

## اثر زمان آبیاری و میزان کود نیتروژن دار بر دوره رشد و عملکرد کامازولن بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) در شرایط نیمه خشک سرد

بهرام میرشکاری<sup>۱</sup>

۱- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، پست الکترونیک: Mirshekari@iaut.ac.ir

تاریخ پذیرش: مهر ۸۹

تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۸۹

تاریخ دریافت: شهریور ۸۸

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر زمان آبیاری و مقادیر کود اوره بر دوره رشد و عملکرد کمی و کیفی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) رقم Bodegold، آزمایشی دوساله در شرایط نیمه خشک و سرد تبریز به صورت اسپلیت فاکتوریل با زمان آبیاری (بعد از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک)، مقدار کود نیتروژن دار (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به ترتیب معادل ۲۳، ۴۶ و ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و تقسیط کود (۱۰۰٪ در زمان کاشت، به طور مساوی در زمانهای کاشت و ساقه روی، ۲۵٪/۵۰٪/۲۵٪ به ترتیب در زمانهای کاشت، ساقه روی و آستانه گلدهی) اجرا شد. برای تجزیه اسانس از دستگاه GC/MS استفاده شد. یافته‌ها حکایت از این دارد که ظهور جوانه گل در کرت‌های برخوردار از آبیاری براساس ۱۸۰ و ۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک به ترتیب بعد از ۷۰ و ۷۸ روز تکمیل شد. افزایش کود مصرفی زمان پایان گلدهی را به تأخیر انداخت. تأخیر در آبیاری از ۶۰ به ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک عملکرد گل خشک را ۲/۳٪ کاهش داد. کاربرد کود در دو مرحله کاشت و ساقه روی موجب افزایش عملکرد گل تا ۳۵۱ کیلوگرم در هکتار گردید. وزن خشک اندامهای هوایی بابونه از ۷۶ گرم در مترمربع در سطح سوم آبیاری به ۱۲۶ گرم در مترمربع در میانگین سطوح اول و دوم آبیاری رسید. بیشترین عملکرد اسانس برابر ۲/۸۲ لیتر در هکتار موقعی حاصل شد که کود اوره به طور مساوی در دو مرحله کاشت و ساقه روی بابونه بکار رود. مقدار کامازولن از حداقل ۱۲/۵٪ در سطح کودی ۱۵۰ تا حداکثر ۱۵٪ در سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تغییر کرد. تولید کامازولن در سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به ترتیب ۰/۳۱، ۰/۴۴ و ۰/۳۶ لیتر در هکتار محاسبه شد. توصیه می‌شود در کشت بابونه در منطقه و سایر مناطق مشابه، آبیاری این گیاه بعد از ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک انجام شده و ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به نسبت مساوی در دو مرحله کاشت و ساقه روی به خاک افزوده شود.

واژه‌های کلیدی: تبخیر از تشتک، تقسیط کود، عملکرد گل، کامازولن، وزن خشک اندامهای هوایی.

### مقدمه

گیاهی در سنتز داروهای گیاهی تقویت کننده سیستم گوارشی، رفع زخم معده، رفع نفخ، اشتها آور، هضم کننده غذا، ضد تشنج، ضد اسهال، رفع کم خوابی و التیام دهنده زخمها مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماده مؤثره اصلی

بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) یکی از گیاهان دارویی متعلق به تیره کاسنی (Asteraceae) است. کاپیتولهای این گیاه دارای اسانسی است که در طب

شرایط کم آبیاری سنتز متابولیت‌های ثانویه افزایش پیدا می‌کند. در یک تحقیق در هندوستان، اعمال تنش ملایم خشکی عملکرد برگ و اسانس گیاه *Pelargonium graveolens* را افزایش داد (Singh et al., 2007).

Hornok (۱۹۹۶) از مطالعه بر روی بابونه نتیجه گرفت که کاهش فواصل آبیاری تا هر هفته یکبار و افزایش مصرف کود نیتروژن دار تا بیش از ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌ویژه در تیمارهای مصرف یک مرحله‌ای آن در مقایسه با سایر تیمارهای مورد بررسی موجب کاهش درصد اسانس و ماده مؤثره کامازولن می‌شود. Riaz و همکاران (۲۰۰۷) از مطالعه اثر فواصل آبیاری و تقسیط نیتروژن بر میزان کاروون (Carvone) اسانس شوید (*Anethum graveolense* L.) دریافتند که با افزایش فواصل آبیاری، عملکرد اسانس و درصد کاروون کاهش پیدا کرد. تقسیط نیتروژن درصد اسانس را تحت تأثیر قرار داد و بیشترین اسانس و کاروون در دو تیمار مصرف کود نیتروژن دار در زمانهای کاشت و ساقه‌روی به نسبت مساوی و ۱۰٪ در مرحله ساقه‌روی بدست آمد. Surendra و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای بر روی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در مقادیر مختلف کود نیتروژن دار از صفر تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار دریافتند که عملکرد اسانس در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود در مقایسه با سایر تیمارها به‌طور معنی‌دار افزایش نشان داد. نتایج متفاوتی نیز توسط برخی از محققان مبنی بر افزایش عملکرد اسانس روغنی سایر گیاهان دارویی در اثر افزایش کود نیتروژن دار تا بالاترین مقدار مصرف در شرایط آزمایش گزارش شده است (Clarck & Menary, 1999؛ Ashraf et al., 2006). این آزمایش بر روی گیاه بابونه به منظور دستیابی به مدیریت

اسانس کامازولن نام دارد که دارای اثرهای ضد باکتریایی و ضد قارچی است (Libster, 2008). در تولید محصولات زراعی عملکرد ماده خشک گیاه و یا اجزای آن مورد نظر است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰) و اثر تنش آبی بر عملکرد گیاهان به نوع گیاه، محصول مورد برداشت، دور آبیاری و زمان وقوع تنش بستگی دارد. تنش آب در مرحله رشد رویشی بعضی از گیاهان موجب تحریک شروع رشد زایشی و گلدهی می‌شود. با این حال، تاثیر کودهای نیتروژن دار و دور آبیاری روی طول دوره رشد اغلب گیاهان به اثبات رسیده است. به‌طوری که در آزمایشی گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) با قطع آبیاری در دو مرحله از رشد شامل ساقه‌روی و ۱۵ روز قبل از گلدهی، رسیدگی را به‌ترتیب حدود ۷ و ۵ روز زودتر از شاهد طی کرد. در این مطالعه اثر کاهش کود نیتروژن دار روی سرعت طی شدن زمان از گلدهی تا رسیدگی به‌ویژه در تیمارهای برخوردار از تنش خشکی بسیار معنی‌دار بود (*Hunsigi* & Nath, 2007). اسانس روغنی بسیاری از گیاهان در اثر تنش آبی افزایش می‌یابد. زیرا تجزیه نشاسته و پروتئینها تولید این گونه مواد را تحریک می‌کند (Ram et al., 1995). طی یک بررسی بر روی گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) در تبریز، تیمار حذف آبیاری در مراحل ساقه‌دهی و پرشدن دانه و تیمار حذف آبیاری در مراحل تشکیل چترها و پرشدن دانه به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین ماده مؤثره بودند و بالاترین عملکرد اسانس از تیمار آبیاری کامل بدست آمد (زهتاب سلماسی و همکاران، ۱۳۸۲). گزارشهای Omidbeigi و همکاران (۲۰۰۳) از نتایج بررسی‌های خود بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) نشان می‌دهد که در

۲۳، ۴۶ و ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) و تقسیط کود (۱۰۰٪ در زمان کاشت= $T_1$ ، به طور مساوی در زمانهای کاشت و ساقه روی= $T_2$  و ۲۵٪:۵۰٪:۲۵٪ به ترتیب در زمانهای کاشت، ساقه روی و آستانه گلدهی= $T_3$ ) به عنوان فاکتور فرعی اجرا شد. فواصل کاشت ۲۰×۵ cm بود. برای تنظیم میزان آب ورودی در هر مرحله آبیاری از کتور آب استفاده شد. برداشت محصول در مرحله ای که گلها کاملاً باز شده بودند، انجام گردید. گلها در سایه تا رطوبت ۱۲٪ خشک شدند و از روی عملکرد گل خشک در واحد سطح، عملکرد در هکتار محاسبه گردید. عمل استخراج اسانس گل به روش تقطیر با بخار آب انجام گرفت (Hornok, 1992). به منظور تجزیه اجزای اسانس، از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC/MS) با مشخصات و برنامه دمایی زیر استفاده شد. دستگاه GC/MS از نوع Hewlet Packard-6890N با طیف‌نگار جرمی 5973N، ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرومتر بود. دمای ابتدایی آون  $45^{\circ}\text{C}$  به مدت یک دقیقه، دمای انتهایی  $115^{\circ}\text{C}$  و گرادیان حرارتی آون  $3^{\circ}\text{C}$  در هر دقیقه، افزایش دما تا  $180^{\circ}\text{C}$  با سرعت  $2^{\circ}\text{C}$  در دقیقه و توقف در این دما به مدت ۲ دقیقه و سپس افزایش دما تا  $280^{\circ}\text{C}$  با سرعت  $5^{\circ}\text{C}$  در دقیقه و توقف در این دما به مدت ۲ دقیقه. دمای اتاق تزریق  $25^{\circ}\text{C}$ ، گاز حامل هلیوم و سرعت جریان گاز ۱/۲ میلی‌متر در دقیقه بود (Pirzad et al., 2006). تجزیه مرکب داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شدند. با توجه به معنی‌دار نشدن اثر سال در این آزمایش، میانگین داده‌های مربوط به صفات مورد اندازه‌گیری در دو سال با هم مقایسه شدند.

صحيح آبياري و کود نيتروژن‌دار در شرايط آب و هوايي سرد و نيمه‌خشک با تکیه بر برخی صفات مرتبط با عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه اجرا شد.

## مواد و روشها

این آزمایش در طی سالهای زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز واقع در منطقه خلعت‌پوشان با مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و اقلیم سرد و نیمه‌خشک به اجرا درآمد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌برداری از خاک به صورت مرکب و از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. براساس نتایج تجزیه خاک توسط آزمایشگاه خاک‌شناسی بافت خاک لوم شنی، pH در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط (۸/۱-۷/۱)، میزان هوموس خاک ۰/۶-۱ درصد و EC خاک در محدوده  $0.3-1.4 \text{ ds m}^{-1}$  بود. همزمان با اجرای شخم سطحی در پاییز، براساس توصیه آزمایشگاه خاک‌شناسی کود سوپر فسفات به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار و در اوایل بهار ۲۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به خاک افزوده شد و نسبت به کربندی اقدام گردید. آزمایش بر روی بابونه رقم آلمانی Bodegold به صورت اسپلنت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با سه فاکتور زمان آبیاری ( $I_1=60$ ،  $I_2=120$  و  $I_3=180$  میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A<sup>۱</sup>) به عنوان عامل اصلی و مقدار کود نیتروژن‌دار ( $N_1=50$ ،  $N_2=100$  و  $N_3=150$  کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به ترتیب معادل

<sup>۱</sup> - تشتک تبخیر کلاس A دارای قطر دهانه ۱۲۰/۶ سانتی‌متر (۴۷/۵ اینچ) و ارتفاع ۲۵/۴ سانتی‌متر (۱۰ اینچ) است که با ارتفاع حدود ۱۰ سانتی‌متر از زمین نصب می‌شود.

## نتایج

### زمان تا ظهور جوانه گل

نتایج تجزیه واریانس حکایت از معنی‌دار بودن اثر متقابل دور آبیاری در مقدار کود نیتروژن‌دار بر روی زمان تا ظهور جوانه گل در بابونه داشت. بدون در نظر گرفتن تقسیط کود، تأخیر در آبیاری از ۶۰ به ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک (اعمال تنش شدید خشکی) توانست زمان تا ظهور جوانه گل را در سطوح اول، دوم و سوم کود نیتروژن‌دار به ترتیب حدود ۸، ۱۲ و ۱۴ روز به جلو بیاورد. این امر موجب گردید که ظهور جوانه گل در بوته‌های بابونه کرت‌های تحت تنش خشکی شدید حدود ۷۰ روز، در حالی که در بوته‌های بابونه کرت‌های برخوردار از آبیاری براساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک حدود ۷۸ روز بعد از کاشت تکمیل شود. اختلاف بین زمان تا گلدهی سطح اول با دوم و سطح دوم با سوم آبیاری (در میانگین سطوح کود) کمتر و به ترتیب حدود ۶ و ۴ روز بود (شکل ۱).

در این مطالعه افزایش کود نیتروژن‌دار، گلدهی را در سطوح اول و دوم دور آبیاری به تأخیر انداخت و بیشترین تأخیر در گلدهی در سطح سوم کود به ترتیب حدود ۱۲ و ۹ روز در مقایسه با سطح اول آن محاسبه شد. این امر موجب گردید که در تیمارهای برخوردار از ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود، ظهور جوانه گل به ترتیب بعد از ۸۳ و ۸۲ روز در سطح اول دور آبیاری و ۷۸ و ۷۴ روز در سطح دوم دور آبیاری اتفاق بیفتد، در حالی که این امر در تیماری که ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود دریافت کرده بود، به ترتیب بعد از ۷۱ و ۶۹ روز تکمیل شد.

### زمان تا برداشت محصول

از نظر تأثیر عوامل مورد مطالعه روی زمان تا برداشت در بابونه، اثر متقابل بین دور آبیاری در مقدار

کود نیتروژن‌دار معنی‌دار شد. در تمام تیمارهایی که زمان تا ظهور جوانه گل به دلیل زیادی آب در دسترس و نیتروژن مصرفی بیشتر به تأخیر افتاده بود، زمان تا برداشت نیز به تعویق افتاد (شکل ۲) که وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این دو صفت ( $r = 0.75^{**}$ ) نیز بیانگر این رابطه بود. ولی در تیمارهایی که آبیاری آنها بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک انجام شده بود، برداشت بدون توجه به دو فاکتور کود نیتروژن‌دار و تقسیط یا مصرف یک مرحله‌ای کود زودتر از سایر تیمارها و متوسط بعد از ۸۳ روز میسر شد. اختلاف بین سطوح مختلف کود نیتروژن‌دار از نظر تأثیر بر زمان تا برداشت محصول در سطوح اول و دوم فاکتور دور آبیاری کاملاً مشهود بود. به طوری که افزایش نیتروژن مصرفی از ۵۰ به ۱۰۰ و از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، زمان تا پایان گلدهی را به ترتیب حدود ۱۲ و ۲ روز در سطح اول دور آبیاری و ۱۱ و ۳ روز در سطح دوم دور آبیاری به تأخیر انداخت (شکل ۲).

بیشترین زمان تا برداشت (۱۰۱ روز) در تیمار برخوردار از دور آبیاری ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود و کمترین آن (۸۲ روز) در تیمار ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود (حدود ۱۹٪ کاهش) بود (شکل ۲). سایر نتایج تحقیق نشان می‌دهند، با اینکه بیشترین زمان تا ظهور جوانه گل به تیمارهای  $I_1N_3$  و  $I_1N_2$  تعلق داشت، ولی زمان از ظهور جوانه گل تا پایان گلدهی بدون توجه به تقسیط کود زودتر از تیمارهای  $I_2N_3$  و  $I_2N_2$  طی شد و محصول این تیمارها ۱۸ روز بعد از شروع گلدهی آماده برداشت گردید. این در

کرد. افزایش میزان کود نیتروژن دار مصرفی از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد گل را ۷/۵٪ (در میانگین سطوح آبیاری) افزایش داد، ولی اختلاف بین سطح کودی ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار ناچیز بود (شکل ۳).

تقسیم کود به دو قسمت مساوی و کاربرد آن در مراحل کاشت و ساقه روی موجب افزایش معنی دار عملکرد گل تا ۳۵۱ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با دو سطح دیگر تقسیم کود گردید و مقدار این افزایش نسبت به سطوح اول و سوم تقسیم کود به ترتیب حدود ۸٪ و ۴/۵٪ محاسبه شد، ولی اختلاف موجود بین میانگین عملکرد این دو سطح از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۱).

مطالعه همبستگی صفات در این تحقیق نشان داد که همبستگی بین عملکرد گل با زمان تا ظهور جوانه گل و زمان تا برداشت محصول مثبت و معنی دار و به ترتیب برابر ۰/۶۶ و ۰/۷۴ بود.

حالیست که تیمارهای  $I_2N_3$  و  $I_2N_2$  رسیدگی محصول را حدود ۲۱ روز بعد از شروع گلدهی تمام کردند. این رقم در تیمارهای آبیاری براساس ۱۸۰ میلی متر تبخیر به طور متوسط ۱۳ روز کاهش یافت.

### عملکرد گل خشک

اثر متقابل دور آبیاری در مقدار کود و اثر تقسیم کود روی عملکرد گل خشک بابونه معنی دار بود. مقایسه میانگین تیمارها (شکل ۳) حکایت از آن داشت که کلیه تیمارهای مورد بررسی بجز  $I_1N_1$  و تیمارهایی که آبیاری آنها بعد از تبخیر ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشک انجام شده بود، از نظر عملکرد گل اختلاف معنی داری با هم نداشتند، ولی با این حال بیشترین عملکرد گل خشک در هکتار برابر ۳۷۹ کیلوگرم به تیماری که ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره دریافت کرد و آبیاری آن بعد از ۶۰ میلی متر تبخیر از تشک انجام گردید، تعلق داشت و تأخیر در آبیاری از ۶۰ به ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشک در سطح کودی مشابه کاهش برابر ۹ کیلوگرم در هکتار در عملکرد گل ایجاد

جدول ۱- مقایسه میانگین های تأثیر سطوح مختلف تقسیم کود روی عملکرد گل خشک و اسانس بابونه

تیمار	عملکرد گل خشک (kg/ha)	عملکرد اسانس (l/ha)
T <sub>1</sub>	۳۲۵/۰b	۲/۴۴c
T <sub>2</sub>	۳۵۰/۵a	۲/۸۲a
T <sub>3</sub>	۳۳۵/۳ab	۲/۶۰b

حرف T نشانگر تقسیم کود و حروف غیرمشابه در ستون ها نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در آزمون دانکن است.

### اسانس و اجزای آن

می دهند که درصد اسانس گل از این که کود اوره در چه مرحله ای از رشد و به چه نسبتی استفاده شود، بی تأثیر است، ولی دو فاکتور دیگر روی این صفت

اثر متقابل دور آبیاری در مقدار کود نیتروژن دار روی درصد اسانس گل معنی دار شد. یافته ها نشان

به دلیل بالا بودن درصد اسانس در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود و آبیاری ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک (۰/۹۸٪)، در همین تیمار مشاهده شد و ۳/۶۲ لیتر در هکتار اسانس حاصل گردید که میزان این افزایش نسبت به تیمار برخوردار از کمترین عملکرد اسانس ( $I_3N_3$ ) برابر ۱/۳۲٪ بود (شکل ۵).

براساس داده‌های جدول ۱ می‌توان نتیجه گرفت که تقسیت کود اوره بر عملکرد اسانس تأثیرگذار بود و بیشترین عملکرد اسانس برابر ۲/۸۲ لیتر در هکتار موقعی حاصل شد که کود اوره به‌طور مساوی در دو مرحله کاشت و ساقه روی بابونه بکار رود. مقدار افزایش عملکرد اسانس در این سطح نسبت به میانگین دو سطح دیگر تقسیت کود ۱۲٪ بود که از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می‌باشد. به عبارتی دیگر، استفاده از کل کود اوره در زمان کاشت و یا کاربرد آن به نسبت ۲۵٪:۵۰٪:۲۵٪ به ترتیب در زمان‌های کاشت، ساقه‌روی و گلدهی بابونه موجب کاهش معنی دار اسانس می‌شود. در این مطالعه همبستگی بین عملکرد اسانس با زمان ظهور جوانه گلها، زمان تا برداشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد گل و درصد اسانس مثبت و معنی دار و به ترتیب ۰/۷۸، ۰/۸۸، ۰/۶۹، ۰/۷۴ و ۰/۵۸ بود.

به شدت تأثیر می‌گذارند. درصد اسانس گل از حداقل ۰/۴۸ در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره با رژیم آبیاری براساس ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک ( $I_3N_3$ ) تا حداکثر ۰/۹۸٪ در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره با رژیم آبیاری براساس ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک ( $I_2N_2$ ) تغییر یافت. همانند سایر صفات مورد مطالعه، درصد اسانس گل در تیمارهای با دور آبیاری ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک از میزان کود اوره تأثیرپذیر نبودند و درصد اسانس گل در این سه تیمار در محدوده ۰/۶-۰/۵٪ نوسان داشت (شکل ۴).

میزان کاهش اسانس گل در تیمارهای  $I_1N_2$ ،  $I_2N_3$ ،  $I_1N_3$  و  $I_2N_1$  نسبت به تیمار  $I_2N_2$  به ترتیب ۰/۸٪، ۱/۱٪، ۱۳/۵٪، ۱۴/۵٪ و ۳۴٪ بود که فقط اختلاف ۳۴ درصدی بین  $I_1N_1$  با  $I_2N_2$  از نظر آماری معنی دار بود. مقدار افزایش اسانس تیمار  $I_2N_2$  نسبت به میانگین تیمارهای تحت تأثیر تنش شدید خشکی نیز ۷۵٪ محاسبه شد.

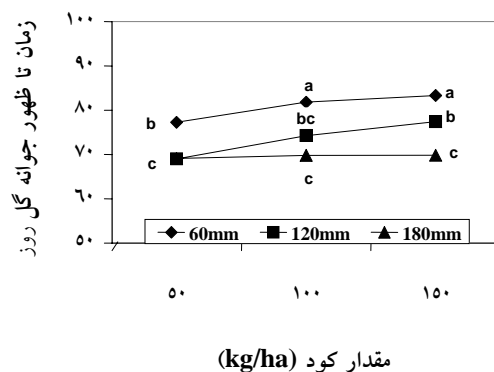
عملکرد اسانس از حداقل ۱/۵۶ لیتر در هکتار در تیمار  $I_3N_3$  تا حداکثر ۳/۶۳ لیتر در هکتار در تیمار  $I_2N_2$  تغییر کرد. به‌رغم بالا بودن عملکرد گل در تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود و آبیاری براساس ۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک، بیشترین عملکرد اسانس

جدول ۲- اثر مقدار کود نیتروژن دار روی ترکیب اسانس گل‌های بابونه آلمانی

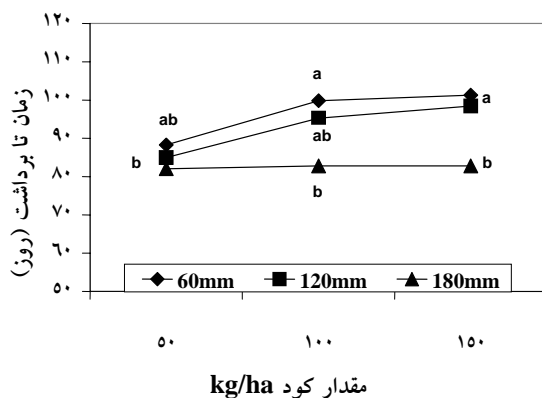
لیمون	اجزای اسانس (%)						مقدار کود اوره (kg/ha)
	بیسابولول اکسید B	بیسابولول اکسید A	اسپیرو اتر	فارنزن	بیسابولول	کامازولن	
۲/۱۰b	۲۱/۵۰a	۴۰/۳۹a	۶/۵۸a	۱۰/۲۸ab	۵/۲۵a	۱۳/۵۸b	۵۰
۲/۲۰b	۲۰/۸۶a	۳۹/۰۰a	۶/۸۰a	۱۰/۸۹a	۴/۰۰b	۱۴/۹۰a	۱۰۰
۵/۴۴a	۱۸/۸۹b	۳۷/۳۱b	۵/۴۰b	۱۰/۲۲b	۴/۰۰b	۱۳/۵۴c	۱۵۰

داشتند. کامازولن به عنوان مهمترین جزء اسانس از حداقل ۱۲/۵٪ در سطح کودی ۱۵۰ تا حداکثر ۱۴/۹٪ در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تغییر کرد و افزایش ۱۹ درصدی در مقدار این جزء از نظر آماری معنی دار بود. نتایج نشان می دهند، در صورت کوددهی بابونه براساس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، بابونه می تواند ۰/۴۴ لیتر در هکتار کامازولن تولید کند، در حالی که این رقم در دو سطح ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۳۶ لیتر در هکتار محاسبه شد (شکل ۷). مجموع بیسابولول اکسید A و بیسابولول اکسید B در سه سطح کودی ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب معادل ۰/۵۵/۲٪، ۰/۶۷/۹٪ و ۰/۶۹/۹٪ بیشترین جزء اسانس را به خود اختصاص دادند.

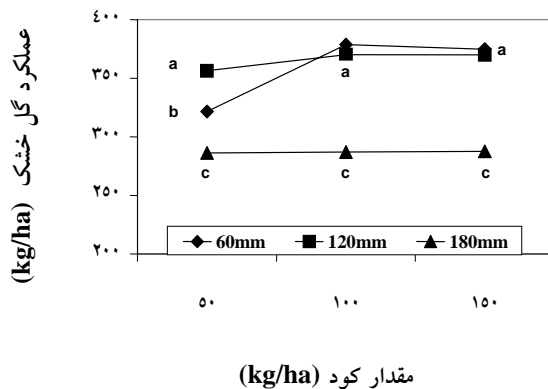
از بین عوامل مورد مطالعه فقط مقدار کود نیتروژن دار روی کیفیت اسانس روغنی بابونه تأثیرگذار بود. تجزیه شیمیایی اسانس بابونه توسط کروماتوگرافی گازی وجود ۷ جزء اصلی را در ترکیب اسانس نشان داد (جدول ۲). اجزای اصلی اسانس در هر سه سطح کود اوره شامل کامازولن، بیسابولول، ترانس-بتا-فارنزن، سیس-اسپیرواتر، بیسابولول اکسید A، بیسابولول اکسید B و لیمونن بودند (جدول ۲) و سایر اجزاء در مقادیر کمتری مشاهده شدند. مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین مقدار کامازولن، فارنزن و اسپيرو اتر به سطح کودی ۱۰۰، در حالی که بالاترین مقادیر بیسابولول اکسید A، بیسابولول اکسید B و بیسابولول به سطح کودی ۵۰ و بالاترین مقدار لیمونن به سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره اختصاص



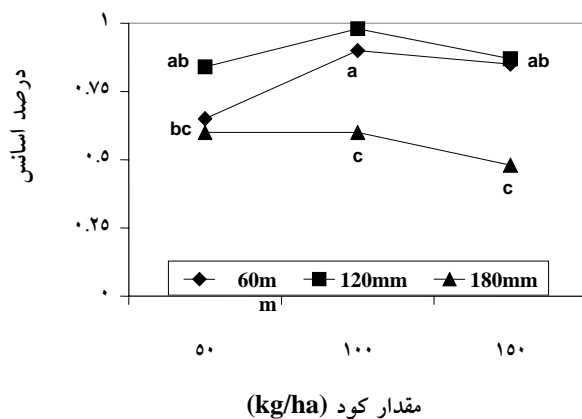
شکل ۱- تأثیر زمان آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک و مقدار کود روی زمان تا ظهور جوانه گل در بابونه



۲- تأثیر زمان آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک و مقدار کود روی زمان تا برداشت در بابونه

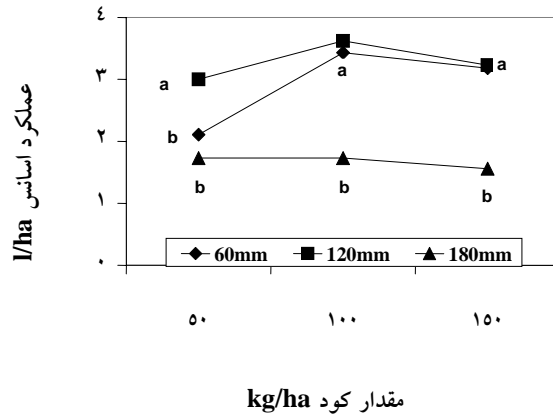


۳- تأثیر زمان آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک و مقدار کود روی عملکرد گل خشک بابونه



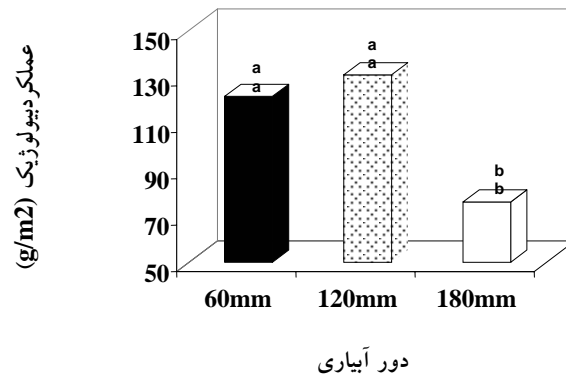
۴- تأثیر زمان آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک و مقدار کود روی درصد اسانس بابونه





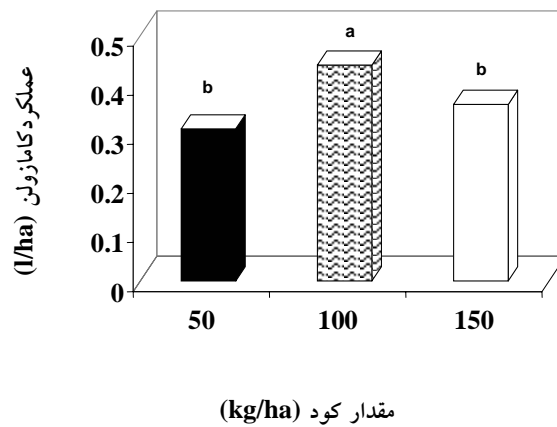
شکل ۵- تأثیر زمان آبیاری بر اساس تبخیر از تشک و مقدار کود روی

عملکرد اسانس بابونه



شکل ۶- تأثیر دور آبیاری بر اساس تبخیر از تشک روی عملکرد

بیولوژیک بابونه



شکل ۷- تأثیر مقدار کود روی عملکرد کامازولن بابونه

## بحث

براساس یافته‌ها، تأخیر در آبیاری تا ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک (اختلاف بین  $I_1$  با  $I_2$  و  $I_2$  با  $I_3$ ) تأثیر زیادی روی زمان ظهور جوانه گل نداشت، بلکه بیشترین تأثیر موقعی حاصل شد که این فاصله به ۱۲۰ میلی‌متر (اختلاف بین  $I_1$  با  $I_3$ ) افزایش یافت. از جمله واکنش‌های گیاهان در برابر کم‌آبی می‌توان به تسریع در گلدهی، کاهش حجم شاخ و برگ و کوتاه شدن دوره رشد اشاره کرد (Agena, 1994؛ Hunsigi & Nath, 2007). همچنین تیمارهای با دور آبیاری براساس ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به افزایش کود واکنشی نداشتند و گلدهی آنها به‌طور میانگین بعد از ۷۰ روز اتفاق افتاد (شکل ۱) که می‌تواند ناشی از کمبود آب باشد. در مطالعه‌ای طول دوره رشد رویشی بابونه با افزایش کود نیتروژن‌دار از حداقل ۳ تا حداکثر ۱۱ روز در سطوح بالای کود افزایش یافت (Emongor *et al.*, 2008).

تأثیر افزایش  $N_1$  به  $N_2$  روی تأخیر در برداشت بیشتر از  $N_2$  به  $N_3$  بود (شکل ۲). در مطالعه‌ای طول دوره رشد رویشی بابونه با بالا رفتن مقدار مصرف کود نیتروژن‌دار افزایش یافت. به‌طوری‌که در سطح ۱/۶ گرم نیتروژن در هر گلدان رسیدگی در بابونه در مقایسه با تیمار شاهد بدون مصرف کود و تیمارهای مربوط به مصرف مقادیر ۱/۲، ۰/۸ و ۰/۴ گرم نیتروژن ۸ روز دیرتر اتفاق افتاد (Franz, 1982). نتایج مشابهی نیز توسط Meawad و همکاران (۱۹۹۴) گزارش شده است. طول دوره گلدهی در تیمارهای آبیاری براساس ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به‌طور متوسط ۱۳ روز کاهش یافت که می‌تواند ناشی از رسیدگی اجباری بوته‌ها در اثر تنش خشکی باشد. کوتاهی دوره رشد و تأخیر در رسیدن محصول به‌عنوان واکنش‌های

گیاهان به‌ترتیب در برابر کم‌آبی و افزایش نیتروژن توسط Hunsigi و Nath (۲۰۰۷) اشاره شده است. Singh و همکاران (۲۰۰۷) نیز بر این نکته تأکید دارند که می‌توان دور آبیاری بابونه را تا دو هفته به تأخیر انداخت، بدون اینکه طول دوره گلدهی آن کاهش پیدا کند. این محققان اظهار می‌دارند که کاهش طول دوره گلدهی بابونه به کمتر از ۱۵ روز تأثیر منفی معنی‌داری روی عملکرد گل خواهد داشت.

کاهش ۱۰۰ درصدی آب مورد استفاده بابونه در اثر تأخیر آبیاری از ۶۰ به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در سطح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، فقط کاهشی برابر ۲/۳٪ در عملکرد گل ایجاد کرد (شکل ۳)، که به‌نظر می‌رسد با توجه به کمبود آب در منطقه، این مقدار کاهش از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر باشد. ولی با این حال، نتایج مطالعه انجام شده در دانشگاه تبریز بر روی گیاه دارویی بابونه آلمانی حکایت از تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد گل خشک دارد. به‌طوری‌که حداکثر عملکرد برابر ۵/۲ گرم در هر گلدان از آبیاری بابونه در حد ۸۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای بدست آمد و تیمار ۷۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای در رده دوم قرار داشت. در این مطالعه کمترین عملکرد گل (۳/۸ گرم در هر گلدان) در تیمار آبیاری ۵۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای اندازه‌گیری شد (Pirzad *et al.*, 2006). افزایش فاصله آبیاری از ۶۰ به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در سطح کودی  $N_1$  موجب افزایش ۱۱ درصدی عملکرد گل گردید. کاهش عملکرد در برخی از تیمارهای برخوردار از آبیاری کامل را می‌توان به دسترسی بیشتر آب نسبت داد. بدیهی است که این شرایط فراهمی اکسیژن را برای ریشه‌ها کاهش می‌دهد که آن نیز به نوبه خود موجب افت تنفس و جذب مواد غذایی و محدود شدن

نیست. همچنین زیاده نیتروژن در خاک به ویژه در اواخر دوره رشد سبب افزایش رشد سبزینه‌ای به هزینه نمو اندامهای تولید مثلی می‌شود. زیاده نیتروژن در اوایل دوره رشد نیز موجب توسعه سریع بافتهای سبزینه‌ای می‌شود که در شرایط کفایت آب بسیار مطلوب است، ولی در وضعیت کم‌آبی و دیم‌کاری مناسب نیست. در حالت اخیر توسعه زیاد بافتهای سبزینه‌ای موجب مصرف مقدار زیاده آب طی دوره رشد اولیه گیاه می‌شود تا جایی که آب باقیمانده در خاک کفاف مصرف گیاه را در اواخر دوره رشد نمی‌کند و گیاه برای انطباق خود با شرایط محیطی مقدار زیاده از برگها و ساقه‌های جوان خود را از دست می‌دهد و در نتیجه از عملکرد به شدت کاسته می‌شود (خواجه‌پور، ۱۳۷۹). کاهش عملکرد ۸ درصدی در اثر کاربرد کل کود اوره در مرحله کاشت را می‌توان ناشی از عدم توسعه کامل سیستم ریشه‌ای در مراحل اولیه رشد و در نتیجه آیشویی کود دانست. بنابراین اگر هدف از کاشت بابونه برداشت گل خشک باشد، بهتر خواهد بود که کود اوره به دو قسمت تقسیم شده و در مراحل کاشت و ساقه‌روی به خاک اضافه شود.

درصد اسانس گل در تیمار  $I_2N_2$  افزایشی هر چند محدود و غیرمعنی دار را در مقایسه با  $I_1N_2$  (مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با رژیم آبیاری براساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) داشت (شکل ۴). این بدان معنی است که می‌توان فواصل آبیاری بابونه را از ۶۰ به ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بدون تأثیر بر درصد اسانس گل افزایش داد. در تحقیق حاضر کاهش عملکرد ۷۵ درصدی اسانس بابونه در نتیجه تنش آبی ممکن است ناشی از اثرهای زیان‌آور تنش بر رشد و عملکرد پیکره رویشی گیاه باشد. همان‌طوری که در آزمایش حاضر نیز وقتی

سایر روابط متقابل ریشه خواهد شد (Hopkins, 1995). با وجود این، عملکرد کمتر در تیمار تحت تنش آبی را می‌توان به کمبود آب ربط داد. خسارت ناشی از تنش خشکی به اثرهای زیان‌آور آگیری روی پروتوپلاسم و افزایش غلظت مایع پروتوپلاسمی و در نتیجه چروکیدگی و پلاسمولیز سلول مربوط می‌شود که آن نیز ممکن است تأثیرات ساختاری و متابولیک شدیدی را روی سلول بدنال داشته باشد (Pirzad et al., 2006). فتوستتر نیز می‌تواند به دو روش (بستن روزنه‌ها و اثر روی تکامل ساختاری سازوکار فتوستتزی) توسط تنش آبی تحت تأثیر قرار گیرد. نتیجه این حوادث، اختلال کلی در متابولیسم سلول و کاهش عملکرد و اجزای عملکرد است (Hopkins, 1995). در یک تحقیق، عملکرد گل بابونه با افزایش مصرف کود نیتروژن‌دار تا سطح ۱/۲ گرم در هر گلدان توانست عملکرد گل را افزایش دهد، در حالی که افزایش نیتروژن به بیشتر از این سطح، تأثیر معنی‌داری روی عملکرد نداشت (Emongor et al., 2008) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در تیمارهای برخوردار از دور آبیاری براساس ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک افزایش کود اوره نتوانست تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گل داشته باشد (شکل ۳) که به نظر می‌رسد به دلیل کمبود آب، کود موجود در خاک نیز توسط گیاه جذب نشده است.

بهبود عملکرد گل با مصرف دو قسمتی کود در مراحل کاشت و ساقه‌روی بابونه در مقایسه با دو سطح دیگر تقسیم کود نشان می‌دهد که کاربرد ۲۵٪ از کود اوره در آستانه گلدهی موجب می‌شود که گیاه نتواند از آن در جهت افزایش عملکرد گل استفاده کند، چون زمان کافی برای حلالیت کود در خاک و جذب آن توسط گیاه فراهم

از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، موجب کاهش عملکرد اسانس گردید. نتایج مشابهی نیز توسط Agena (۱۹۹۴) و Diatloff (۱۹۹۰) گزارش شده است. تأثیر فواصل آبیاری و تقسیط نیتروژن روی اسانس شوید توسط Riaz و همکاران (۲۰۰۷) در شرایط آب و هوایی نیمه خشک نیز گزارش شده است.

گزارشهایی مبنی بر اثرهای نامناسب تنش شدید آبی در کاهش سنتز متابولیت‌های ثانویه و عملکرد اسانس اثرهای مساعد رطوبت خاک در افزایش عملکرد اسانس در گیاهان وجود دارد (Gershenzon, 1984; Ram et al., 1995; Reffat & Saleh, 1997). افزایش عملکرد اسانس در اثر تنش نسبی آب می‌تواند به آن دلیل باشد که بیشتر بودن تراکم غده‌های مترشحه اسانس در اثر کاهش سطح برگ ناشی از تنش، موجب تجمع بیشتر اسانس می‌شود (Loomis, 1967; Charles et al., 1990). به عقیده Gershenzon (۱۹۸۴) نیز تجزیه نشاسته و پروتئینها که در اثر تنش نسبی آب اتفاق می‌افتد، تولید اسانس روغنی در برخی از گیاهان دارویی را تحریک می‌کند. در آزمایشی بیشترین اسانس در بابونه به تیمار آبیاری ۸۵FC٪ و کمترین اسانس به تیمارهای ۵۵FC٪ و ۱۰۰FC٪ تعلق داشتند (Pirzad et al., 2006). در مطالعه‌ای دیگر سطوح بالای تنش آبی عملکرد آرتیمیزیین در برگ درمنه را به‌طور معنی‌دار کاهش داد (Charles et al., 1993).

Emongor و همکاران (۲۰۰۸) وجود ۶ جزء از هفت جزء اصلی مشاهده شده در ترکیب اسانس بابونه در این تحقیق (بجز لیمونن) را از مطالعه تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر کمیت و کیفیت اسانس بابونه گزارش کرده‌اند. افزایش محتوای کامازولن در گل‌های بابونه با افزایش سطح مصرف اوره در این تحقیق مطابق با

بوته‌های بابونه بعد از تبخیر ۱۸۰ میلی‌متر آب از تشتک آبیاری شدند، وزن خشک اندام‌های هوایی آن با ۳۹٪ کاهش نسبت به میانگین سطوح اول و دوم آبیاری از ۱۲۶ به ۷۶ گرم در متر مربع رسید (شکل ۶). نتایج کلی تحقیق نشان می‌دهد که با کاهش زمان آبیاری تا ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک و افزایش کاربرد اوره تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار درصد اسانس گل بدون توجه به زمان مصرف کود افزایش پیدا می‌کند. افزودن کودهای حاوی مواد غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، درصد و عملکرد اسانس را افزایش می‌دهد. نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس، کانال‌های اسانس و کرک‌های غده‌ای و در نتیجه بیوستنز اسانس نقش مهمی ایفاء می‌کند، ولی مصرف نیتروژن در سطوح بالا منجر به کاهش قابل توجه اسانس در گیاهان می‌شود (Agena, 1994; Moore, 1979). مطالعه تأثیر مقدار کود اوره (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و زمان‌های مصرف آن (کاشت و ۳۰ و ۷۵ روز بعد از کاشت) و سه نوع کود بیولوژیک بر عملکرد و کیفیت گیاه دارویی گشنیز نتیجه داد که کاربرد کود نیتروژن‌دار تا سطح ۶۰ کیلوگرم موجب افزایش عملکرد دانه و پروتئین و اسانس روغنی دانه می‌شود (Surendra et al., 2002). در یک تحقیق دیگر، با افزایش کود نیتروژن‌دار، درصد اسانس روغنی و عملکرد اسانس گل بابونه افزایش یافت و سهم نیتروژن در افزایش درصد اسانس گل واریته‌های مختلف بابونه حدود ۲۵-۴۲ درصد محاسبه شد (Franz, 1982). نتایج مطالعه Emongor و همکاران (۲۰۰۸) روی گیاه دارویی بابونه آلمانی حکایت از آن دارد که افزایش نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار درصد و عملکرد اسانس گل را به ترتیب ۶۵٪ و ۱۸۴٪ بالا برد. در این مطالعه مصرف کود نیتروژن‌دار بیش

مرحله کاشت و ساقه‌روی با نسبت ۵۰٪:۵۰٪ به خاک افزوده شود.

### سپاسگزاری

هزینه این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز تأمین شده است. بدین وسیله نگارندگان مراتب قدردانی خود را از ریاست دانشگاه و معاون محترم پژوهشی اعلام می‌دارند.

### منابع مورد استفاده

- خواجه‌پور، م.ر.، ۱۳۷۹. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۱۲ صفحه.
- کوچکی، ع.، حسینی، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۰. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد، ۵۶۰ صفحه.
- زهتاب سلماسی، س.، جوانشیر، ع.، امیدبگی، ر.، آبیاری، ه.، قاسمی گلعدانی، ک. و افشار، ج.، ۱۳۸۲. اثر تاریخ کاشت و حذف آبیاری بر روی میزان اسانس و آنتول در گیاه دارویی اینسون (*Pimpinella anisum* L.). مجله دانش کشاورزی دانشگاه تبریز، ۱۳(۲): ۵۶-۴۷.
- Agha, E.A., 1994. Effect of some environmental and soil factors on growth and oil production of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Ph.D thesis, Faculty of Agriculture, Ain-Shams University, Egypt.
- Ashraf, M., Qasim, A. and Zafar, I., 2006. Effect of nitrogen application rate on the content and composition of oil, essential oil and minerals of cumin (*Nigella sativa* L.) seeds. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(6): 871-876.
- Charles, D.J., Simon, J.E., Shock, C.C., G. Feibert, E.B. and Smith, R.M., 1993. Effect of water stress and post-harvest handling on artemisinin content in the leaves of *Artemisia annua* L., 628-631, In; Janick, J. and Simon, J.E. (eds.), New Crops, Wiley, New York, 781p.
- Charles, D.J., Joly, R.J. and Simon, J.E., 1990. Effects of osmotic stress on the essential oil content and composition of peppermint. Phytochemistry, 29: 2837-2840.

یافته‌های Meawad و همکاران (۱۹۹۴) است. این محققان بر تأثیر مثبت نیتروژن و فسفر روی درصد کامازولن در اسانس بابونه اشاره دارند. یافته‌های Emongor و همکاران (۲۰۰۸) حکایت از آن دارد که افزایش نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار مقدار کامازولن را ۸/۶٪ فزونی می‌بخشد، در حالیکه با بالا رفتن مقدار نیتروژن به ۱۵۰ کیلوگرم این رقم به ۷/۴۵٪ اُفت پیدا می‌کند. افزایش در مقدار کامازولن، فارنزن و اسپیرو اتر در ترکیب اسانس بابونه با افزایش نیتروژن مصرفی از ۵۰ به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار را می‌توان به کاهش بیسابولول اکسید A و بیسابولول اکسید B نسبت داد، همان‌طوری که Emongor و همکاران (۲۰۰۸) نیز بر آن تأکید دارند. این محققان بیان می‌دارند که بیوستنز ترپنهای هیدروکربنه اصلی در اسانس بابونه شامل کامازولن و فارنزن با ترپنهای اکسیژن‌دار شامل بیسابولول اکسید A و بیسابولول اکسید B اثر آنتاگونیستی دارد. Mr-lianova و Ferklova (۱۹۸۳) به نتایج مشابهی در ارتباط با درصد بیسابولول اکسید A و بیسابولول اکسید B در این تحقیق دست یافته‌اند. این محققان خاطر نشان کردند که مجموع بیسابولول اکسید A و بیسابولول اکسید B در ترکیب اسانس بابونه بیش از ۵۰٪ است. این امر می‌تواند ناشی از این حقیقت باشد که بیوستنز بیسابولول اکسید A و بیسابولول اکسید B توسط ژنهای غالب کنترل می‌شود (Franz, 1982).

با توجه به نتایج بدست آمده توصیه می‌شود که در کشت بابونه در منطقه و سایر مناطق مشابه، به منظور بهبود کمیت و کیفیت اسانس بابونه آبیاری این گیاه بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک انجام شده و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن) در دو

- Moore, T.C., 1979. Biochemistry and Physiology of Plant Hormones. Springer Verlag Inc., New York, USA, 259p.
- Mr-lianova, M. and Ferklova, M., 1983. Content of bisaboloxides in flower heads of *Matricaria chamomilla* L. Journal of Farm Husbandry, 52: 257-266.
- Omidbaigi, R., Hassani, A. and Sefidkon, F., 2003. Essential oil content and composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) at different irrigation regimes. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 6: 104-108.
- Pirzad, A., Alyari, H., Shakiba, M.R., 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.
- Ram, M., Ram, D. and Singh, M.M., 1995. Irrigation and nitrogen requirement of Bergamot mint on a sandy loam soil under sub-tropical conditions. Journal of Horticultural Science, 27: 45-54.
- Reffat, A.M. and Saleh, M.M., 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.
- Riaz, P., Surendra, S. and Harting, H., 2007. Effect of irrigation intervals and splitted nitrogen on carvone content of *Anethum graveolense* L. grown in semi arid region. Journal of Horticulture Environment Biotechnology, 41(4): 25-30.
- Singh, M., 1999. Effect of soil moisture regime, nitrogen and modified urea materials on yield and quality of geranium (*Pelargonium graveolens*) grown on alfisols. Journal of Agricultural Science, 133: 203-207.
- Singh, M., Risch, S. and Shirvani, M.M., 2007. Effect of soil moisture regime, nitrogen and modified urea materials on phenology, yield and quality of *Matricaria chamomilla*. Journal of Agricultural Science, 119: 11-16.
- Surendra, K., Choudhary, G.R. and Chaudhari, A.C., 2002. Effects of nitrogen and biofertilizers on the yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Annals of Agricultural Research, 4: 634-637.
- Clarck, R.J. and Menary, R.C., 1999. The effect of irrigation and nitrogen on yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita* L.). Australian Journal of Agricultural Research, 31(3): 489-498.
- Diatloff, E., 1990. Effects of applied nitrogen fertilizer on the chemical composition of the essential oil of three *Leptospermum* spp. Australian Journal of Experimental Agriculture, 30(5): 681-685.
- Emongor, V.E., Chweya, J.A. and Munavu, R.M., 2008. Effect of nitrogen and phosphorus on the essential oil yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) flowers. Research Report, Crop Science Department, University of Nairobi, Kenya.
- Franz, C., 1982. Genetic, ontogenetic and environmental variability of the constituents of chamomile oil from *Chamomilla recutita*. Acta Horticulture, 74: 299-317.
- Gershenzon, J., 1984. Phytochemical Adaptations to Stress. 121-140, In: Timmerman, B.N., Steelnik, C. and Loewus, F.A., (eds.), Recent Advances in Phytochemistry. Vol. 18, Plenum Press, New York, 209p.
- Hopkins, W.G., 1995. Introduction to Plant Physiology. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 464p.
- Hornok, L., 1996. Essential oil of *Matricaria chamomilla* is affected by irrigation regime and nitrogen in two cultivars. Journal of American Society of Horticultural Science, 13: 169-175.
- Hornok, L., 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plants. Academic Publ., Budapest, 221p.
- Hunsigi, J. and Nath, P., 2007. Phenology and yield of Marygold (*Calendula officinalis* L.) affected by irrigation rate and urea application. Indian Journal of Agronomy, 19(3): 21-27.
- Libster, M., 2008. Delmar's Integrative Herb Guide for Nurses. Oxford University Press, 408p.
- Loomis, W.D., 1967. Biosynthesis and metabolism of monoterpenes. 59-82, In: Pridham, J.B. (ed.), Terpenoids in Plants. Academic Press, New York, 193p.
- Meawad, A.A., Awad, A.E. and Afify, A., 1994. The combined effect on N-fertilization and some growth regulators on chamomile plants. Acta Horticulture, 144: 123-134.

## Effect of irrigation time and nitrogen fertilizer on growth period and chamazulene content of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in cold and semi-arid region

B. Mirshekari<sup>1</sup>

1- Department of Agronomy and plant breeding, Faculty of Agriculture Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran  
E-mail: Mirshekari@iaut.ac.ir

Received: September 2009

Revised: September 2010

Accepted: September 2010

### Abstract

In order to study the effects of irrigation time and nitrogen fertilizer on growth period, essential oil and chamazulene yield of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), Bodegold variety, an experiment was conducted in a cold and semi-arid region, Tabriz, Iran, as split factorial with irrigation times (after 60, 120, 180 mm evaporation from pan), urea rates (50, 100, 150 kg ha<sup>-1</sup>, equivalent with 23, 46 and 69 kg ha<sup>-1</sup> pure nitrogen) and urea splitting (100% in planting time, equally in planting and stem elongation stages, 25%:50%: 25% in planting, stem elongation and early flowering stages). Analysis of flower essential oil was done by GC/MS. Results showed that emergence of flower bud in treatments irrigated after 180 and 60 mm evaporation from pan, happened after 70 and 78 days respectively. Increasing of urea application delayed full flowering of chamomile. Delay in irrigation from 60 to 120 mm evaporation reduced dry flower yield up to 2.3%. Application of nitrogen fertilizer at two stages of planting and stem elongation increased flower yield up to 351 kg ha<sup>-1</sup>. Shoot dry weight of chamomile increased from 76 g m<sup>-2</sup> in the third level of irrigation to 126 g m<sup>-2</sup> in average of first and second levels of irrigation. The highest essential oil yield (2.82 l ha<sup>-1</sup>) was obtained when urea was equally applied at planting and stem elongation stages. After applying 50, 100 and 150 kg ha<sup>-1</sup> urea, chamazulene content was respectively calculated as 0.31, 0.44 and 0.36 l ha<sup>-1</sup>. According to the results, for chamomile cultivation in this region and also other similar areas it is recommended that irrigation is done after 120 mm evaporation from pan and 46 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen is equally applied at planting and stem elongation stages.

**Key words:** evaporation from pan, urea splitting, flower yield, chamazulene, shoot dry weight.