نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۱ / بهار ۱۳۹۸

ارتباط محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و دفعات برداشت با عملکرد و کیفیت بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)

شهلا مشایخی[۱]، علیرضا ابدالی مشهدی[۲*]، عبدالمهدی بخشنده[۳]، امین لطفی جلال آبادی[۴]، سید منصور سیدنژاد[۵]

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۰

۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان،
۲- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۳--استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۴--استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۵-استاد، دانشگاه شهید چمران اهواز
*مسئول مکاتبه: Email: alirezaabdali@asnrukh.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و دفعات برداشت بر خصوصیات مورفولوژیک و اسانس بابونه آلمانی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۴ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه آزمایشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به اجرا در آمد. عوامل آزمایش، چهار سطح اسیدهیومیک شامل عدم کاربرد، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر و چهار سطح اسیدسالیسیلیک شامل عدم کاربرد، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار در مرحله‌ی رشد رویشی و اوایل گل‌دهی و دفعات برداشت گل، شامل یک بار برداشت و سه بار برداشت (بعد از ۲۰ درصد گل‌دهی به فواصل زمانی ۱۰ روز) بود. نتایج نشان داد بیش‌ترین تعداد گل (۸۷/۶ عدد) در تیمار سه بار برداشت به‌دست آمد که نسبت به‌یکبار برداشت ۴۵ درصد افزایش داشت. همچنین در تیمارهای دارای اسید هیومیک در شرایط سه بار برداشت در مقایسه با یکبار برداشت، عملکرد گل افزایشی حدود ۷۰ درصد نشان داد. استفاده از اسیدسالیسیلیک (۴۰۰ میکرومولار) و اسیدهیومیک (۶۰۰ میلی گرم در لیتر) موجب افزایش ۱۸ و ۳۸ درصدی در تعداد گل نسبت به تیمار عدم کاربرد آنها شد. در مجموع بهترین تیمار جهت حصول بالاترین عملکرد گل، محتوا و عملکرد اسانس مربوط به ترکیب تیماری ۴۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک همراه با سطوح ۴۰۰ یا ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک طی سه برداشت بود که افزایش معنی‌دار و قابل توجهی را نسبت به شاهد در صفات مورد اشاره نشان داد.

واژه های کلیدی: ، اسانس، تعداد گل، رشد رویشی، شاخص برداشت، عملکرد گل

Rwlationship of Salicylic acid and Humic Acid Foliar Spray and Harvesting Times with yield and Quality of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.)

Shahla Mashayekhi[1], Alireza Abdali Mashhadi[2*], Abdolmahdi Bakhshandeh[3], Amin Lotfi Jalal Abadi[4], Seyyed Mansour Seyyed Nejad[5]

Received: June 2, 2018 Accepted: December 1, 2018
1-PhD Student, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran.
2-Assoc. Prof., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran.
3-Prof., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran.
4- Assist. Prof., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran.
5- Prof.**,** Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran.
*Corresponding Author Email: alirezaabdali@asnrukh.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of salicylic acid, humic acid and harvesting numbers on morphological characteristics and essential oil of German chamomile, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in agricultural sciences and natural resources university of Khuzestan in 2015. The treatments consisted of four levels of humic acid (control, 200, 400 and 600 $mg.L^{-1}$) and four levels of salicylic acid (control, 200, 400 and 600 µM) as foliar application in vegetative growth stage flowering and the flower harvest times including one and three harvest (after 20% flowering at intervals of 10 days). The results showed that the highest number of flowers (87.6) was obtained in three times harvesting and increased by 45% compared to one time harvest. Also, in treatments with humic acid in terms of three harvest, compared to one harvest, the yield increased by 70%. The use of salicylic acid (400 µM) and humic acid (600 $mg.L^{-1}$) resulted in an increase of 18% and 38% in the number of flowers compared to control treatment. In addition, the best treatment for the highest flower yield, essential oil content and yield was related to 400 mg salicylic acid with 400 or 600 $mg.L^{-1}$ humic acid in three times harvesting, which showed significant and considerable increase compared to control in these traits.

Keywords: Essential Oil, Flower Number, Flower Yield, Harvest Index, Vegetative Growth

مقدمه

امروزه گیاهان دارویی به دلایل مختلف از جمله کمتر بودن عوارض جانبی و اثرات درمانی متعدد، بیشتر از گذشته مورد توجه مردم و متخصصان قرار گرفته‌اند. بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) گیاهی داروئی و سرشار از ترکیب‌های فعال زیستی است.

بابونه در پزشکی بیشتر به دلیل اثرات ضد التهابی، ضد عفونی کنندگی و ضد اسپاسم آن مورد استفاده قرار گرفته است (مولنار و همکاران ۲۰۱۷). این گیاه یک‌ساله و متعلق به خانواده آستراسه است که به‌صورت تجاری در نقاطی از اروپا، آفریقا، آسیا، آمریکای شمالی و جنوبی و نیوزیلند کشت می‌شود (ربیع و همکاران ۲۰۱۷).

اسید سیالیسیلیک یا اسید اورتو هیدروکسی بنزوئیک، ترکیبی فنلی است که در بسیاری از گیاهان به‌وسیله‌ی سلول‌های ریشه تولید می‌شود و نقشی شبه هورمونی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند (خان و همکاران ۲۰۱۵). اسید سالیسیلیک نقشی محوری در تنظیم فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاهان مانند جوانه‌زنی، رشد و نمو، فرایند فتوسنتز، میزان تنفس، رسیدگی، پاسخ‌های دفاعی و جذب و انتقال یون‌ها داشته و موجب تغییرات در مورفولوژی برگ و ساختار کلروفیل می‌گردد (پوپووا و همکاران ۲۰۰۳ و میورا و تادا ۲۰۱۴). تاثیر اسید سالیسیلیک بر فرایند فتوسنتز به‌وسیله‌ی تاثیر بر روزنه‌ها، رنگیزه‌ها، ساختار کلروپلاست و آنزیم‌های دخیل در مراحل فتوسنتز اعمال می‌گردد (قای ۲۰۰۲). اسید سالیسیلیک در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک و کاهش عوارض تنش نیز موثر است (یاواس و یونای ۲۰۱۶). بررسی‌ها نشان داده که غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک و نیز زمان استفاده از آن، موجب بروز واکنش‌های مختلفی در گیاهان می‌گردد و در گیاهان دارویی می‌تواند به‌عنوان یک الیسیتور (محرک تولید متابولیت‌های ثانویه) نقش ایفا نماید (پاستیروا و همکاران ۲۰۰۴ و علی و همکاران ۲۰۰۷). مطالعه‌ی مظاهری تیرانی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که محلول‌پاشی یک میلی-مولار اسید سالیسیلیک بر برگ‌های کلزا در مرحله‌ی ۴ برگی موجب کاهش آسیب‌های ناشی از تنش خشکی بر همه‌ی صفات قابل اندازه گیری شده بود. کواسیک و همکاران (۲۰۰۹b) نشان دادند استفاده از اسید سالیسیلیک در غلظت ۵۰ میکرومولار با اثرات منفی تنش شوری با قدرت بالایی مقابله می‌کند.

اسید هیومیک بخش عمده‌ای از مواد هیومیک طبیعی است که شامل بسیاری از گروه‌های شیمیایی کربوکسینیل، فنول، کربونیل، هیدروکسیل اتصال یافته با کربن‌های آلیفاتیک یا آروماتیک می‌باشد. این ترکیب، پلیمری طبیعی است که در نتیجه‌ی پوسیدگی مواد هوموسی خاک مانند پیت و لیگنین و سایر منابع طبیعی به‌دست می‌آید (ناردی و همکاران ۲۰۰۲). مواد هیومیک (اسید هومیک) یون‌های مثبت را جذب می کنند و با ریزمغذی‌ها کلات تشکیل می‌دهند و در زمانی که مورد نیاز گیاهان هستند آن‌ها را به آرامی آزاد می‌سازند (اشوار و همکاران ۲۰۱۷). همچنین گزارش‌های زیادی در ارتباط با اثرات مختلف اسیدهیومیک بر روی گیاهان وجود دارد. در آزمایشی کاربرد اسیدهیومیک در جو، اثر تنش شوری ناشی از کلریدسدیم را از طریق کاهش جذب سدیم کاهش داد (جاروساوا و همکاران ۲۰۱۶). در آزمایشی دیگر کاربرد اسیدهیومیک به‌همراه کود اوره عملکرد سیب‌زمینی شیرین را ۲۹/۶ درصد نسبت به کاربرد کود اوره افزایش داد (چن و همکاران ۲۰۱۷). نتایج یک بررسی نشان داد کاربرد غلظت مناسب اسیدهیومیک درصد جوانه‌زنی و رشد دانهال‌های کنجد را افزایش داده است (سوگویر و هاناچی ۲۰۱۷).

در گیاهانی که گل‌دهی تدریجی و مداوم دارند افزایش دفعات برداشت گل می‌تواند عملکرد نهایی را افزایش دهد. علت این امر شاید آن باشد که با برداشت مداوم گل‌ها فرصت لازم به گل‌ها داده نمی‌شود تا فتواسیمیلات‌ها را برای پُر کردن و رسیدگی دانه‌ها جذب و دریافت کنند. لذا با برداشت گل‌ها اسمیلات‌ها به‌جای انتقال به دانه‌ها (به عنوان مهم‌ترین مقصد فیزیولوژیک) صرف تولید گل‌های جدید گردیده و به این ترتیب عملکرد گل و تعداد گل در واحد سطح افزایش می‌یابد. گلدوست جلودار و همکاران (۱۳۹۱) در آزمایشی با حذف گل‌آذین‌های سیب زمینی افزایش در تعداد غده در بوته، وزن غده و عملکرد را مشاهده کردند. همچنین با برداشت گل‌ها، سایه‌اندازی کاهش یافته و امکان نفوذ نور به درون کانوپی بیشتر فراهم گشته و باعث افزایش فرآیند فتوسنتز و عرضه بیشتر اسمیلات می‌گردد. ژائو و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند که حذف تاسل در سویچ گراس (*Panicum virgatum* L.) باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد پنجه و ماده خشک گردید.

با توجه به گسترش روز افزون استفاده از گیاه بابونه آلمانی در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی و اهمیت بهبود روش‌های موثر برویژگی‌های عملکرد و کیفیت آن، در این تحقیق تاثیر استفاده از محلول پاشی اسیدسالیسیلیک، اسیدهیومیک و دفعات مختلف برداشت گل بر صفات مورفولوژیک و اسانس بابونه آلمانی ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک و دفعات برداشت بر گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، آزمایشی در آبان ماه سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. ابتدا زمین مورد نظر شخم (زمین در سال قبل آیش بود) و مراحل آماده‌سازی زمین انجام شد. نمونه‌برداری از سطح خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. به مشخصات خاک در جدول ۱ اشاره شده است. به‌منظور اجرای آزمایش کرت‌هایی به ابعاد ۲ در ۳ متر آماده شد بین هر کرت یک متر فاصله و بین هر تکرار دو متر فاصله در نظر گرفته شد و گیاهان روی ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر کشت شد. در آبان‌ماه جهت کشت بذور، ابتدا در وسط خطوط کاشت شیارهایی سطحی ایجاد و سپس بذور به‌طور یکنواخت درون شیارها قرار داده شده و با لایه نازکی از خاک پوشانده شد. سپس مزرعه آبیاری شد. مراحل بعدی آبیاری نیز بر اساس اطلاعات هواشناسی (جدول ۲) انجام شد. در طول دوره رشد عملیات وجین علف‌های‌هرز به‌صورت دستی انجام و تراکم نهایی ۷۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد و در زمان برداشت با رعایت حاشیه لازم از هر کرت، گل‌های یک مترمربع برداشت شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	مواد آلی	شن	رس	سیلیت	بافت	EC ($dS.m^{-1}$)	درصد مواد آلی خاک	N ٪	P	K	B	Fe	Mn	Zn	Cu
	درصد							$Mg.kg^{-1}$				ppm			
۳۰-۰	۱/۱	۱۶	۵۰	۳۴	رسی سیلتی	۷/۳۲	۱/۱	۰/۰۲۶	۱۸/۳	۱۲۴	۰/۳۶	۱۲	۷/۹	۱/۷۴	۱/۰۸
۶۰-۳۰	۰/۹۸	۲۰	۴۴	۳۶	رسی سیلتی	۹/۹۸	۰/۹۸	۰/۰۱۴	۱۶/۲	۱۴۰	۰/۶۲	۱۸/۲	۹/۴	۳/۱۸	۱/۴

جدول ۲- آمار هواشناسی ایستگاه اهواز در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

ماه	حداقل دما (°C)	حداکثر دما (^{0}C)	بارندگی (mm)	تبخیر (mm)
آذر	۹/۵	۲۰/۸	۵۲/۴	۶۲/۵
دی	۸/۹	۱۸/۶	۷۴/۹	۶۴/۴
بهمن	۸/۶	۲۰/۶	۴/۴	۸۴/۶
اسفند	۱۴/۳	۲۷/۶	۲۷/۴	۱۳۳/۱
فروردین	۱۶	۲۹/۵	۴۰/۸	۲۰۴/۲

آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح اسیدهیومیک (عدم کاربرد، ۲۰۰، ۴۰۰ ، ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) از محصول هیومکس ۸۰ و چهار سطح اسیدسالیسیلیک (عدم کاربرد، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ میکرومولار) به‌صورت محلول‌پاشی در مراحل رشد رویشی و اوایل گل‌دهی و تیمار سوم دفعات برداشت گل، شامل یک بار برداشت و سه بار برداشت

(بعد از ۲۰ درصد گل‌دهی به فواصل زمانی ۱۰ روز) بود. برای ارزیابی واکنش بابونه آلمانی به تیمارهای آزمایش، صفات تعداد گل در بوته، عملکرد خشک گل (کاپیتول و گلبرگ‌ها)، تعداد شاخه در بوته، ارتفاع گیاه، قطر کاپیتول، ضخامت کاپیتول، وزن خشک برگ، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و محتوا و عملکرد اسانس مورد سنجش قرار گرفت. برای اندازه‌گیری صفت ارتفاع گیاه از هر تکرار ۳ گیاه و برای قطر و ارتفاع کاپیتول از هر تکرار ۵ گیاه اندازه‌گیری شدند. گل‌ها در شرایط سایه و با تهویه مناسب طی مدت ۷ روز خشک شدند. استخراج اسانس با استفاده از روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر با استفاده از ۵۰ گرم گل خشک انجام شد و درصد اسانس بصورت وزنی محاسبه گردید (صفایی قمی و همکاران ۲۰۰۹).

جهت انجام تجزیه آماری، ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام و پس از اطمینان از نرمال بودن آن‌ها، تجزیه واریانس انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از روش LSD فیشر در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام گرفت. تمامی تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9.0 و Minitab 17 صورت گرفت.

نتایج

تعداد گل در بوته

تجزیه واریانس تیمارهای مختلف نشان داد اثر تعداد برداشت، اسیدسالیسیلیک و اسیدهیومیک بر صفت تعداد گل در بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد برداشت به‌صورت سه برداشت (۸۷/۶ گل در بوته) به‌طور معنی‌داری بر تعداد گل در بوته نسبت به روش یک برداشت (۶۰/۱ گل در بوته) برتری داشت. اسیدسالیسیلیک نیز تاثیر معنی‌داری بر تعداد گل گذاشت و با افزایش سطح اسیدسالیسیلیک تعداد گل نسبت به تیمار عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک (۶۶ گل در بوته) روند افزایشی داشت و غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرو لیتر بالاترین تعداد گل در بوته را نشان داد. افزایش غلظت اسیدهیومیک باعث افزایش در تعداد گل در بوته شد و بالاترین تعداد گل در بوته در تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۸۳ عدد) و پایین‌ترین تعداد گل در تیمار فاقد اسیدسالیسیلیک (۶۰ عدد) مشاهده شد (جدول ۴).

تعداد شاخه فرعی در بوته

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تاثیر معنی‌دار اثرات اسیدسالیسیلیک و اسیدهیومیک بود و سایر عوامل بر این صفت تاثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک نشان داد بیش‌ترین تعداد شاخه در بوته (۱۶/۸) مربوط به تیمار ۶۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک و کمترین (۱۴/۵) مربوط به تیمار فاقد اسیدسالیسیلیک بود. همچنین غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک بالاترین تعداد شاخه فرعی (۱۶/۳) را نشان داد (جدول ۴).

ارتفاع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اسیدسالیسیلیک و اسیدهیومیک بر این صفت معنی‌دار (در سطح یک درصد) است (جدول ۳). بالاترین و کمترین ارتفاع گیاه به ترتیب در تیمارهای ۴۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک (۹۲/۵ سانتی‌متر) و تیمار عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک (۸۲/۹ سانتی‌متر) مشاهده شد. غلظت‌های ۶۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک موجب افزایش ارتفاع گیاه شد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح مختلف تیمارهای اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و تعداد برداشت

تیمار	سطح	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع (سانتی‌متر)	ضخامت کاپیتول (میلی‌متر)	عملکرد گل خشک (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	محتوای اسانس (درصد)	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و دفعات برداشت بر برخی صفات بابونه آلمانی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد گل در بوته	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع	قطر کاپیتول	ضخامت کاپیتول	وزن خشک برگ	عملکرد بیولوژیک	عملکرد گل خشک	شاخص برداشت	محتوای اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۲۵۶/۵	۵۱	۴/۳	۶/۴	۱/۴	۴۶/۵	۲۳۲۰	۱۱۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۵
تعداد برداشت	۱	۱۸۱۱۹ **	۰/۹۸ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۷ ns	۱۷/۹ ns	۱۱۹۱۳۱ **	۱۲۳۷۸۶ **	۰/۱۸۴ **	۰/۰۴ **	۰/۰۹ **
اسید سالیسیلیک	۳	۷۰۷ **	۲۵ **	۳۶۸ **	۲/۲ **	۲/۴ **	۱۶۸۲ **	۱۲۰۴۶ **	۱۲۹۹ **	۰/۰۰۱ **	۰/۰۸۷ **	۰/۳۷ **
اسید هیومیک	۳	۲۲۸۰ **	۵۶ **	۲۲۰ **	۲/۵ **	۱/۶ **	۲۸۷۳ **	۵۳۴۶۹ **	۱۰۳۶۹ **	۰/۰۰۷ **	۰/۰۴۲ **	۰/۸۹ **
تعداد برداشت × اسیدسالیسیلیک	۳	۴۶ ns	۰/۲ ns	۰/۰۸ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۶ ns	۱۵/۲ ns	۱۷۸ ns	۱۶۵ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۶ns
تعداد برداشت × اسید هیومیک	۳	۶۳ ns	۰/۳ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۱ ns	۱۶/۹ ns	۴۳۴۶ **	۳۴۲۹ **	۰/۰۰۳ **	۰/۰۰۰ ns	۰/۲۰ **
اسیدسالیسیلیک × اسید هیومیک	۹	۲۲ ns	۱۰ ns	۲۴ ns	۰/۴۹ *	۰/۲۳ ns	۳۸۹ **	۱۴۹۴ *	۴۶ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۸ns
تعداد برداشت × سالیسیلیک × هیومیک	۹	۵۰ ns	۰/۰۸ ns	۰/۱۴ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۶ ns	۱۶/۸ ns	۱۵۹ ns	۴۶ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۲ns
خطا	۶۲	۵۳/۵۰۶	۵/۱	۳۲/۸	۰/۲۲	۰/۱۹۷	۸۰/۶	۵۵۲/۹	۱۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (٪)	–	۹/۹	۱۴/۴	۶/۵	۶/۶	۷/۹	۵/۸	۳/۶	۷/۹	۷/۳	۶/۹	۱۰/۶

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

تعداد برداشت	۳ برداشت	a ۸۷/۶	۱۵/۹ a	۸۷/۸ a	۵/۶۲ a	۱۶۴/۱ a	۰/۶۸ a	۰/۲۳ a	۱/۱۳ a
	۱ برداشت	b ۶۰/۱	۱۵/۷ a	۸۷/۷ a	۵/۶۱ a	۹۲/۳ b	۰/۷۲ b	۰/۱۴ b	۰/۶۷ b
اسید سالیسیلیک (میکرومولار)	عدم کاربرد	۶۶ c	۱۴/۵ c	۸۲/۹ c	۵/۱ b	۱۱۹ b	۰/۶۲ d	۰/۱۸۶ b	۰/۷۵ d
	۲۰۰	۷۴ b	۱۵/۴ bc	۸۷/۵ b	۵/۶ a	۱۲۵ b	۰/۷ c	۰/۱۸۹ ab	۰/۸۷ c
	۴۰۰	۷۸ a	۱۶/۴ ab	۹۲/۵ a	۵/۸ a	۱۳۶ a	۰/۷۷ a	۰/۱۹۷ a	۱/۰۴ a
	۶۰۰	۷۶ ab	۱۶/۸ a	۸۸/۲ b	۵/۸ a	۱۳۲ a	۰/۷۳ b	۰/۱۹۵ a	۰/۹۶ b
اسید هیومیک (میلی‌گرم در لیتر)	عدم کاربرد	۶۰ c	۱۵ b	۸۵ b	۵/۳ c	۱۰۰ c	۰/۶۵ c	۰/۱۶۸ c	۰/۶۵ d
	۲۰۰	۷۳ b	۱۳ c	۸۵/۵ b	۵/۵ bc	۱۲۵ b	۰/۶۸ b	۰/۱۹۱ b	۰/۸۵ c
	۴۰۰	۷۷ b	۱۶ a	۸۹ a	۵/۷ ab	۱۴۱ a	۰/۷۳ a	۰/۲۰۳ a	۱/۰۲ b
	۶۰۰	۸۳ a	۱۷ a	۹۱ a	۵/۸ a	۱۴۶ a	۰/۷۴ a	۰/۲۰۵ a	۱/۰۸ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون F-LSD $\alpha=0.05$ اختلاف معنی‌داری ندارند.

قطر و ضخامت کاپیتول

قطر کاپیتول تحت تاثیر اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و اسیدهیومیک قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدسالیسیلیک×اسیدهیومیک نشان داد بالاترین قطر کاپیتول (۶/۰۲ میلی‌متر) مربوط به تیمار ۴۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بود. هرچند با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در بر هم کنش اسید سالسیلیک ۴۰۰ میکرومولار در اسید هیومیک با غلظت ۴۰۰ و ۲۰۰ میلی-گرم در لیتر نیز اختلاف معنی‌داری دیده نشد. پایین‌ترین قطر کاپیتول (۴/۴ میلی‌متر) در تیمار عدم کاربرد دو ترکیب مشاهده شد (جدول ۶). بیش‌ترین ضخامت کاپیتول (۵/۸ میلی‌متر) مربوط به تیمار ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدهیومیک بود همچنین ضخامت کاپیتول

در تیمار اسید سالیسیلیک نیز با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک روند افزایشی نشان داد و بین ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. به‌نحوی که کمترین (۵/۱ میلی‌متر) ضخامت کاپیتول مربوط به تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک بود و تفاوت معنی‌داری با غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار (۵/۶، ۵/۸ و ۵/۸ میلی‌لیتر) داشت. (جدول ۴).

وزن خشک برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، این صفت تحت تاثیر اثر متقابل اسیدهیومیک× اسیدسالیسیلیک قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف این دو عامل نشان داد استفاده از سطوح مختلف اسیدهیومیک و اسیدسالیسیلیک موجب افزایش وزن خشک برگ گردید هرچند بیش‌ترین مقدار (۱۶۶ گرم بر متر مربع) در ترکیب سطح ۴۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک در ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک مشاهده گردید. هرچند در اغلب تیمارهای حاوی اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری در این صفت مشاهده نشد. کمترین مقدار (۱۱۳ گرم بر متر مربع) نیز مربوط به تیمار عدم کاربرد این دو ترکیب بود. همچنین در تیمارهای عدم کاربرد اسید هیومیک، افزایش سطح اسید سالیسیلیک، اثر افزایشی معنی‌داری بر این صفت داشت (جدول ۶).

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد سطوح مختلف عوامل تعداد برداشت، اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک در سطح یک درصد باعث تفاوت معنی‌داری در صفت عملکرد بیولوژیک شده‌اند. همچنین اثرات متقابل اسید هیومیک× تعداد برداشت و اسیدهیومیک×اسید سالیسیلیک نیز بر این صفت تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدهیومیک × تعداد برداشت نشان داد که با افزایش غلظت اسید هیومیک، عملکرد بیولوژیک افزایش یافته است و بیش-ترین مقدار (۷۲۶ و ۷۴۱ گرم بر متر مربع) در تیمار سه برداشت و غلظت‌های ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر اسیدهیومیک و کمترین مقدار (۶۰۷ گرم بر متر مربع) در تیمار یک برداشت و عدم کاربرد اسیدهیومیک مشاهده شد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل اسید هیومیک×اسید سالیسیلیک حاکی از افزایش این صفت در نتیجه‌ی کاربرد این دو ترکیب به‌طور همزمان نسبت به تیمار عدم کاربرد بود و بیش‌ترین مقدار (۷۲۴ گرم در متر مربع) در تیمار ۴۰۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک مشاهده شد. هرچند با تیمار ۶۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک (۵۳۲ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار عدم کاربرد اسیدهیومیک و اسیدسالیسیلیک بود (جدول ۶).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر تیمارهای دفعات برداشت و اسید هیومیک

تعداد برداشت	اسید هیومیک (میلی‌گرم در لیتر)	عملکرد گل خشک (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)
۳	عدم کاربرد	۱۵۶/۳ b	۶۰۷ d	۰/۱۹ c	۰/۷۶ c
	۲۰۰	۱۶۴/۲ ab	۶۸۲ b	۰/۲۳ b	۱/۰۸ b
	۴۰۰	۱۷۰/۸ a	۷۲۶ a	۰/۲۵ a	۱/۳۲ a
	۶۰۰	۱۶۵/۱ a	۷۴۱ a	۰/۲۵ a	۱/۳۸ a
میانگین		۱۶۴/۱	۶۸۹	۰/۲۳	۱/۱۳
۱	عدم کاربرد	۸۲/۶ d	۵۷۵ e	۰/۱۴ e	۰/۵۵ e
	۲۰۰	۸۶/۳ d	۶۱۰ d	۰/۱۴ e	۰/۶۳ d
	۴۰۰	۱۰۱/۴ c	۶۳۶ c	۰/۱۵ d	۰/۷۲ c

۰/۷۹ c	۰/۱۵ d	۶۵۴ c	۹۹/۰ c	۶۰۰
۰/۶۷	۰/۱۴۵	۶۱۸/۷	۹۲/۳	میانگین

– در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون F-LSD $\alpha=0.05$ اختلاف معنی‌داری ندارند.

عملکرد گل خشک

عملکرد گل تحت تاثیر سطوح اسیدسالیسیلیک و اثر متقابل تعداد برداشت× اسیدهیومیک قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر عملکرد گل خشک (شامل گلبرگ و کاپیتول) نشان داد که تیمار اسیدسالیسیلیک در سطوح ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار تاثیر معنی‌داری بر عملکرد گل (به ترتیب ۱۳۶ و ۱۳۲ گرم در متر مربع) داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل دفعات برداشت و غلظت اسید هیومیک بر عملکرد گل نشان داد بیش‌ترین عملکرد مربوط به تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک و سه برداشت با عملکرد ۱۷۰/۸ گرم بر متر مربع بود. هرچند دو تیمار ۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک در سه برداشت اختلاف معنی‌داری با تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک نشان نداند (به ترتیب ۱۶۴/۲ و ۱۶۵/۱ گرم بر متر مربع). پایین‌ترین عملکرد در تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک و یک برداشت (۸۲/۶ گرم بر متر مربع) بدست آمد که با تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک و یک برداشت (۸۶/۳ گرم بر متر مربع) اختلاف معنی‌داری نداشت (جداول ۴ و ۵).

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تاثیر مستقل سطوح مختلف اسید سالیسیلیک و اثر متقابل تعداد برداشت×اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۳) به نحوی که بیش‌ترین مقدار این صفت (۰/۲۵ و ۰/۲۵) مربوط به تیمارهای ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک طی سه برداشت بود (جدول ۵). همچنین در تیمارهای ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و دو سطح ۴۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار (به ترتیب۰/۱۹۷ و۰/۱۹۵ درصد) در مقایسه با تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (۰/۱۸۶) تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نشان دادند (جدول ۴).

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک

اسید سالیسیلیک (میکرو مولار)	اسید هیومیک (میلی‌گرم در لیتر)	قطر کاپیتول (میلی‌متر)	وزن خشک برگ (گرم)	عملکرد بیولوژیک (گرم)
عدم کاربرد	عدم کاربرد	۴/۴ f	۱۱۳ g	۵۳۲ h
	۲۰۰	۵/۱ e	۱۴۱ ef	۶۲۷ f
	۴۰۰	۵/۴ cde	۱۵۸ abc	۶۶۶ cd
	۶۰۰	۵/۶ a-e	۱۵۸ abc	۶۸۰ bcd
۲۰۰	عدم کاربرد	۵/۳ de	۱۳۴ f	۵۸۱ g
	۲۰۰	۵/۴ cde	۱۴۵ de	۶۳۷ ef
	۴۰۰	۵/۸ a-d	۱۶۱ abc	۶۸۰ bcd
	۶۰۰	۵/۸ a-d	۱۶۱ abc	۶۸۸ bc
۴۰۰	عدم کاربرد	۵/۶ a-e	۱۵۵ bcd	۶۲۵ f
	۲۰۰	۵/۷ a-d	۱۶۱ abc	۶۶۴ cd
	۴۰۰	۵/۸۸ abc	۱۶۴ ab	۶۹۵ b

۶۰۰	۶۰۰	۶/۰۲ a	۱۶۶ a	۷۲۴ a
۶۰۰	عدم کاربرد	۵/۷ a-d	۱۵۱ cde	۶۲۴ f
	۲۰۰	۵/۸ a-d	۱۵۹ abc	۶۵۷ de
	۴۰۰	۵/۹۳ ab	۱۶۱ abc	۶۸۳ bcd
	۶۰۰	۵/۹۹ a	۱۵۹ ab	۶۹۷ ab

– در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با استفاده از آزمون F-LSD $_{\alpha=0.05}$ اختلاف معنی‌داری ندارند.

محتوای اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد سطوح مختلف عوامل تعداد برداشت، اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک در سطح یک درصد باعث تفاوت معنی‌داری بر صفت محتوای اسانس شده‌اند (جدول ۳). مقایسه تاثیر تعداد برداشت بر محتوای اسانس نشان داد تیمار سه برداشت (۰/۶۸ درصد) به لحاظ درصد اسانس تفاوت معنی‌دار نسبت به یک برداشت (۰/۷۲ درصد) داشت . بیش‌ترین (۰/۷۷ درصد) و کمترین (۰/۶۲ درصد) محتوای اسانس به ترتیب در تیمار ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک و عدم کاربرد آن مشاهده شد (جدول ۴). سطوح مختلف اسید هیومیک نیز بر این صفت تاثیر افزایشی داشت به نحوی که بیش‌ترین مقدار محتوای اسانس در تیمارهای ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک (۰/۷۳ و ۰/۷۴ درصد) و کمترین مقدار (۰/۶۵ درصد) در تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۴).

عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تعداد برداشت× اسید هیومیک و اثر مستقل سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر صفت عملکرد اسانس در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). بیش‌ترین عملکرد اسانس (۱/۰۴ گرم در متر مربع) در سطح ۴۰۰ میکرومولار و کمترین (۰/۷۵ گرم در متر مربع) در تیمار عدم کاربرد اسیدسالسیلیک مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل تعداد برداشت و غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر عملکرد اسانس نشان داد بیش-ترین عملکرد اسانس در تیمار سه برداشت توأم با غلظت-های ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک تولید شد. کمترین عملکرد اسانس (۰/۵۵ گرم بر متر مربع) در تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک و یک بار برداشت مشاهده شد که این نتایج نشان می‌دهد استفاده از اسید هیومیک و افزایش دفعات برداشت در مقایسه با یک برداشت و عدم استفاده از اسید هیومیک، عملکرد اسانس را بیش از دو برابر افزایش داده است (جدول ۵).

بحث

از آنجایی که در شرایط اقلیمی دشت خوزستان بخشی از دوران گل‌دهی بابونه در فصل بهار مصادف با دمای بالا و در معرض بروز تنش‌های گرمایی و رطوبتی رخ می‌دهد و این عوامل تاثیر منفی بر کمیت و کیفیت محصول دارند، بررسی روش‌هایی که بتواند عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی را بهبود بخشد ضروری است.

در بررسی حاضر کاربرد غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک موجب بهبود صفات رشدی و گلدهی گیاه بابونه آلمانی گردید. به نحوی که اسیدسالیسیلیک تاثیر مثبتی بر کلیه‌ی خصوصیات رشدی، عملکردی و اسانس بابونه آلمانی نشان داد. غلظت ۴۰۰ میکرو مولار بیش‌ترین تاثیر را داشت و موجب ۱۹ درصد افزایش در محتوای اسانس نسبت به تیمار عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک شد و محتوای اسانس از ۰/۶۲ درصد به ۰/۷۷ درصد در تیمار ۴۰۰ میکرومولار رسید. در صفت عملکرد اسانس نیز همین وضعیت مشاهده شد و عملکرد اسانس در این تیمار ۲۸ درصد نسبت به تیمار عدم کاربرد افزایش نشان داد. این تغییرات مثبت در عملکرد کمی و کیفی بابونه در شرایط تیمار با اسیدسالیسیلیک را می‌توان به‌توانایی اسیدسالیسیلیک در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه تحت تاثیر انواع تنش از جمله تنش گرمایی که در زمان رشد رویشی پیش از گلدهی و همچنین زمان گلدهی بابونه آلمانی در این مطالعه وجود داشت ربط داد که بواسطه‌ی

توسعه‌ی واکنش‌های ضد تنشی همچون تجمع پرولین، تحمل گیاه به شرایط مذکور را افزایش داده و موجب تسریع در بهبود رشد در شرایط وجود تنش گرمایی و پس از رفع شرایط تنش گرمایی گردیده است (شیبلی و همکاران ۲۰۰۷). مطالعه‌ی فاضلیان و اسرار (۱۳۹۰) نیز نشان داده است استفاده از محلول پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰۰ میکرو مولار تاثیر معنی‌داری بر صفات رشدی و فیزیولوژیکی بابونه از جمله وزن تر بخش هوایی، مقدار کلروفیل کل، مقدار کاروتنوئید و مقدار آنتوسیانین داشته و در شرایطی که گیاهان تحت تاثیر تنش آرسنیک قرار داشته‌اند، استفاده از اسید سالیسیلیک موجب بهبود تحمل گیاه به تنش آرسنیک شده بود.

مطالعه‌ی کهن مو و همکاران (۱۳۹۵) نیز نشان داد با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک تا غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر، صفات وزن تر، وزن خشک و ارتفاع گیاه بابونه روند افزایشی نشان داد. در مقابل این محققان مشاهده نمودند صفات قطر گل و محتوای اسانس در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بیش‌ترین میزان را نشان داد که در مطالعه‌ی حاضر نیز روند کاهشی در غلظت ۶۰۰ میکرومولار در مقایسه با غلظت ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد. در این رابطه هر چند اسیدسالیسیلیک مولکولی موثر در ایجاد مقاومت به انواع تنش‌ها در گیاهان است، اما تاثیر آن به غلظت، نوع گیاه و مرحله‌ی نموی گیاه وابسته است و در غلظت‌های بالا اثرات سمیت نیز نشان می‌دهد و حتی ممکن است به مرگ گیاه منجر شود (کواسیک و همکاران ۲۰۰۹a). مطالعه‌ی قاسمی و همکاران (۲۰۱۶) نشان داده است که استفاده از اسید سالیسیلیک به‌صورت محلول پاشی موجب بهبود محتوای اسانس در ارقام بابونه آلمانی در شرایط تنش گرمایی شده است. هر چند در آزمایش مذکور تفاوت معنی‌داری بر ارتفاع و قطر کاپیتول مشاهده نشده ولی در شرایط بدون تنش گرمایی، اسید سالیسیلیک موجب افزایش وزن‌تر و خشک گل شد. همچنین در مطالعه‌ای استفاده از محلول پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰ میکرومولار در برگ بابونه آلمانی در مراحل اولیه رشد، افزایش معنی‌داری در رشد برگ‌ها و ریشه مشاهده گردید و در مقابل غلظت ۲۵۰ میکرومولار باعث توقف رشد گیاه شد (کواسیک و همکاران ۲۰۰۹).

مطالعات انجام شده در گیاه ذرت نشان داد که کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب تحریک رشد در این گیاه می‌شود و در صورت بروز انواع تنش‌های غیر زیستی، این تیمار اثر مهار کننده‌ی رشد توسط این تنش‌ها را در ارقام ذرت خنثی می‌کند.(حیات و همکاران ۲۰۰۹). در کتان بیش‌ترین تعداد گل در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک و ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده شد (بلخادی و همکاران ۲۰۱۰) که تقریبا با بیش-ترین تعداد گل به دست آمده در این آزمایش همخوانی داشت.

اثر بهبود دهندگی اسید سالیسیلیک بر رشد گیاهان می‌تواند ناشی از نقش آن در جذب مواد غذایی، روابط آبی، تنظیم روزنه‌ای، نرخ فتوسنتز، مقدار کلروفیل و افزایش آنتی اکسیدان‌های سلولی باشد (ال- طیب ۲۰۰۵ و نورین و اشرف ۲۰۰۸)، به نحوی که در گیاه رازیانه استفاده از اسید سالیسیلیک با غلظت یک میلی مولار در شرایط تنش خشکی موجب افزایش ترکیب‌های فنلی، غلظت پروتئین و کاهش مقدار پراکسید هیدروژن و مالون دی‌آلدئید در مقایسه با تیمار شاهد گردید و عملکرد و ارتفاع گیاه نیز تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد (سالارپور غربا و فرحبخش ۱۳۹۳). از طرفی با توجه به تاثیر اسید سالیسیلیک بر القای سنتز پروتئین‌های خاص از جمله پروتئین کیناز که تنظیم تقسیم، تمایز و ریخت‌زایی سلولی را هدایت می‌کند، در فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف همچون رشد و تکامل گیاه نقش داشته و بر افزایش ارتفاع گیاه تاثیر بسزایی دارد. در این رابطه نشان داده شده است که اسیدسالیسیلیک با تاثیر بر افزایش مقدار نیترات و افزایش آنزیم نیترات رداکتاز و اعمال نقش حفاظتی از این آنزیم در برابر فرایند غیر فعال سازی، موجب افزایش محتوای پروتئین در گیاهان تیمار شده با اسید سالیسیلیک شده است (حیات و همکاران ۲۰۰۷). همچنین اسیدسالیسیلیک به‌عنوان عامل انتقال دهنده‌ی سیگنال‌های دریافت تنش، موجب فعال شدن سیستم دفاعی گیاه شده و با توجه به اینکه عوامل

تنش‌زا سبب تحریک تولید اسانس می‌گردند، می‌توان گفت اسیدسالیسیلیک شاید با ایجاد تنش کاذب، تولید اسانس را افزایش می‌دهد. همچنین در گیاه ریحان، کاربرد اسیدسالیسیلیک در غلظت ۱۰۰ میکرو مولار موجب افزایش کمی و بهبود کیفی اسانس آن شد (قریب ۲۰۰۶).

اثر سطوح مختلف اسیدسالیسیلک و اسیدهیومیک در بررسی حاضر بر تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آن‌ها فقط بر قطر کاپیتول، وزن خشک برگ و عملکرد بیولوژیک بابونه موثر بود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعه‌ی چمنی و همکاران (۱۳۹۴)، در خصوص تاثیر مثبت اسیدسالیسیلیک و اسیدهیومیک در افزایش رشد گیاه دارویی پروانش (*Catharanthus roseus* L.) هم‌خوانی دارد. مطالعه‌ی گوهری و همکاران (۱۳۹۶) روی گیاه ریحان در سطوح شوری مختلف نشان داد استفاده از اسیدهیومیک موجب افزایش وزن‌تر و خشک اندام هوایی و عملکرد اسانس ریحان نسبت به شاهد گردید. همچنین تعداد زیادی از گزارشات تاثیر مواد هیومیکی روی افزایش رشد ساقه در ارقام مختلف گونه‌های گیاهی تحت شرایط گوناگون را مورد تایید قرار داده‌اند. این اثر افزاینده مواد هیومیکی روی رشد ساقه در درجه اول به تاثیر آنها روی فعالیت H+-ATPase ریشه و توزیع نیترات ریشه در ساقه نسبت داده می‌شود که به نوبه خود منجر به تغییرات در توزیع مشخص پلی آمین‌ها، سایتوکنین‌ها و ATP می‌شود. بنابراین روی رشد ساقه تاثیر می‌گذارد (روبیو و همکاران ۲۰۰۹). البته در گیاه چای ترش مشاهده شده است که محلول پاشی اسیدهیومیک علاوه بر تاثیر روی رشد اندام هوایی، سبب بهبود رشد ریشه شده و در نتیجه جذب مواد و عناصر غذایی توسط ریشه افزایش یافت (گوونس و همکاران ۱۹۹۹) که این موضوع علاوه بر تامین نیاز غذایی گیاه، در بهبود جذب آب و افزایش رشد موثر است. از طرف دیگر اسیدهیومیک می‌تواند با محدود ساختن درجه باز بودن روزنه‌ها، موجب کاهش تبخیر و تعرق گیاه شده و در شرایط تنش برای گیاه مفید باشد. البته اثرات هورمونی اسیدهیومیک نیز در بهبود عملکرد گیاه موثر است (سبزواری و همکاران ۲۰۰۹).

نتایج عبادی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت و نوبت برداشت بر عملکرد گل، درصد و اجزای اسانس بابونه آلمانی نشان دهنده‌ی اثر معنی‌دار تاریخ کاشت، نوبت برداشت و اثر متقابل این دو فاکتور بر صفات مورد اندازه‌گیری از جمله محتوای اسانس و عملکرد اسانس بود. همچنین عملکرد گل در هر سه برداشت تقریبا برابر بود که نشان دهنده مزیت برداشت چند مرحله‌ای در مقایسه با برداشت یک مرحله‌ای بود که نتایج مطالعه‌ی حاضر نیز با مطالعه مذکور انطباق داشت و برداشت طی سه مرحله موجب افزایش قابل توجهی در عملکرد گل شد. در این رابطه با توجه به اینکه گل‌های بابونه در فاصله‌ی حدودا سه هفته‌ای از زمان ظهور به مرحله‌ی رسیدگی می‌رسند و پس از آن با کاهش وزن و همچنین ریزش مواجه می‌شوند، بنابراین تاخیر ایجاد شده در برداشت به‌صورت یک مرحله‌ای موجب افت شدید در عملکرد گل خواهد شد، در صورتی که در برداشت سه مرحله‌ای این امکان فراهم می‌شود که برداشت به موقع انجام شود و و از اُفت عملکرد گل به واسطه‌ی تاخیر در برداشت محصول گل جلوگیری گردد. از سوی دیگر در برداشت چند مرحله‌ای، احتمالا با برداشت گل‌هایی که در حال دریافت و تبدیل اسیملات‌ها جهت تولید دانه هستند امکان هدایت اسیمیلات‌ها در مسیر تولید گل‌های جدید بر روی بوته بیشتر فراهم می‌شود و تسهیم مواد بیشتر در جهت تولید گل صورت می‌گیرد.

نتیجه گیری کلی

با توجه به اهمیت بهبود عملکرد اقتصادی و کیفی بابونه، شناسایی راه‌کارهای زراعی در جهت ارتقای کمی و کیفی محصول دارای جایگاه ویژه‌ای است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، صفات مورفولوژیک و اسانس بابونه آلمانی تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت و برداشت به‌صورت سه چین تاثیر بسیار زیادی بر افزایش عملکرد گل بابونه در مقایسه با یک چین داشت. همچنین بهترین تیمار جهت حصول بالاترین عملکرد گل، محتوا و عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۴۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک همراه با ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و سه برداشت بود که می‌توان از این ترکیب در

جهت افزایش عملکرد و ارتقای محتوا و عملکرد اسانس
بابونه آلمانی بهره برد.

منابع مورد استفاده

Ali MB, Hahn EJ and Paek KY, 2007. Methyl jasmonat and salicylic acid induced oxidative stress and accumulation of phenolic in Panax ginseng bioreactor root suspension culture. Journal of Molecules, 12: 607-621.

Belkhadi A, Hediji H, Abbes Z, Nouairi I, Barhoumi Z, Zarrouk M, Chaibi W and Djebali W, 2010. Effects of exogenous salicylic acid pre-treatment on cadmium toxicity and leaf lipid content in Linum usitatissimum L. Ecotoxicology and Environmental Safety, 73(5):1004-1011.

Chamani E, Bonyadi M and Ghanbari A, 2016. Effects of salicylic acid and humic acid on vegetative indices of periwinkle (*Catharanthus roseus* L.). Journal of Horticulture Science, 29(4): 631-641. (In Persian).

Chen X, Kou M, Tang Z, Zhang A and Li H, 2017. The use of humic acid urea fertilizer for increasing yield and utilization of nitrogen in sweet potato. Plant, Soil and Environment, 63(5): 201–206.

Ebadi MT, Azizi M, Omidbaigi R and Hassanzadeh khayyat M, 2010. Effect of sowing date and harvest frequency on flower yield, essential oil percent and composition of chamomile (*Matricaria recutita* L.) CV. Presov. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(2): 213-226. (In Persian).

El-Tayeb MA, 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45(3): 215-224.

Eshwar M, Srilatha M, Bhanu Rekha K and Harish Kumar Sharma S, 2017. Effect of humic substances (humic, fulvic acid) and chemical fertilizers on nutrient uptake, dry matter production of aerobic rice (Oryza sativa L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(5): 1063-1066.

Fazelian N and Asrar Z, 2011. Arsenic and salicylic acid interaction on the growth and some other physiological parameters in Matricaria recutita. Iranian Journal of Plant Biology, 3(8): 1-12. (In Persian).

Ghai N, Setia RC, Setia N, 2002. Effect of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brascia napus* L. (cv. GSL-1) Phytomorphology, 52: 83-87.

Gharib FA, 2006. Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. International Journal of Agriculture and Biology, 4: 485-492.

Ghasemi M, Modarresi M, Babaeian Jelodar N, Bagheri and Jamali A, 2016. The evaluation of exogenous application of salicylic acid on physiological characteristics, proline and essential oil content of chamomile (*Matricaria chamomila* L.) under normal and heat stress conditions. Agriculture, 6(3): 1-15.

Gohari G, Rasouli F, and Zahedi S, 2017. Evaluation of some growth characteristics, essential oil content and yield of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) in salinity stress condition and humic acid application. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(2): 159-168. (In Persian).

Goldust Jelodar M, Khorshidi Benam M, Hassanpanah D and Azizi S, 2012. Evaluation of the effect of flower removal and size of mini-tuber on the yield and yield components of agria potato cultivar by using two methods of planting. Journal of Crop Ecophysiology, 5(5(4)): 67-80. (In Persian).

Güvenç D, Dursun A and Turan M, 1999. Effect of different fertilizers on growth, yield and nutrient content of lettuceand crisp lettuce. Acta Horticulture, 486: 247-251.

Hayat S, Masood A, Yusef M, Fariduddin Q and Ahmad A, 2009. Growth of Indian *Zea mais* in response to salicylic acid under hight-temperature stress. Braz Journal Plant Physiology. 21(3):187- 195.

Hayat S, Ali B and Ahmad A, 2007. Salicylic acid: biosynthesis, metabolism and physiological role in plants. Salicylic acid: A plant hormone. Springer, Dordrecht, pp.1-14.

Jarosova M, Klejdus B, Kovacik J, Babula P and Hedbavny J, 2016. Humic acid protects barley against salinity. Acta Physiologiae Plantarum, 38:161.

Khan MI, Fatma M, Per TS, Anjum NA and Khan NA, 2015. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. Frontiers in Plant Science, 6: 1-17.

Kohanmoo M, Modaresi M, Bagheri Kahkesh Z, 2016. Effects of spraying salicylic acid and jasmonic acide on the morphological and biochemical characteristics of Chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) under Bushehr climate conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(3): 428-435. (In Persian).

Kovacik J, Gruz J, Backor, M, Strnad M and Repcak M, 2009a. Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. Plant Cell Reports, 28: 135-143.

Kovacik J, Klejdus B, Hedbavny J and Bačkor M, 2009b. Salicylic acid alleviates NaCl-induced changes in the metabolism of *Matricaria chamomilla* plants. Ecotoxicology, 18(5): 544-554.

Mazaheri Tirani M, Nasibi F and Manoochehri Kalantari H, 2012. Effects of Salicylic acid on the induction of physiological and biochemical changes in *Brassica napus* L. under water stress. Iranian Journal of Plant Physiology, 2(2): 371-379.

Miura K and Tada Y, 2014. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. Frontiers in Plant Science, 5:1-12.

Molnar M, Mendesevic N, Subaric D, Banjari I and Jokic S, 2017. Comparison of various techniques for the extraction of umbelliferone and herniarin in *Matricaria chamomilla* processing fractions. Chemistry Central Journal, 11(1):78.

Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A and Vianello A, 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34(11): 1527-1536.

Noreen SI, and Ashraf MU, 2008. Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. Pak. Journal of Botany, 40(4): 1657-1663.

Pastirova A, Repack M, and Eliasora A, 2004. Salicylic acid induces change coumarin metabolites in *Matricaria chamomilla* L. Plant Science 167(4): 824-830.

Popova L, Ananieva E, Hristova V, Christov K, Georgieva K, Alexieva V and Stoinova Zh, 2003. alicylic acid-and methyl jasmonate-induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. Bulgarian Journal of Plant Physiology, special issue, 133-152.

Rabie KAE, Ashour HM and Ali FSI, 2017. Growth characters and some chemical constituents of *Matricaria chamomilla* L. plants in relation to green manure and compost fertilizer in sandy soil. Middle East Journal of Agriculture Research, 06(01): 76-86.

Rubio V, Bustos R, Irigoyen ML, Cardona-López X, Rojas-Triana M and Paz-Ares J, 2009. Plant hormones and nutrient signaling. Plant molecular biology, 69(4): 361.

Sabzevari S and khazaei HR, 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): 53-65. (In Persian).

Safaei-Ghomi J, Ebrahimabadi AH, Djafari-Bidgoli Z and Batooli H, 2009. GC/MS analysis and in vitro antioxidant activity of essential oil and methanol extracts of *Thymus caramanicus* Jalas and its main constituent carvacrol. Food Chemistry, 115(4): 1524-1528.

Salarpour Ghoraba F and Farahbakhsh H, 2014. Effects of drought stress and salicylic acid on morphological and physiological traits of (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Crops Improvement, 16(3): 765-778. (In Persian).

Shibli RA, Kushad M, Yousef GG and Lila MA, 2007. Physiological and biochemical responses of tomato microshoots to induced salinity stress with associated ethylene accumulation. Plant Growth Regulation, 51(2): 159-169.

Souguir M and Hannachi C, 2017. Response of Sesame Seedlings to Different Concentrations of Humic Acids or Calcium Nitrate at Germination and Early Growth. Cercetari Agronomice in Moldova, 1(169): 65-77.

Yavas I and Unay A, 2016. Effects of zinc and salicylic acid on wheat under drought stress. The Journal of Animal and Plant Sciences, 26(4):1012-101.

Zhao C, Fan X, Hou X, Zhu Y, Yue Y, Zhang S and Wu J, 2015. Tassel Removal Positively Affects Biomass Production Coupled with Significantly Increasing Stem Digestibility in Switch grass. Plos One, 10(4): 1-21.