نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۶۵۱-۶۴۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 4, Winter 2016, P. 642-651
ISSN: 2008 - 4730

نقش تنش خشکی و کودهای فسفر و روی بر میزان عناصر و عملکرد اسانس بابونه آلمانی

میثم قائدی جشنی[1*]- سید محسن موسوی نیک[2]- جاسم امینی فر[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۴

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی وکودهای فسفر و روی بر میزان عناصر، صفات فیزیولوژیک و عملکرد اسانس بابونه آلمانی رقم گورال، آزمایش اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. تنش خشکی در سه سطح ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنش ملایم)، ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه (تنش متوسط) و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنش شدید)، به عنوان عامل اصلی و سطوح کود سوپر فسفات تریپل در سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و سطوح کود سولفات روی در دو سطح (عدم مصرف) شاهد و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل فرعی لحاظ شد. صفات اندازه گیری شامل: میزان پتاسیم، سدیم، روی، فسفر، کلروفیلa، کلروفیلb، نسبت کلروفیل a/b و میزان اسانس بود. نتایج حاکی از اثر معنی‌دار تنش خشکی بر میزان اسانس و دیگر صفات (به جزء میزان روی و فسفر) بود، به طوری که با افزایش تنش میزان اسانس افزایش یافت. کود فسفر نیز بر میزان سدیم، روی، فسفر و عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد و بر میزان پتاسیم، کلروفیل a و کلروفیل b در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین کود روی بر میزان فسفر، کلروفیلb و نسبت کلروفیل a/b در سطح یک درصد و بر میزان روی و عملکرد اسانس در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. کاربرد کود فسفر تا میزان ۱۵۰ کیلوگرم و کود روی به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش میزان صفات فیزیولوژیک و عملکرد اسانس شد. بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که آبیاری بر اساس۵۰ درصد ظرفیت زراعی با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر و ۳۰ کیلوگرم کود روی در هکتار، می‌تواند باعث بهبود عملکرد اسانس بابونه آلمانی گردد.

واژه‌های کلیدی: بابونه، صفات فیزیولوژیک، عملکرد، کمبود آب، کود

مقدمه

بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) گیاهی علفی، یکساله، از تیره کاسنی (Asteraceae) است. این گیاه بومی منطقه مدیترانه می‌باشد که منشأ آن را آسیای صغیر گزارش کرده اند. امروزه پراکندگی وسیعی از بابونه در اروپا، آسیای صغیر، آفریقای شمالی، آمریکای شمالی و جنوبی و استرالیا وجود دارد. ماده‌ی مؤثره‌ی بابونه اسانس بوده که خواص داروئی زیادی مانند آرامبخش، ضد اسپاسم، تحریک کننده گلبول‌های سفید خون و تقویت سیستم دفاعی بدن، ضد باکتری‌های گرم مثبت و ضدحساسیت برای آن ذکر گردیده است (۳۸). گیاه داروئی بابونه در بسیاری از کشورها به صورت گل‌های خشک و اسانس در صنایع داروئی، غذائی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در سال‌های اخیر نیز به عنوان یکی از پر فروش‌ترین گیاهان داروئی جهان در آمده است. با توجه به اهمیت این گیاه در سلامت جامعه و نقش آن در اشتغال‌زائی و ارزآوری، بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد کمی و کیفی آن بسیار مهم می‌باشد. لذا لازم است تا تحقیقات همه‌جانبه‌ای روی این گیاه در کشور انجام پذیرد.

کمبود آب در ایران همواره به عنوان عامل محدود کننده تولید محصولات زراعی و باغی به شمار می‌رود. در این بین تأثیر آن بر رشد، نحوه جذب عناصر غذائی و انجام فرایندهای متابولیسمی گیاهان متفاوت است. کمبود آب تغییرات زیادی در رشد گیاه به وجود می‌آورد که می‌تواند سبب کاهش آن گردد. این در حالی است که میزان این کاهش رشد همواره با تغییرات مهمی در خواص کیفی گیاهان زراعی و باغی و از جمله گیاهان داروئی همراه است (۲۱). کاهش فشار تورژسانس می‌تواند اولین اثر تنش خشکی باشد که سرعت رشد سلول و اندازه نهائی آن را متأثر ساخته و احتمالاً حساس‌ترین فرایند سلولی به تنش است (۱۰). در برخی گیاهان داروئی مثل ریحان و مرزه تنش خشکی باعث افزایش اسانس آن می‌گردد (۱). محققان در آزمایشی که به منظور بررسی اثر تنش کم

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان داروئی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: meysamsalar68@gmail.com)
۲ و ۳- دانشیار و دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

آبی در مراحل رویشی و زایشی روی کمیت و کیفیت اسانس شوید در دو سال متوالی و با تیمارهای آبیاری کامل ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه در طول دوره رشد، دو تنش ملایم ۶۶ درصد و دو تنش شدید ۳۳ درصد ظرفیت مزرعه در مراحل رویشی و زایشی انجام شد، به این نتیجه رسیدند که میزان آب در دسترس و مراحل رشد اثرات معنی-داری روی کمیت و کیفیت اسانس شوید داشت. به طوریکه بیشترین درصد و عملکرد اسانس مربوط به تنش خشکی ملایم، و کمترین درصد و عملکرد اسانس مربوط به تنش خشکی شدید بود (۴). در آزمایشی تحت عنوان بررسی تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک بادرشبو، با سه سطح تیمار۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه مشخص شد که بیشترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه بود، همچنین بیشترین میزان پرولین در تیمار آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده شد (۳۶). نتایج تحقیقی روی آویشن نشان داد که بیشترین درصد اسانس در رژیم آبیاری ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه به دست می‌آید و با تشدید تنش آبی عملکرد اسانس کاهش می‌یابد (۲۲).

مدیریت مصرف انواع کودهای شیمیایی از لحاظ تاثیرات زیست محیطی و عملکرد گیاهان به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر ایران حائز اهمیت می‌باشد. اگر چه اخیرا در مورد کاربرد کودهای فسفره و روی در گیاهان زراعی تحقیقات زیادی صورت گرفته است، ولی در مورد کاربرد این کودها در گیاهان داروئی و مدیریت آنها و همچنین در بررسی اثرات این کودها بر متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی مانند بابونه آلمانی به نظر می‌رسد باید تحقیقات بیشتری صورت گیرد. فسفر عنصری است که به‌خصوص در بخش-های زایشی گیاه دارای اهمیت بسیاری است و باید کمبود آن در خاک برای یک عملکرد مناسب رفع شود (۲۳). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده که تامین میزان کود فسفره مناسب در عملکرد بابونه آلمانی باعث تداوم گل‌دهی، میزان وزن تر گل، میزان وزن خشک گل و عملکرد اسانس شده است (۳۱). هر چند فسفر به عنوان یک عنصر غذائی پر مصرف به کار می‌رود، ولی موارد بسیاری گزارش شده که کمبود روی سبب محدود شدن پاسخ گیاه به فسفر، و حتی کاهش عملکرد گیاه شده است (۳۵). البته بایستی ذکر گردد که مقادیر بالای مصرف فسفر نیز می‌تواند باعث بروز علائم کمبود روی گردد که این امر به روابط آنتاگونیستی این دو عنصر در چنین شرایطی برمی‌گردد. بنابراین وجود تعادل بین عناصر غذایی، عاملی مهم در بهبود رشد گیاهان می‌باشد. همچنین این امر رویکردی مناسب در کاهش هزینه‌ها است (۱۹). در ایران کمبود روی در خاک عمدتا ناشی از آهکی بودن خاک‌های زراعی، PH بالا، حضور بی-کربنات‌ها در آب‌های آبیاری، مصرف فراوان و بیش از حد کودهای فسفاته و در نهایت عدم رواج کودهای محتوی عنصر روی است (۲۴). تامین این عنصر به ویزه در شرایط تنش خشکی نقش ویژه‌ای در حفاظت گیاه در برابر تنش ایجاد می‌کند (۱۳). عنصر روی به نظر می‌رسد که ظرفیت جذب و انتقال آب را در گیاهان تحت تأثیر قرار داده و همچنین اثرات مضر دوره‌های کوتاه تنش‌های گرما و شوری را کاهش می‌دهد (۱۶، ۱۸، ۳۳ و ۴۵). استفاده از کودهای ریزمغذی از جمله عنصر روی در نعناع سبب افزایش اسانس نعناع می‌شود (۳۲). عنصر روی باعث افزایش کارائی جذب نیتروژن و فسفر می‌شود (۴۱).

به رغم اینکه در رابطه با اثر تنش خشکی و عناصر غذائی بر محصولات زراعی تحقیقات وسیعی انجام گرفته است، اما متاسفانه رفتار گیاهان داروئی و معطر تحت شرایط تنش خشکی و مصرف کودها به خوبی مطالعه نشده است. هدف از این تحقیق بررسی اثرات تنش خشکی و کودهای فسفر و روی بر صفات فیزیولوژیک، میزان جذب عناصر و عملکرد اسانس در بابونه آلمانی در شرایط آب و هوایی زابل بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در چاه نیمه اجرا گردید. این پژوهشکده در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا قرار دارد. نتایج حاصل از بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش و میانگین برخی شاخص‌های آب و هوایی منطقه زابل به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Chemical and physical characteristics of site soil

Soil texture	sand	clay	silt	Zn	Na	K	P	C	N	pH	EC (ds/cm)
	٪			mg kg^{-1}				٪			
Loam-sand	41	32	27	4.8	38.7	115	9.2	0.47	0.05	8.4	1.46

جدول ۲- میانگین برخی شاخص‌های آب و هوایی منطقه زابل در طول دوره رشد بابونه آلمانی

Table 2- Some climatic indices of Zabol region during German chamomile growth season

ماه month	میانگین حداقل دمای روزانه Min-daily temperature	میانگین حداکثر دمای روزانه Max-daily temperature	مجموع بارندگی total precipitation (mm)	متوسط حداقل رطوبت روزانه (درصد) Min-daily humidity (%)	متوسط حداکثر رطوبت روزانه (درصد) Min-daily humidity (%)
	سانتیگراد Centigrade				
March	13.80	30.77	0.16	14.93	50.31
April	20.68	37.03	0	11.48	43.5
May	25.35	40.16	0	10.85	29
June	27.81	42.13	0	10.52	22.4
July	26.03	43.23	0	8.14	21.15
August	24.72	39.86	0	12.75	27.83

آزمایش به صورت اسپیلت پلات فاکتوریل و در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی در سه تکرار اجـرا گردیـد. تـنش خشـکی در سـه سطح شامل۷۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنش ملایم)، ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه (تنش متوسط) و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعـه (تـنش شـدید)، بـه عنوان عامل اصلی و سطوح کود سـوپر فسـفات تریپـل درسـه سـطح شامل صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و سطوح کود سولفات‌روی در دو سطح شامل صفر و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان عامل فرعـی لحاظ شد. کاشت در نیمه اول اسفند ۱۳۹۱ به روش دستی انجام شـد. به منظور افزایش درصد جوانه‌زنی، بذرها به نسبت ۱ به ۲ با خـاک اره نرم مخلوط شدند (یک قسمت بذر و دو قسمت خاک اره). بـذر بابونـه مورد استفاده در این آزمایش رقم اصلاح شده گورال بود که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. جهت اعمال تیمارهای تـنش خشـکی، بـا اسـتفاده از دسـتگاه TDR (Time Domain Reflectometry) میزان رطوبت خاک تعیین و آبیاری بر اسـاس تیمارهـای آزمـایش در کل دوره رشد انجام گرفت. در ایـن تحقیـق صـفاتی از قبیـل میـزان پتاسیم، سدیم، روی، فسفر، کلروفیل a، کلروفیل b، نسـبت کلروفیـل a/b و میزان اسانس اندازه‌گیری شدند. بـرای انـدازه‌گیـری عناصـر در بخش هوایی پس از برداشت برگ‌هـای گیـاه، آنهـا در آون خشـک و سپس آسیاب شد. بعد از تهیه محلول میزان سدیم و پتاسیم با دستگاه فلم فتومتر، میزان فسفر بـا دسـتگاه اسـپکتوفتومتر و میـزان روی بـا دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عناصر سـدیم و پتاسیم از روش خاکسترگیری خشک اسـتفاده شـد. ابتـدا نمونـه‌هـای خشک شده از برگ گیاه، آسیاب و سپس دو گرم از هر نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد سوزانده شـدند. بعـد از آن ۱۰ میلـی‌لیتـر اسـید کلریدریک ۲ نرمال به نمونه‌ها اضافه و برای مدت۱۰دقیقه روی حمام بن‌ماری ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. آنگاه با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۲، نمونه‌ها صاف و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. با استفاده از دستگاه فلم فتومتر میزان عناصر سـدیم و پتاسـیم اندازه‌گیری شدند. برای اندازه گیری فسفر، یک گرم از ماده خشـک را به مدت چهار ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و بعد به مدت دو ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گـراد در کـوره الکتریکـی قـرار داده شد. سپس به نمونه ۱۰ سی سـی اسـید کلریـدریک (Hcl) دو مـولار اضافه شد و بـا آب مقطـر بـه حجـم ۱۰۰۰ سـی سـی در بـالن ژوژه رسانیده و بعد از کـالیبره کـردن دسـتگاه اسـپکتوفتومتر، نمونـه را در دستگاه قرار داده شد تـا مقـدار فسـفر مربـوط را در طـول مـوج ۴۲۰ نانومتر قرائت شود. سپس از طریق فرمول ۱ میـزان فسـفر موجـود در نمونه محاسبه گردید.

$$\text{درصد فسفر} = (a-b) * V/200W * 100/DM \qquad (۱)$$

در این فرمول a غلظت نمونه، b غلظـت شـاهد، W وزن نمونـه گیاه، V حجم محلول نمونه اولیه، DM درصد مادهٔ خشک، مـی‌باشـد. برای اندازه گیری میزان روی، از روش خاکستر گیری خشک اسـتفاده شد، در این روش مقدار ۲ گرم از مـاده گیـاهی را در کـوره الکتریکـی تبدیل به خاکستر کرده و سپس در ۳۰ سی سی اسید کلریدریک حـل گردید، پس از صاف کردن به حجـم ۱۰۰ سـی سـی رسـانیده شـد و جذب عنصر روی با دستگاه جذب اتمـی قرائـت شـد و در نهایـت بـا کمک جدول استاندارد مقدار روی بر حسب میلـی گـرم در گـرم مـاده خشک محاسبه گردید.

اندازه گیری مقدار کلروفیل a و کلروفیل b نیـز بـه ایـن صـورت انجام گرفت که مقدار ۰/۱ گرم از ماده تر (برگ) گیاه را جـدا کـرده و در هاون چینی ریخته ۱۰ میلی لیتـر اسـتون ۸۰ ٪ بـه نمونـه اضـافه، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقـه بـه مـدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. سـپس عصـاره جـدا شـده فوقـانی حاصـل از سانتریفیوژ را به بالن شیشه‌ای منتقل گردید. مقـداری از نمونـه داخـل بالن را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و سـپس بـه طـور جداگانـه در طول موج‌های ۶۶۳ نـانومتر بـرای کلروفیـل a و ۶۴۵ نـانومتر بـرای کلروفیل b توسط اسپکتروفتومتر مقدار جذب قرائت گردید. در نهایـت با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a و b بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد (۶).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بابونه تحت تأثیر تیمارهای تنش خشکی و انواع کود

Table 2- analysis variance of German chamomile studied traits under drought stress and different fertilizers

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percentage	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll ratio a/b	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	فسفر phosphorous	روی zinc	سدیم sodium	پتاسیم potassium
تکرار Replication	2	3091.67ns	0.01ns	0.12 ns	0.27 ns	0.71ns	0.55 ns	0.01 ns	0.06 ns	0.07ns
آبیاری Irrigation	2	172107.57**	0.09**	6.04**	3.63**	219.45**	1.45ns	0.02 ns	3.76**	5.86**
خطای اصلی Main error	4	1535.99	0.05ns	0.07	0.29	3.19	0.54	0.02	0.04	0.04
فسفر Phosphorous	2	110703.62**	0.01**	0.47 ns	0.93*	3.78*	102.88**	0.25**	2.19**	0.68*
آبیاری×فسفر Irrigation× P	4	2490.01ns	0.02 ns	0.09 ns	0.02 ns	0.96 ns	0.61 ns	0.03*	0.02 ns	0.22*
روی zinc	1	9282.66*	0.04*	1.87**	2.58**	0.24 ns	13.19**	0.05*	0.44	0.10 ns
آبیاری×روی Irrigation×zinc	2	7762.05*	0.07 ns	0.01 ns	0.03 ns	0.43 ns	0.63ns	0.02 ns	0.11 ns	0.20 ns
فسفر×روی P×Z	2	14912.88**	0.05*	014 ns	0.29 ns	1.25 ns	50.68**	0.12**	1.37**	1.18**
آبیاری×فسفر×روی I×P×Z	4	3932.94*	0.09 ns	0.04 ns	0.09 ns	1.41 ns	0.69 ns	0.02 ns	0.38 ns	0.36*
خطای فرعی Sub error	30	1458.88	0.01	0.19	0.20	0.87	20.31	0.08	0.15	0.06
ضریب تغییرات(٪) CV	-	3.70	6.58	15.31	11.20	8.17	17.52	12.68	17.25	8.75

و ## به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.

*, ** and ns, significant at 1 and 5 probability levels and non-significant, respectively.

Chlorophyll a= (19.3 * A663 - 0.86 * A645) V/100W
Chlorophyll b= (19.3 * A645 - 3.6 * A663) V/100W
V= حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)
A= جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر
W= وزن تر نمونه بر حسب گرم

استخراج اسانس به‌روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام شد.. بدین منظور از هر کرت یک نمونه ۵۰ گرمی از گل‌های خشک که کاملا پودر شده بودند را همراه با ۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر درون بالن ۱۰۰۰ سی سی قرار داده و چهار ساعت حرارت داده شدند. پس از تعیین درصد اسانس، عملکرد اسانس بر اساس عملکرد گل × درصد اسانس محاسبه شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام پذیرفت.

جدول ٤- اثرات سطوح رژیم آبیاری بر میانگین صفات کمی و کیفی گیاه بابونه آلمانی
Table 4- Effect of irrigation levels on some physiological traits of German chamomile

سطوح آبیاری Irrigation levels	درصد اسانس Essential oil percentage	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll ratio ($\mu g\ g^{-1}$)	کلروفیلb Chlorophyll b ($\mu g\ g^{-1}$)	کلروفیل a Chlorophyll a ($\mu g\ g^{-1}$)	میزان سدیم Sodium ($mg\ g^{-1}$)
۷۵ درصد ظرفیت زراعی 75% FC	0.58a	3.41a	4.32a	14.60a	2.79a
۵۰ درصد ظرفیت زراعی 50% FC	0.64a	2.88b	4.19a	12.01b	2.26b
۲۵ درصد ظرفیت زراعی 25% FC	0.50b	2.25c	3.48b	7.69c	1.88c

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differences (P<0.05)

جدول ٥- اثرات سطوح کود فسفر میانگین کلروفیل a وکلروفیل b گیاه بابونه آلمانی
Table 5- Effect of phosphorous fertilizer on chlorophyll a, chlorophyll b of German chamomile

سطوح فسفر Phosphorous levels	کلروفیل b Chlorophyll b ($\mu g\ g^{-1}$)	کلروفیل a Chlorophyll a ($\mu g\ g^{-1}$)
0 kg	3.74b	11.25a
150 kg	4.17a	11.95a
300 kg	4.08a	11.09b

اعددا دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differences (P<0.05)

جدول ٦- اثرات سطوح کود روی بر میانگین کلروفیل b و نسبت کلروفیل a/b گیاه بابونه آلمانی
Table 6- Effect of zinc fertilizer on chlorophyll b, chlorophyll ratio of a/b of German chamomile

سطوح روی zinc levels	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll ratio ($\mu g\ g^{-1}$)	کلروفیل b Chlorophyll b ($\mu g\ g^{-1}$)
0 kg	3.03a	3.78b
30 kg	2.66b	4.22a

اعددا دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differences (P<0.05)

نتایج و بحث

جدول (۳) نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بابونه تحت تنش خشکی و کودهای فسفر و روی را نشان می‌دهد، بر اساس این جدول اثر تنش خشکی بر میزان پتاسیم، سدیم، کلروفیل a، کلروفیلb، نسبت کلروفیل a/b، درصد اسانس و عملکرد اسانس در

سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، کود فسفر نیز بر میزان سدیم، روی، فسفر، درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح ۱ درصد و بر میزان پتاسیم، کلروفیل a و کلروفیل b در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت. کود روی بر میزان فسفر، کلروفیل a و کلروفیلb در سطح ۱ درصد و بر میزان روی، درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش و فسفر بر میزان پتاسیم و روی در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل تنش خشکی و کود روی بر عملکرد اسانس در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل فسفر و روی بر میزان پتاسیم، سدیم، روی ، فسفر و عملکرد اسانس در سطح ۱ درصد و بر درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی-دار بود. نتایج اثرات متقابل سه طرفه تنش، فسفر و روی فقط بر میزان پتاسیم و عملکرد اسانس درسطح ۵ درصد معنی‌دار نشان داد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان سدیم (۲/۷۹ میلی‌گرم بر گرم)، کلروفیل a (۱۴/۶۰ میکروگرم بر گرم وزن تر)، کلروفیل b (۴/۳۲ میکروگرم بر گرم وزن تر)، نسبت کلروفیل a/b (۳/۴۱ میکروگرم بر گرم وزن تر) در تیمار آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی، در حالی که بیشترین درصد اسانس (۰/۶۴ درصد) در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد که البته با تیمار آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۴). کاهش میزان کلروفیل a و b در این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیقات محققان (۴۰) روی رزماری، میسرا و سریواستاوا (۲۶) روی نعناع، مطابقت دارد. البته باید اشاره گردد که میزان کلروفیل a با کاهش میزان آبیاری از سطح مطلوب (۷۵ درصد) سیر نزولی نشان داد در حالی که کلروفیل b تنها در سطح تنش شدید (۲۵ درصد) کاهش معنی‌دار نشان داد که این امر خود گواه بر نقش حفاظتی کلروفیل b در شرایط تنش می‌باشد که البته تنش شدید کاهش آن را نیز به همراه داشته است. در رابطه با کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی، گزارش شده است که با کاهش پتانسیل آب برگ فعالیت کلروفیلاز به طور ناگهانی زیاد می‌شود که خود مؤید این مسئله است (۲۵). همچنین با افزایش مقدار برخی از مواد تنظیم کننده رشد نظیر اتیلن و اسیدآبسزیک در اثر تنش خشکی فعالیت کلروفیلاز تحریک (۱۷) و با تجزیه کلروفیل، کلروفیلید آزاد و در مراحل بعدی با باز شدن حلقه‌های پورفیرینی این محصولات به صورت فعال به واکوئل منتقل می‌شوند (۳۷). از طرفی دیگر تنش خشکی باعث ایجاد اختلال در سیستم‌های آنزیمی کاهش دهنده فعالیت اکسیژن فعال و افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و در نتیجه خسارت به غشای سلولی و تخریب رنگدانه‌ها نیز می‌گردد (۱۱).

طبق جدول (۵) بیشترین میزان کلروفیل a (۱۱/۹۵ میکروگرم بر گرم وزن تر) و کلروفیل b (۴/۱۷ میکروگرم بر گرم وزن تر) در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر بدست آمد. نتایج مقایسه میانگین سطوح کود روی نشان داد که اگر چه میزان کلروفیل b در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم روی (۴/۲۲ میکروگرم بر گرم) به بیشترین مقدار خود رسید، اما نسبت کلروفیل a/b در تیمار عدم مصرف کود روی (۳/۰۳ میکروگرم بر گرم) میزان بیشتری را نشان داد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و سطوح فسفر بر میزان عنصر روی در گیاه بابونه نشان داد که بیشترین مقدار روی (۰/۹۳ میلی‌گرم بر گرم) در آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر بدست آمد (جدول ۷). مقایسه میانگین اثرات متقابل فسفر و روی بر میزان عناصر و درصد اسانس گیاه بابونه را نشان می-دهد که طبق این جدول بیشترین میزان سدیم (۲/۸۵ میلی‌گرم بر گرم)، فسفر (۰/۹۶ میلی‌گرم بر گرم) و روی (۵/۰۵ میلی‌گرم بر گرم) و درصد اسانس (۰/۶۲ درصد) در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم روی در هکتار بدست آمد (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین سه طرفه اثرات متقابل تنش خشکی تنش خشکی و سطوح فسفر و روی بر میزان عنصر پتاسیم بابونه را نشان داد که بیشترین میزان جذب پتاسیم (۴/۶۲ میلی‌گرم بر گرم) در تیمار آبیاری ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم روی و بیشترین عملکرد اسانس از تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، ۱۵۰کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم روی در هکتار به دست آمد. (جدول ۹). نتیجه تحقیق حاضر نشان دهنده افزایش میزان پتاسیم با افزایش سطح تنش خشکی می‌باشد. در میان عناصر غذایی، پتاسیم در باز و بسته کردن دهانه روزنه‌ها و نیز تنظیم اسمزی در سلول‌های ریشه گیاهان نقش به سزائی دارد، قابلیت گیاهان در جذب این عنصر از محیط ریشه در شرایط نامساعد محیطی همانند خشکی و شوری می-تواند در میزان تولید گیاه موثر باشد (۲). پتاسیم یکی از عناصر مهم در متابولیسم گیاه می‌باشد، این عنصر چندین آنزیم را که در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها مشارکت دارند را فعال و کاهش پتاسیم بر فعالیت فتوسنتز نیز تاثیرگذار است. باز و بسته شدن روزنه‌ها نقش مهمی در تنظیم اسمزی گیاه تحت شرایط خشکی دارد و پتاسیم در مکانیسم کنترل روزنه نقش دارد، به همین لحاظ گیاهانی که پتاسیم بیشتری دارند، سازگاری بیشتری با کمبود آب نشان داده و در ژنوتیپ های مقاوم به خشکی، در زمان تنش افزایش پتاسیم در اندام‌های هوایی مشهود است (۷). همچنین شارما و همکاران (۴۲) نیز بیان کردند که عنصر پتاسیم در مقاومت گیاهان به خشکی موثر می‌باشد. این نتایج با یافته‌های شارما و همکاران (۴۲) روی سویا و آرزمجو و همکاران (۵) روی بابونه مطابقت دارد. نتایج نشان دهنده کاهش میزان سدیم با افزایش سطح تنش خشکی است. برمنر و مولوانی (۱۲) اعتقاد داشتند که یکی از روش‌های بررسی میزان تحمل بافت‌ها، میزان عناصر موجود در آنها بخصوص غلظت سدیم و کلر است. ژو و همکاران (۴۸) بیان کردند که هر چه قدرت جذب ریشه بیشتر باشد، مقدار سدیم بافت بیشتر می‌شود، بنابراین اندازه‌گیری میزان سدیم به طور غیر مستقیم بیان کننده قدرت تحمل به تنش بیشتر است. محققان

میزان سدیم جذب شده را به دلیل اینکه گیاه کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد یکی از بهترین فاکتورهای بررسی میزان تحمل دانستند آنها همچنین ابراز داشتند تجمع سدیم در بافت به علت جذب بیشتر توسط ریشه و تخلیه بیشتر از آوند چوب به برگ است (۴۷). نتایج حاصله با نتایج آرزمجو و همکاران (۵) روی بابونه، آخوندی و همکاران (۳) روی یونجه و سالمی و افیونی (۳۹) روی گندم مطابقت دارد. با توجه به اینکه تیمار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم روی دارای بالاترین مقدار اسانس در واحد سطح می‌باشد پس دلیل آن را می‌توان به فتوسنتز بهتر نسبت داد، چون متابولیت‌های ثانویه از فتوسنتز گیاه به وجود می‌آیند، فتوسنتز و سبزینگی بهتر منجر به تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه و در نتیجه تولید اسانس بالاتر می‌شود. وهابا و لارسون (۴۶) و پراسزنا و برناس (۳۴)، نتایج مشابه این تحقیق را اظهار داشتند.

جدول ۷- جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و سطوح فسفر بر میزان عنصر روی در گیاه بابونه

Table 7- Interaction of drought stress and phosphorous levels on zinc content of German chamomile

سطوح آبیاری Irrigation levels	میزان روی (میلی گرم برگرم) Zinc content (mg g^{-1})	سطوح روی (کیلوگرم) Zinc levels (kg)
	0.64d	0
٪۷۵ ظرفیت زراعی	0.93a	150
75% FC	0.66d	300
	0.68cd	0
٪۵۰ ظرفیت زراعی	0.87ab	150
50% FC	0.63d	300
	0.78bc	0
٪۲۵ ظرفیت زراعی	0.79b	150
25% FC	0.61d	300

اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differences (P<0.05)

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل فسفر و روی بر میزان عناصر گیاه بابونه

Table 8- Interaction of phosphorous and zinc fertilizers on elements content of German chamomile

سطوح فسفر Phosphorous levels	درصد اسانس Essential oil percentage	روی (میلی گرم برگرم) Zinc (mg g^{-1})	فسفر (میلی گرم برگرم) Phosphorous (mg g^{-1})	سدیم (میلی گرم برگرم) Sodium (mg g^{-1})	سطوح روی Zinc levels
0	0.54c	1.56f	0.64cd	1.78c	0
	0.59ab	2.11e	0.75b	2.03bc	30
150 kg	0.58ab	3.85c	0.76b	2.16b	0
	0.62a	5.05a	0.96a	2.85a	30
300 kg	0.56bc	4.18b	0.69bc	2.72a	0
	0.54c	2.69d	0.57d	2.31b	30

اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differences (P<0.05)

افزایش نیتروژن و فسفر موجب افزایش اسانس می‌شود (۱۵). طی آزمایشی گزارش شده است که مصرف کود سوپر فسفات تریپل باعث افزایش میزان عملکرد گل، عملکرد اسانس و کامازولن بابونه آلمانی در واحد سطح گردید (۱۴). گونه‌های مختلف گیاهان داروئی تحت آبیاری کامل و تنش خشکی واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان بوسیله عوامل محیطی تغییر می‌یابند و تنش رطوبتی نیز عامل موثری در رشد و همچنین سنتز ترکیبات طبیعی گیاهان داروئی می‌باشد (۸). طی بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و ترکیب اسانس مرزه، گزارش شده است که تجمع اسانس در شرایط تنش خشکی به طور معنی‌داری افزایش یافت (۸). از طرف دیگر، قابلیت دسترسی عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تأثیر تنش خشکی تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (۲۹). بنابراین مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می شود (۲۷). گیاهی که خوب

تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر غذایی را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت (۲۰). در این راستا کمیت و کیفیت محصول نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. شناخت بهتر نقش عناصر غذایی در مقاومت گیاهان به خشکی، با بهبود مدیریت کود در مناطق خشک و نیمه‌خشک و مناطقی که از خشکی صدمه می‌بینند، در ارتباط است (۴۳). در واقع بسته به میزان دسترسی آب، اضافه کردن عناصر غذایی می‌تواند موجب افزایش و یا کاهش مقاومت به تنش گردد و یا حتی بی‌تأثیر باشد (۴۴). در آزمایشی تحت عنوان بررسی تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک بادرشبو، با سه سطح تیمار۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشخص شد که بیشترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود (۳۶). با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که مصرف کود روی در هنگامی که گیاه دچار تنش خشکی است باعث کاهش خسارت تنش خشکی در گیاه می‌شود. اگرچه نیاز گیاهان به روی اندک است، ولی اگر مقدار کافی از این عنصر در دسترس گیاهان نباشد گیاهان دچار تنش‌های فیزیولوژیکی حاصل از ناکارایی سیستم-های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی خواهند شد (۹). نتایج تحقیقات سایر محققان بیانگر آن است که مصرف کودهای ریز مغذی روی و منگنز مقاومت گیاهان را به تنش‌های محیطی نظیر خشکی را افزایش می‌دهد و باعث کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان می‌شود (۲۹). در بیان کلی می‌توان گفت که حضور مداوم عناصر غذائی که در فرایندهای زایشی گیاه نقش کلیدی دارند، فسفر و روی، می‌توانند عملکرد گیاه داروئی بابونه آلمانی را به میزان قابل توجهی از نظر کیفی (مقدار اسانس گل و درصد ماده موثره اسانس) افزایش قابل ملاحضه‌ای دهد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی می‌توان بیان داشت که با توجه به تغییرات آب و هوایی زیاد در سال‌های گذشته و خشکسالی‌ها و کمبود آب آبیاری که ما با آن روبرو هستیم، به نظر می‌رسد که بررسی واکنش گیاهان مختلف در سطوح مختلف تنش (ملایم، متوسط و شدید) امری ضروری باشد. از این امر و از نقطه نظر تغییرات متابولیت‌های ثانویه (اسانس) در شرایط تنش، ارزیابی میزان این تغییرات در شرایط مختلف تنش و برقراری تعادلی در تولید میزان اسانس که مهمترین ماده تولیدی در زراعت بابونه می باشد، نیز بایستی در نظر گرفته شود. همچنین مدیریت صحیح کاربرد عناصر غذایی در این شرایط کمبود به بهبود تولید و افزایش بهره‌وری خواهد کرد. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان که اعمال تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت مزرعه) به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر و ۳۰ کیلوگرم کود روی در هکتار، باعث بهبود عملکرد اسانس بابونه آلمانی گردید.

جدول ۹- اثرات متقابل تنش خشکی و سطوح فسفر و روی بر میزان پتاسیم و عملکرد اسانس

Table 9- Interaction of drought stress, phosphorous and zinc levels on potassium content and essential oil yield of German chamomile

سطوح آبیاری Irrigation levels	سطوح فسفر (کیلوگرم) Phosphorous levels (kg)	سطوح روی (کیلوگرم) Zinc levels (kg)	پتاسیم (میلی گرم برگرم) Potassium ($mg\ g^{-1}$)	عملکرد اسانس(g/ha) Essential oil yield
۷۵٪ ظرفیت زراعی 75% FC	0	0	2.31e	19.38f
		30	2.41de	17.38f
	150	0	2.57de	24.35cde
		30	2.49de	24.47cde
	300	0	2.40de	22.95de
		30	2.30e	19.26f
۵۰٪ ظرفیت زراعی 50% FC	0	0	3.22bc	22.04e
		30	3.14bc	22.48e
	150	0	2.88cd	19.22f
		30	3.22bc	27.04ab
	300	0	3.17bc	24.86bcd
		30	2.44de	23.40de
۲۵٪ ظرفیت زراعی 25% FC	0	0	3.30bc	24.31cde
		30	3.55b	27.04ab
	150	0	3.28bc	26.08ab
		30	4.62a	27.79a
	300	0	3.57b	26.12abc
		30	3.31bc	22e

اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differences (P<0.05)

منابع

1- Abreu I. N., and Mazzafera P. 2005. Effect of water and temperature stress on the content of active advances in medicinal. Aromatic and Spice crop, 2: 413-416.

2- Agnew C., and warren A. 1996. A framework for tackling drought land degradatipn. Journal of Arid Environments, 33: 310-320.

3- Akhondi M., Safarnejad A., and Lahooti M. 2006. Effects of drought stress on proline accumulation and element changes Yazdi, Nickshahri and Ranger alfalfa. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural resources, 10(1): 165-174. (in Persian with English abstract)

4- Andalibi B., Zehtab Salmasi S., Ghasemi Gholezani K., and Saba J. 2011. Changes in essential oil yield and composition at different parts of dill (*Anethum graveolens* L.) under limited irrigation conditions. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 21(2): 10-22.

5- Arazmjo A., heidari M., and Ghanbari A. 2009. The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants, 25(4): 482-494. (in Persian with English abstract)

6- Arnon A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23:112-121.

7- Ashraf My., Ala S.A., Bhatti As. 1998. Hutritional imbalance in Wheat genotypes growth at soil water stress. Plant Physiology, 20:307-310.

8- Baher Z.F., Mirza M., Ghorbani M., and Rezaii M.B. 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Journal Flavour Fragrance, 17: 275-277.

9- Baybordi A. 2006. Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press, First Edition, 179 pp.

10- 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.

11- Bowler C., Van Montagu M., and Inze, D. 1992. Superoxide dismutaze and stress tolerance. Plant Physiology, 43:83-116.

12- Bremner J. M., and Mulvaney C.S. 1982. Nitrogen-total In: A. L. Pege., R.H. Miller, and O. R. Keeney (eds) Methods of Soil analysis Part 2 Ned. Edn. Agronomy and Crops Research, 71: 83-116.

13- Cakmak I. 2009. Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 23:(4) 281-298.

14- Dadkhah A., Amini Dahaghi M., and Kafee M. 2012. Effect of different levels of nitrogen and phosphorus fertilizers on quantitative and qualitative yield of German chamomile. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 321-326. (in Persian with English abstract)

15- Davazdehemami S., and Majnunhossini, N. 2008. Cultivation and Production of Some Medical and Aromatic Plants. University of Tehran publication, Tehran, Iran.

16- Disante K.B., Fuentes D., and Cortina J. 2010. Response to drought of Zn-stressed Quercus suber L. Seedlings. Environmental and Experimental Botany, 70:96-103.

17- Draikewicz M. 1994. Chlorophylase occurrence functions, mechanism of action, effect of extra and internal factors. Phtosyth, 30: 321-337.

18- Kasim W.A. 2007. Physiological consequences of structural and ultra-structural changes induced by Zn stress in Phaseolus vulgaris. Growth and Photosynthetic apparatus. International Journal of Botany, 3(1):15-22.

19- Kulmala A. 2012. Nutrient balance. Available at: http://www.balticdeal.eu/measure/nutrient-balance/

20- Lal P., Chhipa B.R., and Kumar A. 1993. Salt affected soil and crop production: a modern synthesis. Agro Botanical Publishers, India.

21- Lalande R., Gagnon B., Simard R.R., and Cote D. 2000. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long term field trial. Canadian Journal of Soil Science, 80: 263-269.

22- Letchamo W., Marquard R., Holz J., and Gosselin A. 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two Thymus vulgaris selections. Angewandte Botanik, 68: 83-88.

23- Lopes A.S. 1996. Soils under Cerrado:a Success Story in Soil management In: IFA278 references (eds) IFA-PPI Regional Conference for Latin America and the Caribbean. International Fertilizer Industry Association, Paris, 10 (2):1-10.

24- Malakouti M.J., and Tehrani M.M. 2001. Effects of micronutrients on the yield and quality of agricultural products. Micro-nutrients with macro-nutrients. (2nd edition). Tarbiat Modarres University Press, Iran.

25-Mihalovic N., Lazarevic M., Dzeletoric Z., Vuckoric M., and Durde, Vic. M. 1997. Chlorophyllas activity in Wheat leaves during drought and its dependence on the nitrogen ion from applied. Plant Science, 129: 141-146.

26- Misra A., and Srivasstava N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese Mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plant, 7 (1): 51-58.

27- Mohammadkhani N., and Heidari R. 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow Maize cultivar. Pakistan Journal of Biological Science, 10 (22): 4022-4028.

28- Movahhedy-Dehnavy M., Modarres-Sanavy S.A.M., and Mokhtassi-Bidgoli A. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress.

Industrial Crops and Products, 30: 82-92.
29- Munns R. 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant, Cell and Environment, 16: 15-24.
30- Munns R., and James R. A. 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil, 253: 201-218.
31- Omidbeygi R. 1995. Approaches of Production and Processing of Medicinal Plants (Volume 1). Behnashr Publication, Tehran, Iran.
32- Omidbeygi R. 2006. Approaches of Production and Processing of Medicinal Plants (Volume 2). Behnashr Publication, Tehran, Iran.
33- Peck A.W., and McDonald G.K. 2010. Adequate zinc nutrition alleviates the adverse effects of heat stress in bread wheat. Plant and Soil, 337:355-374.
34- Praszna L., and Bernath J. 1993. Correlation between the limited level of nutrition and the Essential oil production of peppermint. Acta Horticulturae, 307: 278-283.
35- Roghani A., Ibrahimi A., and Karimian N. 2002. The effect of phosphorus and zinc on growth and chemical composition of corn. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural resources, 6(1): 105-118. (in Persian with English abstract)
36-Safee Khani F., Heidari Sharif Abad M., Siadat S.A., Sharifi Ashurabadi A., Siaednejad S.M., and Abbas Zadeh B. 2007. Effect of drought stress on essential oil percentage and yield and physiological characteristics of *dracocephalum moldavica*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants, 23(1): 86-99. (in Persian with English abstract)
37-Sairam R.K., Deshmukh P.S., and Saxna D.C. 1998. Role of antioxidant systems in Wheat genotype tolerance to water stress. Biologia Plantrum, 41(3): 387-394.
38- Salamon I. 1992. Chamomile: A Medicinal Plant The Herb, Spice, and Medicinal Plant Digest, 10 (1): 345-354.
39-Salemi H., and Afuni D. 2005. The effect of deficit irrigation on seed yield components of new wheat cultivars. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural resources, 12(3): 11-20. (in Persian with English abstract)
40- Sanchez-Blanco J., Fernandez T., Morales A., Morte A., and Alarcon J. J. 2006. Variation in water stress, gas exchange, and growth in *Rosmainus officinakis* plants infected with Glasmus deserticola under drouht conditions. Journal of Plant Physiology, 161: 675-682.
41- Sharafi S., Tajbakhsh M., Majidi M., and Pourmirza A. 2002. Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. Journal Soil and Water, 12: 85-94 (in Farsi with English abstract).
42- Sharma M., Goldberg A., and Brinckmann J. 2004. Herbal Medicine: Expanded Commision constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. Plant Physiology and Biochemistry, 43: 241–248.
43- Solinas V., and Deiana S. 1996. Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. Journal Italian Eppos, 19: 189-198.
44- Sreevalli Y., Baskaran K., Chandrashekara R., kuikkarni R., Sushil Hasan S., Samresh D. Kukre J., Ashok A., Sharmar Singh K., Srikant S., and Rakesh T. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science, 22: 356-358.
45-Tavallali V., Rahemi M., Eshghi S, Kholdebarin B and Ramezanian A. 2010. Zinc alleviates salt stress and increases antioxidant enzyme activity in the leaves of pistachio (Pistacia vera L. 'Badami') seedlings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34(4):349-359.
46- Wahab J., and Larson G. 2002. Herb agronomy. Annual Review of Saskatche wan Irrigation Diversification Center. Canada, 119 p.
47- Yordanov V., and Tsoev T. 2000. Plant responses to drought, acclimation and stress tolerance. Photosynthica, 38: 171-186.
48- Zhu G. Y., Kinett J. M., and Lutts S. 2001. Characterizations of rice (*Oryza sativa* L.) F3 populations selected for salt resistance, I Physiological behavior during vegetative, Euphytica 121, (3): 251-263.