علـوم محـیـطی سال هفتـم، شمـاره اول، پـاییـز ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.7, No.1 , Autumn 2009
۱۹۳-۲۰٤

بررسی تاثیر کمبود آب بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی بومادران (*Achillea millefolium* L.)

ابراهیم شریفی عاشورآبادی*، محمد حسین لباسچی، بهروز نادری، بهاره الهوردی ممقانی
بخش تحقیقات گیاهان دارویی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

چکیده

به منظور بررسی تاثیر رطوبت خاک بر عملکرد کمی و درصد اسانس گیاه دارویی بومادران (*Achillea millefolium* L.)، آزمایشی در منطقه کرج انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری کامل (بدون تنش آبی) و همچنین اجرای عملیات آبیاری بر اساس ۳۰ (تنش ملایم)، ۶۰ (تنش متوسط) و ۹۰ (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A بود که در مقایسه با تیمار بدون آبیاری (دیم) به عنوان شاهد مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار آزمون شدند. نتایج مربوط به سه سال آزمایش با استفاده از تجزیه مرکب مورد بررسی قرار گرفتند. زمان اعمال تیمارها از ابتدای رشد و پس از استقرار گیاه، تا انتهای دوره رشد در مزرعه بود. به این منظور، پس از رسیدن به سطح تبخیر هر کدام از مقادیر ذکر شده از تشت تبخیر، بلافاصله به وسیله کنتور نسبت به افزایش رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی اقدام شد. همچنین میزان رطوبت موجود در خاک، با استفاده از توزین نمونه‌های تر و خشک خاک در هر کدام از کرت‌های آزمایشی نیز اندازه‌گیری گردید. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه مرکب سه ساله آزمایش مشخص گردید که اثر سال، مقدار آب آبیاری و همچنین اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد گل، شاخص برداشت و درصد اسانس معنی دار بود. مقایسه میانگین ها نشان دادند که در سال اول، عملکرد گل معادل ۱۱۶۹/۷۰ کیلو گرم در هکتار بود که نسبت به سال سوم اختلاف معنی‌دار داشت. نتایج سه ساله آزمایش مشخص نمود، بیشترین مقدار گل در تیمار آبیاری کامل تولید گردید که معادل ۱۳۶۰/۶۰ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار تنش ملایم اختلاف معنی‌دار نداشت. اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری مشخص نمود، تیمار آبیاری کامل در سال دوم، بیشترین عملکرد گل را معادل ۲۱۵۱/۵۷ کیلو گرم در هکتار تولید نمود. بیشترین شاخص برداشت (نسبت وزن گل به اندام هوایی)، معادل ۲۲/۰۱ درصد، در تیمار تنش ملایم از سال اول مشاهده شد. بیشترین درصد اسانس نیز در تیمار تنش شدید در سال دوم بدست آمد که معادل ۰/۵۸ در صد بود و نسبت به سایرین اختلاف معنی‌دار داشت. آزمایش انجام شده نشان داد که آبیاری کامل و همچنین تنش شدید آب موجب کاهش عملکرد گل و اسانس شد. در حالی که اعمال تنش ملایم و متوسط، موجب افزایش عملکرد گل و درصد اسانس گردید. این مطلب مبین استفاده بهینه از منابع آبی در تولید بومادران می‌باشد.

کلید واژه‌ها:: بومادران، کمبود آب، دیم، اسانس.

Effect of Water Deficit on Yield and Essential Oil in (*Achillea millefolium* L.)

Ebrahim Sharifi Ashorabadi*, Mohammad Hossin Lebaschi, Behroz Naderi, Bahareh Allahverdi Mamaghani

Department of Medicinal Plants Research, Research Institute of Forests and Rangelands

Abstract

The effects of water deficit on the yield and essential oil percentage of yarrow (*Achillea millefolium* L.) were investigated at the Alborz Research Center (Karaj, Iran). The treatments were irrigated based on total accumulated evaporation from a class A pan, namely at the rate of 30 mm (mild stress), 60 mm (medium stress), 90 mm (severe stress), full irrigation (no stress) and no irrigation (dry farming). The treatments were analyzed in a completely randomized blocks design. Data from three years were analyzed using a combined analysis method. For each treatment, the soil moisture content was measured by the weighing method (daily) before and after applying irrigation treatments based on the above mentioned rate of evaporation. The amount of water required for each treatment was measured by a current meter. The combined analysis of data gathered from the experiments revealed that the effect of the rate of water deficit stress, years (through varying metrological conditions) and also the interaction between them had a significant impact on the biomass, flower yield, harvest index and essential oil percentage of this species. The comparison of means showed that, in the first year, flower yield was 1169.70 kg/ha significantly different from the third year. The full irrigation treatment (no stress) produced the maximum flower yield of about 1360 kg/ha with no significant difference in comparison with the mild stress treatment. The effect of interaction between the years of experiment and the rate of induced stress level indicated that a full irrigation treatment in the second year produced the highest yield of 2551 kg/ha. The highest harvest index (ratio of flowers to biological yield) was observed under mild stress, particularly in the first year (22.01%). The highest essential oil percentage extracted from flowers was obtained under the severe stress treatment in the first year (0.58%), which is significantly different from other treatments. The experiment showed that full irrigation and severe stress reduced yield and essential oils. But mild and medium stresses increased flower and essential oil percentage.

Keywords: yarrow (*Achillea millefolium* L.), water deficit, dry farming, essential oil.

* Corresponding author. *E-mail Address*: esharifi@rifr-ac.ir

مقدمه

خشکی به وسیله عدم تعادل بین تبخیر، تعرق و همچنین بارندگی و یا آبیاری به وجود می‌آید. تنش کم آبی هنگامی ایجاد می‌شود که رطوبت موجود در اطراف ریشه به نقطه پژمردگی دائم و کمتر از آن کاهش یافته، گیاه قادر به جذب آب نبوده و سلول‌ها دچار فرآیند آب‌کشیدگی[1] شوند. خشکی عمده‌ترین محدودیت در تولید محصولات زراعی است (Blum and Sulivan, 1986) و تاثیر متفاوتی را بر گیاهان دارد. اولین نشانه تنش خشکی در گیاه، بازدارندگی سریع رشد شاخه و به مقدار کمتر رشد ریشه است (Neumann, 2008). این پدیده با بسته شدن جزئی یا کامل روزنه‌ها و به دنبال آن کاهش تبخیر و جذب CO_2 فتوسنتزی صورت می‌گیرد. اگر خشکی کاهش نیابد، به فروپاشی یا گسیختگی در نمو، سیستم تولید مثل، پیری برگ‌های نابالغ، پژمردگی، خشک شدن و مرگ گیاه منجر خواهد شد (Schulze, 1986 ; Hsaio, 1973). یکی از موارد مورد مطالعه در تنش‌های رطوبتی شاخص برداشت است. شاخص برداشت شامل نسبت وزن اندام اقتصادی به کل وزن گیاه یا اندام‌های هوایی می‌باشد. Passioura (1977)، انتخاب بر اساس شاخص برداشت را در شرایط خشکی پیشنهاد نمود. به نظر می‌رسد که استفاده از این شاخص چندان موفقیت آمیز نبود (Nicolas *et al.*, 1985). طبق اظهاراتAustin و همکاران (1977) و همچنین Austin و همکاران (1980)، شواهد اندکی مبنی بر تغییر شاخص برداشت در محصولاتی که قسمت اقتصادی آنها شاخ و برگ است وجود دارد.

تغییر در اسانس استخراج شده از گیاهان دارویی و ترکیبهای موجود در آنها نیز در اثر تنش آب مشاهده شده است (Sabih *et al.*, 1999). به عنوان مثال کمبود آب، عملکرد اسانس رزماری (*Rosmarinus officinallis* L.) (Ramesh and Singh, 2000) و انیسون (*Pimpinella anisum* L.) (Zehtab-Salmasi *et al.*, 2001) را کاهش داد. تنش آب عملکرد اسانس (بر اساس وزن‌تر) برگ دو رقم جعفری شامل ارقامی با برگ‌های صاف و مجعد را افزایش داد اما در رقم Turnip-rooted افزایش اسانس مشاهده نگردید. همچنین در آزمایش فوق، تنش آب منجر به تغییر در تعدادی از ترکیبات معطر اسانس شامل ۱، ۳، ۸ پارا منتا تری ان[2]، میریستیسین[3]، ترپینولن[4] و پاراسیمنن[5] گردید. اما این تغییرات در بین ارقام متغیر بود (Petropoulos *et al.*, 2008). طبق آزمایش Singh-sangwan و همکاران (1994)، رقم Confertiflorus از گونه *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle و گونه *C. pendulum* (Steud) Wats تحت دو تنش متوسط و ملایم ۹۰ و ۴۵ روزه کشت شدند. تنش ملایم موجب افزایش مقدار اسانس در گونه *C.nardus* شده در حالی‌که در گونه *C. pendulum*، در میزان اسانس تولید شده، افزایش معنی داری مشاهده نشد. این در حالی است که تنش متوسط، منجر به افزایش معنی‌دار در مقدار اسانس هر دو گونه شد. البته بعد از گذشت ۹۰ روز از تنش، پاسخ به نوع گونه بستگی داشت. در دو گونه ریحان شامل ریحان شیرین *Ocimum basilicum* و ریحان آمریکایی *O. americanum* تحت تنش آب، درصد اسانس و ترکیبات اصلی اسانس افزایش یافت (Khalid, 2006). محتوی لینالول و متیل کاویکول ریحان شیرین به عنوان درصد کل اسانس با افزایش تنش آب بیشتر شد (Simon *et al.*, 1992). تنش آب موجب کاهش معنی‌دار در عملکرد اسانس نعنای ژاپنی گردید (Strivastava and Mirsa, 2000). در گونه *Satureja hortensis* L. تنش شدید آب منجر به افزایش محتوای اسانس در مقایسه با تنش ملایم گردید. ترکیبات اصلی

مانند کارواکرول[6]، تحت تنش ملایم آب افزایش یافت. در حالی‌که محتوای آلفاترپنین[7] تحت تنش شدید و ملایم کاهش داشت (Baher *et al.* 2002). محتوای اسانس *Salvia officinalis* افزایش قابل ملاحظه‌ای را با افزایش سطح تنش نشان داد (Hendeway and Khalid, 2005). خشکی باعث کاهش معنی‌دار در محتوی اسانس *Matricaria chamomile* گردید. (Razmjoo *et al.*, 2008). Chalchat و همکاران (1994) در رابطه با *Artemisia annua* گزارش نمودند که تنش آب عملکرد اسانس را به میزان زیادی کاهش و آبیاری فراوان مقدار آن را افزایش داد. Putievsky و همکاران (1990) گزارش کردند که تنش آب اثر منفی بر عملکرد اسانس شمعدانی[8] داشت.

در این تحقیق اثر تنش کم آبی بر عملکرد و مقدار اسانس گیاه دارویی بومادران ارزیابی شد. بومادران (*Achillea millefolium* L.)، گیاهی علفی و چند ساله، از خانواده کاسنی، آفتابگردان یا گل ستاره‌ای (Asteraceae یا Compositae) بوده که از اهمیت به سزایی در صنایع آرایشی، بهداشتی و دارویی برخوردار است. این گیاه در درمان اختلالات روده، معده، بیماری کبد و صفرا استفاده می‌شود. علاوه بر آن به عنوان داروی افزایش دهنده اشتها به دلیل طعم تلخ آن، درمان زخم و نیز بر ضد التهاب‌های پوستی استفاده می‌گردد (Benedek and Kopp, 2007). ترکیبات اصلی اسانس آن شامل آلفا پینن[9]، بتا پینن[10] و کاریوفیلن اکسید[11] است (Ardekani *et al.*, 2006). بومادران شامل ترکیبات فنلی همچون فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی است. علاوه بر آن، آزمایش بیش از ۴۰ نمونه تجاری بومادران مشخص نمود که میزان ترکیب‌های فنلی در گیاه بسیار بالا و متوسط مقدار آن ۰/۶۰ درصد فلاونوئید و ۱/۴۸ درصد اسیدهای فنلی می‌باشد (Benedek, 2007).

مواد و روش

به منظور بررسی تأثیر رطوبت خاک بر عملکردهای کمی و درصد اسانس گیاه دارویی بومادران (*Achillea millefolium* L.)، آزمایشی در مرکز تحقیقات البرز، واقع در پنج کیلومتری جنوب شهرستان کرج با مشخصات اکولوژیک زیر انجام شد.

عرض جغرافیایی: ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی: ۵۱ درجه شرقی، ارتفاع از سطح دریا: ۱۳۲۰ متر، حداقل درجه حرارت: ۲۰- و حداکثر درجه حرارت: ۳۸ درجه سانتی گراد، بافت خاک: شنی و سبک از نوع خاک‌های آبرفتی، طبقه آب و هوایی: نیمه خشک، متوسط بارندگی ۳۰ ساله: ۲۳۰ میلی‌متر.

تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری کامل (بدون تنش آبی) و هم‌چنین اجرای عملیات آبیاری بر اساس ۳۰ (تنش ملایم)، ۶۰ (تنش متوسط) و ۹۰ (تنش شدید) میلی متر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A بود که در مقایسه با تیمار بدون آبیاری (دیم) به عنوان شاهد مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار آزمون شدند. نتایج مربوط به سه سال آزمایش با استفاده از تجزیه مرکب و همچنین میانگین تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون LSD مورد بررسی قرار گرفتند.

زمان اعمال تیمارها از ابتدای رشد و پس از استقرار گیاه، تا انتهای دوره رشد در مزرعه بود. به این منظور، پس از رسیدن به سطح تبخیر هر کدام از مقادیر ذکر شده از تشت تبخیر، بلافاصله به وسیله کنتور نسبت به افزایش رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی اقدام شد. هم‌چنین میزان رطوبت موجود در خاک، با استفاده از توزین نمونه‌های تر و خشک خاک در هر کدام از کرت‌های آزمایشی نیز اندازه‌گیری گردید.

جدول ۱- میزان بارندگی منطقه کرج در سه سال آزمایش بر حسب میلی‌متر

ماه های سال	سال ۱۳۸۳	سال ۱۳۸٤	سال ۱۳۸۵
فروردین	۵۰/۲۰	۱۹/۶۰	۴۲/۴۰
اردیبهشت	۲۹/۵۰	۴۷/۶۰	۶/۷۰
خرداد	۳/۶	۱۰/۱۰	۲/۵۰
تیر	۱۵/۵۰	–	۶/۵۰
مرداد	۲/۲	۴/۴۰	–
شهریور	–	۰/۸	–
مهر	–	۱/۸	۴۸/۶۰
آبان	۳۰/۸۰	۲۸/۵	۳۷/۲۰
آذر	۳۷/۶۰	۵/۶۰	۱۸/۲۰
دی	۳۶	۴۹/۳۰	۲۴/۱۰
بهمن	۷۲/۷۰	۷۵/۲۰	۳۴/۶
اسفند	۵۰/۳۰	۳/۱۰	۲۵
جمع کل	۳۲۸/۴	۲۶۴	۲۴۵/۸

در واحدهای آزمایشی، هر کرت شامل ۵ خط ۳ متری با فاصله ۵۰ سانتی متر و فاصله بوته‌ها در هر ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین دو کرت ۲ متر و فاصله بین دو تکرار نیز ۳ متر در نظر گرفته شد. کاشت بومادران در مورخ ۲۵ اسفندماه ۱۳۸۲ در گلخانه انجام گردید سپس حدود ۶۰ روز بعد، در تاریخ‌های ۲۵ و ۲۶ اردیبهشت ماه ۱۳۸۳، طبق نقشه کاشت، در مزرعه نشاء شدند. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت صورت گرفت و بعد از آن مطابق با تیمارهای مورد نظر و با توجه به اندازه‌گیری میزان تبخیر روزانه و تجمعی از سطح تشت تبخیر کلاس A و هم‌چنین اندازه‌گیری روزانه میزان رطوبت موجود در خاک انجام شد. در بهار سال‌های دوم و سوم آزمایش، نسبت به کف بر کردن بوته‌های سال قبل اقدام شده و تیمارهای مورد نظر اعمال می‌گردید. در تمام سال‌های آزمایش، مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در سه نوبت به صورت مکانیکی و به وسیله دست صورت گرفت. عملیات برداشت در نیمه دوم شهریور ماه سال‌های آزمایش انجام شد. هنگام برداشت دو خط از طرفین حذف و از هر طرف کرت نیز یک متر به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. بعد از برداشت، گل، ساقه و برگ جدا

شده و محصول تر هر کرت توزین گردید. سپس نمونه‌هایی از آن در داخل آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت تا وزن خشک آن مشخص گردد. باقی‌مانده اجزای محصول نیز در سایه و در جریان باد خشک شدند. به منظور استخراج اسانس گل بومادران، ابتدا نسبت به تعیین درصد رطوبت موجود در هر نمونه اقدام شد و سپس ۱۰۰ گرم از گل خشک شده گیاه آسیاب گردید و به مدت ۴ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب[۱۲] اسانس گیری و درصد آن تعیین شد.

نتایج

عملکرد اندام هوایی

عملکرد بیولوژیک: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه مرکب سه ساله آزمایش مشخص گردید که اثر سال، مقدار آب آبیاری و هم‌چنین اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری بر عملکرد بیولوژیک، در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که عملکرد بیولوژیک بومادران در سال دوم معادل ۹۶۹۱/۷ کیلو گرم در هکتار و بیشتر از سال‌های اول و سوم بوده و اختلاف معنی‌دار داشتند. این در حالی است که در سال سوم آزمایش، کاهش قابل توجهی در عملکرد بیولوژیک قابل مشاهده بود (جدول۳). نتایج سه ساله آزمایش مشخص نمود که به طور کلی بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار تنش ملایم، معادل ۱۰۴۰۰/۱ کیلو گرم در هکتار بود که از تیمار مربوط به آبیاری کامل نیز بیشتر شد (جدول۴). اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری مشخص نمود که در مجموع تیمار تنش ملایم معادل ۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A در سال دوم بیشترین عملکرد بیولوژیک را معادل ۱۸۹۵۶/۴۸ کیلوگرم در هکتار تولید نمود که نسبت به سایرین اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۵).

جدول ۲- تجزیه مرکب تاثیر سال و مقدار آب آبیاری بر تعدادی از ویژگی‌های گیاه بومادران *Achillea millefolium* L. در سال‌های آزمایش

نتایج تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد بیولوژیک	عملکرد گل	عملکرد ساقه	شاخص برداشت	درصد اسانس
سال	۲	۱۸۶۹۶۰۹۴۰/۹**	۵۷۷۷۳۸۴/۶۳**	۱۳۴۱۳۶۸۴۹**	۷۶۹/۴۲۲۲**	۰/۴۳۵۲۶۸۸۹**
اشتباه۱ (بلوک داخل سال)	۶	۴۷۹۰۷۰^{ns}	۲۱۸۴۵/۸۴**	۶۴۸۶۷۹/۸^{ns}	۵/۶۶۶۷^{ns}	۰/۲۱۵۵۱۱۱^{ns}
مقدار آب آبیاری	۴	۱۱۸۱۲۳۵۱۶/۷**	۲۸۴۴۹۲۸/۱۵**	۸۵۳۷۷۵۶۰/۲**	۳۳/۹۱۱۱**	۰/۰۳۹۳۱۳۳۳**
مقدار آب آبیاری×سال	۸	۴۶۰۶۶۵۵/۵**	۶۶۸۴۳۷/۰۹**	۳۸۴۴۵۹۸۹/۲**	۸۱/۷۲۷۸**	۰/۰۶۳۰۵۵۰*
اشتباه۲ (باقیمانده)	۲۴	۵۷۲۵۳۸	۹۹۸۱/۲۶	۴۹۰۵۸۰/۴	۴/۳۸۸۹	۰/۰۳۰۱۲۶۱۱
کل	۴۴	–	–	–	–	–

ns: عدم وجود اختلاف معنی دار، * و **: به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی دار است.

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر سال‌های آزمایش بر تعدادی از ویژگی‌های گیاه بومادران *Achilla millefolium* L.
با استفاده از آزمون LSD

تیمار	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد گل(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	درصد اسانس
سال اول	۶۹۵۰/۵ b	۱۱۶۹/۷۰ a	۵۷۸۰/۸ b	۱۶/۸۳ a	۰/۱۹ b
سال دوم	۹۶۹۱/۷ a	۱۰۸۱/۲۰ a	۸۶۱۰/۵ a	۱۱/۱۶ a	۰/۵۰ a
سال سوم	۲۶۸۵/۸ c	۵۳/۲۶ b	۲۶۳۲/۶ c	۲ b	۰/۲۴ b

حروف مشابه در هر ستون بیان کننده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است

جدول ٤- مقایسه میانگین تاثیر مقدار آب آبیاری بر تعدادی از بر تعدادی از ویژگی‌های گیاه بومادران *Achillea millefolium* L.
با استفاده از آزمون LSD در سال‌های آزمایش

تیمار	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد گل(کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	درصد اسانس
دیم	۱۲۸۹/۸ d	۱۱۵/۴ c	۱۱۷۴/۴ d	۸/۹۵ ab	۰/۲۱ b
تنش شدید	۵۳۸۹/۲ c	۴۵۵/۰۵ b	۴۹۳۴/۲ c	۸/۴۴ b	۰/۳۱ ab
تنش متوسط	۵۷۳۴/۹ c	۵۵۴/۷۶ b	۵۱۸۹/۲ c	۹/۶۶ b	۰/۴۰ a
تنش ملایم	۱۰۴۰۰/۱ a	۱۳۵۴/۴۶ a	۹۰۴۵/۶ a	۱۳/۰۲ a	۰/۳۰ ab
آبیاری کامل	۹۳۹۰/۳ b	۱۳۶۰/۶۰ a	۸۰۲۹/۷ b	۱۴/۴۹ a	۰/۳۳ ab

حروف مشابه در هر ستون بیان کننده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است

عملکرد گل: نتایج حاصل نشان دادند که اثر سال، مقدار آب آبیاری و هم‌چنین اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری بر عملکرد گل در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر سال نشان دادند که عملکرد گل تولیدی در بومادران در سال اول معادل ۱۱۶۹/۷۰ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به سال سوم اختلاف معنی‌دار داشت. این در حالی است که در سال سوم آزمایش، کاهش قابل توجهی در عملکرد گل قابل مشاهده بود (جدول۳). نتایج سه ساله مربوط به تاثیر تیمارهای آبیاری مشخص نمود که به طور کلی، بیشترین عملکرد گل در تیمار آبیاری کامل تولید گردید که معادل ۱۳۶۰/۶۰ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار تنش ملایم در یک گروه قرار داشت ولی نسبت به سایرین اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۴). اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری مشخص نمود که در مجموع تیمار آبیاری کامل در سال دوم، بیشترین عملکرد گل را معادل ۲۱۵۱/۵۷ کیلو گرم در هکتار تولید نمود (جدول۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و مقدار آب آبیاری بر تعدادی از ویژگی‌های گیاه بومادران *Achillea millefolium L.* با استفاده از آزمون LSD در سال‌های آزمایش

تیمار	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد گل (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص براشت (درصد)	درصد اسانس
دیم در سال اول	۳۳۳۹/۰۵fg	۲۳۷/۶۲ e	۳۱۰۱/۴۳hi	۷/۱۲bcd	۰/۱۲de
تنش شدید در سال اول	۵۹۱۹/۵۲de	۸۰۷/۶۲c	۵۱۱۱/۹۱ef	۱۳/۶۴ abc	۰/۰۱e
تنش متوسط در سال اول	۶۶۶۹/۵۲d	۸۶۰/۰۰c	۵۸۰۹/۵۲de	۱۲/۹۰abc	۰/۱۷de
تنش ملایم در سال اول	۹۴۵۴/۲۳c	۲۰۸۰/۹۰ab	۷۳۷۳/۳۳cd	۲۲/۰۱a	۰/۲۶bcde
آبیاری کامل در سال اول	۹۳۷۰/۰۰c	۱۸۶۲/۳۸b	۷۵۰۷/۶۲c	۱۹/۸۸ ab	۰/۳۵bcd
دیم در سال دوم	۵۳۰/۴۷hi	۱۰۸/۵۷ef	۴۲۱/۹۰j	۲۰/۴۷ab	۰/۵۲ab
تنش شدید در سال دوم	۶۲۲۸/۷۶d	۵۱۹/۱۴d	۵۷۰۹/۶۲e	۸/۳۳bcd	۰/۵۸a
تنش متوسط در سال دوم	۶۱۵۴/۱۰d	۷۴۳/۷۱cd	۵۴۱۰/۳۸ef	۱۲/۰۹abc	۰/۵۳ab
تنش ملایم در سال دوم	۱۸۹۵۶/۴۸a	۱۸۸۳/۰۰ b	۱۷۰۷۳/۴۸a	۹/۹۳bcd	۰/۴۷abc
آبیاری کامل در سال دوم	۱۶۵۸۸/۸۶b	۲۱۵۱/۵۷a	۱۴۴۳۷/۲۹b	۱۲/۹۷abc	۰/۴۱bcd
دیم در سال سوم	۰ i	۰f	۰ j	۰d	۰ e
تنش شدید در سال سوم	۴۰۱۹/۳۳f	۳۸/۳۸ef	۳۹۸۰/۹۵fgh	۰/۹۵d	۰/۳۳abcd
تنش متوسط در سال سوم	۴۴۰۸/۱۹ef	۶۰/۵۷ef	۴۳۴۷/۶۲efg	۱/۳۷d	۰/۴۹abc
تنش ملایم در سال سوم	۲۷۸۹/۴۸fg	۹۹/۴۸ef	۲۶۹۰/۰۰hi	۳/۵۷cd	۰/۱۷de
آبیاری کامل در سال سوم	۲۲۱۲/۱۴gh	۶۷/۸۵ef	۲۱۴۴/۲۹i	۳/۰۷cd	۰/۲۲cde

- حروف مشابه در هر ستون بیان کننده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

عملکردساقه: طبق نتایج به دست آمده مشخص شد که تاثیر سال، مقدار آب آبیاری و همچنین اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری بر عملکرد ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر سال نشان دادند که عملکرد ساقه بومادران در سال دوم معادل ۸۶۱۰/۵ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به سال‌های اول و سوم اختلاف معنی‌دار داشت (جدول۳). در سال سوم آزمایش، کاهش قابل توجهی در عملکرد ساقه مشاهده شد. نتایج سه ساله مربوط به تاثیر تیمارهای آبیاری مشخص نمودند که به طور کلی در تیمار تنش ملایم، بیشترین عملکرد ساقه معادل ۹۰۴۵/۶ کیلو گرم در هکتار تولید گردید که این میزان، از تیمار مربوط به آبیاری کامل نیز بیشتر شد (جدول۴). اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری مشخص نمود که در تیمار تنش ملایم معادل ۳۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A در سال دوم بیشترین عملکرد ساقه را برابر ۱۷۰۷۳/۴۸ کیلو گرم در هکتار تولید نمود که نسبت به سایرین اختلاف معنی‌دار داشت (جدول۵).

با توجه به نتایج حاصل می‌توان اذعان داشت، اثر سال و مقـادیر آب آبیـاری بـر عملکـردهـای بیولوژیـک و اقتصادی (گل) گیاه بومادران معنی‌دار بود. عملکـرد گـل در سال‌های اول و دوم به طور معنی‌دار بیشتر از سال سـوم بود. کاهش عملکرد گل در سال سـوم، احتمـالا بـه دلیـل کاهش ذخایر غذایی خاک و به ویژه ذخایر فسفر است.

تاثیر مقادیر آب آبیاری بر گیاه بومادران نشان داد که در شرایط دیم و بدون آبیاری، عملکرد ماده خشک اندام هوایی و عملکـرد گـل، کـاهش قابـل تـوجهی نـسبت بـه سایرین داشت. با اعمال تیمارهای آبی از تـنش شـدید بـه متوسط، افزایش عملکرد مشاهده شد که البته بین ایـن دو تـنش اخـتلاف معنـی‌داری مـشاهده نگردیـد. بـا افـزایش مجـدد مقـدار آب تـا سـطح تـنش ملایـم، افـزایش قابـل توجهی در عملکردهای بیولوژیک و گـل ایجـاد شـد. بـا افـزایش مـصرف آب تـا حـد ظرفیـت زراعـی، افـزایش معنـی‌دار مـشاهده نگردیـد. طبـق اظهـارات Rickman و Klepper (1990)، تنش‌های کم آبی تـاثیر متفـاوتی را بـر گیاهان دارد. به نظر مـی‌رسـد در هنگـام خـشکی، مقـدار جذب مواد غذایی از خاک تحـت تـاثیر رطوبـت خـاک قرار گیرد.Dunham و Nye (1979) گـزارش نمودنـد کـه جـذب فـسفر در هنگـام تـنش خـشکی نـه تنهـا بـه وسـیله دسترسی محدود در خاک بلکه بـه دلیـل کـاهش قـدرت جذب ریشه‌ها در شرایط خشکی محدود می‌شـود. Day و همکـاران (1987) دریافتنـد کـه در محـصول جـو، میـزان جذب فسفر با تعـداد روزهـایی کـه در آن، سـطح خـاک خشک شده بود، همبستگی منفی داشت. اولین نشانه تنش خشکی در گیاه، بازدارندگی سریع رشد شاخه و به مقدار کمتـر رشـد ریـشه اسـت (Neumann, 2008). در گیاهـان علوفه‌ای، کاهش سـطح بـرگ فتوسـنتز کننـده (همـراه بـا بسته شدن روزنه) مهم‌تـرین دلیـل کـاهش سـرعت تثبیـت کربن و پوشش گیاهی در طـی دوره خـشکی اسـت. ایـن پدیده با بسته شدن جزئی یا کامل روزنه‌ها و بـه دنبـال آن کاهش تبخیر و جذب CO_2 فتوسنتزی صورت مـی‌گیـرد. اگر خشکی کاهش نیابد، بـه فروپاشـی یـا گـسیختگی در نمو سیستم تولید مثل، پیری برگ‌هـای نابـالغ، پژمردگـی، خـشک شـدن و مـرگ گیـاه منجـر خواهـد شـد (Schulze, 1986; Hsaio, 1973) در ایـن آزمـایش نیـز شرایط دیم کامل تا تنش شدید و متوسط، بـه میـزان قابـل توجهی موجب کاهش عملکرد مـاده خـشک شـد. نتـایج این تحقیق با اظهارات Blum و Sulivan (1986) نیـز تطـابق داشت.

شـاخص برداشـت: بـا توجـه بـه نتـایج حاصـل مـشخص گردیـد کـه اثـر سـال، مقـدار آب آبیـاری و هم‌چنین اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری بر شـاخص برداشت در سطح یک درصـد معنـی دار بـود (جـدول۲). مقایسه میـانگین‌هـای مربـوط بـه تـاثیر سـال بـر شـاخص برداشت نشان دادنـد کـه شـاخص برداشـت بومـادران در سال اول معادل ۱۶/۸۳ درصد بود که نسبت به سـال سـوم اختلاف معنی‌دار داشت. در سال سـوم آزمـایش، کـاهش قابـل تـوجهی در شـاخص برداشـت مـشاهده گردیـد (جدول۳). تاثیر تیمارهـای آبیـاری بـر شـاخص برداشـت مشخص نمود که بیشترین شاخص برداشت معادل ۱۴/۴۹ درصد، در تیمار آبیاری کامل مـشاهده شـد کـه بـا تیمـار تنش ملایم در یک سطح و با سـایرین اخـتلاف معنـی‌دار نشان داد (جدول۴). اثر متقابل سال در مقدار آب آبیـاری مشخص نمود که در مجموع تیمار مربوط به تـنش ملایـم در سال اول، بیشترین شـاخص برداشـت را معـادل ۲۲/۰۱ درصد داشت کـه نـسبت بـه تعـدادی از تیمارهـا اخـتلاف معنی‌دار نشان داد (جدول۵).

یکی از مـوارد مـورد مطالعـه در تـنش‌هـای رطـوبتی، شاخص برداشت و یا نـسبت وزن انـدام اقتـصادی بـه کـل وزن گیاه یا اندام‌هـای هـوایی مـی‌باشـد. نتـایج سـال‌هـای

آزمایش نشان دادند که در سال سوم به دلیل کاهش قابل توجه گل، شاخص برداشت نیز به شدت کاهش یافت. هم‌چنین، بین تنش‌های شدید و متوسط از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ولی با افزایش مصرف آب تا حد تنش ملایم، به دلیل استفاده بیشتر گیاه از آب و منابع غذایی خاک، میزان گل نیز افزایش یافت و شاخص برداشت نیز افزایش نشان داد. Passioura (1977)، انتخاب بر اساس شاخص برداشت را در شرایط خشکی پیشنهاد نمود. در این ارتباط گزارشات متناقضی نیز وجود دارد به عنوان مثال، Nicolas و همکاران (1985)، Austin و همکاران (1977) و Austin و همکاران (1980)، بیان داشتند که استناد به این شاخص چندان موفقیت آمیز نبود.

درصد اسانس

نتایج بدست آمده نشان داد که اثر سال، مقدار آب آبیاری و هم‌چنین اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری بر درصد اسانس بومادران به ترتیب در سطح یک، یک و پنج درصد معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که میزان اسانس بومادران در سال دوم معادل ۰/۵۰ درصد بود که نسبت به سال‌های اول و سوم اختلاف معنی دار داشت (جدول ۳). اثر تیمارهای آبیاری بر میانگین درصد اسانس نشان داد که در شرایط دیم، درصد اسانس نسبت به سایر تیمارها کمتر بود. با افزایش مقادیر آب آبیاری، درصد اسانس افزایش یافت. بیشترین درصد اسانس مربوط به تنش متوسط و معادل ۰/۴۰ درصد بود که به استثنای شرایط دیم با سایرین اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۴). اثر متقابل سال در مقدار آب آبیاری مشخص نمود که در مجموع تیمار تنش شدید در سال دوم بیشترین درصد اسانس را معادل ۰/۵۸ درصد تولید نمود (جدول۵). طبق مطالعات انجام شده، تنش آبی موجب تغییر در مقدار اسانس استخراج شده و همچنین ترکیبات موجود در گیاهان دارویی می شود (Sabih *et al.*, 1999). طبق گزارش های موجود، کمبود آب عملکرد اسانس رزماری (Singh and Ramesh, 2000)، انیسون (Zehta-Salmasi *et al.*, 2001)، شمعدانی (Putievsky *et al.*, 1990) و نعنای ژاپنی (Strivastava and 2000, Mirsa) را کاهش داد. Razmjoo و همکاران (2008) نشان دادند که خشکی باعث کاهش معنی‌داری در محتوی اسانس بابونه (*Matricaria chamomile*) شد. در ارتباط با اثر مثبت تنش آبی بر مقدار اسانس گیاهان دارویی نیز گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. طبق آزمایش Simon و همکاران (1992)، درصد کل اسانس در ریحان شیرین با افزایش تنش آب بیشتر شد. Khalid (2006) اظهار داشت که در صد اسانس دو گونه ریحان شیرین *Ocimum basilicum* و آمریکایی *O. americanum*، در تحت تنش آب افزایش یافت. **طبق نتایج Petropoulos و همکاران (2008) تنش آب، عملکرد اسانس (بر اساس وزن تر) برگ دو رقم جعفری شامل ارقامی‌با برگ‌های صاف و مجعد را افزایش داد اما در رقم Turnip-rooted افزایش اسانس مشاهده نگردید.**

از آزمایش انجام شده می توان نتیجه گرفت که شرایط دیم و هم‌چنین استفاده از مقادیر بالای آب بر عملکرد کمی و درصد اسانس بومادران مناسب نبود و با تنش متوسط می‌توان مقدار اسانس گیاه را افزایش داد این مطلب با توجه به کمبود آب در کشور و استفاده بهینه از آن قابل نیز قابل توجه است.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و همچنین همکاری‌های ارزشمند ریاست و همکاران محترم بخش تحقیقات گیاهان دارویی و ایستگاه تحقیقات البرز کرج تشکر و قدردانی می‌شود.

پی نوشت‌ها

1- Dehydration
2- 1,3,8-P-menthatriene
3- Myristicin
4- Terpinolene
5- ρ-cymenene
6- Carvacrol
7 - α-terpinene
8– Granium
9- α-Pinene
10- β-Pinene
11- Caryophyllene oxide
12-Clevenger

منابع

Ardekani, M.R.S., A. Hadjiakhoondi, A.H. Jamshidi and P.M. Rafiee (2006). Pharmacognosical and plant tissue culture studies of Achillea millefolium L. *Journal of Medicinal Plants*, 5(17): 21-26.

Austin, R. B., J. A. Edrich, M. A. Ford and R. D. Black'Weli (1977). The rate of dry matter, carbohydrates and C^{14} lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. *Annals of Botany*, 41: 1309-1321.

Austin, R.B., C.L. Morgan, M.A. Ford and R.D. Blachvell (1980). Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barley phenotypes in two contrasting seasons. *Annals of Botany*, 45: 309-319.

Baher, Z.F., M. Mirza, M. Ghorbanil and M.Z. Rezaii (2002). The influence of water stress on plant height, herbal andessential oil yield and composition in *Satueja hortensis* L. *Flavor and Fragrance Journal*. 17: 275-277.

Benedek, B. and B. Kopp (2007). *Achillea millefolium* L. s.i. revisited: Recent findings confirm the traditional use. Wien Med *Wochenschr*, 157/13–14: 312–314.

Benedek, B. (2007). *Achillea millefolium L. Analysis of Phenolic Compounds and Biological Testing. Ph.D thesis, University of Vie*.

Blum, A. and E.Y. Sullivan (1986). The comparative drought resistance of landraces of sorghum and millet from dry and humid regions. *Annals of Botany*, 57: 835-846.

Chalchat, J.C., R.P. Garry and J. Lamy (1994). Influence of harvest time on yield and composition of *Artemisia annua* oil produced in France. *Journal of Essential Oil Research*, 6: 261–8.

Day, W., B.J. Legg, B.K. French, A.E. Johnson, D.W. Lawlor and W.D. C. Jeffers (1978). A drought experiment using mobile rain shelters: The effect of drought on barley yield, water use and nutrient uptake. *Journal of Agricultural Science*, 91: 599-623.

Dunham, R.J. and P.H. Nye (1979). The influence of soil water content on the uptake of ions by roots. III. Phosphate, potassium, calcium and magnesium uptake and concentration gradients. *Journal of Applied Ecology*, 13: 967-984.

Hendawy, S.F. and K.h.A. Khalid (2005). Response of sage (*Salvia officinalis* L.) plants to zinc application under different salinity levels. J. *Journal of Applied Science Research*, 1(2): 147-155.

Hsaio T.C. (1973). Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, 24: 519–570.

growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomila*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10: 451–4.

Sabih, F., A.H. Abad Farooki, S.R. Ansari and S. Sharama (1999). Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martinii* (Palmrosa) cultivars. *Journal of Essential Oil Research,* 1: 151-157.

Schulze, E.D. (1986). Carbon dioxide and water vapour exchange in response to drought in the atmosphere and in the soil. *Annual Review of Plant Physiology*, 37: 247–274.

Simon, J. E., B. D. Reiss, R.J. Joly and D.J. Charles (1992). Water stress induced alternations in essential oil content of sweet basil. *Journal of Essential Oil Research,* 1: 71-75.

Singh-Sangwan, N., H. Abad Farooghi, R. Singh Sangwan (1994). Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. *New Phytologist*, 128 (1):173– 179.

Singh, M. and S. Ramesh (2000). Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water-use efficiency in rosemary grown under semi-arid tropical conditions. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 22: 659–662.

Zehtab-Salmasi, S., A. Javanshir, R. Omidbaigi, H. Aly-Ari and K. Ghassemi-Golezani (2001). Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 49 (1): 75–81.

Khalid K.h.A. (2006). Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (Ocimum sp.) *International Agrophysics*, 20: 289-296.

Klepper, B. and R.W. Rickman (1990). Modeling crop root growth and function. *Advances in Agronomy*, 44: 113-132.

Mirsa, A. and N.K. Strivastava (2000). Influence of water stress on Japanese mint. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 7(1): 51-58.

Neumann, P.M. (2008). Coping Mechanisms for Crop Plants in Drought-prone Environments. *Annals of Botany*, 101: 901–907.

Nicolas, M.E., H. Lambers, R.T. Simpson and M.J. Dalling (1985). Effect of drought on metilbolism and partitioning of carbon in two wheat varieties diffeting in drought tolerance. *Annals of Botany*, 55: 727·742.

Passioura, J.B. (1977). Grain yield, harvest index and water use of wheat. *Journal of the Australian Institute of Agriculture Science*, 43: 117-120.

Petropoulos, S.A., D. Dimitra, M.G. Polissiou and H.C. Passam (2008). The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. *Scientia Horticulturae*, 115(4) 21: 393-397.

Putievsky, E., U. Ravid and N. Dudai (1990). The effect of water stress on yield components and essential oils of *Pelargonium graveolens* L. *Journal of Essential Oil Research,* 2: 111–4.

Razmjoo, K., P. Heydarizadeh and M.R. Sabzalian (2008). Effect of salinity and drought stresses on