

## بررسی عملکرد گل، اسانس و شاخص برداشت بابونه آلمانی *Matricaria chamomilla* L.

### تحت رژیم‌های آبیاری و مقادیر سوپر جاذب A200

علیرضا پیرزاد<sup>1\*</sup>، امیر فیاض مقدم<sup>2</sup>، مهسا رازبان<sup>3</sup> و یعقوب راعی<sup>4</sup>

تاریخ دریافت: 90/9/13 تاریخ پذیرش: 91/4/21

1- استادیار (فیزیولوژی گیاهان زراعی) گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

2- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

3- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

4- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه Email: [a.fmoghaddam@urmia.ac.ir](mailto:a.fmoghaddam@urmia.ac.ir)

#### چکیده

برای بررسی تغییرات عملکرد و شاخص برداشت بابونه آلمانی در رژیم‌های مختلف آبیاری (آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و مقادیر سوپر جاذب (صفر، 60، 120، 180، 240 و 300 کیلوگرم در هکتار)، یک آزمایش مزرعه‌ای در سال 1387 به صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار در دانشگاه ارومیه انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری روی عملکرد کاپیتول، عملکرد اسانس با چهار ساعت اسانس‌گیری و اثر سوپر جاذب روی عملکرد اسانس با دو ساعت اسانس‌گیری و اثر متقابل بین آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد بیوماس کل (کل بخش هوایی)، شاخص برداشت کاپیتول و شاخص برداشت اسانس با دو ساعت اسانس‌گیری و شاخص برداشت اسانس با چهار ساعت اسانس‌گیری معنی‌دار بود. بیشترین مقدار عملکرد بیوماس کل (1216 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک و بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب و کمترین مقدار آن (164 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب به‌دست آمد. بیشترین عملکرد کاپیتول (117 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌دست آمد، ولی با افزایش فواصل آبیاری و شدت تنش خشکی در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش معنی‌داری (76 کیلوگرم در هکتار) نشان داد. بیشترین (2/19 کیلوگرم در هکتار) و کمترین (1/06 کیلوگرم در هکتار) عملکرد اسانس در اسانس‌گیری با استاندارد دو ساعت، به‌ترتیب با کاربرد 180 و 60 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب به‌دست آمدند. بیشترین (2/06 کیلوگرم در هکتار) و کمترین (1/35 کیلوگرم در هکتار) عملکرد اسانس در اسانس‌گیری با استاندارد چهار ساعت، به‌ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری پس از 50 و 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود. بالاترین شاخص برداشت کاپیتول و اسانس در اسانس‌گیری با دو و چهار ساعت اسانس‌گیری (39، 0/45 و 0/77 درصد) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب بود. به‌طور کلی، افزایش فاصله آبیاری به بیش از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک باعث کاهش در عملکرد آنیسون گردید، که در آن کاربرد پلیمر سوپر جاذب تا 180 کیلوگرم در هکتار سبب بهبود عملکرد شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، پلیمر سوپر جاذب، رژیم آبیاری، شاخص برداشت، عملکرد

## The Evaluation of Dried Flower and Essential oil Yield and Harvest Index of *Matricaria chamomilla* L. under Varying Irrigation Regimes and Amounts of Super Absorbent Polymer (A200)

A Pirzad<sup>1\*</sup>, A Fayyaz Moghaddam<sup>2</sup>, M Razban<sup>3</sup> and Y Raei<sup>4</sup>

Received: December 4, 2011 Accepted: July 11, 2012

<sup>1</sup>Assist Prof (Crop Physiology), Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agric, Urmia Univ, Iran.

<sup>2</sup>Assist Prof, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agric, Urmia Univ, Iran.

<sup>3</sup>MSc. Educated, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agric, Urmia Univ, Iran.

<sup>4</sup>Assoc Prof, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricu, Tabriz Univ, Iran.

\*Corresponding author: Email: [a.fmoghaddam@urmia.ac.ir](mailto:a.fmoghaddam@urmia.ac.ir)

### Abstract

To evaluate the changes in yield and harvest index of *Matricaria chamomilla* at different irrigation regimes (irrigation after 50, 100, 150 and 200 mm evaporation from pan class A) and amounts of super absorbent polymer (0, 60, 120, 180, 240 and 300 kg/ha), a field experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replication at Urmia University in 2008. Results of ANOVA showed the significant effect of irrigation on the yield of dried flower and essential oil with 4 hours extracting standard, and significant effect of polymer on the yield of essential oil with 2 hours extracting standard as well as the significant effect of interaction between irrigation and polymer on the yield of biomass, harvest index of dried flower, harvest index of essential oil with 2 and 4 hours extracting standards. The highest yield of biomass (1216 kg/ha) was obtained from irrigation after 50 mm evaporation from pan without polymer application and the minimum one (164 kg/ha) obtained from irrigation after 200 mm evaporation and 120 kg/ha of polymer use. The maximum yield of dried flower (117 kg/ha) was obtained from irrigation after 50 mm evaporation, but prolonged interval and severe water stress in irrigation after 150 mm evaporation caused the significant reduction of yield (76 kg/ha). The highest (2.19 kg/ha) and the lowest (1.06 kg/ha) yield of essential oil with 2 hours extracting standard, were occurred at 180 and 60 kg/ha of super absorbent polymer, respectively. However, the maximum (2.06 kg/ha) and minimum (1.35 kg/ha) yield of essential oil with 4 hours extracting standard, belonged to irrigation after 50 and 150 mm evaporation from pan, respectively. The highest harvest index of dried flower and essential oil with 2 and 4 hours extracting standards (39, 0.45 and 0.77 %, respectively) belonged to irrigation after 200 mm evaporation from pan class A and 120 kg/ha of super absorbent treatment. In conclusion, increasing irrigation interval up to irrigation after 100 mm evaporation caused to reduce the yield of anise, in that super absorbent polymer application improved the yield.

**Key Words:** Essential oil, Harvest index, Irrigation regime, *Matricaria chamomilla* L., Super absorbent polymer, Yield

## مقدمه

است بعد از برداشت اول از بین بروند (فرانکی و شیلچر 2005). خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی بوده و در بسیاری از مناطق دنیا مشکلی است که رو به افزایش می‌باشد (پاسیورا 2007). کمبود رطوبت گیاه را وادار به واکنش-های مختلف مورفولوژیکی مانند کاهش سطح برگ، تولید خار، خزان زودرس، کاهش سطح برگ، افزایش رشد ریشه، فیزیولوژیکی و متابولیکی مانند بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در سرعت رشد، تجمع آنتی اکسیدانت-ها و مواد محلول و فعالیت ژنهای خاص می‌کند (هوگز و همکاران 1989). برای به دست آوردن مناسب‌ترین رشد و عملکرد گیاهان آب باید به نحوی تأمین گردد که از تنش کمبود و زیادی آب پای بوته جلوگیری گردد و میزان کاهش عملکرد با انحراف از این میزان آب به طور دقیق مشخص گردد (کالوینو و همکاران 2003). با اینکه رفتار گیاهان دارویی در مقادیر مختلف آبیاری به قدر کافی مطالعه نشده است و با وجود اطلاعات اندک، عملکرد اسانس در برخی گونه‌های نعناعیان با مقادیر بالای آبیاری افزایش می‌یابد (چارلز و همکاران 1990). آبیاری مناسب بابونه آلمانی باعث ایجاد گل‌هایی با محتوای نسبی بالایی از اسانس و عملکرد گل می‌شود (هورنوک 1992). حصول بالاترین عملکرد در آبیاری مناسب و کاهش عملکرد با انحراف از یک میزان معین (معمولاً تنش خیلی ملایم) در بابونه آلمانی و آنیسون گزارش شده است (امیدبیگی 1385). محتوای اسانس و ترکیبات آن در گیاهان به دلایل ژنتیکی و فاکتورهای محیطی متفاوت است. عموماً تشکیل و تجمع اسانس در گیاهان تحت شرایط محیطی خشک‌تر تمایل به افزایش دارد. کمبود آب محتوای اسانس و ترکیبات فنولی رزماری (*Rosmarinus officinalis*) (سولیناس و همکاران 1996)، محتوای اسانس بابونه آلمانی (کرکس 1962) و عملکرد اسانس گونه‌ای علف‌لیمو (*Cymbopogon sp.*) (چترجی و همکاران 1995) را کاهش می‌دهد. با وجود افزایش درصد اسانس، تحت شرایط تنش خشکی (پیرزاد و همکاران 2006) عملکرد اسانس به صورت قابل توجهی در بعضی از گیاهان

بابونه آلمانی با نام علمی *Matricaria recutita* L. و مترادف با *Matricaria chamomilla* L. Asteraceae (فرانکی و شیلچر 2005) بوده و در ایران گونه‌های مختلف این جنس در نقاط مختلف کشور رشد می‌کنند، ولی بابونه آلمانی در استان‌های آذربایجان یافت می‌شود که به صورت خودرو رشد کرده و در چند استان در سطحی محدود کشت می‌شود (امیدبیگی 1385). اهمیت بابونه به دلیل دارا بودن ترکیباتی نظیر آزلون، آلفا-بیسابلول، سینئول، ماتریکارین، ماتریسین و کامازولن می‌باشد (هکل و سوستریکوا 2006). همچنین فلاونوئیدها، اسپیرواترها، کومارین‌ها، پروآزلون‌ها، پلی‌ساکاریدها، موسین‌ها، فنول‌ها، فیتوسترول‌ها، کولین، مواد معدنی و اسیدهای آمینه نیز در گیاه موجود هستند. محتوای اسانس در طول دوره‌ی رشد تغییر کرده و حداکثر به  $0/3 - 1/5$  درصد در گل‌ها قبل از گلدهی کامل می‌رسد (امیدبیگی 1385 و فرانکی و شیلچر 2005). علاوه بر کاربردهای دارویی، آلفابیزابلول و فارتزول موجود در اسانس بابونه بعنوان عطر یا خوشبوکننده سایر محصولات آرایشی و طعم‌دهنده در نوشابه‌ها استفاده می‌شود (من و استابا 1992).

محتوای اسانس گل آذین از زمان شروع شکفتن گل‌ها بدون توقف افزایش می‌یابد و زمانی که گل‌های زبانه‌ای در حالت افقی قرار گرفتند مقدار اسانس به حداکثر می‌رسد (فرانکی و شیلچر 2005). زمان برداشت از زمان شروع دوره گلدهی تا گلدهی کامل معرفی شده است، که با در نظر گرفتن این موضوع در طول این مدت دو یا سه برداشت اتفاق می‌افتد (روهریچت و همکاران 1997). عملکرد بابونه تحت تأثیر رقم، شرایط آب و هوایی، خاک و تکنولوژی تولید قرار می‌گیرد. بذور برای جوانه‌زنی و رشد سریع به مقدار زیادی رطوبت نیاز دارند (امیدبیگی 1385). دوره‌های خشکی ممکن است باعث کاهش تعداد چین‌ها و برداشت‌های بعدی بابونه شود. با توجه به ساختار خاک و ذخیره آب موجود در آن، در صورت کمبود آب، گیاهان ممکن

### مواد و روش ها

این تحقیق در بهار و تابستان سال 1387 در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، واقع در 11 کیلومتری شمال غرب ارومیه، با میانگین دمای سالیانه 12 درجه سانتی‌گراد، بارندگی سالیانه 184 میلی‌متر و با ارتفاع 1313 متر از سطح دریا انجام گرفت. در این تحقیق از رقم "Bodegold" بابونه آلمانی، یک رقم تتراپلوئید، از کشور آلمان استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، با دو فاکتور آبیاری در چهار سطح (آبیاری پس از 50، 100، 150 و 200 میلی-متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و پلیمر سوپر جاذب در شش سطح (0، 60، 120، 180، 240 و 300 کیلوگرم در هکتار) اجرا شد.

برای تهیه زمین پس از یک شخم و دیسک پاییزه، در اردیبهشت سال 1387 کرت‌هایی در ابعاد، 120 سانتی‌متر طول و 150 سانتی‌متر عرض تهیه گردید. تهیه زمین طوری صورت گرفت که رطوبت خاک و نور لازم برای جوانه‌زنی بذور فراهم گردید. بعد از آماده-سازی زمین، پلیمرهای سوپر جاذب در عمق 10 سانتی-متری سطح خاک دفن شده (پاشیدن در سطح زمین و دیسک زدن)، و بعد از آبیاری، نشاها در 15 مرداد ماه به زمین منتقل شده و بعد از نشاکاری، زمین دوباره آبیاری شد. نشاها در مرحله چهار تا شش برگی و در ابتدای مرحله رزت به زمین منتقل شدند.

هر واحد آزمایشی دارای پنج ردیف کشت به فاصله 30 سانتی‌متر بین ردیف‌ها و 10 سانتی‌متر روی ردیف‌ها بود (پیرزاد 1386). آبیاری تا زمان استقرار کامل نشاها (دوبار پس از کاشت نشاء) انجام گرفت و تیمارهای آبیاری پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها اعمال گردید. مبارزه با علف‌های هرز، جهت جلوگیری از رقابت آنها با بابونه و ممانعت از هر گونه تداخل علف-کش‌ها، به صورت دستی و مداوم انجام شد. میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بصورت روزانه یادداشت و آبیاری هر تیمار پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار مورد نظر انجام گرفت. جهت اعمال دقیق

دارویی نظیر بابونه آلمانی (پیرزاد و همکاران 2009 b) و نعناع (چارلز و همکاران 1990) کاهش می‌یابد.

پلیمرهای سوپر جاذب شبکه‌های هیدروفیلی هستند که آب زیاد (200 تا 500 میلی‌لیتر به ازای هر گرم وزن خشک خود) جذب می‌کنند (ظهوریان مهر و کبیری 2008). در کشاورزی از پلیمرهای سوپر جاذب به عنوان یک ماده‌ی افزودنی به خاک، به عنوان مخزن عناصر غذایی و نیز به عنوان ابر-جاذب آب در خاک استفاده می‌شود. خواص این مواد وابسته به عوامل زیادی از جمله خصوصیات ترکیبی و شیمیایی آن‌ها، بافت خاک، گونه گیاهی و نیز فاکتورهای محیطی می-باشد. پلیمرهای سوپر جاذب، از نوع پلی اکریل آمید، جزو آن دسته مواد هستند که به عنوان جاذب آب در افزایش ظرفیت نگهداری و جذب آب در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند و این خصوصیت برای مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی اهمیت به‌سزایی دارد (چاتزوپولوس و همکاران 2000). هوترمن و همکاران (1999) گزارش کردند که افزودن پلیمرهای سوپر جاذب به یک خاک شنی موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب گردید. همچنین این پلیمرها عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را جذب نموده و به مرور آنها را آزاد و در اختیار گیاه قرار می-دهد و بدین ترتیب مانع از آبشویی این عناصر می‌گردد (میکلسان 1994). افزایش غلظت پلیمرهای سوپر جاذب در آفتابگردان نیز موثر بوده و باعث افزایش محتوی نسبی آب برگ، شاخص برداشت، محتوی کلروفیل و درصد روغن تحت شرایط کم آبیاری گردیده است (نظری و همکاران 1388).

بنابراین با توجه به خصوصیات مثبت و عدیده پلیمرهای سوپر جاذب، هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد و اجزای عملکرد کاپیتول و اسانس، شاخص برداشت، و همچنین تعیین میزان بهینه کاربرد پلیمر سوپر جاذب تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد.

عزیزی (1376). نسبت بین جزء قابل فروش (بخش اقتصادی) و کل وزن خشک (عملکرد بیولوژیکی) شاخص برداشت گیاه محسوب می‌شود، که از رابطه زیر محاسبه می‌گردد (کریمی و عزیزی 1376):

$$100 \times \text{عملکرد بیولوژیکی} / \text{عملکرد اقتصادی} = \text{شاخص برداشت (HI)}$$

در این رابطه، عملکرد اقتصادی می‌تواند، عملکرد کاپیتول (گل خشک) برای چای بابونه و یا عملکرد اسانس باشد، که در این صورت شاخص برداشت حاصله، شاخص برداشت کاپیتول و یا اسانس خواهد بود.

تجزیه آماری داده‌ها بر اساس امیدریاضی طرح بلوک‌های کامل تصادفی توسط بسته نرم‌افزاری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از روش SNK در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری روی عملکرد بیولوژیکی، عملکرد اسانس با چهار ساعت برداشت اسانس‌گیری، شاخص برداشت کاپیتول و شاخص برداشت اسانس با دو و چهار ساعت اسانس‌گیری در سطح احتمال یک درصد و روی عملکرد کاپیتول در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار شد. همچنین، کاربرد مقادیر سوپر جاذب روی عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت اسانس با دو ساعت اسانس‌گیری در سطح احتمال یک درصد و روی عملکرد اسانس با دو ساعت اسانس‌گیری، شاخص برداشت کاپیتول و شاخص برداشت اسانس با چهار ساعت اسانس‌گیری در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌دار داشت. اثر متقابل بین آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت اسانس با دو ساعت اسانس‌گیری در سطح احتمال یک درصد و روی شاخص برداشت کاپیتول و شاخص برداشت اسانس با چهار ساعت اسانس‌گیری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول 1).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی (1215/6 کیلوگرم

تیمارهای آبیاری از تأسیسات آبیاری لوله‌کشی شده و کنتور آب استفاده گردید.

برای بدست آوردن عملکرد گل خشک (کاپیتول) از هر واحد آزمایشی یک مترمربع با در نظر گرفتن حاشیه‌ها علامتگذاری و کاپیتول‌ها جهت استخراج اسانس به همراه یک تا دو سانتی‌متر دمگل و با دست برداشت گردید. برداشت به همراه دمگل طویل‌تر سبب کاهش کیفیت اسانس می‌شود. برداشت کاپیتول‌ها زمانی که گل‌های کناری کاملاً باز شده و گلچه‌های سفیدرنگ زبانه‌ای بصورت افقی قرار گرفته بودند، انجام گرفت. کاپیتول‌ها بلافاصله در سایه به مدت 72 ساعت در دمای اتاق (حدود 25 درجه سانتی‌گراد) خشک شدند و پس از توزین با دقت 0/1 میلی‌گرم، در پاکتهای کاغذی سربسته تا زمان استخراج اسانس نگهداری شدند (امیدیگی 1385 و هورنوک 1992).

استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر (کلونجر) از نمونه‌های ذکر شده در فوق انجام گرفت. برای این منظور 15 گرم از کاپیتول‌های خشک به همراه یک تا دو سانتی‌متر دمگل و با احتساب میزان رطوبت موجود در گلها، همراه با مقدار کافی آب مقطر درون بالن مخصوص دستگاه ریخته شده و عمل اسانس‌گیری با حرارت دادن بالن مزبور شروع شد. از لحظه‌ی به جوش آمدن، عمل اسانس‌گیری با دو استاندارد دو و چهار ساعته انجام شد، سپس دستگاه خاموش شد و پس از خنک شدن (30 دقیقه)، اسانس استخراج شده درون لوله‌های باریک و سربسته جمع‌آوری شده و با دقت 0/1 میلی‌گرم وزن گردیدند. برای هر واحد آزمایشی، عمل اسانس‌گیری دوبار انجام و میانگین آنها در محاسبات منظور شد. همچنین جهت مقایسه میزان اسانس حاصله در دو ساعت و چهار ساعت، هر دو روش بکار رفت (پیرزاد 1386 و فرانکی و شیلچر 2005). عملکرد اسانس در واحد سطح براساس عملکرد کاپیتول و درصد اسانس نمونه‌ها تعیین گردید.

نسبتی از عملکرد بیولوژیکی که عملکرد اقتصادی را نشان می‌دهد به نام ضریب برداشت یا ضریب کارآیی یا ضریب جابجایی نامیده می‌شود (کریمی و

شدن تنش خشکی به بالاتر از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر مقدار عملکرد کاپیتول ثابت ماند (شکل 2). تحقیقات نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش خشکی، از میزان عملکرد کاپیتول در هر بوته کاهش می‌یابد (پیرزاد و همکاران 1387 b و پیرزاد و همکاران a 2009). اثر آبیاری بر روی عملکرد گل در بابونه، عملکرد و میزان اسانس در آنیسون (امیدبیگی 1385 و خوشبخت 1389)، رشد کلی گیاه و افزایش تولید میوه در رازیانه (امیدبیگی 1993) نیز توسط سایر محققان گزارش شده است. کاهش عملکرد هر بوته در تنش‌های رطوبتی (کمبود و زیادی آب) در برخی گیاهان گزارش شده است (امیدبیگی 1385، پیرزاد 1386، فرانکی و شیلچر 2005).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس در اسانس‌گیری با استاندارد دو ساعت (2/19 کیلوگرم در هکتار) از سطح 180 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. کمترین عملکرد اسانس (1/06 کیلوگرم در هکتار) از تیمار 60 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب حاصل گردید (شکل 3-الف). اثر آبیاری نیز روی عملکرد اسانس با استاندارد چهار ساعت معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد (2/06 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به‌دست آمد. با افزایش شدت تنش خشکی از تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش یافته و کمترین مقدار عملکرد (1/35 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر حاصل گردید و بعد از آن مقدار عملکرد ثابت باقی ماند (شکل 3-ب). با توجه به اینکه عملکرد اسانس از دو مؤلفه‌ی عملکرد کاپیتول در واحد سطح و درصد اسانس متأثر می‌گردد و بالاترین عملکرد کاپیتول مربوط به تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک بود. همچنین روند کلی تغییرات عملکرد اسانس و کاپیتول مشابه می‌باشند (شکل 2 و شکل 3-ب)، بنابراین اثر تجمعی این اجزای عملکرد موجب تولید بیشترین عملکرد اسانس در این تیمار آبیاری گردید.

در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب به‌دست آمد. به نظر می‌رسد در شرایط بدون تنش (آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) با افزایش غلظت پلیمرها، عملکرد بیولوژیکی افزایش می‌یابد ولی در تنش‌های ملایم (آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) با افزایش غلظت پلیمرها تا 180 کیلوگرم در هکتار، عملکرد بیولوژیکی افزایش و بعد از آن ثابت می‌ماند. در تنش‌های شدیدتر خشکی (آبیاری پس از 150 و 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب روی مقدار عملکرد موثر نبودند، به‌طوری‌که کمترین مقدار آن (164/4 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب می‌باشد (شکل 1). تحقیقات پیرزاد و همکاران (2009a) نیز کاهش عملکرد بیولوژیکی را با افزایش شدت تنش خشکی تأیید می‌کند، این حالت نشان دهنده این موضوع می‌باشد که کمبود آب فقط در شرایط تنش شدید می‌تواند بیولوژیکی را کاهش دهد (پیرزاد و همکاران 2009 a). خوشبخت (1389) با کاربرد 0 تا 240 کیلوگرم سوپر جاذب در هر کدام از رژیم‌های آبیاری پس از 40، 80، 120 و 160 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، بالاترین عملکرد بیولوژیکی را در تیمارهای آبیاری پس از 40 و 80 میلی‌متر تبخیر با کاربرد 180 و 240 کیلوگرم سوپر جاذب گزارش کرد. در این مطالعه با افزایش فاصله آبیاری از مقدار عملکرد بیولوژیکی کاسته شد، به‌طوری‌که در سطح 60 کیلوگرم سوپر جاذب و آبیاری پس از 160 میلی‌متر تبخیر از تشتک، کمترین مقدار بیوماس تولید شد، ولی در هر تیمار آبیاری با افزایش مقدار سوپر جاذب بر مقدار عملکرد بیولوژیکی افزوده شد. بیشترین عملکرد کاپیتول (116/8 کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌دست آمد و با افزایش فواصل آبیاری و شدت تنش خشکی در تیمار آبیاری پس از 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهش معنی‌داری (76/0 کیلوگرم در هکتار) نشان داد. البته با شدیدتر

جدول 1- میانگین مربعات عملکرد بیولوژیکی، عملکرد کاپیتول، درصد و عملکرد اسانس (با 2 و 4 ساعت اسانس گیری)، و شاخص برداشت (کاپیتول و اسانس) بابونه آلمانی تحت تاثیر رژیم های مختلف آبیاری و مقادیر پلیمر سوپر جاذب

شاخص برداشت		میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
اسانس		عملکرد اسانس		عملکرد کاپیتول	عملکرد بیولوژیکی			
(2ساعت)	(4ساعت)	کاپیتول	2ساعت	4ساعت	کاپیتول	بیولوژیکی		
0/205**	0/046 <sup>ns</sup>	0/279**	0/302**	0/083 <sup>ns</sup>	0/393**	35131/6 <sup>ns</sup>	2	تکرار
0/278**	0/327**	0/396**	0/123*	0/096 <sup>ns</sup>	0/094*	1269577/4**	3	آبیاری
0/086*	0/169**	0/067*	0/075 <sup>ns</sup>	0/145*	0/040 <sup>ns</sup>	71874/9**	5	پلیمر سوپر جاذب
0/130*	0/143**	0/083*	0/029 <sup>ns</sup>	0/061 <sup>ns</sup>	0/025 <sup>ns</sup>	186188/4**	15	پلیمر × آبیاری
0/030	0/041	0/026	0/034	0/046	0/030	14428/4	46	اشتباه آزمایشی
13/07	17/72	14/58	8/59	10/83	8/94	15/91		ضریب تغییرات (%)

ns. \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

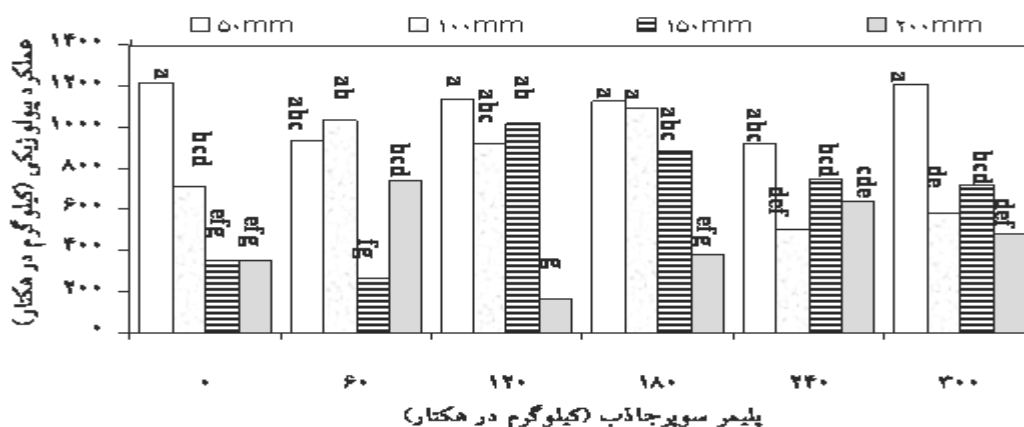
ها در گیاهان تحت شرایط خشک تر تمایل به افزایش دارد (امید بیگی 1385 و پیرزاد و همکاران 2006)، ولی گزارشات متناقضی در گونه های مختلف گیاهی وجود دارد. در آویشن، بالاترین درصد اسانس در شرایط 70 درصد ظرفیت مزرعه ای در مقایسه با 90 و 50 درصد ظرفیت مزرعه ای بدست آمد (لچامو و گوسلین 1996). گیاهان بابونه ای که به خوبی آبیاری شده اند تولید گل-هایی با محتوای بالای اسانس (کرکس 1962) و عملکرد گل (هورنوک 1992) می کنند. کمبود آب محتوای اسانس و ترکیبات فنولی رزماری (سولیناس و همکاران 1996) و عملکرد اسانس گونه ای علف لیمو (چاترچی و همکاران 1995) را کاهش داد. با وجود افزایش درصد اسانس تحت شرایط تنش خشکی (پیرزاد و همکاران a 1387 و پیرزاد و همکاران 2006)، عملکرد اسانس بصورت قابل توجهی در بعضی از گیاهان دارویی نظیر بابونه آلمانی (پیرزاد و همکاران b 2009) و نعناع (چارلز و همکاران 1990) کاهش می یابد. در تحقیقی با بررسی دور آبیاری بر روی گیاه ریحان مشاهده شد، با طولانی شدن دور آبیاری، رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش ولی درصد اسانس افزایش یافت (سایمون و همکاران 1992). همچنین افزایش درصد

با توجه به این موضوع که با افزایش غلظت پلیمرهای سوپر جاذب در خاک، ظرفیت نگهداری آب در خاک در شرایط تنش شدید خشکی می تواند افزایش پیدا کند (ظهوریان مهر و کبیری 2008)، بنابراین می توان استنباط کرد که در صورت اعمال تنش های شدید خشکی با کاربرد 180 کیلوگرم در هکتار پلیمر می توان عملکرد اسانس را افزایش داد. پیرزاد و همکاران (2006) در تحقیقات خود مقادیر کم عملکرد اسانس در 100 درصد ظرفیت زراعی را به مازاد آب نسبت دادند. این شرایط ممکن است ذخیره اکسیژن برای ریشه ها را کاهش داده و منجر به محدود شدن تنفس، جذب مواد غذایی و سایر اعمال حیاتی ریشه شود (هاپکینز و هانر 2004). اگرچه تنش خشکی باعث افزایش درصد اسانس در گیاهان دارویی می شود، اما عملکرد کل اسانس کاهش معنی داری در نعناع (چارلز و همکاران 1990) و ریحان (رفعت و صالح 1997) داشت. طبق گزارشات پیرزاد و همکاران (2009b) حداکثر عملکرد اسانس از تیمار آبیاری پس از 50 میلی متر تبخیر از تشنگ تبخیر کلاس A حاصل گردید. کمترین عملکرد اسانس از تیمارهای آبیاری پس از 100 و 25 میلی متر تبخیر از تشنگ تبخیر حاصل شد. عموماً تشکیل و تجمع اسانس

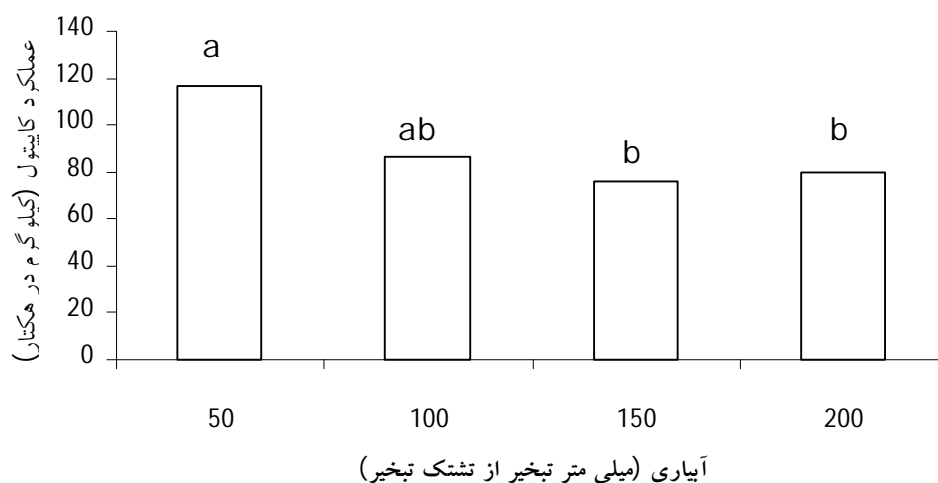
کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار گزارش شده است. با افزایش سوپر جاذب در واحد سطح بتدریج و به‌طور معنی‌دار بر مقدار اسانس افزوده شد. در آبیاری پس از 160 میلی‌متر به‌علت تنش شدید (ضعیف بودن اندام هوایی آنیسون و پوک بودن قسمت اعظم دانه‌ها) مقدار اسانس در کلیه‌ی سطوح سوپر جاذب پایین بود (خوشبخت 1389).

اسانس با شدیدتر شدن تنش کمبود آبی در آنیسون (خوشبخت 1389) گزارش شده است.

بررسی میزان اسانس آنیسون مربوط به مقادیر مختلف سوپر جاذب (خوشبخت 1389) نشان می‌دهد که در رژیم‌های آبیاری پس از 80 و 120 میلی‌متر بیشترین درصد اسانس تولید شده است. به‌طوری‌که بالاترین درصد اسانس در تنش ملایم به همراه کاربرد 240

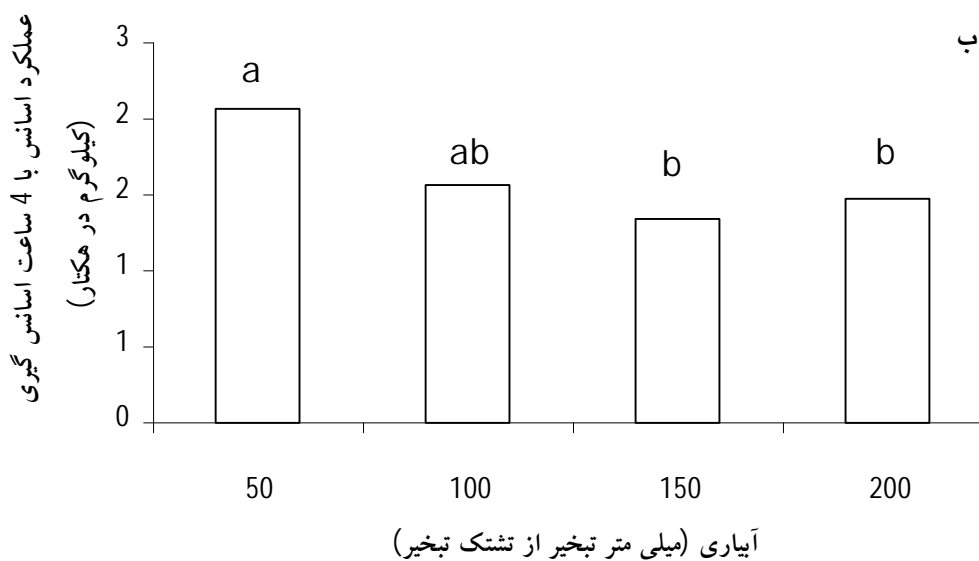
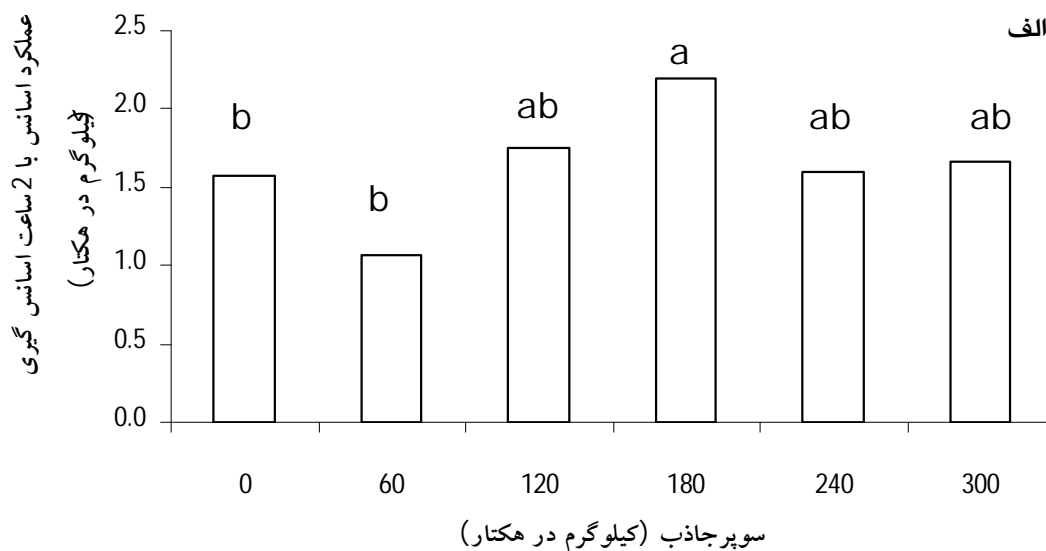


شکل 1- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیکی بابونه آلمانی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و پلیمر سوپر جاذب. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشد.



شکل 2- مقایسه میانگین‌های عملکرد کاپیتول بابونه آلمانی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری. حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشد.





شکل 3- مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس با 2 ساعت اسانس گیری در مقادیر مختلف سوپر جاذب (الف) و عملکرد اسانس با 4 ساعت اسانس گیری در سطوح مختلف آبیاری (ب).  
حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشد.

آبیاری پس از 200 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب بود و کمترین مقدار آن (7/1 درصد) مربوط به تیمار آبیاری پس از 100 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب بود. شاخص

شاخص برداشت به دو صورت، شاخص برداشت کاپیتول و شاخص برداشت اسانس (اسانس‌گیری با استاندارد 2 ساعت و 4 ساعت) محاسبه و بررسی گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت کاپیتول (39/0 درصد) مربوط به تیمار

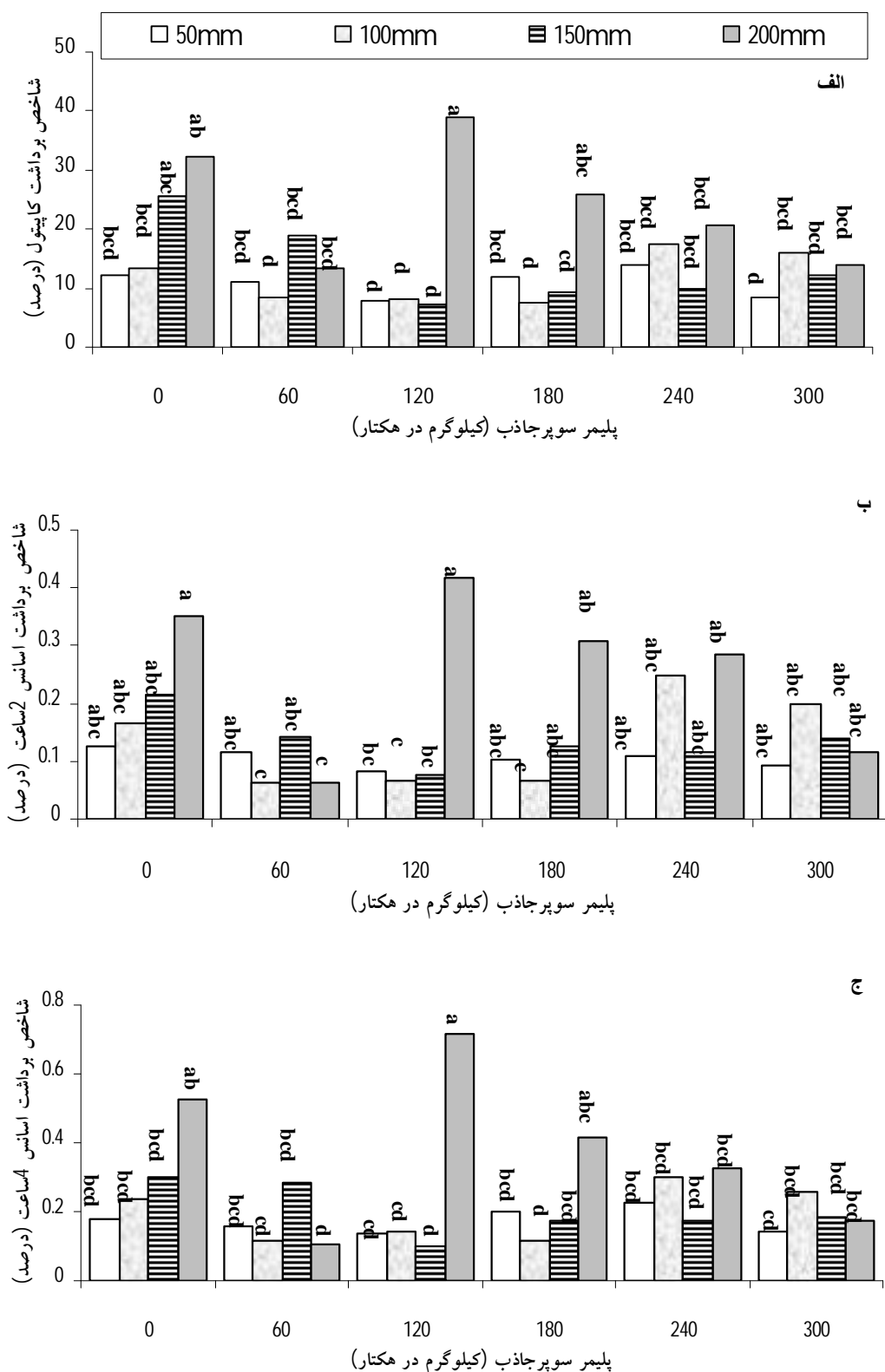
میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A مربوط می‌شود. مقادیر کم شاخص برداشت در تیمار آبیاری پس از 25 میلی‌متر تبخیر به دلیل عملکرد پایین کاپیتول و مقادیر بالای آن در تیمارهای 50 و 75 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بدلیل مقادیر بالای عملکرد گل خشک گزارش شده است، در حالیکه مقدار زیاد شاخص برداشت در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، با وجود پایین بودن عملکرد گل خشک، بدلیل پایین بودن عملکرد بیولوژیکی می‌باشد (پیرزاد و همکاران 2009 a). حداکثر عملکرد در آبیاری مناسب و کاهش عملکرد در نتیجه هر نوع کاهش در مقدار آبیاری در بابونه آلمانی و شاه‌تره (امیدبگی 1993) گزارش شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب در غلظت‌های مناسب تا حد زیادی می‌تواند از تنش‌های شدید جلوگیری کرده و شاخص برداشت کاپیتول را افزایش دهد.

در مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین شاخص برداشت اسانس در اسانس‌گیری با استاندارد دو ساعت (0/45 درصد) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر بود و با کاهش شدت تنش، شاخص برداشت اسانس کاهش یافت و نهایتاً کمترین مقدار آن (0/67 درصد) از تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 60 کیلوگرم در هکتار پلیمر به‌دست آمد (شکل 4-ب). در واقع روند تغییرات میزان شاخص برداشت اسانس در اسانس‌گیری با استاندارد دو ساعت اسانس‌گیری، تا حدودی مشابه شاخص برداشت کاپیتول می‌باشد، به‌طوری‌که در تنش‌های شدید خشکی با افزایش غلظت پلیمرها به بیش از 120 کیلوگرم در هکتار از مقدار شاخص برداشت اسانس کاسته می‌شود، در حالیکه در تنش‌های ملایم خشکی با افزایش غلظت پلیمرها به بیش از 120 کیلوگرم در هکتار، شاخص برداشت اسانس نیز افزایش می‌یابد. با اینکه عملکرد اسانس در اسانس‌گیری با استاندارد دو ساعت اسانس‌گیری، با کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار نسبتاً زیاد (شکل 3-الف) و بدون کاربرد پلیمر نیز

برداشت کاپیتول در تیمارهای آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد سطوح مختلف پلیمر سوپر جاذب دارای مقادیر بالاتری نسبت به سایر تیمارها می‌باشد. البته با کاربرد مقادیر بالاتر از 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر در این تیمار آبیاری، شاخص برداشت کاپیتول کاهش می‌یابد، در صورتیکه کاربرد بیش از 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر در سایر تیمارهای آبیاری، باعث افزایش شاخص برداشت کاپیتول می‌شود (شکل 4-الف). بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب در شدیدترین تنش‌های خشکی باعث افزایش شاخص برداشت کاپیتول می‌شود.

شاخص برداشت کمتر در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم پلیمر در هکتار بدلیل پایین بودن عملکرد کاپیتول (شکل 2) و بالا بودن عملکرد بیوماس کل (شکل 1) قابل توجیه است، در صورتیکه شاخص برداشت بالاتر در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب بدلیل بالا بودن عملکرد کاپیتول و پایین بودن عملکرد بیوماس کل می‌باشد.

در تنش خشکی، بکاربردن پلیمرهای سوپر جاذب عملکرد و شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای به‌دست آوردن عملکرد بالا، وجود آب کافی ضروری می‌باشد. بنابراین، این مواد باعث مصرف بهتر و کاراتر آب و موادغذایی شده و آب قابل دسترس گیاهان را افزایش داده و در نتیجه باعث افزایش عملکرد می‌شوند. با توجه به اینکه شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی به‌دست می‌آید، با دسترسی بهتر گیاه به رطوبت و موادغذایی توسط پلیمر سوپر جاذب، نسبت هر دو مقدار افزایش یافته و نهایتاً شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد. کاهش شاخص برداشت در طول تنش با نتایج تورک و هال (1980) مطابقت دارد. نتایج تحقیقات در بابونه آلمانی نشان دهنده این است که بیشترین مقدار شاخص برداشت کاپیتول به تیمار آبیاری پس از 50، 75 و 100 میلی‌متر و کمترین مقدار آن به تیمار آبیاری پس از 25



شکل 4- مقایسه میانگین‌های شاخص برداشت کاپیتول (الف)، شاخص برداشت اسانس با 2 ساعت اسانس گیری (ب) و

شاخص برداشت اسانس با 4 ساعت اسانس گیری (ج).

حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشد.

برداشت شوند. گزارشات متعددی درباره تأثیر سطوح مختلف پلیمر سوپر جاذب و تنش خشکی روی رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای (موزن قمصری 2006)، روی شاخص برداشت آفتابگردان (نظری و همکاران 1388) و سویا (یزدانی و همکاران 2007) وجود دارد. البته گزارش‌هایی مبنی بر عدم تأثیر تنش خشکی بر شاخص برداشت اسانس در بابونه آلمانی نیز وجود دارد (پیرزاد و همکاران 2009 b).

به‌طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق یک سطح بسیار پایینی از عملکرد بیولوژیکی، عملکرد کاپیتول و اسانس را در مقایسه با کشت‌های پاییزه (امیدبیگی 1385 و فرانکی و شیلچر 2005) و همچنین کاشت در اوایل بهار (پیرزاد و همکاران 1387a, b) تولید کرد. با این وجود، بالاترین عملکرد بیوماس کل و کاپیتول از تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر از تشتک به دست آمدند. با افزایش شدت تنش (افزایش فواصل آبیاری) از میزان عملکرد بیولوژیکی و کاپیتول کاسته شد ولی این کاهش در تولید بیوماس تا تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر ادامه یافت. در حالیکه کاهش عملکرد کاپیتول در تنش‌های شدیدتر متوقف شد. این تفاوت در شیب کاهش عملکرد ممکن است به دلیل تخصیص مواد فتوسنتزی بیشتر به تولید کاپیتول در شدیدترین سطح تنش باشد. همچنین کاربرد سوپر جاذب تا سطح 180 کیلوگرم در هکتار تولید اسانس را بهبود بخشیده است. ولی مقادیر بالاتر از آن تأثیری در افزایش عملکرد نداشته اند. به‌طوریکه عملکرد بیولوژیکی در کلیه سطوح سوپر جاذب و در تیمار آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر (بدون تنش کمبود آب) حداکثر مقدار را داشته، ولی در سطوح شدیدتر تنش، افزایش سوپر جاذب بالاتر از 180 کیلوگرم در هکتار حتی عملکرد بیولوژیکی را کاهش داده است. شروع کاهش عملکرد بیولوژیکی در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر در مقادیر بیش از 60 کیلوگرم سوپر جاذب رخ داده است. بنابراین در میزان متفاوت دسترسی به آب مقدار مناسب کاربرد پلیمر متغیر است.

حداکثر می‌باشد، ولی علت اصلی بالا بودن شاخص برداشت اسانس در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر و کاربرد 120 کیلوگرم پلیمر بدلیل حداقل بودن عملکرد بیولوژیکی در این تیمار می‌باشد (شکل 1) و مقدار کم آن در تیمار آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر و کاربرد 60 کیلوگرم در هکتار پلیمر، با وجود پایین بودن نسبی عملکرد اسانس در اسانس‌گیری با دو ساعت اسانس‌گیری (شکل 3-الف) اساساً بدلیل بالا بودن عملکرد بیولوژیکی می‌باشد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت اسانس در اسانس‌گیری با چهار ساعت اسانس‌گیری (0/77 درصد) مربوط به تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و کاربرد 120 کیلوگرم در هکتار پلیمر بود، که در حالت کلی با کاهش فواصل آبیاری از مقدار آن کاسته شده و کمترین مقدار شاخص برداشت اسانس (0/11 درصد) از تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد 60 کیلوگرم در هکتار پلیمر حاصل گردید (شکل 4-ج). روند تغییرات شاخص برداشت اسانس با استاندارد چهار ساعت نیز مشابه تغییرات شاخص برداشت کاپیتول و اسانس با استاندارد دو ساعت می‌باشد. با وجود پایین بودن عملکرد بیوماس کل (شکل 1) و بالابودن عملکرد اسانس (شکل 3-ب)، بالاترین میزان شاخص برداشت اسانس در تیمار آبیاری پس از 200 میلی‌متر تبخیر از تشتک و کاربرد 120 کیلوگرم پلیمر در هکتار حاصل شد. در مطالعه پیرزاد و همکاران (2009b) تأثیر تنش‌های ملایم خشکی روی شاخص برداشت اسانس بابونه آلمانی معنی‌دار نبود.

با توجه به تعریف شاخص برداشت، کلیه‌ی عوامل مؤثر بر روی بخش اقتصادی (کاپیتول و اسانس) و نیز کل وزن خشک، به شدت شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار می‌دهند (کریمی و عزیزی 1376). بنابراین، به نظر می‌رسد سطوح مختلف خشکی و پلیمر سوپر جاذب روی تولید کلیه بخش‌های اقتصادی (کاپیتول، اسانس و دانه) و بیوماس کل مؤثر بوده و پلیمرهای سوپر جاذب می‌توانند از شدت تنش خشکی کاسته و باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیوماس کل و نهایتاً شاخص

## منابع مورد استفاده

- امیدبیگی ر، 1385. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. چاپ چهارم. انتشارات آستان قدس رضوی. 397 صفحه.
- پیرزاد ع، 1386. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی برخی از ویژگی های فیزیولوژیک و مواد موثره بابونه آلمانی. پایان نامه دکتری رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- پیرزاد ع، آلیاری ه، شکیبیا م ر، زهتاب سلماسی س و محمدی س ا، 1387 a. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی کارایی مصرف آب در تولید اسانس بابونه آلمانی. مجله دانش کشاورزی، جلد 18(2): صفحات 49-58.
- پیرزاد ع، آلیاری ه، شکیبیا م ر، زهتاب سلماسی س و محمدی س ا، 1387 b. اثرات آبیاری و تراکم بوته بر روی کارایی مصرف آب در تولید کاپیتول بابونه آلمانی. مجله دانش کشاورزی، جلد 18(4): صفحات 81-91.
- خوشبخت م، 1389. اثر سطوح مختلف سوپر جاذب بر رشد و عملکرد آنیسون تحت رژیم های مختلف آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
- کریمی م و عزیززی م، 1376. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاددانشگاهی، دانشگاه مشهد. 111 صفحه.
- نظری ح، زردشتی م ر، درویش زاده ر و مسعودی ف، 1388. بررسی تأثیر مقادیر پلیمر سوپر جاذب و کم آبیاری بر روی صفات آفتابگردان در شرایط مزرعه ای (چکیده). اولین همایش ملی تنش های محیطی در علوم کشاورزی. دانشگاه بیرجند. ص 102.
- Calvino PA, Andrade FH and Sadras VO, 2003. Maize yield as affected by water availability, soil depth, and crop management. *Agronomy Journal* 95: 275-281.
- Charles DJ, Joly RJ and Simon JE, 1990. Effects of osmotic stress on the essential oil content and composition of pepper mint. *Phytochemistry* 29(9): 2837-2840.
- Chaterjee SK, Svoboda KP, Laughlin JC and Browin VE, 1995. Water stress effect on growth and yield of *Cymbopogon* sp. and its alleviation by n-triacontanol. *Acta Horticulturae* 390: 19-24.
- Chatzopoulos F, Fugit JF and Ouillous L, 2000. Etu deocation function do different parameters dolabsption et alla desorption do sodium retitule. *European Polymer Journal* 36:51-60.
- Franke R and Schilcher H, 2005. Chamomile industrial profiles. CRC press.v.42. pp. 274.
- Hecl J and Sustrikova A, 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug, an assurance of quality control. Program and Abstract Book of the 1<sup>st</sup> International Symposium on Chamomile Research, Development and Production. pp.69.
- Hopkins WG and Huner NPA, 2004. Introduction to Plant Physiology. John Willy and Sons, Inc., New York, USA. pp. 560.

- Hornok L, 1992. Cultivation and processing of medicinal plants. Budapest. Academic Pub. Hungary. pp.464.
- Hughes SG, Bryant JA and Smirinoff N, 1989. Molecular biology, application to studies of stress tolerance. In: Plants under stress. Hamlyn, G.J., Flowers, T.J., Jonea, M.B., eds. New York: Cambridge University Press 131-135.
- Huttermann A, Zommodi M and Reise K, 1999. Addition of hydrogels to soil prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedling subjected to drought. Soil and Tillage Research 50: 295-304.
- Kerekes J, 1962. Effect of water on flower yield and active substance of Chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.). Herba Hungarica 1(1): 55.
- Letchamo W and Gosselin A, 1996. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thumus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. Journal of Horticultural Science 71(1): 123-134.
- Mann C and Staba EJ, 1992. The chemistry, pharmacology and commercial formulations of chamomile, In: L.E. Craker and J.E. Simon (eds.), Herbs, Spices and Medicinal Plants, Recent Advances in Botany, Horticulture and Pharmacology, Vol. I. Food Product Press, New York, U.S.A., pp. 235-280.
- Mikklelsan RL, 1994. Using hydrophilic polymer to control nutrient release. Fertilizer Research 38: 53-59.
- Moazen Ghamsari B, 2006. Evaluation of levels of superabsorbent polymer (Superab A-200) and different levels of drought stress on growth and yield of forage corn. Faculty of Plant and Animal Sciences, M.Sc. Dissertation, University College of Aburaihan, Tehran Univ.
- Omidbaigi R, 1993. Effect of environmental factors on growth, yield and active substances of some medicinal plants, Ph.D. Thesis, Budapest.
- Passioura JB, 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany 58(2): 113-117.
- Pirzad A, Alyari H, Shakiba MR, Zehtab-Salmasi S and 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.
- Pirzad A, Alyari H, Shakiba MR, Zehtab-Salmasi S, Mohammadi A, Darvishzadeh R and Hassani A, 2009a. Dried flower harvest index of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) affected by irrigation regimes and plant density. Tarla Bitkileri Kongresi. Turkiye VIII.318-321.
- Pirzad A, Alyari H, Shakiba MR, Zehtab-Salmasi S, Mohammadi A, Darvishzadeh R and Hassani A, 2009b. Essential oil harvest index of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) affected by irrigation regimes and plant density. Tarla Bitkileri Kongresi. Turkiye VIII.322-325.

- Refaat AM and Saleh MM, 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants, Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo 48:515-527.
- Röhricht C, Mänicke S and Grunert M, 1997. Der Anbau von Kamille (*Chamomilla recutita* [L.] Rauschert) in Sachsen. Z. Arznei. Gewürzpflanzen, 2:135-146.
- Simon JE, Bubenheim RD, Joly RJ and Charles DJ, 1992. Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. Journal of Essential Oil Research 4: 71-75.
- Solinas V, Deiana S, Gessa C, Bazzoni A, Loddo MA and Satta D, 1996. Effects of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. Rivista Italiana EPPOS, 19: 189-198.
- Turk KJ and Hall AE, 1980. Drought adaptation of Cowpea, III. Influence of drought on plant growth and relations with seed yield. Agronomy Journal 72:428-433.
- Yazdani F, Allahdadi I and Akbari GA, 2007. Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of soybean under drought stress condition. Pakistan Journal of Biological Sciences 10 (23): 4190-4196.
- Zohurian-Mehr MJ and Kabiri K, 2008. Superabsorbent polymer materials: A review. Iranian polymer Journal 17(6): 451-477.