoure, A. and Abdelly, C. 2007.Comparative study of the effects of mannitol and PEG osmatic stress on growth and solute accumulation in *sesuvium portulacastrum*. Environmental and Experiment al Botany, 61:10-17.

30) Smironoff, N. 1996. The function and metabolism of ascorbate in plant annals of botany, 78:661-669.

31) Somogy, M. 1952. Notes on sugar determination .Journal of Biological Chemistry, 123:19-29.

32) Traw, M.B. and Bergelson, J. 2003. Interactive effects of jasmonic acid, Salicylic acid and Gibberellin on induction of trichomes in Arabidopsis. American Society of Plant Biologist, 133:1367-1375.

33) Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F. and Koca, H. 2005.Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought tolerant *P.acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Science, 168: 223-231.

34) Wise, R.R. and Naylor, A. W.1987. Chilling-enhanced photo-oxidation. The proxidative destruction of lipids during chilling injury to photosynthesis and ultra-structure. Plant Physiology, 83:278-282.

35) Xu, Y.C., Zhang, J.B., Jiang, Q.A., Zhou, L.Y. and Miao, H.B. 2006. Effects of water stress on the growth of *Lonicera japonica* and quality of honeysuckle. Zhong Yao Cai, 29(5): 420-423.

36) Yazdanpanah, S., Baghizadeh, A. and Abbassi, F.2011. The interaction between drought stress with salicylic acid and ascorbic acid on some Biochemical characteristics of *Satureja hortensis.* African Journal of Agricultural Research, 6(4)798-807.

37) Zhang, Z., Pang, X., Duan, X., Ji, Z. L. and Jiang, Y. 2005. Role of peroxidase in anthocyanin degradation in litchi fruit pericarp. Food Chemistry, 90: 47-52.

38) Zhu, J.K. 2002. Salt and water stress signal transduction in plant. Plant Biology, 53:247-273.