

( *Matricaria chamomilla* L. )

\*

// :

E-mail: Alirezapirzad@yahoo.com

\*

**چکیده**

به منظور بررسی اثرات تراکم بوته و آبیاری بر کارایی مصرف آب در تولید اسانس بابونه آلمانی، آزمایش دوساله‌ای طی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به صورت فاکتوریل پایه طرح بلوک-های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. در این بررسی عامل آبیاری در سطح (آبیاری پس از ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیرکلاس A) و فاصله خطوط کاشت بذر بابونه آلمانی رقم Bodegold در ردیف‌های ثابت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها در روی ردیف دره سطح (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر به ترتیب معادل ۶۷/۶۶، ۳۳/۳۳، ۲۲/۲۲، ۱۶/۶۷ و ۱۳/۳۳ بوته در مترمربع) در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد اثر سطوح آبیاری و تراکم بوته بر روی عملکرد گل خشک، درصد اسانس، عملکرد اسانس و کارایی مصرف آب معنی‌دار است. در صورتی که میزان تبخیر و تعرق تنها از رژیم آبیاری متأثر گردید. در این بررسی تراکم بوته در واحد سطح اثر معنی‌داری بر روی میزان تبخیر و تعرق نداشت. بیشترین عملکرد گل خشک، درصد اسانس، عملکرد اسانس و کارایی مصرف آب از سطح دوم آبیاری (آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) بدست آمد. بیشترین عملکرد گل خشک، درصد اسانس، عملکرد اسانس و کارایی مصرف آب نیز از فاصله کاشت ۱۰ سانتی‌متر حاصل شد. در مجموع، به منظور تولید حداکثر اسانس بابونه، تراکم ۳۳/۳۳ بوته در مترمربع (۱۰ × ۳۰ سانتی‌متر) و سطح دوم آبیاری برای ارومیه و مناطق با شرایط آب و هوایی مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، اسانس، بابونه آلمانی، تراکم بوته، کارایی مصرف آب

---

/ / ...

---

## Effects of Irrigation and Plant Density on Water-Use Efficiency for Essential Oil Production in *Matricaria chamomilla* L.

AR Pirzad<sup>1\*</sup>, H Aliyari<sup>2</sup>, MR Shakiba<sup>2</sup>, S Zehtab-Salmasi<sup>2</sup> and SA Mohammadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>2</sup>Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: E-mail:Alirezapirzad@yahoo.com

### Abstract

A factorial experiment was carried out to assess the effects of irrigation and plant density on the percentage and yield of essential oil and water-use efficiency for essential oil production of German chamomile in the experimental field of Faculty of Agriculture of Urmia University 2003 and 2004 growing season, the experiment design was randomised complete blocks with three replications. Irrigation was carried out in four levels (irrigation at 25, 50, 75 and 100 mm evaporation from evaporation pan class A) planting space of German chamomile cv. Bodegold fixed 30 cm inter-rows and 5 levels of plants intra-row spacing (5, 10, 15, 20 and 25 cm producing 66.67, 33.33, 22.22, 16.67 and 13.33 plants per meter square). Results showed that irrigation and plant density affected the yield of dried flowers, percent and yield of essential oil of chamomile and water-use efficiency, significantly. The highest yield of dried flower, percentage of essential oil, yield of essential oil and water-use efficiency were obtained from irrigation after 50 mm evaporation from evaporation pan intra-row spacing 10 cm. In conclusion, plant density 30×10 cm (33.33 plant per meter square) and the second level of irrigation regime (irrigation at 50 mm evaporation from evaporation pan class A) produced maximum essential oil with maximum water-use efficiency which can be recommended, for urmia environment conditions and the areas with the similar climates.

**Keywords:** Essential oil, German chamomile, Irrigation, Plant density, Water-use efficiency

### مقدمه

۱۹۹۲ و گلامبوزی و همکاران (۱۹۹۲). امروزه در بازار دارویی کشور آلمان حداقل ۱۸ فرآورده دارویی بابونه عرضه می‌گردد. اسانس بابونه در صنایع داروسازی، در تولید داروهای آنتی‌بیوتیک، ضدالتهاب، ضد نفخ، ضد

بابونه آلمانی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته شده و متعلق به تیره کاسنی<sup>۱</sup>، بومی اروپا، آسیای صغیر و منطقه مدیترانه است (جایمند و همکاران ۱۳۸۰، سالامون

---

<sup>1</sup>Asteraceae

۱۹۸۹). روشهای متعددی برای کاهش تبخیر از سطح خاک وجود دارد، که بهبود فواصل کاشت، تراکم بوته، کنترل عمق و تناوب آبیاری از عمده‌ترین آنها می‌باشد (صادق‌زاده ۱۳۷۷). فواصل ردیفهای کاشت مناسب برای بابونه بسته به شرایط آب و هوایی متفاوت است، سالامون (۱۹۹۲) فاصله ردیفهای کاشت را ۱۰ تا ۸۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف کاشت را ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر گزارش کرده است. در شرایط متفاوت آب و هوایی محققان فاصله ردیفهای کاشت ۲۵ سانتی-متر (وگنر ۱۹۹۳)، ۳۰ سانتی‌متر (جمشیدی ۱۳۷۹) و ۵۰ سانتی‌متر (حاج‌سیدهای و همکاران ۱۳۸۰) و فاصله بین دو بوته در روی ردیف را ۱۰ سانتی‌متر (جمشیدی ۱۳۷۹) و ۲۰ سانتی‌متر (حاج‌سیدهای و همکاران ۱۳۸۰) برای بابونه مناسب گزارش کرده‌اند. در این تحقیق، بررسی اثرات سطوح مختلف تراکم بوته و آبیاری بر روی کارایی مصرف آب در تولید اسانس بابونه اهداف اصلی هستند و حصول مناسبترین تراکم بوته در جهت کاهش تبخیر از سطح خاک و افزایش کارایی مصرف آب مد نظر می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، واقع در ۱۱ کیلومتری شمالغرب ارومیه به طول جغرافیایی<sup>۱</sup> و ۵° و ۴۵° شرقی و عرض جغرافیایی<sup>۲</sup> ۳۲° و ۳۷ شمالی که ارتفاع آن از سطح دریاهای آزاد ۱۳۲۰ متر می‌باشد، اجرا گردید. به استناد آمار ۳۶ ساله هواشناسی، در این منطقه میانگین بارندگی سالانه ۳۳۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه برابر با ۱۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (بی‌نام ۱۳۸۳). خاک اراضی محل آزمایش لوم رسی با pH=۷/۶ و درصد وزنی ظرفیت زراعی ۲۲/۵ درصد با جرم مخصوص ظاهری ۱/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. در این آزمایش بذر بابونه رقم Bodegold از کشور آلمان، در ردیفهایی به فاصله ۳۰

ترک پوست، ضد اغزما و اشتها آور و دهان شویه‌ها، و همچنین در ساخت لوازم آرایشی و بهداشتی به مقدار زیاد استفاده می‌شود (کریکر و سایمون ۱۹۸۰ و هرنوگ ۱۹۹۲).

عملکرد بابونه تحت تأثیر رقم، شرایط آب و هوایی، محیط و تکنولوژی تولید قرار می‌گیرد (وگنر ۱۹۹۳). بابونه در خاکهایی که برای سایر گیاهان زراعی عملکرد اقتصادی ایجاد نمی‌کند، می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد (هرنوگ ۱۹۹۲). آب یکی از عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر روی رشد و نمو و میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد. آبیاری منظم و کافی، عملکرد دانه و میزان اسانس آنیسون<sup>۳</sup> را بطور چشمگیری بالا می‌برد و موجب افزایش اسانس در نعنای فلفلی<sup>۴</sup> (امیدبیگی ۱۳۷۹) و بابونه (کرکز ۱۹۶۲) می‌شود. کمبود آب تولید اسانس در واحد سطح علف‌لیمو<sup>۵</sup> (چترجی و همکاران ۱۹۹۵)، میزان آرتیمیزینین<sup>۶</sup> در درمنه یکساله<sup>۷</sup> (چارلز و همکاران ۱۹۹۱) و تولید اسانس و ترکیبات فنی در اکلیل کوهی<sup>۸</sup> (سولیناس و همکاران ۱۹۹۶) را کاهش می‌دهد. به استناد بررسی‌های سینگ (۱۹۸۲)، در طول دوره رشد بابونه در خاکهای قلیایی، ۶ تا ۸ نوبت آبیاری ضروری است. با توجه به کمبود آب بعنوان مهمترین عامل محدود کننده عملکرد گیاهان، کارایی مصرف آب<sup>۸</sup> در گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. کارایی مصرف آب نسبت عملکرد گیاه به مقدار آب مصرفی می‌باشد (صادق‌زاده ۱۳۷۷). قسمتی از آب مصرفی برای - تولید عملکرد از سطح خاک تبخیر می‌گردد (زانگ و همکاران ۱۹۹۸)، که با کاهش تبخیر از سطح خاک و افزایش سهم تعرق گیاهی می‌توان بیوماس تولیدی را به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش داد (سدیکی و همکاران

<sup>2</sup>Pimpinella anisum L.

<sup>3</sup>Mentha piperita L.

<sup>4</sup>Cymbopogon sp.

<sup>5</sup>Artemisinin

<sup>6</sup>Artemisia annua L.

<sup>7</sup>Rosmarinus officinalis L.

<sup>8</sup>Water-Use Efficiency

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده و مرکب مربوط به اثرات آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح طی سال-های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ بر روی میزان تبخیر و تعرق، عملکرد گل خشک، درصد اسانس، عملکرد اسانس و کارآیی مصرف آب در تولید اسانس بابونه آلمانی بترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌دار روی صفات مورد ارزیابی در سال اول و نیز تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد. در حالیکه بین رژیم‌های مختلف آبیاری از نظر صفات درصد اسانس و عملکرد اسانس اختلاف معنی‌دار در سال دوم آزمایش مشاهده نشد. بین تراکم‌های مختلف بوته از نظر کلیه صفات مورد بررسی، بغیر از تبخیر و تعرق در هر دو سال و تجزیه مرکب، و درصد اسانس در سال اول اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول‌های ۱ و ۲). اثر متقابل تراکم \* آبیاری برای هیچکدام از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود، که نشان دهنده تأثیر متفاوت این دو عامل روی صفات مورد بررسی می‌باشد.

## میزان تبخیر و تعرق

در دو سال آزمایش میزان تبخیر و تعرق اختلاف معنی‌دار نشان نداد، ولی بین رژیم‌های مختلف آبیاری از نظر میزان تبخیر و تعرق اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) وجود داشت (جدول ۲). بیشترین ( $6334/533$ ) مترمکعب درهکتار و کمترین ( $550/867$ ) مترمکعب درهکتار) میزان تبخیر و تعرق به ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۲۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد، که اختلاف معنی‌دار با یکدیگر و نیز با میزان آن از تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر داشتند (شکل ۱- الف). به نظر می‌رسد کاهش تعداد دفعات آبیاری میزان تبخیر و تعرق را بطور معنی‌داری پایین آورده است. این امر می‌تواند ناشی از کاهش سرعت از دست دادن آب در مقادیر کم آب موجود در خاک باشد. تراکم بوته در واحد سطح اثر معنی‌دار روی میزان

سانتی‌متر از هم کشت شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ سطح آبیاری شامل آبیاری پس از ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و ۵ فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف کاشت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر بترتیب برابر با  $16/67$ ،  $22/22$ ،  $33/33$  و  $13/33$  بوته در هر متر مربع) در سه تکرار اجرا گردید. سطوح آبیاری از مرحله روزت، مرحله‌ای که بوته‌ها کاملاً در خاک مستقر شدند، اعمال شد. میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بطور روزانه اندازه‌گیری و آبیاری هر تیمار پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار مورد نظر انجام گرفت. حجم آب مصرفی در هر مرتبه برای هر کرت ( $V_w$ )، طبق فرمول زیر محاسبه شد (مطلوبی و همکاران ۱۳۷۹):

$$V_w = [(F_c - \theta)(B_d \times D \times A)] \quad [1]$$

در این رابطه  $F_c$  درصد وزنی ظرفیت زراعی،  $\theta$  درصد وزنی رطوبت خاک،  $D$  عمق توسعه ریشه (متر)،  $B_d$  جرم مخصوص ظاهری خاک (کیلوگرم بر متر مکعب) و  $A$  مساحت هر کرت (متر مربع) می‌باشد. برای اندازه‌گیری دقیق میزان آب در هر مرحله آبیاری از کنتور آب استفاده شد. عمل برداشت زمانیکه کاپیتول‌ها کاملاً باز شده بودند، به همراه یک تا دو سانتی‌متر از دمگل انجام گرفت و کاپیتول‌های برداشت شده بلافاصله در سایه خشک شدند (امیدییگی ۱۳۷۹). اسانس بابونه توسط clevenger و به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت استخراج گردید (لتچامو ۱۹۹۳). میزان تبخیر و تعرق، درصد وزنی اسانس، عملکرد اسانس و کارآیی مصرف آب اندازه‌گیری و یا محاسبه شدند. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس مدل آماری فاکتوریل، آزمون F بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات و با مقایسه میانگین‌ها استفاده از آزمون دانکن و محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از بسته‌های نرم-افزاری MSTATC و EXCEL انجام شد.

و تراکم‌های کاشت از نظر عملکرد گل خشک نشان داد (جدول ۱).

#### درصد اسانس

درصد اسانس گیاه بابونه در سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). اثر تیمارهای آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح بر روی درصد اسانس معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) بود (جدول ۲). اثر معنی‌دار آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح روی درصد اسانس بابونه توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (جمشیدی ۱۳۷۹، حاج سید هادی و همکاران ۱۳۸۰، سینگ ۱۹۸۲، سالامون ۱۹۹۲ و وگنر ۱۹۹۳). بالاترین (۰/۶۵۲ درصد) و پایین‌ترین (۰/۵۹۰ درصد) درصد اسانس به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود (شکل ۱-ه). کمترین درصد اسانس (۰/۵۷۱ درصد) در فاصله کاشت ۵ سانتی‌متر (۶۶/۶۷ بوته در مترمربع) بدست آمد. بیشترین درصد اسانس (۰/۶۳۷ درصد) در فاصله کاشت ۱۰ سانتی‌متر (۳۳/۳۳ بوته در مترمربع) حاصل گردید، که با فواصل کاشت ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر، بترتیب برابر با تراکم‌های ۲۲/۲۲، ۱۶/۶۷ و ۱۳/۳۳ بوته در مترمربع، اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۱-و). از نظر درصد اسانس اختلاف معنی‌دار بین رژیم‌های مختلف آبیاری در سال ۱۳۸۲ و بین تراکم‌های مختلف بوته در سال ۱۳۸۳ مشاهده شد (جدول ۱).

#### عملکرد اسانس

عملکرد اسانس نیز همانند درصد اسانس در دو سال متوالی تفاوت معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) نشان داد (جدول ۲). اثر تیمارهای آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح بر روی عملکرد اسانس معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) بود. این نتایج با یافته‌های سایر محققان (جمشیدی ۱۳۷۹، حاج سید هادی و همکاران ۱۳۸۰، سینگ ۱۹۸۲، سالامون ۱۹۹۲ و وگنر ۱۹۹۳) نیز مطابقت داشت. بیشترین عملکرد اسانس

تبخیر و تعرق نداشت (جدول ۲ و شکل ۱-ب). در تجزیه واریانس جداگانه داده‌های سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ نیز اثر رژیم آبیاری بر روی میزان تبخیر و تعرق معنی‌دار بود. ولی بین تراکم‌های مختلف بوته از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). همانند میانگین دو سال، در سال‌های جداگانه نیز بیشترین و کمترین میزان تبخیر و تعرق به ترتیب متعلق به تیمارهای آبیاری پس از ۲۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر نشان بود.

#### عملکرد گل خشک

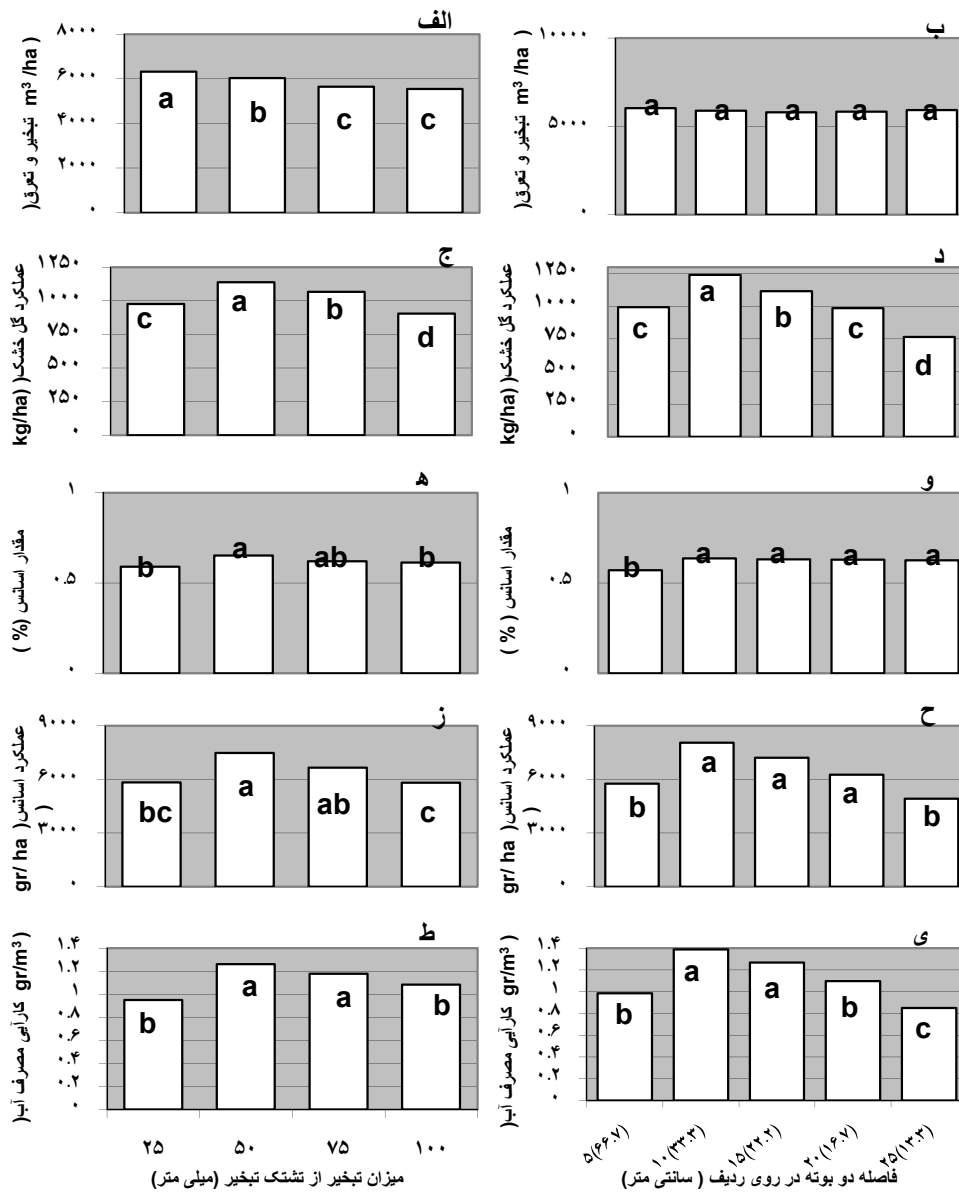
میزان آب آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح اثر معنی‌داری ( $P < 0/01$ ) بر عملکرد گل خشک داشتند (جدول ۲). بالاترین عملکرد گل خشک در واحد سطح (۱۱۳۶ کیلوگرم در هکتار) مربوط به آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کمترین عملکرد در واحد سطح (۹۰۳/۹ کیلوگرم در هکتار) نیز در آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش شدید خشکی) به دست آمد، که از این نظر با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند (شکل ۱-ج). اثر آبیاری بر روی عملکرد گل بر بابونه (امیدبیگی ۱۳۷۹)، عملکرد و میزان اسانس در آنیسون (امیدبیگی ۱۳۷۹)، رشد کلی گیاه و افزایش تولید میوه در رازیانه (امیدبیگی ۱۹۹۳) و عملکرد ریشه و آلکالوئیدها در شاپبیزک (باریشویچ و همکاران ۱۹۹۹) نیز توسط سایر محققان گزارش شده است. مقایسه میانگین‌های عملکرد گل خشک در واحد سطح نشان داد، که بیشترین عملکرد (۱۲۴۱ کیلوگرم در هکتار) در فاصله کاشت ۱۰ سانتی‌متر (۳۳/۳۳ بوته در مترمربع) بدست آمد و کمترین مقدار آن (۷۶۴/۴ کیلوگرم در هکتار) در فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر (۱۳/۳۳ بوته در مترمربع) حاصل گردید. بیشترین عملکرد گل خشک در هر دو سال مربوط به تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و فاصله کاشت ۱۰ سانتی‌متر بود (شکل ۱-د). تجزیه واریانس داده‌های دو سال نیز اختلاف معنی‌دار بین رژیم‌های مختلف آبیاری

جدول ۱ - تجزیه واریانس ساده اثرات آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح

منابع تغییر	درجه آزادی	تبخیر و تعرق	عملکرد گل خشک	درصد اسانس	عملکرد اسانس	کارایی مصرف آب
سال ۱۳۸۲						
تکرار	۲	۶۰۹۵۳۲۶/۹ <sup>**</sup>	۱۳۸۱۷/۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۲۰ <sup>**</sup>	۰/۰۳۱۵ <sup>**</sup>	۰/۰۰۵۰ <sup>ns</sup>
آبیاری	۳	۲۰۸۰۵۵۷/۳ <sup>**</sup>	۲۴۷۷۵۶/۰ <sup>**</sup>	۰/۰۰۸۷ <sup>**</sup>	۰/۰۱۰۲۰ <sup>**</sup>	۰/۰۱۶۳ <sup>**</sup>
تراکم	۴	۱۱۵۲۲۲/۳ <sup>ns</sup>	۳۵۱۵۲۴/۲ <sup>**</sup>	۰/۰۰۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۳۳ <sup>**</sup>	۰/۰۱۴۸ <sup>**</sup>
تراکم × آبیاری	۱۲	۵۴۳۳/۷ <sup>ns</sup>	۱۴۸۵/۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۲ <sup>ns</sup>
اشتباه آزمایشی	۳۸	۱۲۱۸۶۷/۱	۹۸۲۴/۹	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۷۴	۰/۰۰۱۷
ضریب تغییرات		۵/۸۰	۱۰/۲۲	۷/۳۷	۲/۳۶	۱۶/۸۰
سال ۱۳۸۳						
تکرار	۲	۱۴۳۶۲۲۱۹/۵ <sup>**</sup>	۳۵۶۹۵/۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۸۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۲۰ <sup>**</sup>
آبیاری	۳	۱۹۵۲۴۴۷/۸ <sup>**</sup>	۹۷۳۸۸/۲ <sup>**</sup>	۰/۰۰۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۸۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۱۷ <sup>**</sup>
تراکم	۴	۱۰۲۱۹۹/۳ <sup>ns</sup>	۴۰۲۵۲۹/۵ <sup>**</sup>	۰/۰۰۷۳ <sup>**</sup>	۰/۰۱۰۴۸ <sup>**</sup>	۰/۰۳۱۳ <sup>**</sup>
تراکم × آبیاری	۱۲	۳۲۶۹/۹ <sup>ns</sup>	۳۷۷/۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۷۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۴ <sup>ns</sup>
اشتباه آزمایشی	۳۸	۲۳۰۵۱۷/۱	۲۴۹۷۳/۶	۰/۰۰۲۰	۰/۰۲۱۵	۰/۰۰۲۷
ضریب تغییرات		۸/۳۲	۱۴/۷۶	۵/۱۳	۳/۷۴	۱۳/۵۵
		% %		** * ns		

جدول ۲ - تجزیه واریانس مرکب اثرات آبیاری و تراکم بوته در واحدهای سطح در سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳

منابع تغییر	درجه آزادی	تبخیر و تعرق	عملکرد گل خشک	درصد اسانس	عملکرد اسانس	کارایی مصرف آب
سال	۱	۱۸۵۹۶۲۹/۹۰ <sup>ns</sup>	۳۰۴۲۱۱/۲ <sup>*</sup>	۱/۱۰۷۰ <sup>**</sup>	۲/۲۶۴۰ <sup>**</sup>	۰/۵۹۴۰ <sup>**</sup>
تکرار در سال	۴	۱۰۲۲۸۷۷۳/۲۱ <sup>**</sup>	۲۴۷۷۰/۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۶۰ <sup>*</sup>	۰/۰۲۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۸۵ <sup>**</sup>
آبیاری	۳	۳۸۹۱۱۰۷/۱۵ <sup>**</sup>	۳۱۱۵۷۷/۱ <sup>**</sup>	۰/۰۰۹۰ <sup>**</sup>	۰/۰۹۳۳ <sup>**</sup>	۰/۰۲۵۳ <sup>**</sup>
آبیاری × سال	۳	۱۴۱۸۹۷/۹۰ <sup>ns</sup>	۳۳۴۷۵/۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲۴ <sup>ns</sup>
تراکم	۴	۲۰۹۲۱۴/۱۸ <sup>ns</sup>	۷۵۱۷۷۲/۸ <sup>**</sup>	۰/۰۰۶۵ <sup>*</sup>	۰/۱۶۶۵ <sup>**</sup>	۰/۰۴۴۳ <sup>**</sup>
تراکم × سال	۴	۸۲۰۷/۴۲ <sup>ns</sup>	۱۹۴۸/۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱۸ <sup>ns</sup>
تراکم × آبیاری	۱۲	۶۲۷۸/۲۹ <sup>ns</sup>	۱۲۹۱/۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۸۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۳ <sup>ns</sup>
تراکم × آبیاری × سال	۱۲	۲۴۲۵/۳۶ <sup>ns</sup>	۵۶۶/۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۳ <sup>ns</sup>
اشتباه آزمایشی	۷۶	۱۷۶۱۹۲/۱۲	۱۷۴۰۴/۹	۰/۰۰۲۳	۰/۰۱۴۴	۰/۰۰۲۲
ضریب تغییرات		۷/۱۲	۱۲/۹۳	۶/۱۲	۳/۱۸	۱۴/۹۱
		% %		** * ns		



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات آبیاری و فاصله کاشت (تراکم بوته) بترتیب بر روی میزان تبخیر و تعرق (الف-ب)، عملکرد گل خشک (ج-د)، درصد اسانس (ه-و)، عملکرد اسانس (ز-ح) و کارایی مصرف آب (ط-ی). حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

۷۴۷۳/۴۵۲ گرم در هکتار) و کمترین آن (۵۸۱۱/۳۶۷ گرم در هکتار) به ترتیب از تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بدست آمد (شکل ۱-۱). با توجه به اینکه عملکرد اسانس از دو مؤلفه عملکرد گل خشک و درصد اسانس متأثر می‌شود و بالاترین عملکرد گل خشک (شکل ۱-ج) و درصد اسانس (شکل ۱-ه) مربوط به تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود، اثر جمعی این اجزای عملکرد موجب تولید بیشترین عملکرد اسانس در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر شد. بیشترین عملکرد اسانس (۸۰۵۶/۸۳۹ گرم در هکتار) و کمترین مقدار آن (۴۹۲۰/۵۲۵ گرم در هکتار) به ترتیب در فاصله‌های کاشت ۱۰ و ۲۵ سانتی‌متر، بترتیب معادل تراکم‌های ۳۳/۳۳ و ۱۳/۳۳ بوته در مترمربع، حاصل گردید (شکل ۱-ح). نظر به اینکه بیشترین عملکرد گل خشک (شکل ۱-د) و بالاترین درصد اسانس (شکل ۱-و) مربوط به فاصله کاشت ۱۰ سانتی‌متر بود، بیشترین عملکرد اسانس در واحد سطح نیز در فاصله کاشت اخیر حاصل شد (شکل ۱-ح). تجزیه واریانس ساده دو سال به طور جداگانه، اثرات آبیاری و تراکم در سال ۱۳۸۲ و اثر تراکم در سال ۱۳۸۳ را بر روی عملکرد اسانس معنی‌دار نشان داد (جدول ۱).

### کارایی مصرف آب

در این پژوهش کارایی مصرف آب در تولید اسانس بابونه آلمانی در دو سال متوالی اختلاف معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) نشان داد (جدول ۲). با توجه به وجود اختلاف معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) عملکرد اسانس در دو سال متوالی و تأثیر مستقیم آن بر کارایی مصرف آب، تفاوت در کارایی مصرف آب دارای توجیه منطقی است. کارایی مصرف آب در تولید اسانس به شدت از تیمارهای آبیاری و تراکم بوته در واحد سطح ( $P < 0/01$ ) متأثر گردید. تأثیر معنی‌دار رژیم‌های مختلف آبیاری روی کارایی مصرف آب در تولید اسانس توسط سینگ

(۱۹۸۲) و نیز اثر تراکم بوته در واحد سطح توسط سایر محققان (جمشیدی ۱۳۷۹، حاج‌سیدهدادی و همکاران ۱۳۸۰، سالامون ۱۹۹۲ و وگنر ۱۹۹۳) نیز گزارش شده است. میزان آب آبیاری از طریق اثر بر عملکرد محصول (امیدبیگی ۱۳۷۹، کریگر و همکاران ۱۹۸۰ و سینگ ۱۹۸۲) و همچنین اثر بر میزان تبخیر و تعرق (شکل ۱-الف)، بر روی کارایی مصرف آب تأثیر می‌گذارد. تراکم بوته در واحد سطح نیز از طریق کاهش میزان تبخیر و افزایش سهم تعرق که منجر به تولید عملکرد بالا می‌شود، بر روی کارایی مصرف آب مؤثر است (صادق‌زاده ۱۳۷۷، جمشیدی ۱۳۷۹، حاج‌سیدهدادی و همکاران ۱۳۸۰، سالامون ۱۹۹۲ و وگنر ۱۹۹۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، که بالاترین کارایی مصرف آب در تولید اسانس بابونه (۱/۲۶۲ گرم بر مترمکعب) مربوط به تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود، که تفاوت معنی‌داری با کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر نداشت (شکل ۱-ط). کمترین کارایی مصرف آب (۰/۹۵۱ گرم بر مترمکعب) در تیمار آبیاری پس از ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بدست آمد (شکل ۱-ط)، که به دلیل عملکرد پایین و تبخیر و تعرق بالا در این رژیم آبیاری (شکل‌های ۱-ز و ۱-الف) بود. بررسی کارایی مصرف آب در فواصل کاشت مختلف نشان داد، که بیشترین (۱/۳۸۹ گرم بر مترمکعب) و کمترین (۰/۸۵۲ گرم بر مترمکعب) کارایی به ترتیب در فواصل کاشت ۱۰ و ۲۵ سانتی‌متر، بترتیب معادل تراکم‌های ۳۳/۳۳ و ۱۳/۳۳ بوته در مترمربع، به دست آمد (شکل ۱-ی). با توجه به تأثیر مستقیم عملکرد بر روی کارایی مصرف آب و حصول بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به ترتیب در فواصل کاشت ۱۰ و ۲۵ سانتی‌متر (شکل ۱-ح)، این نتایج دارای توجیه منطقی می‌باشد. در تجزیه واریانس ساده دو سال به طور جداگانه نیز اثرات آبیاری و تراکم در هر دو سال بر روی کارایی مصرف آب معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه



مترمربع) می‌باشد. این رژیم آبیاری و فاصله کاشت ضمن تولید بیشترین درصد و عملکرد اسانس دارای بالاترین کارایی مصرف آب نیز می‌باشد. در شرایطی که کارایی مصرف آب مهم‌تر از عملکرد باشد، یعنی کمبود آب اجازه آبیاری در ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر را ندهد، آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر برای حصول کارایی مصرف آب بالا توصیه می‌شود. این رژیم آبیاری از نظر کارایی مصرف آب با تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر یکسان است.

میانگین‌ها در هر دو سال نیز بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب را به ترتیب در آبیاری پس از ۵۰ و ۲۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و فواصل کاشت ۱۰ و ۲۵ سانتی‌متر نشان داد.

به طور کلی برای حصول بالاترین عملکرد اسانس بابونه آلمانی در شرایط محل آزمایش، آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A توصیه می‌شود. همچنین مناسب‌ترین فاصله کاشت بین دو بوته در روی ردیف برای تولید عملکرد اسانس بابونه در صورتیکه این گیاه در ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر کاشته شود، ۱۰ سانتی‌متر (معادل تراکم ۲۳/۲۳ بوته در

#### منابع مورد استفاده

- امید بیگی ر، ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی.
- بی نام، ۱۳۸۴. اطلاعات مربوط به آمار هواشناسی. سازمان هواشناسی کشور.
- جایمند ک، رضائی م، عسگری ف و مشکلی زاده س، ۱۳۸۰. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس بابونه *Matricaria chamomilla* L. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، نشریه شماره ۱۰. صفحات ۱۲۵-۱۰۵.
- جمشیدی خ، ۱۳۷۹. بررسی تأثیر فاصله خطوط کاشت و تراکم بوته بر جنبه‌های کمی گیاه دارویی بابونه. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۱، شماره ۱. صفحات ۲۰۹-۲۰۳.
- حاج‌سیدهدادی س م ر، خداپنده ن، درزی م و یاسان، ۱۳۸۰. بررسی اثرات زمان کاشت و تراکم گیاه بر روی مقدار اسانس و کامازولن در گیاه‌دارویی بابونه. چکیده‌مقالات همایش ملی گیاهان دارویی ایران. مؤسسه تحقیقات، جنگلها و مراتع. صفحات ۱۲۰-۱۱۹.
- صادق زاده ک، ۱۳۷۷. کارایی مصرف آب و راهکارهایی برای بهینه‌سازی آن. مجموعه مقالات علمی، تخصصی، فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ۱۱، صفحات ۱۹-۱.
- محلوجی م، موسوی س ف و کریمی م، ۱۳۷۹. اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۴، شماره ۱. صفحات ۶۷-۵۷.

Baricevic D, Umek A, Kreft S, Maticic B and Zupancic A, 1999. Effect of water stress and nitrogen fertilization on the content of hyoscyamine and scopolamine in the roots of deadly nightshade (*Atropa belladonna*). Environmental and Experimental Botany 42: 17- 24.

Charles DJ, Simon JE, Shock CC, Feibert EBG, Smith RM and Janick J, 1991. Effect of water stress and post – harvest handling on artemisinin content in the leaves of *Artemisia annua*

- 
- / / ...
- 
- L. Proceedings of the Second National Symposium: New Crops, Exploration, Research and Commercialization, October 6 - 9, 1991. Indianapolis, Indiana, pp: 640 - 643.
- Chatterjee SK, Svoboda KP, Laughlin JC and Brown VE, 1995. Water stress effect on growth and yield of *Cymbopogon sp.* and its alleviation by n-triacontanol. *Acta Horticulturae*, 390: 19 - 24.
- Craker LE and Simon JE, 1980. *Herbs, Spices and Medicinal Plants*,: Oryx Press, Arizona US, 11: 235-280.
- Galambosi B, Galambosi Z and Zebeni S, 1992. Experiments on laborating growing technics for chamomile in Finland. *Acta Horticulture* 306: 408 - 420.
- Hornok L, 1992. *Cultivation and processing of medicinal plants*. Academic Pub., Budapest Hungary.
- Kerekes J, 1962. Effect of water on flower yield and active substance of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Herba Hungarica* 1 (1) : 57-64.
- Letchamo W, 1993. Nitrogen application affects yield and content of the active substances in chamomile genotypes. Pp. 636-639. In: Janick J and Simon JE (Eds.) *New Crops*. Wiley, New York.
- Omidbaigi R, 1993. Effect of environmental factors on growth, yield and active substances of some medicinal plants. PhD Thesis, Budapest.
- Salamon I, 1992. Chamomile a medicinal plant. *The Herb, Spice and Medicinal Plant Digest* 10 (1): 1 - 4.
- Siddique KHM, Belford RK, Perry MW and Tennat D, 1989. Growth development and light interception of old and modern wheat varieties in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research* 40: 473-487.
- Singh A, 1982. Cultivation of *Matricaria chamomilla*. Pp: 653 – 657. In: Singh A, et al. (Eds.). *Cultivation and utilization of aromatic plants*. RRL Jammu - Tawi.
- Solinas V, Deiana S, Gessa C, Bazzoni A, Loddo M A and Satta D, 1996. Effects of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yield. *Rivista Italiana Eppos* 19: 189 -198.
- Wagner T, 1993. Chamomile production in Slovenia. *Acta Horticulturae* 344: 476 -478.
- Zhang H, Oweis TY, Garabet S and Pala M, 1998. Water use efficiency and transpiration efficiency of wheat rainfed conditions and supplemental irrigation in a Mediterranean type environment. *Plant and Soil* 201: 295 - 305.