

## تأثیر تلقیح سویه‌های مختلف باکتری افزایش دهنده رشد گیاهی بر برخی از متابولیت‌ها، عملکرد و خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید (*Anethum graveolens*) تحت شرایط تنش کم‌آبی

آرزو میر مظفری رودسری<sup>۱</sup>، مهرداد یارنیا<sup>۲\*</sup>، هادی اسدی رحمانی<sup>۳</sup>، محمود تورچی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳. دانشیار موسسه تحقیقات آب و خاک، تهران، ایران.

۴. استادگروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۷/۲۷

### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر سویه‌های مختلف باکترهای افزایش دهنده رشد گیاهی بر محتوای متابولیت‌های سازگاری و رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت تنش کم‌آبی در دو سال زراعی ۹۲ و ۹۳ در شرایط مزرعه‌ای به صورت آزمایش کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد مطالعه طرح عبارت بودند از تنش کم‌آبی در سه سطح آبیاری پس از ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A به‌عنوان عامل اصلی و سویه‌های مختلف باکتری در ۸ سطح به همراه شاهد به‌عنوان عامل فرعی. نتایج حاصل نشان داد کاربرد سویه‌های مختلف باکتری و اعمال تنش بر میزان کربوهیدرات محلول برگ و پرولین مؤثر بودند. بیشترین مقدار کربوهیدرات محلول و پرولین با تلقیح بذر با باکتری پَسودوموناس ۱۶۹ در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A حاصل شد. بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی با ۸۹ میکروگرم در میلی‌لیتر در تیمار آزو سپریلیوم آف و آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و کمترین آن با ۱۵/۳ میکروگرم در میلی‌لیتر در تیمار عدم کاربرد سویه باکتریایی و آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد. همچنین، بیشترین عملکرد اسانس کل با ۴ گرم در تیمار هر با سیلوس و آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و کمترین آن با ۰/۸۵ گرم در تیمار پَسودوموناس ۱۶۸ و آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد. در این بررسی، شرایط تنش کم‌آبی ملایم و شدید و استفاده از سویه‌های مختلف باکتری‌ها باعث افزایش معنی‌دار تولید پرولین و کربوهیدرات‌های محلول نسبت به شاهد گردید. این امر توانست باعث افزایش عملکرد اسانس بوته در شرایط تنش ملایم و متوسط در مقایسه با شاهد شود. لذا، استفاده از سویه‌های مناسب باکتری همچون از تو باکتر ۵ و آزو سپریلیوم ۲۱ می‌تواند در شرایط تنش کم‌آبی متوسط و استفاده از از تو باکتر ۵ و پَسودوموناس ۱۶۹ در شرایط تنش کم‌آبی شدید تولید اسانس، گیاه دارویی را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پرولین، تنش، کربوهیدرات‌های محلول.

### مقدمه

جهان از جمله ایران است که عملکرد گیاهان را در این نواحی با محدودیت مواجه کرده است (Akhondi et al, 2007). یکی از مهم‌ترین تأثیرات منفی تنش خشکی، کاهش دسترسی و جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه است

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است (Abedi et al., 2011). کمبود آب بزرگ‌ترین چالش در تولید محصولات زراعی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک

گیاهان دخالت دارد (Jafarzadeh et al., 2010). کاهش میزان کلروفیل a در اثر تنش خشکی، به علت افزایش تولید رادیکال‌های اکسیژن می‌باشد که این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون (Wise and Naylor, 1989) و در نتیجه تجزیه رنگیزه‌ها می‌گردند (Schutz and Fangmeir, 2001). شویید گیاهی است یک‌ساله که در مناطق مدیترانه‌ای، اروپا، آسیای جنوبی و مرکزی می‌روید. در حال حاضر این گیاه به‌طور گسترده‌ای در آسیای جنوب شرقی می‌روید (Bahramikia and Yazdanparast, 2008).

با توجه به اهمیت زراعت و تولید گیاهان دارویی و کمبود آب آبیاری و نزولات در مناطق مختلف کشور، این آزمایش به‌منظور مطالعه اثر کودهای زیستی بر کاهش اثرات تنش خشکی در شویید از طریق بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد اسانس این گیاه انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

برای تعیین اثرات سویه‌های مختلف باکتری بر گیاه دارویی شویید تحت شرایط متفاوت آبیاری، آزمایشی طی دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز در ارتفاع ۱۳۶۰ متر بالاتر از سطح دریاهای آزاد و مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه ۵ دقیقه عرض شمالی انجام شد. آمار هواشناسی منطقه آزمایش طی دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در جدول ۱ ارائه شده است.

در سال زراعی ۱۳۹۲ نمونه‌برداری از خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری جهت تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام گردید که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی سطوح آبیاری شامل آبیاری پس از ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A به‌عنوان عامل اصلی و سویه‌های مختلف باکتری به‌عنوان عامل فرعی در نه سطح شامل آروسپیریلوم آف (*Azospirillum brasilense*)، ازتوباکتر ۵ (*Azetobacter chroococcum*)، فلایباکتریوم ۹ (*Norosphingobium aramaticivorans*)، فلایباکتریوم ۴۰ (*Microbacterium Sp*)، هرباسپیریلوم ۲۱ (*Herbaspirillum seropodicae*)، آروسپیریلوم

(Misra and Srivastava, 2000; Pirzad et al., 2006) و گیاه با تغذیه خوب، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت (Lal, 1993). تولید موفق محصولات زراعی در وضعیت آب و هوایی خشک، مستلزم اعمال مدیریتی مناسب است. استفاده از کودهای زیستی سبب بهبود ویژگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود و می‌تواند یکی از راه‌کارهای کاهش اثر نامطلوب تنش خشکی باشد (Vessey., 2003). کاربرد کودهای زیستی به‌ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه، مهم‌ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، برای سیستم کشاورزی پایدار می‌باشد (Sharma, 2003). اهمیت جوامع میکروبی در یک اکوسیستم به دلیل نقش مهمی است که آن‌ها در فرآیندهای خاک که تعیین‌کننده تولید گیاه می‌باشد، ایفا می‌کنند (Wu et al., 2005; Mandal et al., 2004). از جمله فواید کودهای زیستی افزایش جذب عناصر پرمصرف از جمله فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی (Azcon et al., 2003)، افزایش جذب آب و تحمل به خشکی و ترشح هورمون‌های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین می‌باشد. افزایش در میزان این هورمون‌ها به‌ویژه سیتوکنین‌ها می‌تواند با انتقال یون‌های مؤثر در باز و بسته شدن روزنه و بالا رفتن سطح کلروفیل، موجب افزایش سرعت فتوسنتز و در نهایت افزایش محتوای کربوهیدرات‌ها در گیاهان شود (Selvaraj and Chellappan, 2006). تنظیم اسمزی به‌عنوان جزئی مهم از سازوکار تحمل به تنش خشکی در گیاهان در نظر گرفته می‌شود (Jalili-marandi, 2011). این پدیده در شرایط کمبود آب، در نتیجه تجمع این مواد، پتانسیل اسمزی درون سلول کاهش یافته و آب به درون سلول کشیده می‌شود که به حفظ فشار آماس سلولی کمک می‌کند (Jalili-marandi, 2011). تنش ملایم آب سبب افزایش کلروفیل می‌شود، در حالی که کمبود شدید آب موجب کم شدن کلروفیل شد (Jeyaramraja et al., 2005). نتایج آزمایش‌ها نشان داده‌اند که تجمع پرولین و کربوهیدرات محلول جهت تنظیم اسمزی در صورتی روی می‌دهد که پتانسیل آب بیش از یک مگا پاسکال کاهش یابد (Pessarikli, 1999).

گیاهان در شرایط محیطی متفاوت، برای تنظیم پتانسیل اسمزی درون سلول، مواد محلول با وزن مولکولی کم و سازگار را تولید و تجمع می‌دهند. این مواد عموماً شامل اسیدهای آمینه، قندهای محلول و اسیدهای آلی می‌باشند که در بین آن‌ها احتمالاً پرولین گسترده‌ترین نوع اسمولیت است که به نظر می‌رسد تجمع آن در سازگاری به خشکی در بسیاری از

(*Azospirillum lipoferum*)، پseudomonas ۱۶۹ به همراه شاهد بدون مصرف (*Pseudomonas putida*) باکتری بودند. ۱۶۸ و پseudomonas fluorescens

جدول ۱. آمار هواشناسی فصل زراعی ۱۳۹۲ تبریز.

Table 1. Weather Data of Tabriz in Cropping season 2013.

ماه‌های سال Year months	بارش ماهانه irrigation	درجه حرارت میانگین Mean temperature	درجه حرارت میانگین کمینه Min. Mean temperature	درجه حرارت میانگین بیشینه Max. Mean temperature	درجه حرارت حداقل مطلق Min. Net. temperature	
March, April	فروردین	14.2	6.6	1.5	11.7	-9.2
April, May	اردیبهشت	34.5	3.9	0.7	7.1	-3.2
May, June	خرداد	17.5	2.3	-2.4	6.9	-19.1
June, July	تیر	24	4.3	-0.6	9.2	-5.4
July, August	مرداد	41.03	2.6	-2.6	7.8	-14.2
August, September	شهریور	43.5	8.9	2.1	15.6	-15.8
September, October	مهر	2.8	21.2	7.9	14.5	8
October, November	آبان	21.8	19.2	11.7	26.7	7.4
November, December	آذر	11	22.4	16.4	28.3	13.2
December, January	دی	2.1	23.5	16	30.9	12
January, February	بهمن	6.3	21.6	14.7	28.2	10.8
February, March	اسفند	99.7	13.1	8.5	17.6	-0.6

ادامه جدول ۱- آمار هواشناسی تبریز در سال ۱۳۹۳

Table 1- Weather Data of Tabriz in Cropping season 2014.

ماه‌های سال Year months	بارش ماهانه irrigation	درجه حرارت میانگین Mean temperature	درجه حرارت میانگین کمینه Min. Mean temperature	درجه حرارت میانگین بیشینه Max. Mean temperature	درجه حرارت حداقل مطلق Min. Net. temperature	
March, April	فروردین	18.4	8.1	2.8	13.4	-2.8
April, May	اردیبهشت	48	4.2	1.3	7.1	-2.8
May, June	خرداد	5.6	1.5	-3.3	6.2	-9.6
June, July	تیر	35.3	3.8	-1.7	9.2	-8.4
July, August	مرداد	8.5	5.5	-0.3	11.3	-5.8
August, September	شهریور	20.6	10.5	4.2	16.8	-6
September, October	مهر	7	22.3	12.6	17.4	28.3
October, November	آبان	10.7	22	15	29	11
November, December	آذر	18	27.1	20	34.2	15.4
December, January	دی	1.3	28.2	21.4	35	17.4
January, February	بهمن	TR	25.5	18.4	32.7	10
February, March	اسفند	84.2	15.5	10.3	20.7	1.2

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

Table 2- Physical and chemical characteristics of the soil.

عمق Deep	هدایت الکتریکی electrical conductivity dS/m	واکنش خاک soil reaction	کربن آلی organic carbon%	نیترژن کل Total nitrogen%	فسفر قابل جذب Available pho sphours mg/kg soil	پتاسیم قابل جذب Available potassium mg/kg soil	بافت خاک Texture
0-30	1.02	7.5	0.62	0.052	8.60	420	لومی شنی Sandy loam

برای اندازه‌گیری متابولیت‌های سازگاری از هر گیاه چندین برگ کاملاً توسعه‌یافته در سه تکرار برداشت شد (Nolte et al., 1997). برای استخراج کربوهیدرات‌های محلول و محتوای پرولین از روش ایریگوین (Irrigoyen et al., 1992) استفاده شد. در سال دوم آزمایش مزرعه‌ای اثر آنتی‌اکسیدانی اسانس با روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی (RSC) به کمک ۲،۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) مورد ارزیابی قرار گرفت (Haghirossadat et al., 2010).

برای تعیین میزان اسانس در دو سال آزمایش (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) از دانه‌های خشک‌شده مربوط به هر تیمار، یک نمونه ۵۰ گرمی انتخاب و بعد از آسیاب کردن، به همراه ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در درون بالن قرار داده و سپس توسط دستگاه کلونجر چهار ساعت حرارت داده شده و اسانس زردرنگ دانه جمع‌آوری و با استفاده از سولفات سدیم بدون آب و دی اتیل اتر رطوبت‌زدایی و درصد اسانس محاسبه گردید. عملکرد اسانس دانه در بوته از حاصل ضرب اسانس دانه در بیوماس تک بوته برحسب میلی‌لیتر محاسبه گردید.

داده‌های مربوط به آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه‌شده و از Excel جهت رسم شکل‌ها استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

#### نتایج و بحث:

اثرات عوامل آزمایشی و اثرات متقابل آن‌ها بر صفات فیزیولوژیک بررسی‌شده در شویده به شرح جدول ۳ معنی‌دار گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات سویه‌های باکتری و تنش آب بر محتوای پرولین معنی‌دار بود (جدول ۳). میزان پرولین در تیمار آبیاری پس از ۴۰ میلی متر تبخیر از تشتک، با کاربرد سویه‌های آروسپیریلوم آف به میزان ۶۶/۶۷ درصد

سویه‌های مختلف باکتری از موسسه تحقیقات آب و خاک کشور تهیه شد. تعداد کل کرت‌های آزمایشی ۸۱ عدد بود. ابعاد هر کرت اصلی ۱۱×۲/۵ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر کرت آزمایشی ۴ ردیف کاشت منظور شد. فاصله بین کرت‌ها ۱/۵ متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. کشت بذور در اوایل اردیبهشت در سال زراعی و در عمق ۱-۲ سانتی‌متری انجام گرفت. زمین انتخابی جهت انجام آزمایش در پاییز به‌وسیله گاواهن شخم زده شد، سپس در فروردین جهت خرد کردن کلوخه و آماده‌سازی از دیسک استفاده شد. قبل از کاشت، ابتدا بذرها بر اساس تیمارهای آزمایشی با سویه‌های مختلف باکتری تلقیح شدند. جهت تلقیح بذرها، برای اختلاط بهتر مایه تلقیح با بذور، بذور شویده به مدت ۱۵ دقیقه در محلول غوطه‌ور شده و پس از خشک نمودن بذور در سایه به مدت ۲ ساعت، اقدام به کشت آن‌ها گردید.

بذور شویده بعد از ۷-۹ روز سبز شده و انجام آبیاری تا استقرار کامل گیاه به‌طور مرتب در همه‌ی واحدهای آزمایشی در هر ۵ روز یک‌بار انجام گرفت. بعد از استقرار بوته‌ها در مرحله آغاز شاخه دهی، تنش کمبود آب در سه سطح، تیمار شاهد (آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با دوره ۵-۷ روزه)، تیمار تنش متوسط با آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک (با دوره‌ی حدود ۸-۱۰ روزه) و تیمار تنش شدید با آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک (دوره‌ی حدود ۱۲ الی ۱۵ روزه) اجرا شد.

اعمال تیمارهای آبیاری پس از آغاز شاخه‌دهی شروع و تا پایان رشد ادامه یافت. هر دور آبیاری بعد از ۴۰±۵، ۸۰±۵ و ۱۲۰±۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A انجام گرفت. میزان تبخیر تجمعی روزانه از تشتک، پس از رسیدن به مقدار موردنظر برای هر تیمار (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر)، زمان آبیاری را نشان می‌داد.

و فلایوباکتریوم ۹ حاصل شد. در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشکک سویه‌های آروسپیریوم ۲۱، پسودوموناس ۱۶۸، هرباسپیریوم، فلایوباکتریوم ۴۰، پسودوموناس ۱۶۹ غلظت پرولین به ترتیب به میزان ۸۸، ۷۶، ۵۶، ۲۸ و ۸ درصد افزایش داشت (جدول ۴).

افزایش داشت. در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشکک غیر از سویه‌ی آروسپیریوم آف، بقیه‌ی سویه‌های استفاده شده مقدار پرولین را نسبت به شرایط (عدم استفاده از باکتری) به صورت معنی‌دار افزایش دادند. این افزایش حداکثر به میزان ۸۱/۸۲ درصد توسط سویه‌ی آروسپیریوم ۲۱ و حداقل به میزان ۲۷/۲۸ توسط سویه‌های ازتوباکتریو

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات بررسی شده شوید در اثر باکتری تحت تنش کم آبی.

**Table 3. Variance analysis of studied traits of dill affected by bacteria under water deficit stress.**

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات M.S.			
		خاصیت آنتی اکسیدانی Anti oxidant properties	پرولین Prolin	کربوهیدرات محلول Carbohydrate	عملکرد اسانس کل Total essence yield
Replication تکرار	2	4.12**	0.003	3.75	0.10
Stress تنش	2	5.27**	0.55*	408.94**	38.13**
Error 1 خطای ۱	4	0.3	0.002	1.79	0.24
Bacteria سویه	8	44.19**	0.01*	22.26**	1.04**
Stress×Bacteria باکتری×تنش	16	20.14**	0.008**	18.83**	0.88**
error 2 خطای ۲	48	0.8 *	0.0002	1.61	0.05
CV (%) ضریب تغییرات		5.50	10.30	4.68	11.06

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

\*\* and \*: significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

در تیمار آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشکک به دست آمد (جدول ۴). در این بررسی مقدار کربوهیدرات‌های محلول با افزایش شدت تنش خشکی افزایش پیدا کرد. قندهای محلول در شدت‌های متوسط تنش، افزایش قابل توجهی داشته و با شدیدتر شدن تنش خشکی مقدار آن شروع به کاهش نمود. علت افزایش اولیه برای بالا بردن مقاومت گیاه به تنظیم فشار اسمزی سلول بوده ولی با شدیدتر شدن تنش، تولید قندها به شدت کاهش یافت که ناشی از کاهش توان فتوسنتزی و میزان دسترسی به انرژی متابولیک می‌تواند باشد (Irrigoyen et al., 1992). کاهش میزان قندهای محلول در تیمار تنش شدید می‌تواند به دلیل مصرف قندها در سنتز متابولیت‌هایی چون پرولین در اندام هوایی نیز باشد (Irrigoyen et al., 1992). از طرف دیگر بر اساس نتایج به دست آمده با افزایش شدت تنش، سویه‌های مختلف باکتری باعث کاهش میزان تجمع پرولین در برگ‌ها شدند. افزایش غلظت اسمولیت‌های سازگار مانند کربوهیدرات و پرولین تحت تأثیر تنش خشکی به اثبات رسیده است (Heidari

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که رژیم آبیاری و سویه‌های مختلف باکتری و اثر متقابل آن‌ها بر میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۳). در تیمار آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشکک، میزان کربوهیدرات‌های محلول نسبت به شاهد در سویه‌های فلایوباکتریوم ۴۰، آروسپیریوم آف و هرباسپیریوم به ترتیب به میزان ۸/۵۷، ۱۱/۴۴ و ۷/۱۵ درصد افزایش یافت. در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشکک تبخیر میزان کربوهیدرات با استفاده از سویه‌های آروسپیریوم ۲۱، پسودوموناس ۱۶۸، فلایوباکتریوم ۹، هرباسپیریوم و آروسپیریوم آف به ترتیب معادل ۲۲/۶۴، ۲۰، ۱۲، ۱۲، ۸ و ۲۸ درصد نسبت به عدم کاربرد باکتری افزایش معنی‌دار یافت. در این ارتباط مشاهده شد که در تیمار آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر، استفاده از تمامی سویه‌های مختلف باکتری به غیر از سویه فلایوباکتریوم ۹، میزان کربوهیدرات را به صورت معنی‌دار تغییر دادند. بیشترین مقدار کربوهیدرات‌های محلول برگ در این بررسی

آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید باعث شد، ولی در صورت کاربرد باکتری‌ها، افزایش کمتری در خاصیت میزان آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید در شرایط کاهش آب آبیاری مشاهده شد. آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در شرایط استفاده از سویه‌های فلایوباکتریوم، آروسپریلیوم آف، از تو فایو، فلایو باکتر نوع ۴۰، پسودوموناس ۱۶۸ و آروسپریلیوم ۲۱ باعث افزایش به ترتیب افزایش ۲۱/۸، ۱۶/۲، ۲۲/۶، ۱۶/۶، ۱۷/۳ و ۲۳/۳ درصدی در خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید شد. همچنین، در سطح آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کاربرد سویه‌های فلایوباکتریوم، آروسپریلیوم آف، از تو فایو، فلایو باکتر ۴۰، هریاسیلوس و آروسپریلیوم ۲۱ به ترتیب ۶۱/۸، ۵۶/۷، ۵۰/۸، ۵۸/۳، ۷۰/۷ و ۶۰ درصد بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس افزوده ولی در کاربرد سویه‌های پسودوموناس ۱۶۸ و پسودوموناس ۱۶۹ به ترتیب ۸۱/۱ و ۸۱ درصد از این صفت کاست (جدول ۴). جلیل (Jalil, 2009) نیز در گیاه دارویی *Withania somnifera* افزایش معنی‌داری را در آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تحت تأثیر کم‌آبی مشاهده نمود. توکلی و آقاجانی (Tavakoli and Agajani, 2016) نیز افزایش معنی‌دار خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس گیاه دارویی *Hyssopus officinalis* را تحت تأثیر کم‌آبی مشاهده نمودند. در این مطالعه در شرایط آبیاری کامل و آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، کاربرد سویه‌های پسودوموناس ۱۶۸ و پسودوموناس ۱۶۹ بیشترین افزایش را در خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید باعث شد. کاربرد سویه‌های پسودوموناس ۱۶۸ و پسودوموناس ۱۶۹ در سطح آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۳۶۰ و ۴۲۶ درصد و در سطح آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، ۲۲۴ درصد بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید افزودند. در سطح آبیاری پس از سویه ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک پس از پسودوموناس ۱۶۸ و پسودوموناس ۱۶۹، سویه‌های فلایوباکتریوم و فلایو باکتر ۴۰ به ترتیب با ۲۶۶ و ۲۲۰ درصد بیشترین افزایش را در خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید باعث شدند. در این سطح آبیاری کاربرد سویه‌های آروسپریلیوم آف، از تو فایو، هریاسیلوس و پسودوموناس ۱۶۸ نیز به ترتیب ۱۴۶، ۱۴۶، ۱۷۳ و ۱۰۰ درصد بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید افزودند؛ اما در سطح آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بعد از سویه‌های پسودوموناس ۱۶۸ و پسودوموناس ۱۶۹، سویه‌های فلایوباکتریوم و از تو فایو به ترتیب با ۱۶۸ و ۱۸۰ درصد

(and Karami, 2013). به نظر می‌رسد تجمع ترکیب‌هایی مانند پرولین و کربوهیدرات در بافت سبز گیاه تحت تنش خشکی می‌تواند تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه را برای گیاه فراهم آورد، اما اتکای گیاهان به این ترکیب‌های آلی برای تنظیم اسمزی هزینه‌بر بوده و گیاه این هزینه را از طریق کاهش عملکرد جبران می‌کند (Good and Zaplachiniski, 1994). تجمع میزان قندهای محلول و پرولین در شرایط تنش خشکی توسط سوپارو و همکاران (Subbaro et al., 2000) نیز گزارش شده است. در بررسی روی نعنای فلفلی (*Mentha piperita*) گزارش شده است که در شرایط تنش، مقدار پرولین در برگ‌های این گیاه ۱/۴ میلی‌گرم در هر گرم وزن خشک بود، ولی با اعمال تنش کم‌آبی بر میزان پرولین برگ‌ها افزوده شد (Ezade et al., 2009). تحت تأثیر تنش خشکی بر میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ افزوده می‌شود تا از اثرات تنش کمبود آب بر گیاه کاسته شود زیرا با کاهش پتانسیل اسمزی، تورژسانس برگ‌ها حفظ می‌شود (Mendez, 2011). محققین گزارش نموده‌اند که تحت شرایط تنش خشکی کاهش شدیدی در فتوسنتز بعد از گرده‌افشانی اتفاق می‌افتد که این امر منجر به کاهش اسمیلات‌ها در این مراحل می‌شود، در نتیجه کربوهیدرات‌های ذخیره‌شده در سایر اندام‌ها، از جمله برگ‌ها و ساقه به اندام‌زایشی منتقل می‌شود (Saeedi pour, 2011).

در این بررسی برهم‌کنش سویه باکتری و کم‌آبی بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس معنی‌داری بود. بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی با ۸۹ میکروگرم در میلی‌لیتر در تیمار آروسپریلیوم آف و آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و کمترین آن با ۱۵/۳ میکروگرم در میلی‌لیتر در تیمار عدم کاربرد سویه باکتریایی و آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد. در این مطالعه، در شرایط عدم کاربرد باکتری، کم‌آبی افزایش معنی‌داری را در خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید باعث شد. در شرایط عدم کاربرد باکتری، با افزایش دور آبیاری از آبیاری پس از ۴۰ به ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک افزایشی به ترتیب ۶۶/۶ و ۱۴۰ درصدی در خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شوید مشاهده گردید (جدول ۴). در صورت کاربرد اغلب سویه‌های باکتری، کم‌آبی بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس برگ‌های شوید افزود. آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در شرایط عدم کاربرد باکتری بیشترین افزایش را در میزان خاصیت

ازتوفایو، فلاویو باکتر ۴۰، هرباسیلوس، پسودوموناس ۱۶۸، آروسپریلیوم ۲۱ و پسودوموناس ۱۶۹ عملکرد اسانس کل را به ترتیب ۱۲۰، ۶۱، ۸۰/۴، ۳۱۹، ۲۴۴، ۶۱/۲ و ۱۹۳ درصد در مقایسه با دور آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک افزایش داد (جدول ۴). با توجه به نتایج، بیشترین افزایش تحت تأثیر کم‌آبی مربوط به سوبه‌های هرباسیلوس و پسودوموناس ۱۶۸ بود. در بررسی‌های مشابه، افزایش در عملکرد اسانس توسط سایر محققان نیز گزارش شده است. ال-مکاو (El-mekawy, 2013) تأثیر کم‌آبی را در گیاه *Achiella santolina* بررسی و مشاهده نمود که کم‌آبی در این گیاه افزایش معنی‌دار ۹/۱۱ درصدی را در عملکرد اسانس باعث شد.

در بررسی حاضر در شرایط آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، تنها سوبه ازتوفایو افزایش معنی‌داری را در عملکرد اسانس کل شویید باعث شد، ولی سایر سوبه‌ها تأثیر مثبتی در این سطح آبیاری بر عملکرد اسانس کل نداشتند. در سطح آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، سوبه ازتوفایو ۴۳/۹ درصد بر عملکرد اسانس کل افزود. سوبه‌های هرباسیلوس و پسودوموناس ۱۶۸ از این صفت به ترتیب ۳۸/۲ و ۴۵/۸ درصد از عملکرد اسانس کل کاست. سایر سوبه‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نداشت. در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، سوبه‌های بیشتری افزایش معنی‌داری را در عملکرد اسانس کل باعث شد. در این سطح آبیاری، سوبه‌های فلاویوباکتر ۹، ازتوفایو، فلاویوباکتر ۴۰، هرباسیلوس و آروسپریلیوم ۲۱ به ترتیب ۴۲/۹، ۵۲/۵، ۳۹/۷، ۳۴/۶ و ۶۳/۴ درصد بر عملکرد اسانس کل افزودند. در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، تمامی سوبه‌ها افزایش معنی‌داری را در عملکرد اسانس کل افزودند که بیشترین افزایش مربوط به دو سوبه ازتوفایو و هرباسیلوس ۱۶۸ بود. این دو سوبه به ترتیب ۱۰۱ و ۱۲۴ درصد بر عملکرد اسانس کل افزود. سوبه‌های آروسپریلیوم ۹، فلاویوباکتر ۹، فلاویوباکتر ۴۰، پسودوموناس ۱۶۸، آروسپریلیوم ۲۱ و پسودوموناس ۱۶۹ نیز به ترتیب ۲۷/۶، ۴۴/۷، ۲۷/۶، ۶۱/۸، ۲۶/۵ و ۷۸/۴ درصد بر عملکرد اسانس کل افزود. تأثیر مثبت کاربرد سوبه باکتریایی بر عملکرد اسانس گیاهان در شرایط کم‌آبی، توسط سایر محققان گزارش شده است. کاظمی‌نسب و همکاران (Kazeminasab et al., 2015) تأثیر کاربرد کود زیستی را در گیاهان دارویی *Melissa officinalis* مورد مطالعه قرار

بیشترین افزایش را در خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شویید باعث گردیدند. در این سطح آبیاری نیز سوبه‌های آروسپریلیوم ۴۰، فلاویو باکتر ۴۰، هرباسیلوس و آروسپریلیوم ۲۱ نیز افزایشی به ترتیب ۶۹/۱، ۱۲۴، ۸۸ و ۴۸ درصدی را در خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شویید باعث شدند. کم‌آبی باعث تجمع فرم‌های فعال اکسیژن که معمولاً در کلروپلاست تجمع می‌یابد، می‌شود. اغلب فرم‌های فعال اکسیژن رادیکال‌های اکسیژن، هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن هستند. گیاهان تحت شرایط کم‌آبی مکانیسم‌های دفاعی در برابر تنش اکسیداتیو دارند. گیاهان با سطح آنتی‌اکسیدان بالا مقاومت بیشتری به تنش‌های اکسیداتیو دارند (Lum et al., 2014). بررسی‌ها نشان داده که باکتری‌های زیستی میزان تولید آنتی‌اکسیدان‌ها را در گیاهان و از جمله اسانس گیاهان افزایش می‌دهند (Taei et al., 2010). چرا که باکتری‌ها باعث تحریک تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و افزایش فعالیت مسیره‌های ثانویه تولیدکننده ترکیب‌های ثانویه آنتی‌اکسیدان مانند فنولیک‌ها، فلاونوئیدها و ویتامین‌ها می‌شود (Salma et al., 2015).

در بررسی حاضر در سطح آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کاربرد سوبه‌های فلاویوباکتریوم و ازتوفایو به ترتیب با ۱۴۷ و ۱۳۸ درصد بیشترین افزایش را در خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شویید باعث گردید. در این سطح آبیاری کاربرد سوبه‌های آروسپریلیوم ۴۰، فلاویو باکتر ۴۰، هرباسیلوس، پسودوموناس ۱۶۸، آروسپریلیوم ۲۱ و پسودوموناس ۱۶۹ خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس شویید را به ترتیب ۶۱/۱، فلاویوباکتریوم، ۹۴/۴، ۵۵/۵، ۳۳/۳ و ۵۸/۳ درصد در مقایسه با عدم کاربرد باکتری افزایش داد.

در این مطالعه بیشترین عملکرد اسانس کل با ۴ گرم در تیمار هرباسیلوس و آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و کمترین آن با ۰/۸۵ گرم در تیمار پسودوموناس ۱۶۸ و آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمد. تیمار کم‌آبی آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در سوبه‌های فلاویوباکتر ۹، فلاویوباکتر ۴۰، هرباسیلوس، پسودوموناس ۱۶۸ و آروسپریلیوم ۲۱ افزایشی به ترتیب ۸۷/۳، ۷۰/۳، ۱۱۶، ۵۸/۸ و ۷۹/۵ درصدی را در عملکرد اسانس کل باعث گردید، ولی در سایر سوبه‌ها تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در مقایسه با آبیاری پس از ۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نداشت. تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک نیز در سوبه‌های فلاویوباکتر ۹،

که در نتیجه این تغییرات افزایش عملکرد اسانس بوته دور از انتظار نمی‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش اثبات می‌کند که در شرایط تنش ملایم و شدید، استفاده از سویه‌های مختلف باکتری‌ها، باعث افزایش معنی‌دار در تولید پرولین و کربوهیدرات‌ها و کلروفیل a و b نسبت به تیمار شاهد گردید، این امر توانست باعث افزایش عملکرد اسانس بوته در شرایط تنش ملایم و متوسط در مقایسه با شاهد شود. در این تحقیق نشان داده شد که استفاده از سویه‌های مناسب باکتری از جمله ازتوباکتر ۵ و آروسپیریلیوم ۲۱ می‌تواند در شرایط تنش متوسط و ازتوباکتر ۵ و پسودوموناس ۱۶۹ تولید محصول این گیاه دارویی را افزایش دهد.

داده و مشاهده نمودند که کاربرد کود زیستی پسودوموناس افزایش ۲۲ درصدی را در عملکرد اسانس این گیاه دارویی ایجاد نمود. در این مطالعه از توفایو از بهترین سویه‌ها از نظر عملکرد اسانس کل در هر سه سطح آبیاری بود، با این وجود در سویه هرباسیلوس بیشترین افزایش در عملکرد اسانس تحت تأثیر کم‌آبی به دست آمد. اثر افزایشی کودهای زیستی بر جذب عناصر، عملکرد دانه و وزن ساقه برنج در مقایسه با استفاده از کودهای شیمیایی نیز ثابت شده است (Wijebandara et al., 2009). در این بررسی مشاهده گردید که استفاده از برخی از سویه‌های باکتری حتی در شرایط تنش کمبود آب با افزایش تحمل به تنش کم‌آبی از طریق افزایش محتوای متابولیت‌های سازگاری و در نتیجه انجام پدیده تنظیم اسمزی، توانمندی گیاه را در ادامه جذب آب در شرایط تنش افزایش می‌دهند، از طرف دیگر افزایش محتوای کلروفیل‌ها توسط تعدادی از باکتری‌ها در شرایط تنش کم‌آبی، امکان افزایش فتوسنتز جاری را بالا برده است

جدول ۴- مقایسه میانگین متابولیت‌های سازگاری و خاصیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از سویه‌های مختلف باکتری و تنش کم‌آبی.

Table 4- Means comparison of acclimation metabolites and antioxidant properties affected by bacteria and water deficit

تنش	سویه	کربوهیدرات Carbohydrate (mg/gdw)	پرولین Proline (mg/gdw)	خاصیت آنتی‌اکسیدانی Anti oxidant properties (µg/ml)	عملکرد اسانس کل Total essence yield (g)
S <sub>1</sub>	Azoff	26	0.05	55.33	1.96
	F <sub>9</sub>	21	0.02	37	1.19
	A <sub>0</sub>	23.33	0.03	15.33	1.57
	Azto5	19	0.02	57.33	2.26
	F <sub>40</sub>	25.33	0.02	48.66	1.28
	Herbas	25	0.04	41	0.97
	P168	23.66	0.02	69.33	0.85
	Azos21	20	0.01	30	1.42
	P169	23	0.04	79.33	1.10
S <sub>2</sub>	Azoff	27	0.11	67	2.01
	F <sub>9</sub>	28	0.14	43.33	2.23
	A <sub>0</sub>	25	0.11	25.66	1.56
	Azto5	24.66	0.14	70.33	2.38
	F <sub>40</sub>	23.66	0.15	56	2.18
	Herbas	28	0.16	47	2.10
	P168	30	0.17	81	1.35
	Azos21	30.66	0.20	37	2.55
	P169	32	0.15	81.33	1.39
S <sub>3</sub>	Azoff	30	0.21	89	2.31
	F <sub>9</sub>	28.33	0.22	58	2.62
	A <sub>0</sub>	28	0.25	36.66	1.81
	Azto5	31	0.25	86.66	3.64
	F <sub>40</sub>	32	0.27	76	2.31
	Herbas	27	0.32	70	4.07
	P168	33	0.39	13.66	2.93
	Azos21	32	0.44	48	2.29
	P169	34.32	0.47	15.20	3.23
LSD 0.01		1.03	0.01	6.2	0.43



## منابع

- Abedi, T., Pakniyat, H., 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. 46 (1), 27–34.
- Akhondi, M., Safarnejad, A., Lahoti, M., 2006. Effect of drought stress on proline accumulation and changes in elements in Yazdi, Nikshahri and Ranjer alfalfa (*Medicago sativa* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 10(1), 165-174. [In Persian with English Summary].
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO. ISBN 92-5-104219-5
- Azcon, R., Ambrosano, E., Goss, M.J., 2005. Effect of two AMF life strategies on the tripartite symbiosis with brady *Rhizobium japonicum* and soybean. Mycorrhiza. 16(3), 167-173.
- Ebrahimi, A., Naghavi, M.R., Sabokdast, M., 2010. Evaluation and comparison of different species of native atmospheres the amount of chlorophyll, carotenoids, proteins and enzymes. Iranian Journal of Crop Science. 41(1), 57-65. [In Persian with English Summary].
- Egamberdiyeva, D., 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. Applied Soil Ecology. 36, 184-189.
- Egamberdiyeva, D., Hoflich, G., 2003. Influence of growth-promoting bacteria on the growth of wheat in different soils and temperatures. Soil, Biology, Biochemistry. 35, 973–978.
- El-Mekawy, M., 2013. Response of *Achiella santolia* to fertilizers under different irrigation intervals. Asian Journal of Crop Science. 5, 155-164.
- El-Sayed, H. 1992. Proline metabolism during water stress in sweet pepper (*Capsicum annum*L.) plant. Phytion (Horn, Austria). 32, 255-261.
- Ezade, Z., Esnaashare, M., Ahmadvand, G., 2009. The impact drought stress on yield, proline, soluble sugar, chlorophyll, relative water content and the amount of essential oil of peppermint. Journal of Horticultural Science and Thechnology. 10(3), 347-358.
- Good, A.G., Zaplachinski, S.T., 1994. The effects of drought on free amino acid accumulation and protein synthesis in *Brassica napus*. Physiologia Plantarum. 90, 9-14.
- Haghirossadat, F., Bernard, F., Kalantar, M., Sheikhha, M.H., Hokmollahi, F., Azimzadeh, M., Hoori, M., 2010. *Bunium persicum* (Black Caraway) of Yazd province: Chemical assessment and evaluation of its antioxidant effects. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 18(3):284-291. [In Persian with English Summary].
- Heidari, M., Karami, A.V., 2013. Examine the effects of stress and strains of mycorrhiza on yield, yield components, chlorophyll and biochemical composition of sunflower. Environmental Stresses in Crop Sciences. 6(1), 17-26. [In Persian with English Summary].
- Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W., Sanchez Diaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum. 84, 55-63.
- Jafarzadeh, L., Omid, H., Jafari, N., 2010. The effect of drought stress on vegetative growth, essential oil and proline content of *Calendula officinalis* L., 4th International Conference of Biology, Iran. 1261-1262. [In Persian].
- Jaleel, C.A., 2009. Non-enzymatic antioxidant changes in *Withania somnifera* with varying drought stress levels. American-Eurasian Journal of Scientific Research. 4(2), 64-67.
- Jalili-Marandi, R., 2011. Physiology environmental stresses and mechanisms of resistance in garden plants. Urmia University Jahad Press. 636 pp. [In Persian].
- Jeyaramraja, P.R., Meenakshi, S.N., Kumar, R.S., Joshi, S.D., Ramasubramanian, B., 2005. Water deficit induced oxidative damage in tea (*Camelia sinensis*) plants. Plant Physiology. 162, 413-419.
- Kazemi Nasab, A., Yarnia, M., Lebaschy, M.H., Mirshekari, B., Rejali, F., 2015. The response of drought stressed lemon balm (*Melissa officinalis* L.) to vermicompost and PGPR. Biological Forum. 7(1), 1336-1344.

- Lal, P., Chhipa, B.R., Kumar, A., 1993. Salt Affected Soil and Crop Production: A Modern Synthesis. Agro Botanical Publishers, India, 375 p.
- Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R., 1985. Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf in different solvents. Proceedings and Transactions of the Liverpool Biological Society. 11, 591-592.
- Lum, M.S., Hanafi, M.M., Rafii, Y.M., Akmar, A.S.N., 2014. Effect of drought stress on growth, proline and antioxidant enzyme activities of upland rice. The Journal of Animal & Plant Sciences. 24(5), 1487-1493.
- Mandal, A., Patra, A.K., Singh, D., Swarup, A., Ebhin Masto, R., 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. Bioresource Technology. 98, 3585-3592.
- Mendez, A.M., Castillo, D. del Pozo, A., Matus, I., Morcuende, R., 2011. Differences in stem soluble carbohydrate contents among recombinant chromosome substitution lines (RCSLs) of barley under drought in a Mediterranean type Environment. Agronomy Research. (Special Issue). 9, 433-438.
- Misra, A., Srivastava, N.K., 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants. 7, 51-58.
- Nolte, K.D., Hason, A.D., Gage, P.A., 1979. Proline accumulation and methylation to proline betative in citrus implication for genetic engering of stress resistance. Journal of American Horticultural Science. 122, 8-13.
- Pessarkli, M., 1999. Hand Book of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc. 697 Pages.
- Pirzad, A., Alyari, H., Shakiba, M.R., Zehtab-Salmasi, S., Mohammadi, A., 2006. Essential oil content and composition of german chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. Journal of Agronomy. 5(3), 451-455. [In Persian with English Summery].
- Saeedipour, S., 2011. Effect of drought at the post-anthesis stage on remobilization of carbon reservers in two wheat cultivars differing in senescence properties. International Journal of Plant Physiology & Biochemistry. 3(2), 15-24.
- Sajid, M., Zahir, N., Zahir, A., Naveed, M., Arshad, M., Shahzad, S.M., 2008. Variation in growth and ion up take of maize dut to inoculation with plant growth promoting rhizobacterium under stress. Soil and Environment. 25(2), 78-84.
- Salam, M.A., 1995. Studies of drought resistance in *Sorghum bicolor* L. Muench. Leaf water parameters in different growth stages. Die Bodenkultur. 46, 107-176.
- Salama, Z.A., El Baz, F.K., Gaafar, A.A., Fathy Zaki, M., 2015. Antioxidant activities of phenolics, flavonoids and vitamin C in two cultivars of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in responses to organic and bio-organic fertilizers. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 14, 91-99.
- Schutz, M., Fangmeir, E., 2001. Growth and yield response of spring wheat (*Triticum aestivum* L. CV. minaret) to elevated CO<sub>2</sub> and water limitation. Environmental Pollution. 114, 184-194.
- Selvaraj, T., Chellappan, P., 2006. Arbuscular mycorrhizae: A diverse personality. Eurpean Journal of Agriculture. 7, 349-358.
- Sharma, D.K., 2003. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios. P: 407.
- Subbaro, G., Nam, N.H., Chauhan, Y.S., Johansen, C., 2000. Osmotic adjustment, water relation and carbohydrate remobilization in pigeonpea under water deficits. Journal of Plant Physiology. 157, 651-659.
- Tabatabai, J. 2009. Principles of mineral nutrition of plants. Teacher Press, Tabriz. 314 pp. [In Persian].
- Taie, H., Salama, Z., Radwan, S., 2010. Potential activity of basil plants as a source of antioxidants and anticancer agents as affected by organic and bio-organic fertilization. notulae botanicae. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 38, 121-128.
- Tavakoli, M., Aghajani, Z., 2016. The effects of drought stress on the components of the essential oil of *Hyssopus officinalis* L. and determining the antioxidative properties of its water extracts. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. 6(2), 31-36.
- Vessey, J.K., Sharma A.K., 2003. Plant Growth. Biofertilizer for Sustainable Agriculture. Agrobios (India). 218 pp.
- Wijebandara, D.M.D.I., Dasog, G.S., Patti, P.L., Manjuna, P., 2009. Response of rice to

- nutrients and biofertilizers under conventional rice intensification methods of cultivation in tungabhadra command of Karnataka. Karnataka Journal of Agricultural Science. 22(4), 741-750.
- Wise, R.R., Naylor, A.W., 1989. Chilling enhanced photo-oxidation the peroxidative destruction of lipids during chilling injury to photosynthesis and ultrasrature. Plant Physiology. 83, 278-282
- Wu, S.C., Caob, Z.H., Lib, Z.G., Cheunga, K.C., Wong, M.H., 2005. Effects of biofertilizer containing N-fix, P, and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geoderma. 125, 155-166.



