

اثر اسید هیومیک بر ویژگی‌های مورفولوژیک، اجزای عملکرد و اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) تحت تنش کم‌آبیاری

علی فرهادی^۱، ماشاءالله دانشور^{۲*}، حمیدرضا عیسوند^۳ و فرهاد نظریان فیروزآبادی^۴

۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

پست الکترونیک: daneshvarm48@yahoo.com

۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۴- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

تاریخ اصلاح نهایی: شهریور ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات مصرف مقادیر متفاوت کود اسید هیومیک بر ویژگی‌های مورفولوژیک، اجزای عملکرد و عملکرد اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) تحت تنش کم‌آبیاری، پژوهشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل آبیاری در سه سطح (آبیاری پس از ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌عنوان فاکتور اصلی) و مصرف هیومیک اسید در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان فاکتور فرعی) بود. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله آبیاری؛ وزن تر گل، وزن خشک گل، قطر نهج، ارتفاع ساقه و قطر ساقه کاهش معنی‌داری داشت. همچنین با افزایش مقادیر اسید هیومیک در همه سطوح آبیاری، شاخص برداشت گل، وزن خشک ریشه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اسانس، عملکرد کامازولن، غلظت کلروفیل a، b و کل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در مورد شاخص برداشت گل، در تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای اسید هیومیک مشاهده نشد. بیشترین عملکرد بذر در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر و با بکار بردن ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک بدست آمد. بیشترین عملکرد اسانس و کامازولن در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر و استفاده از کود اسید هیومیک به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر، همراه با ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار را برای تولید حداکثر اسانس و کامازولن و همین سطح آبیاری را به‌همراه ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک برای تولید حداکثر بذر پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، اسید هیومیک، تنش کم‌آبیاری، غلظت کلروفیل، اسانس.

مقدمه

با افزایش تقاضای مصرف گیاهان دارویی و محدود بودن منابع طبیعی برای بهره‌برداری و استفاده، تولید و پرورش گیاهان دارویی به صورت عمده و تجاری مورد توجه قرار گرفت. مهمترین فایده کشت و زراعت گیاهان دارویی، جلوگیری از انقراض و نابودی آنها می‌باشد (Jafarnia *et al.*, 2009). بابونه گیاهی علفی یک‌ساله از خانواده گل‌مرکیبان (Asteraceae) می‌باشد. منشأ آن آسیای صغیر گزارش شده است، ولی در شمال و جنوب آمریکا و همچنین در استرالیا می‌روید. بابونه در عرض جغرافیایی ۶۳ تا ۶۴ درجه شمالی در سطح وسیعی روئیده و سرمای زمستان را تحمل می‌کند. گیاه بابونه به میزان وسیع در اغلب نقاط ایران برای درمان بیماری‌های مختلف مصرف می‌شود (Omidbeigei, 2000; Jaimand & Rezaee, 2001). بابونه برای درمان بی‌خوابی، نقرس، سیاتیک، سوءهاضمه و اسهال بکار برده می‌شود و جایگاه ویژه‌ای در معالجه بیماری‌های کودکان مانند نفخ، دردهای دندان و تشنج مربوط به دوران کودکی دارد. با توجه به کاربرد روزافزون گیاهان دارویی، بابونه در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، عطرسازی و تهیه چاشنی‌های غذایی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (Omidbeigei, 2008). خشکی یکی از مهمترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سراسر جهان و شایعترین تنش محیطی است (Abedi & Pakniyat, 2010). تنش خشکی به عنوان مهمترین تنش غیرزیستی نقش مهمی در کاهش عملکرد گیاهان دارویی دارد (Jafarzadeh *et al.*, 2010). بررسی‌ها نشان داده که خشکی و تنش آب به همراه تغییر الگوهای بارندگی و حرارتی یکی از مهمترین فاکتورها در کاهش عملکرد گیاهان دارویی که برای ترکیب مواد مؤثر، به رشد کامل رویشی و زایشی نیاز دارند، تنش خشکی موجب کاهش مواد مؤثر و کیفیت آنها می‌گردد (Lebaschi *et al.*, 2003). در پژوهشی گزارش شد که با وجود افزایش درصد اسانس در بابونه آلمانی، تحت شرایط تنش خشکی عملکرد اسانس

به صورت قابل توجهی کاهش یافت (Pirzad *et al.*, 2006). 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 است بعد از برداشت اول از بین بروند (Franke & Schilcher, 2005). ترکیب‌های هوموسی به صورت غیرمستقیم از طریق فراهم آوردن عناصر معدنی پرمصرف و کم مصرف برای ریشه، بهبود ساختار خاک، افزایش نفوذپذیری بستر به آب و هوا، افزایش جمعیت میکروبی خاک و میکروارگانیسم‌های مفید، افزایش اسیدپایه بستر یا محلول، ظرفیت تبادل کاتیونی و توانایی بافر کردن غذایی، فراهم کردن بعضی مواد خاص برای ریشه گیاه مانند نوکلئیک اسیدها، استامیدها و فراهم آوردن هیومیک و فولویک اسیدها به عنوان ناقلان عناصر کم مصرف و سایر فاکتورهای رشد، حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهند (Chen & Aviad, 1990; Sharif *et al.*, 2002). تأثیر اسید هیومیک روی عملکرد و جذب عناصر پرمصرف در نخود، نشان داد که جذب عناصر پرمصرف فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم افزایش یافته و باعث ۲۹٪ افزایش عملکرد شده است (Saki Nejad *et al.*, 2011). نتایج تأثیر اسید هیومیک روی رشد ریشه و پنجه‌ها در گندم نشان داد که نسبت ریشه به سطح برگ افزایش یافته است (Tahir *et al.*, 2011). Azizi و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که افزایش مصرف کودهای آلی باعث بهبود معنی‌دار صفات ارتفاع بوته، زود گلدهی، طول و قطر نهنج و عملکرد گل بابونه گردید. با توجه به اینکه تمرکز بیشتر پژوهش‌های انجام شده بر محصولاتی مانند غلات و حبوبات می‌باشد و به محصولات دارویی کمتر توجه می‌شود، از این‌رو در این تحقیق به بابونه به عنوان یک گیاه دارویی پرداخته شده است. با توجه به اینکه تمایل به گیاهان دارویی می‌تواند یکی از اهداف بلندمدت در کشاورزی امروز کشور باشد، بنابراین اثر اسید هیومیک بر ویژگی‌های مورفولوژیک، اجزای عملکرد و اسانس بابونه آلمانی تحت تنش کم‌آبایی به عنوان هدف این پژوهش در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

توزیع کودهای نیتروژن (۵۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره و فسفر (۲۵ کیلوگرم در هکتار) از منبع سوپرفسفات تریپل براساس توصیه کودی منتج از تجزیه خاک محل آزمایش انجام شد. پس از استقرار بوته‌ها در خاک (مرحله روزت) تیمارهای آبیاری اعمال شدند. میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌طور روزانه اندازه‌گیری و آبیاری هر تیمار پس از رسیدن میزان تبخیر تجمعی به مقدار مورد نظر انجام شد. تیمار استفاده از اسید هیومیک قبل از کشت اعمال شد. برای رسیدن به تراکم مناسب (فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر) عملیات تنک کردن در مرحله ۳-۴ برگی انجام شد. مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

این پژوهش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی عبارت‌اند از سطوح آبیاری شامل: آبیاری پس از ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌عنوان فاکتور اصلی و سطوح مختلف کاربرد کود هیومیک اسید شامل: ۰، ۵ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان فاکتور فرعی. پس از انجام عملیات خاک‌ورزی و پیاده کردن نقشه طرح، بذرها در کرت‌هایی به طول ۴ متر و عرض ۱/۸۰ متر که شامل ۶ ردیف بودند، کشت شدند. فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف‌ها ۱۰ سانتی‌متر بود.

جدول ۱- برخی از خصوصیات خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	درصد ازت	درصد کربن آلی	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	pH	EC (mmhos/cm)	بافت خاک
۰-۳۰	۰/۰۸	۰/۷۹	۸	۲۳۰	۷/۶	۶/۶	۰/۸	۰/۶۸	۷/۷	۰/۶۱	S.C.L لوم رسی شنی

داشت. پس از حرارت دادن هیتر را خاموش کرده و اسانس حاصل در ظروف شیشه‌ای با استفاده از فویل آلومینیومی پیچیده شده و در یخچال نگهداری شد (Omidbeigi & Hasani Malayeri, 2007). برای تعیین میزان کامازولن، مقدار ۰/۳ گرم اسانس استخراج شده از طریق تقطیر با آب با حلال دی‌کلرومتان به یک بالن ژوژه ۱۰ میلی‌لیتری منتقل و به حجم رسانده شد. در ادامه عدد جذب محلول تهیه شده در طول موج ۶۰۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت گردید (این عدد باید بین ۰/۱ تا ۰/۸ باشد، در غیر این صورت باید محلول تهیه شده به نسبت ۱ به ۱۰ غلیظ یا رقیق شده و دوباره عدد جذب قرائت شود). لازم به یادآوری است نخست دستگاه با دی‌کلرومتان خالص کالیبره شد. آنگاه پس از قرائت جذب، درصد کامازولن در اسانس با رابطه زیر محاسبه شد:

برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک گیاه شامل ارتفاع ساقه، قطر نهج، قطر ساقه، عملکرد زیست‌توده، وزن خشک ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی، وزن تر گل، وزن خشک گل و عملکرد بذر در گل از هر کرت ۱۰ بوته (۰/۳ مترمربع) به‌صورت تصادفی انتخاب شد. با توجه به اینکه گل‌های بابونه در طول بازه زمانی ۳ تا ۵ هفته برداشت می‌شوند، از این‌رو برداشت گلها در قالب ۳ چین در زمان باز شدن کامل گلها انجام شد. به‌منظور تهیه اسانس، گلهای هر کرت به‌صورت جداگانه برداشت و پس از خشک شدن آسیاب گردید. مقدار ۱۰۰ گرم از گل‌های آسیاب شده هر کرت آزمایشی را در بالن دستگاه تقطیر کلونجر (Clevenger) ریخته و میزان ۱۰۰۰ cc آب مقطر به آن اضافه شد و بعد روی هیتر قرار گرفت. حرارت دادن در دمای ۶۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت ادامه

بابونه کاملاً توسعه یافته و در زمان ۸۰٪ گلدهی، خرد و در یک هاون چینی به همراه ۵ میلی لیتر استون ۸۰٪، در محیط تاریک و خنک ساییده خواهد شد تا به صورت توده همگنی درآید. میزان جذب مخلوط بدست آمده، پس از صاف کردن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج های ۶۴۶ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد. غلظت کلروفیل های a، b و کل با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (Lichtenthaler, 1987).

کلروفیل b + کلروفیل a = کلروفیل کل (میلی گرم در گرم وزن تر)

کلروفیل a (میلی گرم در گرم وزن تر) = $(OD663 \times 12/25) - (OD646 \times 2/79)$

کلروفیل b (میلی گرم در گرم وزن تر) = $(OD646 \times 21/21) - (OD663 \times 5/1)$

قطر نهنج در سطح احتمال ۵٪ داشته است (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری در جدول ۳ نشان داد که بیشترین میزان وزن تر گل (۱۴۷۹ کیلوگرم در هکتار)، وزن خشک گل (۳۹۴/۷۸ کیلوگرم در هکتار) و قطر نهنج (۶/۰۴ میلی متر) مربوط به تیمار آبیاری پس از ۳۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر و کمترین مقدار وزن تر گل (۵۷۹/۳۳ کیلوگرم در هکتار)، وزن خشک گل (۱۶۰/۳۳ کیلوگرم در هکتار) و همین طور قطر نهنج (۵/۲۲ میلی متر) مربوط به تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی متر تبخیر از تشت تبخیر بود.

میزان جذب در طول موج $(100 \times 10 \times 100) =$ درصد کامازولن $[(420 \times 1000) / (603 \times 184/3)] \times 100$ نانومتر

در این فرمول عدد ۱۰۰، وزن گل خشک برای اسانس گیری، عدد ۱۰، حجم محلول حلال و اسانس، عدد ۱۸۴/۳، وزن مولکولی کامازولن، عدد ۴۲۰، ثابت جذب مولار کامازولن، عدد ۱۰۰۰، ضریب ثابت برای تبدیل واحدها می باشند (Committee IHP, 2002).

برای تعیین مقدار کلروفیل برگ، ۰/۲۵ گرم برگ تازه

در روابط بالا OD663 و OD645 به ترتیب میزان جذب در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر می باشند. برای تجزیه و تحلیل داده ها نرم افزار آماری SAS بکار رفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح ۵٪ و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج

وزن تر و خشک گل و قطر نهنج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار زمان آبیاری اثر معنی داری بر صفات وزن تر و خشک گل و همچنین

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات تعدادی از صفات مورفولوژیک بابونه تحت تأثیر اسید هیومیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر گل	وزن خشک گل	قطر نهنج	ارتفاع ساقه	قطر ساقه
تکرار (R)	۲	۳۲۰۹۰/۷۴	۳۸۰۰/۹۶	۰/۰۵	۴۱/۸۲	۰/۷۷
آبیاری (I)	۲	۳۶۴۸۱۷۰/۳۰*	۲۴۷۶۱۴/۵۲*	۱/۵۳*	۱۶۲/۲۱**	۱/۸۸*
خطای اصلی	۴	۹۷۰۶۸۹/۴۸	۶۴۵۶۵/۵۶	۰/۲۱	۷۹/۹۴	۲/۹۱
اسید هیومیک (H)	۲	۳۰۵۹۰/۵۲ns	۳۵۹/۴۱ns	۰/۶۴ ns	۲۰/۲۵ns	۰/۵۲ns
H×I	۴	۱۵۸۱۰۶/۳۷ns	۱۸۲۵۵/۰۴ns	۰/۶۲ns	۲۷/۸۴ns	۱/۶۸ns
خطای فرعی	۱۲	۷۰۲۸۷۵/۱۱	۴۰۷۹۴/۱۵	۰/۱۰	۸/۵۷	۰/۴۷
ضریب تغییرات		۲۳/۲۸	۲۶/۶۴	۸/۲۳	۸/۶۲	۱۵/۲۹

ns، * و **؛ به ترتیب نشان دهنده غیر معنی داری و تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ و ۵٪ می باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین تعدادی از صفات مورفولوژیک بابونه تحت تأثیر تنش کم آبیاری

قطر ساقه (mm)	ارتفاع ساقه (cm)	قطر نهج (mm)	وزن خشک گل (kg/h)	وزن تر گل (kg/h)	سطوح آبیاری
۳/۵۹a	۳۲/۸۵a	۶/۰۴a	۳۹۴/۷۸a	۱۴۷۹/۰۰a	آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر
۳/۰۷b	۳۰/۰۴b	۵/۵۲b	۲۷۰/۷۸b	۱۰۶۰/۴۴b	آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر
۳/۰۰b	۲۶/۸۵c	۵/۲۲c	۱۶۰/۳۳c	۵۷۹/۳۳c	آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ هستند.

ارتفاع ساقه

آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر از تنش تبخیر و کمترین قطر ساقه نیز (۳ میلی‌متر) مربوط به تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تنش تبخیر بود (جدول ۳).

با توجه به جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار زمان آبیاری در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر صفت ارتفاع ساقه داشته است. براساس مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری بیشترین میزان ارتفاع ساقه (۳۲/۸۵ سانتی‌متر) مربوط به تیمار آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر از تنش تبخیر و کمترین ارتفاع ساقه (۲۶/۸۵ سانتی‌متر) در تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تنش تبخیر مشاهده شد (جدول ۳).

شاخص برداشت گل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک در سطح احتمال ۵٪ اثر معنی‌داری بر صفت شاخص برداشت گل داشته است (جدول ۴). با توجه به مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک میزان شاخص برداشت گل در آبیاری پس از ۳۰ و ۶۰ میلی‌متر تبخیر با افزایش مقدار اسید هیومیک افزایش یافت ولی در تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف اسید هیومیک مشاهده نشد (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان داد که تیمار زمان آبیاری در سطح احتمال ۵٪ اثر معنی‌داری بر صفت قطر ساقه داشته است. مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری نشان داد که بیشترین میزان قطر ساقه (۳/۵۹ میلی‌متر) مربوط به تیمار

قطر ساقه

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و عملکرد بابونه تحت تأثیر اسید هیومیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت گل	بذر در گل	وزن خشک ریشه	عملکرد بیولوژیک	ریشه بر اندام هوایی
تکرار (R)	۲	۳۹/۴۳	۰/۰۰۰۰۰۰۲	۴۲۸۴/۶۷	۲۱۳۶۹۸/۷۴	۰/۰۰۷
آبیاری (I)	۲	۱۲۸۲/۶۸	۰/۰۰۱۶۱۹**	۴۸۲۰/۶۷*	۳۵۶۸۷۸۲/۵۲*	۰/۱۲۰*
خطای اصلی	۴	۹۳۵/۵۳	۰/۰۰۰۰۹۶	۹۲۳۲/۰۰	۷۹۸۹۹۶/۵۹	۰/۰۲۰
اسید هیومیک (H)	۲	۹۰/۲۱	۰/۰۰۰۱۵۶**	۱۰۰۱۶/۶۷*	۷۳۶۸۲/۳۰	۰/۰۲۹**
H×I	۴	۱۱۳۲/۴۵*	۰/۰۰۱۷۸۵**	۶۸۵۹۱/۳۳**	۳۹۱۳۸۲۱/۰۴**	۰/۰۶۱**
خطای فرعی	۱۲	۶۴۳/۳۳	۰/۰۰۰۰۴۲	۷۵۷/۳۳	۶۰۰۳۷۱/۳۳	۰/۰۲۰
ضریب تغییرات		۳۴/۳۲	۵/۷۲	۱۱/۵۷	۱۸/۸۹	۱۷/۱۴

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌داری و تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۵٪ می‌باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و عملکرد بابونه تحت تأثیر اسید هیومیک و تنش کم آبیاری

سطح آبیاری	مقدار اسید هیومیک (kg/h)	شاخص برداشت گل	بذر در گل (gr)	وزن خشک ریشه (kg/h)	عملکرد بیولوژیک (kg/h)	ریشه بر اندام هوایی
	۰	۲۴/۰۹b	۰/۰۴۲c	۱۸۳b	۱۰۴۱/۶۷c	۰/۱۸a
پس از ۳۰ میلی متر تبخیر	۵	۱۹/۱۹b	۰/۰۵۴b	۱۹۳b	۱۷۲۳/۳۳b	۰/۱۱b
	۱۰	۳۵/۲۶a	۰/۰۶۵ a	۲۹۰a	۲۳۲۷/۳۳a	۰/۱۲b
	۰	۲۱/۳۲ c	۰/۰۴۶c	۱۴۴ c	۶۰۰ b	۰/۲۴b
پس از ۶۰ میلی متر تبخیر	۵	۳۷/۱۵b	۰/۰۷۱a	۲۸۳b	۶۵۷b	۰/۴۳a
	۱۰	۴۳/۳۳a	۰/۰۵۲b	۳۰۸a	۱۴۳۸a	۰/۲۱c
	۰	۱۶/۹۵a	۰/۰۳۴c	۲۰۵b	۷۷۸/۶۷c	۰/۲۶ b
پس از ۹۰ میلی متر تبخیر	۵	۱۹/ ۷۷a	۰/۰۴۴a	۲۸۳a	۹۵۷/۶۷b	۰/۳۰a
	۱۰	۱۴/۴۸a	۰/۰۳۸b	۲۷۳a	۱۱۳۵/۳۳a	۰/۲۴b

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ و ۱٪ هستند.

میزان بذر در گل

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر صفت میزان بذر در گل داشته است. با توجه به جدول ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک نشان داد که در سطح آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین میزان بذر در گل در تیمار کاربرد ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان بذر در گل در سطوح آبیاری پس از ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر در تیمار ۵ کیلوگرم در هکتار کاربرد اسید هیومیک مشاهده شد.

وزن خشک ریشه، عملکرد بیولوژیک و نسبت ریشه به اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر صفات وزن خشک ریشه، عملکرد بیولوژیک و نسبت ریشه به اندام هوایی داشته است (جدول ۴). مقایسه

میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک ریشه در همه سطوح آبیاری در تیمار کاربرد ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار مشاهده شد، البته تفاوت معنی‌داری بین کاربرد ۱۰ کیلوگرم و عدم مصرف اسید هیومیک در سطح آبیاری بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده نشد (جدول ۵). براساس جدول ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک نشان داد که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک در همه تیمارهای آبیاری با استفاده از ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار بدست آمد. با توجه به جدول ۵ بیشترین میزان نسبت ریشه به اندام هوایی در آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر در تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک و در سطوح آبیاری پس از ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر در تیمار کاربرد ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک مشاهده شد.

غلظت کلروفیل کل، کلروفیل a و کلروفیل b

با توجه به جدول ۶ نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک در

سطح آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر حاصل شد، البته میزان کلروفیل a در سطح آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر همراه با استفاده از ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار نیز (۱/۵۳ میلی‌گرم در گرم) بدست آمد (جدول ۷). براساس جدول ۷ حداکثر غلظت کلروفیل b (۱/۹۳ میلی‌گرم در گرم) با استفاده از ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و در سطح آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده شد.

سطح احتمال ۵٪ اثر معنی‌داری بر غلظت کلروفیل کل و کلروفیل a و b داشته است. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک نشان داد که بیشترین محتوای کلروفیل کل، a و b در همه سطوح آبیاری در تیمار کاربرد ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار مشاهده شد (جدول ۷). بیشترین میزان محتوای کلروفیل کل (۳/۴۶ میلی‌گرم در گرم) و کلروفیل a (۱/۵۳ میلی‌گرم در گرم) در تیمار کاربرد ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک و در

جدول ۶- تجزیه واریانس میانگین مربعات غلظت کلروفیل و اسانس بابونه تحت تأثیر اسید هیومیک و تنش کم آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	غلظت کلروفیل b	غلظت کلروفیل a	غلظت کلروفیل کل	عملکرد اسانس	عملکرد کامازولن
تکرار (R)	۲	۰/۰۰۰۰۰۰۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۰۰۰۹۷	۳۲۱۳/۸۵	۶/۴۷
آبیاری (I)	۲	۰/۰۰۰۰۰۰۶۰**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۰۰۲۹	۵۲۲۹۹۳/۸۵**	۲۲۵۱/۷۴**
خطای اصلی	۴	۰/۰۰۰۰۰۰۳۰	۰/۰۰۰۰۰۰۲۲	۰/۰۰۰۰۰۰۹۶	۱۹۶/۸۹	۶۸/۱۸
اسید هیومیک (H)	۲	۰/۰۰۰۰۰۰۱۸۶**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۰۲۲۶**	۱۴۵۸۳۵/۱۹**	۱۹۱/۱۴**
H×I	۴	۰/۰۰۰۰۰۰۳۵۳**	۰/۰۰۰۰۰۰۲۴**	۰/۰۰۰۰۰۰۱۱۲۵**	۷۸۷۷۱/۲۶**	۲۹۳/۹۴**
خطای فرعی	۱۲	۰/۰۰۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲۱	۱۲۷/۹۳	۱۶/۷۱
ضریب تغییرات		۱۷/۸۶	۱۲/۱۹	۱۴/۱۴	۰/۳۳	۱۰/۶۳

ns، * و **: به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌داری و تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۵٪ می‌باشند.

عملکرد اسانس

طبق جدول ۶ نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک در سطح احتمال ۵٪ اثر معنی‌داری بر عملکرد اسانس داشته است. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک نشان داد که بیشترین میزان عملکرد اسانس در هر سه سطح آبیاری با استفاده از ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار بدست آمد (جدول ۷). با توجه به جدول ۷ بیشترین عملکرد اسانس (۱۵۴۷/۶۷ گرم در هکتار) در سطح آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر و با استفاده از اسید هیومیک به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

عملکرد کامازولن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد کامازولن به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل مقادیر متفاوت اسید هیومیک و زمان آبیاری در سطح احتمال ۵٪ قرار گرفت (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و مقادیر متفاوت اسید هیومیک نشان داد که بیشترین میزان عملکرد کامازولن در همه سطوح آبیاری در تیمار کاربرد ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار مشاهده شد. البته در سطح آبیاری پس از ۳۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر تفاوت معنی‌داری در میزان عملکرد کامازولن بین تیمار کاربرد ۵ کیلوگرم و ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک مشاهده نشد (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه میانگین غلظت کلروفیل و اسانس بابونه تحت تأثیر اسید هیومیک و تنش کم آبیاری

عملکرد کامازولن (gr/h)	عملکرد اسانس (gr/h)	غلظت کلروفیل کل (μgr/gr)	غلظت کلروفیل a (μgr/gr)	غلظت کلروفیل b (μgr/gr)	مقدار اسید هیومیک (kg/h)	سطح آبیاری
۸/۱۴b	۱۱۰۷b	۰/۹۱c	۰/۶۱c	۰/۳۰c	۰	پس از ۳۰ میلی متر تبخیر
۱۸/۲۱a	۱۰۹۴/۳۳c	۲/۰۳b	۰/۹۹b	۱/۰۳b	۵	
۱۸/۰۱a	۱۳۴۱/۳۳a	۳/۴۶a	۱/۵۳a	۱/۹۳a	۱۰	
۳۳/۴۴b	۱۲۹۸/۶۷c	۲/۱b	۱/۱۶b	۰/۹۲a	۰	پس از ۶۰ میلی متر تبخیر
۳۲/۷۷b	۱۳۳۷/۳۳b	۱/۵c	۰/۸۵c	۰/۶۷b	۵	
۳۹/۵۶a	۱۵۴۷/۶۷a	۲/۴a	۱/۵۳a	۰/۸۲a	۱۰	
۱۰/۵۱b	۱۰۴۸c	۱/۵۲b	۱/۱۱b	۰/۴۱c	۰	پس از ۹۰ میلی متر تبخیر
۲۰/۳۶a	۱۰۵۴/۶۷b	۱/۴۲b	۰/۹۱c	۰/۵۷b	۵	
۲۰/۷۸a	۱۰۷۰/۳۳a	۲/۶۴a	۱/۳۶a	۱/۳a	۱۰	

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ و ۱٪ هستند.

نتایج بدست آمده در این پژوهش اسید هیومیک با افزایش رشد ریشه باعث افزایش قدرت گیاه برای جذب آب، به‌ویژه در شرایط تنش خشکی می‌شود و از این طریق بر ویژگی‌های گیاه از جمله شاخص برداشت گل، عملکرد بیولوژیک، وزن خشک ریشه، غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، عملکرد اسانس و کامازولن اثر مطلوب می‌گذارد. ترکیب‌های هوموسی به‌صورت غیرمستقیم از طریق فراهم آوردن عناصر معدنی پرمصرف و کم‌مصرف برای ریشه، بهبود ساختار خاک، افزایش نفوذپذیری بستر به آب و هوا، افزایش جمعیت میکروبی خاک و میکروارگانیسم‌های مفید، افزایش اسیدیته بستر یا محلول، ظرفیت تبادل کاتیونی و توانایی بافر کردن غذایی، فراهم کردن بعضی مواد خاص برای ریشه گیاه مانند نوکلئیک اسیدها، استامیدها و فراهم آوردن هیومیک و فولویک اسیدها به‌عنوان ناقلان عناصر کم‌مصرف و سایر فاکتورهای رشد، حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهند (Chen & Aviad, 1990; Sharif et al., 2002). در تحقیقی در کشت گلخانه‌ای فلفل به کمک محلول غذایی دارای اسید هیومیک، ریشه‌ها تا ۵۶٪ بیشتر توسعه یافتند (Karakurt et al., 2009). بررسی تأثیر اسید هیومیک در عملکرد و اجزاء عملکرد گندم، نشان داد که رشد ریشه، ساقه و میزان نیتروژن، میزان کلروفیل و جذب مواد غذایی افزایش یافته و اجزاء عملکرد بیشتر رشد می‌کنند (Sabzevari & Khazaei, 2009). اسید هیومیک با افزایش جذب عناصر غذایی، خواص شبه هورمونی و اثر مثبت بر غشاء سلولی و بهبود نقل و انتقال عناصر غذایی در داخل گیاه، می‌تواند باعث کاهش عوامل تنش‌زا شده و عملکرد را بهبود ببخشد (Chamani et al., 2012).

با توجه به اینکه بایونیه یک گیاه رشد نامحدود است و با در نظر گرفتن اینکه گیاهان در شرایط تنش حجم بیشتری از مواد پرورده را برای تولید اندام‌های زایشی از جمله بذر اختصاص می‌دهند، از این‌رو عملکرد بذر در سطح آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر بیشتر از تولید بذر در تیمار آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر مشاهده شد. در تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر تولید مواد پرورده به شدت

بیشترین عملکرد کامازولن (۳۹/۵۶ گرم در هکتار) با استفاده از اسید هیومیک به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار در سطح آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر بدست آمد (جدول ۷).

بحث

در اثر تنش میزان تورژسانس سلول کاهش و رشد سلول‌ها نیز بر اثر تنش و اثر پدیده پلاسمولیز کمتر شده، در نتیجه میزان رشد اندام‌های مختلف گیاه از جمله نهج کاهش می‌یابد. نتایج این پژوهش با نتایج Ahmadian و همکاران (۲۰۱۱) و همین‌طور Azizi و همکاران (۲۰۰۹) که گزارش کردند با افزایش تنش خشکی، قطر نهج کاهش می‌یابد، مطابقت داشت. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول‌ها به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست. به‌طوری که با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به‌همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچکتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (Ashraf & Foolad, 2007). تنش خشکی منجر به کاهش آماس سلولی شده، به‌طوری که پلاسمولیز سلول‌ها به‌ویژه بافت ساقه و میانگره‌ها موجب کاهش رشد و تقسیم سلولی و در نهایت کاهش طول ساقه می‌شود (Taiz & Zeiger, 2002). فراهمی رطوبت قابل دسترس سبب افزایش توسعه کانوی گیاه شده، در نتیجه انرژی تشعشعی بیشتری جذب گیاه می‌شود که منجر به افزایش اجزای عملکرد در گیاه می‌گردد. همان‌طور که مشاهده شد کمترین عملکرد گل در تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر بدست آمد. البته نتایج این پژوهش با نتایج Pirzad (۲۰۱۲) درباره پاسخ عملکرد گل به تنش خشکی مطابقت نشان داد.

همان‌طور که مشاهده شد بیشترین شاخص برداشت گل در سطح آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر بدست آمد که دلیل آن عملکرد گل بیشتر نسبت به تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر و همچنین عملکرد بیولوژیک کمتر نسبت به سطح آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر بود. با توجه به

منابع مورد استفاده

- Abedi, T. and Pakniyat, H., 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46: 27-34.
- Ahmadian, A., Ghanbari, A. and SIahsar, B., 2011. Effects of drought stress and use of organic fertilizers and inorganic residue on the yield of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Agricultural Ecology*, 3: 383-395.
- Ashraf, M. and Foolad, M.R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.
- Azizi, M., Rezvani, F., Hassanzadeh khayat, M., Lekzian, A. and Nemati, A., 2009. Effects of vermicompost and irrigation on morphological traits and essential oil of chamomile. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1): 82-93.
- Chamani, A., Esmailpour, B., Pourbeyrami, Y., Malekilajayer, H. and Saadati, A., 2012. Effect of thidiazuron and humic acid on the postharvest life of flowers *Alstroemeria* Cv. Knyambh. *Journal of Horticultural Science*, 26(2): 152-147.
- 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.
- Chen, Y. and Aviad, T., 1990. Effects of humic substances on plant growth. *Humic substances in soil and crop sciences*. Soil Science Society America, 161-187.
- Committee IHP. 2002. *Iranian Herbal Pharmacopoeia*. 2: 99-107.
- Franke, R. and Schilcher, H., 2005. *Chamomile Industrial Profiles*. CRC Press, 304p.
- Jafarnia, S., Khosroshahi, S., Safaei-Khoram, M., Zahmatkeshan-Torghabe, A. and Madah-Yazdi, W., 2009. *Culture of Medicinal and Aromatic Plants*. Mashhad of Nashr-e-Sokhan Publication, Mashhad, Iran, 168p.
- Jafarzadeh, L., Omid, H. and Jafari, N., 2010. Effects of water stress on growth, essential oil content and proline content of marigold (*Calendula officinalis* L.). 16th Conference and the 4th International Conference of Biology, Iran, 14-16 September: 1261-1262.
- Jaimand, K. and Rezaee, M.B., 2001. Essential oil and essence oil making equipment. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 9: 105-125.
- Karakurt, Y., Unlu, H. and Padem, H., 2009. The influence of foliar and soli fertilization of humic

کاهش می‌یابد، به همین دلیل تولید بذر نیز به شدت کاهش یافت. همان‌طور که مشاهده گردید بیشترین نسبت ریشه به اندام هوایی در آبیاری پس از ۳۰ میلی‌متر تبخیر در تیمار عدم مصرف اسید هیومیک مشاهده شد که ناشی از کاهش کمتر عملکرد بیولوژیک نسبت به وزن خشک ریشه در این تیمار بود. البته کاهش کمتر وزن خشک ریشه نسبت به عملکرد بیولوژیک در سطوح آبیاری پس از ۶۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر، در تیمار کاربرد ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک دلیل مشاهده بیشترین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در این تیمارها بود.

بیشتر شدن عملکرد اسانس و کامازولن در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به تیمار آبیاری پس از ۹۰ و ۳۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب به دلیل بیشتر بودن عملکرد گل و بیشتر بودن درصد اسانس و کامازولن تولیدی (به ترتیب ۰/۷۴ و ۳/۰۵) بود که به دلیل اختصار از ذکر این نتایج پرهیز شده است) در سطح آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر می‌باشد. طی پژوهشی Timmerman و همکاران (۱۹۸۴) گزارش کردند که تنش نسبی آب تجزیه نشاسته و پروتئین‌ها را در جهت تولید اسانس روغنی در برخی از گیاهان دارویی تحریک می‌کند. افزایش عملکرد اسانس در اثر تنش نسبی آب می‌تواند به دلیل بیشتر بودن تراکم غده‌های مترشحه اسانس در اثر کاهش سطح برگ ناشی از تنش باشد که موجب تجمع بیشتر اسانس می‌شود (Charles *et al.*, 1990). این اتفاق در مورد نهج بابونه نیز صدق می‌کند، یعنی با کاهش قطر نهج تراکم غدد ترشح‌کننده اسانس بیشتر شده است. با توجه به اینکه کاربرد اسید هیومیک باعث تعدیل اثرات تنش می‌شود (Chamani *et al.*, 2012) بیشترین عملکرد اسانس و کامازولن در تیمار کاربرد ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار مشاهده شد.

با توجه به نتایج بدست‌آمده می‌توان آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر، همراه با کاربرد ۱۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار را برای تولید حداکثر اسانس و کامازولن و همین سطح آبیاری به همراه استفاده از ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک را برای تولید حداکثر بذر پیشنهاد داد.

- Pirzad, A.R., 2012. Effect of water stress on essential oil yield and storage capability of *Matricaria chamomilla* L. Journal of Medicinal Plants Research, 6(27): 4394-4400.
- Sabzevari, S. and Khazaei, H.R., 2009. The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology, 1(2): 53-63.
- Saki Nejad, T., Hossaini, S. M. and Hyvari, M., 2011. Calculate changes of bean germination process in the presence of various compounds of biological fertilizer humic acid mixed with micro and macro elements. Journal of American Science, 7(6): 10-14.
- Sharif, M., Khattak, R.A. and Sarir, M., 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33: 3567-3580.
- Tahir, M.M., Khurshid, M., Khan, M.Z., Abbasi, M.K. and Kazmi, M.H., 2011. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. Pedosphere, 21: 124-131.
- Taiz, L. and Zeiger, E., 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates Publishers, Sunderland, 674p.
- Timmerman, B.N., Steelnik, C. and Loewus, F.A., 1984. Phytochemical Adaptations to Stress. Plenum Press, New York, 209p.
- acid on yield and quality of pepper. Plant Soli Science, 59(3): 233-237.
- Lebaschi, M.H., Sharifi Ashourabadi, E. and Mazaheri, D., 2003. Fluctuation of hypericin under water deficit. Agronomy and Horticulture, 16(58): 44-51.
- Lichtenthaler, H.K., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350-382.
- Omidbeigei, R. and Hasani Malayeri, S., 2007. A study of the effects of nitrogen and plant density on the productivity of feverfew (*Tanacetum parthenium* L.) cv. Zardband. Iranian Journal of Agricultural Sciences (Agronomy and Crop Biotechnology), 38(2): 303-309.
- Omidbeigei, R., 2000. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 2). Astan Qods Razavi Publications, Mashhad, 440p.
- Omidbeigei, R., 2008. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 3). Astane Qods Razavi Publications. Mashhad, 400p.
- 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.

Effects of humic acid on morpho-physiological characteristics, yield components and essential oil of *Matricaria chamomilla* L. under water deficit stress

A. Farhadi¹, M. Daneshvar^{2*}, H.R. Eisvand³ and F. Nazarian Firoozabadi³

1- Ph.D Student of Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

2*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran, E-mail: daneshvarm48@yahoo.com

3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Received: May 2017

Revised: September 2017

Accepted: December 2017

Abstract

In order to study the effects of different amounts of humic acid fertilizer on morphological characteristics, yield components and essential oil yield of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under low irrigation stress, a research was carried out in the Agricultural Research Farm of Lorestan University during 2016-2017. The experiment was conducted in a split plot based on randomized complete block design with three replications. The experimental factors included irrigation at three levels (irrigation after 30, 60 and 90 mm evaporation from class A evaporation pan as the main factor) and consumption of humic acid at three levels (0, 5 and 10 kg /ha as sub factor). The results showed that with increasing irrigation interval, the flower fresh weight, flower dry weight, receptacle diameter, stem height and stem diameter were significantly decreased. With increasing levels of humic acid, flower harvest index, root dry weight, biological yield, essential oil yield, chamazulene yield, chlorophyll content (a, b and total) showed significant increase at all irrigation levels. In the case of flower harvest index, there was no significant difference in irrigation after 90 mm evaporation in humic acid treatments. The highest seed yield was obtained in irrigation after 60 mm evaporation and using 5 kg/ha humic acid. The highest yield of essential oil and chamazulene was obtained in irrigation after 60 mm evaporation and using humic acid at a rate of 10 kg/ha. According to the results, irrigation after 60 mm evaporation with 10 kg of humic acid per hectare is suggested for the production of maximum essential oil and chamazulene. As well, the same irrigation level with 5 kg/ha humic acid could be recommended to produce maximum seed yield.

Keywords: *Matricaria chamomilla* L., humic acid, water deficit stress, chlorophyll content, essential oil.