نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۷
۱۱۹-۱۳٤
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.13979.2064

بررسی برخی ویژگی‌های کیفی گیاه رزماری تحت تاثیر محلول‌پاشی انواع ترکیبات غذایی در زمان‌های برداشت مختلف

الهه مرادی مرجانه[۱*]، محمد گلوی[۲]، محمود رمرودی[۳] و محمود سلوکی[۴]

[۱]دانش‌آموخته دکتری گروه زراعت، دانشگاه زابل، [۲]استاد گروه زراعت، دانشگاه زابل،
[۳]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه زابل، [۴]دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۳

چکیده

سابقه و هدف: گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) در عطرسازی و صنایع آرایشی استفاده می‌شود و خواص دارویی مانند ضدباکتری، ضدقارچ، ضدسرطان، ضدنفخ و ضدانقباض دارد. محلول‌پاشی کودهای زیستی شامل اسیدهای آمینه، هورمون‌ها و ورمی‌واش، ضمن اثربخشی سریع موجب حفظ جنبه‌های اقتصادی و محیط‌زیست می‌شود. به‌طور کلی محرک‌های زیستی اسیدآمینه‌ای و هورمون‌های محرک رشد گیاه، موجب بهبود جذب مواد غذایی و افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌شوند. ورمی‌واش نیز شامل، عناصر ریزمغذی، باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات، هورمون‌های رشد گیاهی و اسیدهای آمینه است. همچنین، زمان برداشت بر میزان ترکیب‌های موثره گیاهان دارویی تاثیر دارد، زیرا کمیت و کیفیت اسانس اندام گیاه در زمان‌های مختلف متفاوت می‌باشد. بنابراین، با توجه به لزوم مدیریت تغذیه گیاهی در راستای افزایش و پایداری تولید و حفظ محیط‌زیست، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر زمان‌های مختلف برداشت و محلول‌پاشی انواع ترکیبات غذایی بر برخی ویژگی‌های کیفی و فیزیولوژیک گیاه دارویی رزماری انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال ۹۵-۱۳۹۴، به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل اجرا گردید. سه زمان برداشت، برداشت پاییزه (اواخر پائیز)، برداشت بهاره (اواخر بهار) و برداشت مجدد از بوته‌هایی که در پاییز گذشته یک‌بار برداشت شده بودند (اواخر بهار)، به‌عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی ترکیبات غذایی شامل: آمینول‌فورته (یک لیتر در هکتار)، هیومی‌فورته (یک و نیم لیتر در هکتار)، اسیدسالیسیلیک (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، جیبرلین (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، ورمی‌واش (به‌نسبت ۱:۱ با آب مقطر) و شاهد (محلول‌پاشی با آب خالص) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. اولین مرحله اعمال تیمارهای محلول‌پاشی در اوایل پاییز و دومین مرحله در اواخر زمستان ۱۳۹۴ انجام شدند. هر مرحله محلول‌پاشی حدود سه ماه قبل از زمان برداشت اعمال شد.

یافته‌ها: برهمکنش برداشت پاییزه و هیومی‌فورته بیشترین میزان پروتئین (۲۵ میلی‌گرم در لیتر) را داشت. از برهمکنش برداشت بهاره و محلول‌پاشی با جیبرلین بیشترین میزان کلروفیل a (۴/۰۵ میلی‌گرم در گرم) و درصد و عملکرد روغن (۱/۹۸ و ۶۹/۶۶ کیلوگرم در هکتار) با ورمی‌واش بیشترین میزان فسفر (۷۸۴۵ پی‌پی‌ام) و عملکرد ماده خشک (۳۶۸۳ کیلوگرم در هکتار)، با هیومی‌فورته بیشترین میزان درصد و عملکرد اسانس (۱/۶۸ و ۶۱/۷۳ کیلوگرم در هکتار) و با اسیدسالیسیلیک بیشترین میزان

*نویسنده مسئول: moradi.elahe2@gmail.com

هیدرات‌کربن محلول (۰/۰۱۶ میلی‌گرم گلوکوز در گرم) در شاخساره اندازه‌گیری شدند. در برهمکنش برداشت مجدد از بوته‌های برداشتی در پاییز قبل و آمینول‌فورته، هیومی‌فورته و ورمی‌واش به‌ترتیب، بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۰۱۶ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در وزن تر)، نیتروژن (۱۱۴۰۰ پی‌پی‌ام) و پتاسیم (۶۷۱۶ پی‌پی‌ام) حاصل شدند. اسیدهای آمینه به‌صورت محلول‌پاشی از طریق روزنه‌های برگ سریع‌تر جذب شده و در ساخت نیتروژن، پروتئین و کلروفیل شرکت می‌کنند. بنابراین اسیدهای آمینه هیومی‌فورته و آمینول‌فورته موجب افزایش نیتروژن، پروتئین، کاتالاز و عملکرد ماده خشک شدند و هیومی‌فورته با شرکت در فرآیند ساخت متابولیت‌های اولیه و ثانویه در ارتباط با رشد و توسعه گیاه و به‌عنوان یک عامل محرک تولید، سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس رزماری شد. جیبرلین نقش ساختاری در ساختمان کلروپلاست دارد و این هورمون گیاهی، احتمالا به‌علت پتانسیل بالای رزماری میزان سنتز کلروفیل و به‌علت افزایش توانایی اسیمیلاسیون در تولید متابولیت‌های ثانویه عملکرد روغن رزماری را افزایش داد. اسیدسالیسیلیک موجب حفظ سطح بالای هیدرات‌کربن در کلروپلاست رزماری شد. ورمی‌واش، محتوی فسفر به‌فرم معدنی و قابل جذب است و همچنین شامل مقدار بالایی پتاسیم به‌فرم‌های تبادلی و غیر تبادلی می‌باشد و به‌علت جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی و هورمون‌های رشد می‌تواند میزان فسفر و پتاسیم و عملکرد ماده خشک رزماری را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی برداشت بهاره و محلول‌پاشی با ترکیب اسیدآمینه‌دار به‌علت تازگی برگ‌ها و شرایط بهینه محیط جهت رشد و نمو، بیشترین تاثیر را بر بهبود میزان نیتروژن، پروتئین، درصد و عملکرد اسانس داشت. محلول‌پاشی با ورمی‌واش بیشترین تاثیر را بر افزایش عملکرد ماده خشک و بهبود وضعیت فسفر و پتاسیم رزماری در برداشت بهاره داشت.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای آمینه، درصد اسانس، عناصر معدنی، هورمون‌ها و ورمی‌واش.

مقدمه

استفاده انسان از گیاهان دارویی سابقه تاریخی زیادی دارد و در عصر حاضر نیز علی‌رغم پیشرفت‌های وسیع علمی و صنعتی تمایل برای استفاده از این گیاهان افزایش یافته است. ایران از لحاظ آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی یکی از بهترین مناطق تولید گیاهان دارویی محسوب می‌گردد، ولی استفاده از برخی گیاهان دارویی به‌صورت زراعی هنوز رواج نیافته است (۳). گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)، بوته‌ای چندساله و چوبی با برگ‌های معطر می‌باشد و خواص دارویی مانند ضدنفخ، ضدانقباض، اشتهاآور و محرک دارد (۳۸). استفاده از عصاره رزماری برای تثبیت روغن‌ها، تولید محصولات بهداشتی، خوراک دام، مواد غذایی و نوشیدنی به‌رسمیت شناخته شده است (۶).

تغذیه گیاهی شامل ترکیبات اسید آمینه‌ای، هورمون‌های رشد گیاهی و عناصر غذایی به‌روش محلول‌پاشی برگی یکی از عوامل مؤثر بر بهبود کمیت و کیفیت گیاهان دارویی می‌باشد (۲۶). مصرف کودها به‌روش محلول‌پاشی ضمن اثربخشی سریع، موجب حفظ محیط‌زیست و همچنین ممانعت از تخریب و برهم خوردن تعادل مواد غذایی خاک می‌گردد. آمینول‌فورته و هیومی‌فورته حاوی انواع اسیدهای آمینه هستند و به سرعت از طریق برگ یا ریشه جذب می‌شوند. به‌طور کلی محرک‌های زیستی اسید آمینه‌ای، موجب بهبود جذب مواد غذایی، افزایش فتوسنتز و عملکرد می‌شوند و به‌همین علت در رشد و توسعه گیاه موثرند (۳۷). محلول‌پاشی اسیدآمینه روی برگ بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) باعث بهبود رشد و ترکیبات شیمیایی آن شد (۲۸). جیبرلین و

اسیدسالیسیلیک دو تنظیم‌کننده رشد گیاهی[2] هستند. جیبرلین در تقسیم و توسعه سلولی، بیوسنتز آنزیم‌ها، ساخت پروتئین، هیدرات‌کربن، کلروفیل و رنگدانه‌های فتوسنتزی موثر است (۳۵). کاربرد ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین روی گیاه اسطوخودوس (*Lavandula officinalis Chaix*) سبب افزایش وزن خشک کل، درصد و عملکرد اسانس گیاه گردید (۱۵). اسیدسالیسیلیک نیز نقش مهمی در افزایش فتوسنتز و محتوی کلروفیل دارد و محلول‌پاشی آن باعث افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها شده که این امر موجب کاهش پراکسیداسیون چربی‌ها، حفاظت غشاء سلول و رنگدانه‌های فتوسنتزی و جلوگیری از کاتابولیسم کلروفیل می‌شود (۱). در مریم‌گلی (*Salvia macrosiphon* L.) کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک بالاترین درصد اسانس را تولید کرد (۳۳). ورمی‌واش حاصل عصاره ورمی‌کمپوست است و شامل عناصر ریزمغذی، آنزیم‌ها، باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات، هورمون‌های رشد گیاهی و اسیدهای آمینه است، در نتیجه بهره‌وری گیاه را افزایش می‌دهد (۱۹). با کاربرد ورمی‌واش در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم میزان کلروفیل a و b، رنگدانه کاروتنوئید، وزن خشک برگ و بوته و عملکرد اسانس در نعناع فلفلی (*Mentha Piperita* L.) افزایش یافت (۵).

تعیین زمان برداشت یکی از عواملی است که بر میزان ترکیب‌های موثره گیاهان دارویی تاثیر دارد، زیرا کمیت و کیفیت اسانس اندام گیاه در زمان‌های مختلف متفاوت می‌باشد (۲۲). در تحقیقی درصد اسانس نعناع فلفلی در برداشت اردیبهشت‌ماه بیشتر از برداشت دی‌ماه بود (۲۱). تامین مداوم مواد مغذی برای گیاهان از طریق ترکیبات غذایی مناسب و برنامه‌ریزی‌شده یک جنبه کشاورزی سازگار با محیط‌زیست می‌باشد. با توجه به لزوم مدیریت تغذیه گیاهی در راستای افزایش و پایداری تولید و حفظ محیط‌زیست، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر زمان‌های برداشت مختلف و محلول‌پاشی انواع ترکیبات غذایی بر برخی ویژگی‌های کیفی و فیزیولوژیک گیاه دارویی رزماری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی (چاه‌نیمه) دانشگاه زابل با مشخصات جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا اجرا شد. عامل اصلی سه زمان برداشت، برداشت پاییزه (اواخر پائیز)، برداشت بهاره (اواخر بهار) و برداشت مجدد از بوته‌هایی که در پاییز گذشته یک‌بار برداشت شده بودند (شش ماه بعد از برداشت اول در اواخر بهار) و عامل فرعی محلول‌پاشی برگی ترکیبات غذایی؛ آمینول‌فورته (یک لیتر در هکتار)، هیومی‌فورته (یک و نیم لیتر در هکتار)، بر اساس توصیه شرکت تولیدی ایناگروپارس، اسیدسالیسیلیک (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، جیبرلین (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، ورمی‌واش (به نسبت ۱:۱ با آب مقطر) تولیدی شرکت تعاونی میثاق با طبیعت کریمان و شاهد (محلول‌پاشی با آب خالص) بودند. در شروع آزمایش، قلمه‌هایی به‌طول ۱۲ سانتی‌متر و قطر حدود دو میلی‌متر از سرشاخه‌های یکساله بوته‌های چند ساله رزماری موجود در نهالستان پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل تهیه گردید و در گلدان‌های پلاستیکی مخصوص نشاء در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زابل کشت شدند. قبل از آماده‌سازی زمین اصلی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل

1- *Plant Growth Regulator* (PGR)

اجرای آزمایش با نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تعیین گردید (جدول ۱). در اوایل فروردین‌ماه ۱۳۹۴ کاشت قلمه‌های ریشه‌دار، با فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی ردیف و در محل داغ‌آب انجام شد و بلافاصله پس از کاشت آبیاری صورت گرفت. هر کرت دارای سه ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و به طول چهار متر بود. دو ماه پس از کاشت جهت تسریع در رشد رویشی بوته‌ها، کود اوره به‌طور یکنواخت و به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار داده شد. اولین مرحله اعمال تیمارهای محلول‌پاشی اوایل پاییز و دومین مرحله در اواخر زمستان ۱۳۹۴ بود و هر مرحله محلول‌پاشی حدود سه ماه قبل از زمان برداشت اعمال می‌شد. برداشت در هر کرت، از بوته‌های واقع در کوادرات یک متر مربعی از ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری بالای زمین (۳۸) انجام شد. برداشت پاییزه، در اواخر پاییز ۱۳۹۴ و برداشت‌های بهاره در اواخر بهار ۱۳۹۵ صورت گرفت. ویژگی‌های فیزیولوژیک شامل؛ درصد آب نسبی برگ (۲۵)، میزان کلروفیل و کاروتنوئیدهای برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه) به‌روش آرنون (۴)، با دستگاه اسپکتروفتومتر انجام و با استفاده از روابط ۱، ۲، ۳ و ۴ محاسبه شدند (۱۱).

رابطه ۱: $\text{کلروفیل a} = 12.21\ (A_{663}) - 2.81\ (A_{646})$

رابطه ۲: $\text{کلروفیل b} = 20.13\ (A_{663}) - 5.03\ (A_{646})$

رابطه ۳: $\text{کلروفیل کل} = 17.32\ (A_{646}) - 7.18\ (A_{663})$

رابطه ۴: $\text{کاروتنوئیدها} = [(1000\ A_{470}) - (27.3\ \text{Chl a}) - (1.40\ \text{Chl b})]/229$

در این روابط، A_{663} جذب در طول موج کلروفیل a، A_{646} جذب در طول موج کلروفیل b و A_{470} جذب در طول موج کاروتنوئیدها است. ویژگی‌های کیفی شامل میزان پروتئین (۸) بر حسب میلی‌گرم در لیتر و آنزیم کاتالاز (۷) که فعالیت آنزیمی به ازای هر میلی‌گرم پروتئین در عصاره آنزیمی و واحد فعالیت به‌صورت تغییرات جذب به میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در وزن تر بیان شد (۱۶)، هیدرات‌کربن محلول بر حسب میکروگرم گلوگز در گرم وزن تر (۱۷) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، درصد اسانس گیاه با دستگاه کلونجر (۱۳) و درصد روغن گیاه توسط دستگاه سوکسله (۱۸) تعیین شدند. عملکرد اسانس و عملکرد روغن از حاصلضرب درصد اسانس و درصد روغن در عملکرد ماده خشک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شدند. عناصر غذایی شامل نیتروژن با دستگاه کجلدال (۹)، فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر (۲۴)، پتاسیم و سدیم با دستگاه فلیم فوتومتر (۱۲) بر حسب پی‌پی‌ام اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ و مقایسات میانگین به‌روش آزمون LSD انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Soil physical and chemical characteristics of the experimental site.

بافت خاک Soil Textures	هدایت الکتریکی (دسی‌سایمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته pH	ماده آلی (درصد) Organic Matter (%)	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) Potassium (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) Phosphorus (ppm)	نیتروژن (درصد) Total Nitrogen (%)
لومی‌شنی Sandy loam	0.44	8.02	0.61	0.35	86.4	13.2	0.055

نتایج و بحث

پروتئین و آنزیم: نتایج نشان داد که میزان پروتئین و آنزیم کاتالاز به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر زمان برداشت و محلول‌پاشی و برهمکنش آن‌ها قرار گرفتند

(جدول ۲). تحت تاثیر برهمکنش برداشت پاییزه و هیومی‌فورته بیشترین میزان پروتئین و در برهمکنش برداشت مجدد از بوته‌های برداشتی در پاییز قبل و آمینول‌فورته بیشترین میزان آنزیم کاتالاز به‌دست آمد (جدول ۴). بر اساس نتایج این پژوهش، محلول‌پاشی با هیومی‌فورته (حاوی اسیدهای آمینه) موجب افزایش پروتئین در برداشت پاییزه شد، که نشان‌دهنده غلظت مناسب اسیدهای آمینه و جذب آن‌ها از طریق روزنه‌ها است. اسیدهای آمینه‌ها توسط ریزوبیوم به پروتئین تبدیل می‌شوند و کاربرد آن‌ها سبب افزایش غلظت پروتئین و نیتروژن کل می‌شود. به‌علاوه، سلول‌های گیاهی نیتروژن آلی (اسیدهای آمینه) را بهتر جذب کرده و به‌جای استفاده از نیترات (منبع غیر آلی) از اسیدهای آمینه در ساخت پروتئین استفاده می‌کنند، همان‌طور که در آزمایشی محلول‌پاشی اسیدهای آمینه، سبب افزایش میزان نیتروژن و پروتئین گل‌مریم (*Polianthes tuberosa* L.) شد (۲).

محتوی کلروفیل‌ها و کاروتنوئید: تاثیر زمان برداشت و محلول‌پاشی ترکیبات غذایی و برهمکنش آن‌ها بر کلروفیل a، b و کلروفیل کل معنی‌دار ($P<0.01$) بود (جدول ۲). با کاربرد جیبرلین در برداشت بهاره بیشترین میزان کلروفیل a و در برداشت پاییزه بیشترین میزان کلروفیل b و کل حاصل گردید (جدول ۴). محلول‌پاشی با ورمی‌واش و جیبرلین میزان رنگدانه‌های کاروتنوئید را نسبت به شاهد ۳۳ درصد افزایش دادند (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد که در برداشت بهاره، ترکیبات جیبرلین و ورمی‌واش بر میزان کلروفیل a تاثیر بیشتری داشتند. اگرچه چرخه تولید جیبرلین و کلروفیل یکسان هستند، اما احتمالاً به‌علت پتانسیل بالای عملکرد رزماری، محلول‌پاشی جیبرلین سبب افزایش پیش‌ساخت‌های تولید چرخه جیبرلین شد و سهم دریافتی کلروفیل و کاروتنوئید هم به نسبت افزایش یافت. ورمی‌واش، حاصل عصاره ورمی‌کمپوست به‌علت فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی روده کرم خاکی، حاوی غلظت بالایی از عناصر غذایی از جمله نیتروژن است (۴۰)، که در ساختمان کلروفیل وجود دارد، بنابراین ورمی‌واش سبب افزایش میزان کلروفیل رزماری شد. افزایش میزان کلروفیل در مرزه (*Satureja hortensis* L.) تحت تاثیر محلول‌پاشی با جیبرلین نیز گزارش شده است (۲۷). همچنین، در گیاه دارویی نعناع‌فلفلی بوته‌هایی که با ورمی‌واش محلول‌پاشی شدند، بالاترین میزان کلروفیل a و b، کل و کاروتنوئید را تولید کردند (۵)، که با نتایج تحقیق حاضر توافق دارند.

عناصر معدنی: زمان برداشت و محلول‌پاشی انواع ترکیبات غذایی بر مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سدیم تاثیر معنی‌داری ($P<0.01$) داشتند. برهمکنش آن‌ها نیز به‌جز میزان سدیم تاثیر معنی‌داری بر عناصر فوق داشت (جدول ۲). با کاربرد هیومی فورته و ورمی‌واش در برداشت مجدد از بوته‌های برداشتی در پاییز قبل، به‌ترتیب بیشترین میزان نیتروژن و پتاسیم و همچنین با محلول‌پاشی ورمی‌واش در برداشت بهاره بیشترین میزان فسفر حاصل شد (جدول ۴)، بنابراین به‌نظر می‌رسد، میزان عناصر در برداشت‌های فصل بهار بیشتر بود. مطابق با آن، در آزمایشی میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه رزماری در برداشت اردیبهشت‌ماه بیشتر از برداشت آذرماه بود (۳۱). گیاهان قادرند از اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند، زیرا این ترکیبات در وضعیت آزاد همچون ذرات الکتریکی باردار عمل می‌کنند و وقتی در شرایط مناسب وارد گیاه شوند، با تشکیل ذرات نوسان‌دار در غشاء، از طریق منافذ یونی وارد سلول شده و به‌واسطه خلوص بالا، گیاه آن‌ها را درون خود پذیرفته و همچون بخشی از ساختار خود در فرآیندهای متابولیکی شرکت می‌دهد (۳۹).

جدول ۲: تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی رزماری تحت تاثیر زمان برداشت و محلول‌پاشی با انواع ترکیبات غذایی

Table 2 (I). Analysis of variance for quantitative characteristics of Rosemary under the effecte of harvest time and various nutritional compounds spraying

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	Mean Square میانگین مربعات							
		پروتئین Protein	کاتالاز Catalase	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کاروتنوئیدها Carotenoids	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus
بلوک Replication	2	22.23^{ns}	0.000005^{ns}	0.42^{ns}	0.040^{ns}	35.03^{ns}	0.011^{ns}	751960^{ns}	525919^{ns}
زمان برداشت Harvest Time	2	24.72*	0.000036**	6.45**	0.230**	280.52**	0.002^{ns}	15715460**	4834180**
خطای اصلی Main error	4	10.08	0.000002	0.17	0.041	15.42	0.135	532740	337908
محلول‌پاشی Sparying	5	59.76**	0.000011**	1.90**	0.110**	276.37**	0.440**	5767163**	6768362**
زمان برداشت× محلول‌پاشی Sparying□Harvest Time	10	19.36*	0.000006*	1.47**	0.094**	144.63**	0.173^{ns}	1153199**	1557666**
خطای فرعی Sub error	30	7.47	0.000002	0.15	0.027	12.94	0.095	311531	233639
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		13.2	12.9	13.2	12.7	8.1	16.9	6.0	7.8

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی رزماری تحت تاثیر زمان برداشت و محلول‌پاشی با انواع ترکیبات غذایی

Table 2 (II)- Analysis of variance for qualitative characteristics of Rosemary under the effecte of harvest time and various nutritional compounds spraying

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	Mean Square میانگین مربعات								
		پتاسیم Potassium	سدیم Sodium	عملکرد ماده خشک Dry Wight Yield	میزان اسانس Eessential Oil Content	عملکرد اسانس Eessential Oil Yield	میزان روغن Oil Content	عملکرد روغن Oil Yield	آب نسبی برگ Leaf Relative Water	هیدرات‌کربن محلول Soluble Carbohydrate
بلوک Replication	2	215240^{ns}	700282^{ns}	131898^{ns}	0.0009^{ns}	11.37^{ns}	0.0028^{ns}	15.34^{ns}	25.80^{ns}	0.0000006^{ns}
زمان برداشت Harvest Time	2	32282384**	1989922**	7416608**	0.5660**	2281.50**	2.7845**	4519.81**	3116.25**	0.0000840**
خطای اصلی Main error	4	160371	603796	176483	0.0417	45.18	0.0155	68.23	109.01	0.0000029
محلول‌پاشی Sparying	5	569228**	2063826**	1712605**	0.5026**	836.01**	0.7046**	1139.33**	360.97**	0.0000207**
زمان برداشت× محلول‌پاشی Sparying Harvest Time	10	306612*	421078^{ns}	848471**	0.1161**	191.17**	0.0790**	252.44**	59.21^{ns}	0.0000164**
خطای فرعی Sub error	30	146965	312811	130143	0.0410	38.70	0.0123	38.36	55.53	0.0000019
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		7.4	11.4	14.4	16.7	20.1	7.6	16.6	14.5	11.3

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and ** are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

بنابراین در این آزمایش، محلول‌پاشی ترکیب اسید آمینه‌دار هیومی‌فورته سبب افزایش نیتروژن و پروتئین شد. از طرف دیگر ورمی‌واش، محتوی فسفر به‌صورت معدنی و قابل جذب است، به‌علت اینکه با آنزیم فسفاتاز روده کرم خاکی به فرم معدنی تبدیل گشته و توسط میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفر موجود در ورمی‌واش به فرم قابل جذب انتشار می‌یابد و همچنین شامل مقدار بالایی پتاسیم به‌فرم‌های تبادلی و غیرتبادلی می‌باشد (۴۰)، در نتیجه موجب افزایش پتاسیم و فسفر رزماری شد. بنابراین، کاربرد ورمی‌واش باعث جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی همچون فسفر و پتاسیم از طریق اندام‌های هوایی و افزایش فاکتورهای رشدی از جمله وزن خشک بوته می‌شود (۲۶). در تیمار قلمه‌های فلفل (*Capsicum frutescens*) با ورمی‌واش نیز میزان عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک نسبت به شاهد افزایش یافتند (۴۰).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت و محلول‌پاشی انواع ترکیبات غذایی بر ویژگی‌های کیفی رزماری

Table 3. Mean comparison of harvest time and various nutritional compounds spraying on qualitative characteristics of Rosemary

		کاروتنوئیدها (میلی‌گرم در گرم) Carotenoid ($mg.gr^{-1}$)	سدیم (پی‌پی‌ام) Sodium (ppm)	آب نسبی برگ (درصد) Leaf Relative Water (%)
زمان برداشت Harvest time	برداشت پاییزه Autumn's Harvest	1.83[a]	4510[b]	36.83[b]
	برداشت بهاره Spring's Harvest	1.82[a]	4925[a]	54.81[a]
	برداشت مجدد از بوته‌های برداشتی در پاییز قبل Second harvest from plants cut in last autumn	1.80[a]	5176[a]	62.46[a]
محلول‌پاشی Spraying	آمینول‌فورته Aminolforte	1.75[b]	4756[b]	53.23[ab]
	هیومی‌فورته Hiumeforte	1.69[b]	4754[b]	54.53[ab]
	اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	1.72[b]	4378[b]	56.70[a]
	جیبرلین Gibberellin	2.08[a]	4758[b]	55.77[a]
	ورمی‌واش Vermiwash	2.10[a]	4764[b]	47.89[b]
	شاهد control	1.57[b]	5794[a]	40.09[c]

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر تیمار و ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means within a row followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

درصد اسانس: تاثیر زمان برداشت و محلول‌پاشی ترکیبات غذایی و برهمکنش آن‌ها بر درصد اسانس رزماری معنی‌دار ($P<0.01$) شد (جدول ۲). بالاترین درصد اسانس در برداشت بهاره (۱/۳۶) و کاربرد هیومی‌فورته (۱/۴۴) به‌دست آمد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد افزایش اسانس در برداشت بهاره، به‌دلیل افزایش سن گیاه نسبت به برداشت پاییزه و اثرات مساعد فصل بهار و تازگی برگ‌ها بوده است. در

آزمایشی درصد اسانس تولید شده رزماری در برداشت شهریورماه بالاتر از اسفند و بهمن‌ماه بوده است، که نشان می‌دهد در فصل سرد اسانس کمتری تولید می‌گردد (۲۰). همچنین در تحقیقی کاربرد هیومی‌فورته و آمینول‌فورته سبب تولید بالاترین درصد اسانس در رزماری شدند (۱۴). در ریحان (*Ocimum basilicum* L.) نیز محلول‌پاشی اسیدهای آمینه درصد اسانس آن‌را افزایش داد (۳۴). که نتایج این آزمایشات، موید نتایج تحقیق حاضر می‌باشند. نتایج فوق نشان می‌دهند که اسیدهای آمینه با شرکت در فرآیند ساخت متابولیت‌های اولیه و ثانویه (۱۴) و به‌عنوان یک عامل محرک تولید، سبب افزایش درصد اسانس رزماری شدند.

عملکرد ماده خشک و اسانس: نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار ($P<0.01$) زمان برداشت و محلول‌پاشی انواع ترکیبات غذایی و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد ماده خشک و اسانس رزماری بود (جدول ۲). در برداشت بهاره و محلول‌پاشی با ورمی‌واش و هیومی‌فورته بیشترین عملکرد ماده خشک و اسانس حاصل شد (جدول ۴). در بوته‌های برداشت بهاره، علاوه بر وجود شرایط بهینه جهت افزایش رشد و نمو اندام هوایی گیاه، سن بوته‌ها نسبت به دو برداشت دیگر بیشتر بود و با محلول‌پاشی ورمی‌واش و هیومی‌فورته وزن خشک بیشتری حاصل گردید. از طرفی، در برداشت بهاره درصد اسانس نیز بیشتر بود، که منجر به بیشترین عملکرد اسانس شد. از آنجایی‌که، ورمی واش شامل آنزیم‌ها، باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات و غنی از هورمون‌های رشد گیاهی است، بهره‌وری گیاه و وزن ماده خشک اندام هوایی را افزایش می‌دهد (۱۹). همچنین، با افزایش سطوح محلول‌پاشی با ورمی‌واش بر بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) به‌علت جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی وزن خشک بوته، درصد و عملکرد اسانس افزایش یافت (۲۶) که با نتایج تحقیق حاضر تطابق دارند. محلول‌پاشی اسیدهای آمینه برگل‌مریم نیز با افزایش نیتروژن و کلروفیل a، سبب افزایش وزن خشک بوته شد (۲). همچنین در آزمایشی، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم سبب افزایش وزن خشک کل رزماری شد (۱۴). وزن ماده خشک ریحان نیز با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه آمینول‌فورته و هیومی فورته افزایش یافت (۳۴). به‌نظر می‌رسد که، اثر مثبت محلول‌پاشی ورمی‌واش بر عملکرد ماده خشک و اسانس رزماری را می‌توان مربوط به بهبود وضعیت جذب عناصر غذایی همچون نیتروژن، فسفر و پتاسیم یا اثرات هورمون‌های رشدی آن دانست.

احتمالاً، اسیدآمینه هیومی‌فورته با تحریک رشد سلولی، شرکت در ساخت ترکیبات آلی همانند پروتئین و آنزیم‌ها و بهبود جذب و انتقال عناصر، فعالیت‌های فیزیولوژیکی را تحت تاثیر قرارداده و اثر مثبتی بر بهبود عملکرد ماده خشک و اسانس رزماری داشت.

درصد و عملکرد روغن: زمان برداشت، محلول‌پاشی با ترکیبات غذایی و برهمکنش آن‌ها تاثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر درصد و عملکرد روغن رزماری داشتند (جدول ۲). به‌طوری که بیشترین درصد و عملکرد روغن از برداشت بهاره و کاربرد جیبرلین به‌دست آمد (جدول ۴). طبق نتایج آزمایش در برداشت بهاره، علاوه بر بیشترین درصد روغن و عملکرد ماده خشک رزماری، محلول‌پاشی جیبرلین نیز سبب بهبود وزن ماده خشک اندام هوایی شد و در نتیجه میزان عملکرد روغن نیز افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد، کاربرد جیبرلین به‌علت نقش این هورمون در تنظیم رشد گیاه، افزایش میزان کلروفیل و تحریک فتوسنتز، افزایش فعالیت برخی آنزیم‌ها و قابلیت تغییر در توزیع مواد فتوسنتزی سبب افزایش عملکرد روغن رزماری شد.

جدول ٤- مقایسه میانگین برهمکنش زمان برداشت و محلول‌پاشی انواع ترکیبات غذایی بر ویژگی‌های کیفی رزماری

Table 4 (I)- Mean comparison of harvest time and various nutritional compounds spraying interaction on qualitative characteristics of Rosemary

زمان برداشت Harvest time	محلول‌پاشی Spraying	پروتئین (میلی‌گرم در لیتر) Protein ($mg.lit^{-1}$)	کاتالاز (میلی‌گرم پروتئین دردقیقه در وزن‌تر) Catalase (OD min/mg protein)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم) Chlorophyll a ($mg.gr^{-1}$)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم) Chlorophyll b ($mg.gr^{-1}$)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم) Total Chlorophyll ($mg.gr^{-1}$)	نیتروژن (پی‌پی‌ام) Nitrogen (ppm)	فسفر (پی‌پی‌ام) Phosphorus (ppm)
برداشت پاییزه Autumn's harvest	آمینول‌فورته Aminolforte	24.00^{ab}	0.010^{f}	2.83^{cde}	1.33^{cdef}	43.40^{efg}	9100^{de}	5957^{cde}
	هیومی‌فورته Hiumeforte	25.19^{a}	0.010^{def}	2.82^{cde}	1.20^{defg}	38.50^{ghi}	8080^{fg}	6673^{bc}
	اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	18.27^{cdef}	0.011^{cdef}	2.82^{cde}	1.38^{bcde}	45.46^{cdef}	8300^{efg}	3806^{g}
	جیبرلین Gibberellin	19.66^{bcde}	0.013^{abcd}	3.53^{ab}	1.74^{a}	56.09^{a}	8314^{efg}	6702^{bc}
	ورمی‌واش Vermiwash	20.03^{abcd}	0.012^{cdef}	3.06^{bcd}	1.65^{ab}	50.59^{abcd}	9183^{de}	6204^{cd}
	شاهد control	16.61^{def}	0.0109^{f}	3.93^{a}	1.19^{defg}	48.48^{bcde}	7486^{g}	4229^{g}
برداشت بهاره Spring's harvest	آمینول‌فورته Aminolforte	22.85^{abc}	0.011^{cdef}	3.79^{a}	1.10^{fg}	46.47^{cde}	9983^{cd}	5856^{cdef}
	هیومی‌فورته Hiumeforte	21.33^{abcd}	0.013^{abcd}	3.47^{abc}	1.34^{cdef}	50.91^{abcd}	10003^{cd}	7248^{ab}
	اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	25.11^{a}	0.012^{cdef}	3.08^{bcd}	0.96^{g}	39.27^{fgh}	8446^{efg}	6203^{cd}
	جیبرلین Gibberellin	23.41^{ab}	0.013^{abc}	4.05^{a}	1.31^{cdef}	54.42^{ab}	9116^{de}	6586^{bcd}
	ورمی‌واش Vermiwash	21.03^{abcd}	0.010^{def}	3.96^{a}	1.31^{cdef}	51.57^{abc}	8966^{ef}	7845^{a}
	شاهد control	16.79^{def}	0.011^{cdef}	2.48^{ed}	1.12^{efg}	32.49^{ij}	7778^{g}	5820^{def}
برداشت مجدد از بوته‌های برداشتی در پاییز قبل Second harvest from plants cut in last autumn	آمینول‌فورته Aminolforte	23.11^{abc}	0.016^{a}	1.62^{fg}	1.42^{bcd}	37.82^{ghi}	10444^{abc}	7666^{a}
	هیومی‌فورته Hiumeforte	20.55^{abcd}	0.015^{ab}	3.70^{ab}	1.54^{abc}	55.04^{ab}	11400^{a}	7177^{ab}
	اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	14.7^{f}	0.015^{ab}	1.65^{fg}	1.20^{defg}	34.39^{hij}	10333^{bc}	5307^{ef}
	جیبرلین Gibberellin	23.44^{ab}	0.013^{bcde}	3.45^{abc}	1.22^{defg}	44.85^{def}	11086^{ab}	6680^{bc}
	ورمی‌واش Vermiwash	19.26^{bcdef}	0.013^{abc}	2.18^{ef}	1.20^{defg}	36.50^{hi}	10347^{bc}	6084^{cde}
	شاهد control	15.41^{ef}	0.010^{ef}	1.28^{g}	1.16^{defg}	29.70^{j}	7894^{g}	5108^{f}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر تیمار و ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means within a row followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

ادامه جدول ٤- مقایسه میانگین برهمکنش زمان برداشت و محلول‌پاشی انواع ترکیبات غذایی بر ویژگی‌های کیفی رزماری

Table 4 (II)- Mean comparison of harvest time and various nutritional compounds spraying interaction on qualitative characteristics of Rosemary

زمان برداشت Harvest time	محلول‌پاشی Spraying	پتاسیم (پی‌پی‌ام) Potassium (ppm)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry Wigth Yeild ($kg.ha^{-1}$)	میزان اسانس (درصد) Essential Oil Content (%)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential Oil Yeild ($kg.ha^{-1}$)	میزان روغن (درصد) Oil Content (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil Yeild ($kg.ha^{-1}$)	هیدرات کربن محلول (میلی‌گرم گلوکوز در گرم) Soluble Carbohydrate ($Mgr\ glo.gr^{-1}$)
برداشت پاییزه Autumn's harvest	آمینول‌فورته Aminolforte	3673^{fg}	3038ab	1.22^{cde}	36.87^{def}	0.97^{fg}	31.25^{cd}	0.013^{bcde}
	هیومی‌فورته Hiumeforte	3771^{fg}	3535^{a}	1.02^{efgh}	36.27^{def}	1.12^{f}	39.65^{c}	0.015^{ab}
	اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	3479^{fg}	1906^{d}	0.73^{h}	13.98^{j}	0.94^{g}	18.03^{ef}	0.011^{efgh}
	جیبرلین Gibberellin	4016^{f}	2762^{bc}	1.10^{defg}	30.36^{efgh}	1.13^{f}	31.17^{cd}	0.014^{abcd}
	ورمی‌واش Vermiwash	3499^{fg}	2171^{cd}	1.13^{def}	24.62^{ghi}	1.12^{f}	24.51^{de}	0.012^{cdef}
	شاهد control	3247^{g}	1726^{d}	0.88^{fgh}	15.20^{ij}	0.72^{h}	12.49^{f}	0.009^{hi}
برداشت بهاره Spring's harvest	آمینول‌فورته Aminolforte	5895^{bcd}	2609^{bc}	1.53^{abc}	39.49^{cde}	1.96^{a}	51.08^{b}	0.015^{ab}
	هیومی‌فورته Hiumeforte	5562^{cde}	3667^{a}	1.68^{a}	61.73^{a}	1.83^{abcd}	6739^{a}	0.016^{a}
	اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	5526^{cde}	3503^{a}	1.41^{abcd}	49.26^{bc}	1.94^{ab}	67.88^{a}	0.016^{a}
	جیبرلین Gibberellin	5460^{de}	3511^{a}	1.52^{abc}	53.22^{ab}	1.98^{a}	69.66^{a}	0.012^{defg}
	ورمی‌واش Vermiwash	6099^{abcd}	3683^{a}	1.18^{def}	43.85^{bcd}	1.62^{e}	56.86^{ab}	0.015^{ab}
	شاهد control	5650^{bcde}	1726^{d}	0.86^{fgh}	14.97^{ij}	0.96^{fg}	16.68^{ef}	0.010^{fghi}
برداشت مجدد از بوته‌های برداشتی در پاییز قبل Second harvest from plants cut in last autumn	آمینول‌فورته Aminolforte	6166^{abc}	1756^{d}	1.58^{ab}	27.71^{fgh}	1.73^{cde}	30.42^{cd}	0.008^{i}
	هیومی‌فورته Hiumeforte	6070^{bcd}	1943^{d}	1.63^{ab}	31.77^{efg}	1.67^{de}	32.48^{cd}	0.008^{i}
	اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	6258^{ab}	1785^{d}	1.18^{def}	21.15^{hij}	1.86^{abc}	33.22^{cd}	0.015^{ab}
	جیبرلین Gibberellin	6269^{ab}	1900^{d}	1.35^{bcd}	25.75^{gh}	1.83^{abcd}	34.85^{cd}	0.009^{hi}
	ورمی‌واش Vermiwash	6716^{a}	1869^{d}	0.79^{gh}	15.00^{ij}	1.77^{bcde}	33.09^{cd}	0.010^{ghi}
	شاهد control	5172^{e}	1753^{d}	0.86^{fgh}	15.14^{ij}	0.98^{fg}	17.27^{ef}	0.009^{hi}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر تیمار و ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means within a row followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

درصد آب نسبی برگ: تاثیر زمان برداشت و محلول‌پاشی ترکیبات غذایی بر درصد آب نسبی برگ رزماری معنی‌دار ($P<0.01$) بود (جدول ۲). درصد رطوبت نسبی برگ در برداشت بهاره و برداشت مجدد از بوته‌های برداشتی در پاییز قبل نسبت به برداشت پاییزه به‌طور بسیار معنی‌داری بیشتر بود. در بین تیمارهای محلول‌پاشی، اسیدسالیسیلیک و جیبرلین بیشترین تاثیر را بر درصد آب نسبی برگ گذاشتند

(جدول ۳). اثرات مثبت برداشت‌های بهاره بر درصد آب نسبی برگ احتمالا، به‌علت افزایش جذب آب در سلول‌ها، افزایش رشد و وجود برگ‌های تازه بوده است. هورمون‌های اسیدسالیسیلیک و جیبرلین نیز به‌علت تاثیر بر رشد، تقسیم و طویل شدن سلول‌ها نیاز به تامین آب بیشتری را برای گیاه ایجاب می‌نماید، لذا احتمالا، آب نسبی برگ به‌همین علت افزایش یافت. محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در ریحان سبب افزایش میزان آب نسبی برگ آن شد (۲۳). در گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) نیز کاربرد جیبرلین منجر به افزایش میزان آب نسبی برگ شد (۲۹) که با نتایج تحقیق حاضر تطابق دارد.

هیدرات‌کربن محلول: زمان برداشت و انواع محلول‌پاشی و برهمکنش آن‌ها تاثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر میزان هیدرات‌کربن محلول گیاه داشتند (جدول ۲). بیشترین میزان هیدرات‌کربن محلول، در برداشت بهاره و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک و هیومی‌فورته حاصل گردید (جدول ۴). در مورد اثر برهمکنش زمان برداشت و ترکیبات غذایی بر هیدرات‌کربن محلول می‌توان گفت، هیدرات‌کربن به‌طور چشمگیر در اواسط پاییز در قسمت‌های چوبی افزایش یافته و با شروع رشد در بهار کاهش می‌یابد، بنابراین احتمالا در برداشت بهاره هیدرات‌کربن‌ها از شکل ذخیره‌ای کاهش یافته و به‌صورت هیدرات‌کربن محلول در برداشت بهاره افزایش یافتند. همچنین، در برداشت مجدد از بوته‌های برداشتی در پاییز قبل، برگ و ساقه جدیدتری تولید شده بود، بنابراین کمترین میزان هیدرات‌کربن را نسبت به دو برداشت دیگر داشت. از طرف دیگر، گیاهان خانواده نعناییان مقادیر زیادی از الیگوساکاریدهای خانواده رافینوز را جهت فرآیندهای فیزیولوژیکی در بافت‌های خود سنتز می‌کنند و الیگوساکاریدها قسمتی از هیدرات‌های‌کربن محلول می‌باشند (۱۶). اسیدسالیسیلیک موجب حفظ سطح بالای هیدرات‌کربن در کلروپلاست می‌شود (۱۰). در گیاه دارویی نعناع محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک موجب افزایش تغییرات متابولیکی هیدرات‌کربن محلول شد (۳۰). همچنین، کاربرد اسیدهای آمینه در نعناع موجب افزایش درصد هیدرات‌کربن در برگ‌ها گردید (۳۲). بنابراین، اسیدهای آمینه موجب افزایش ذخیره‌سازی هیدرات‌کربن می‌شود (۳۶).

نتیجه‌گیری کلی

آگاهی از زمان مناسب برداشت، یکی از عوامل موثر در بیوسنتز اسانس و سایر ترکیبات گیاهان دارویی است. نتایج این تحقیق نشان‌داد که عملکرد ماده خشک، درصد و عملکرد اسانس و روغن و جذب عناصر غذایی به‌علت شرایط بهینه محیط جهت رشد و نمو در برداشت‌های بهاره بیشتر بود. عکس‌العمل گیاه دارویی رزماری به محلول‌پاشی اسیدهای‌آمینه و ورمی‌واش مثبت بود، به‌طوری که بیشترین میزان نیتروژن، پروتئین، درصد و عملکرد اسانس از محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه و بیشترین میزان عملکرد ماده خشک، فسفر و پتاسیم از محلول‌پاشی با ورمی‌واش حاصل شدند. به‌طورکلی عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد ماده خشک اندام هوایی به‌عنوان اندام اسانس‌دار بوده و هر گونه افزایش در این موارد منجر به افزایش عملکرد اسانس تولیدی می‌گردد. بنابراین محلول‌پاشی ترکیبات غذایی زیستی ضمن حفظ و ارتقاء کیفیت رزماری، می‌تواند در کاهش مشکلات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی به‌ویژه در مناطق خشک مفید باشد.

منابع

1. Abbaspour, H., and Rezaei, H. 2014. Effects of Salicylic acid and Jasmonic acid on Hill Reaction and Photosynthetic Pigment (*Dracocephalum Moldavica* L.) in Different Levels of Drought Stress. International Journal of Advanced Biol. Biom. Res., 2(12): 2850-2859.
2. Afifipour, A. and Khosh-Khui, M. 2015. Efficacy of Spraying a Mixture of Amino Acids on the Physiological and Morphological Characteristics of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Inter. J. Hort. Sci. Technol., 2 (2): 199-204.
3. Arefi, I., Kafi, M., Khazaee, H.R., and Banayan Aval, M. 2011. Effect of nitrogen phosphorous and potassium fertilizer levels on yield, photosynthetic rate photosynthetic pigments, chlorophyll content, and nitrogen concentration of plant components of *Allium altissimum* Regel. J. Agroecol., 4(3): 207-214. (In Persian)
4. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol., 24: 1-15.
5. Ayyobi, H., Olfati, J.A., and Payvast, G.A. 2014. The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. Inter. J. Recycling Organic Waste Agri., 3: 147-153.
6. Ban, l., Narasimhamoorthy, B., Zhao, L., Greaves, J.A., Schroeder, W.D. 2016. Antioxidant activities from different rosemary clonal lines. Food Chem., 201: 259-263.
7. Beers, G.R., and Sizer, I.W. 1952. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. J. Biol. Chem., 195(1): 133-140.
8. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analy. Biochem., 72: 248-254.
9. Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Total nitrogen. *In*: page A.L., Miller R.H. and Keeney D.R. (Eds), Methods of soil analysis: Part 2. Madison Wisconsin USA. Agronomy Soci. Am., 9: 559-624.
10. Dawood, M.G., Sadak, M.S., and Hozayen, M. 2012. Physiological role of salicylic acid in improving performance, yield and some biochemical aspects of sunflower plant grown under newly reclaimed sandy soil. Austr. J. Basic Applied Sci., 6(4): 82-89.
11. Dumbravă, D.G., Moldovan, C., Raba, D.N., and Popa, M.V. 2012. Vitamin C, chlorophylls, carotenoids and xanthophylls content in some basil (*Ocimum basilicum* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves extracts. Journal of Agroalimentary Proc. Technol., 18(3): 253-258.
12. Emami, A. 1997. The Methods of Plant Analysis. Part 1. Water and Soil Institute Research press. 982: 120 p. (In Persian)
13. Feyzi, P., Kamali, H., Yazdani, A., and Hashemimoghadam, H. 2012. Comparison of solvent extraction and hydrodistillation of essential oil from Biebersteinia multifida DC. Conjunction with gas chromatography – mass spectroscopy. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences 4 (Natural Products & Medicinal Plants Suplemntry): 35-41. (In Persian)
14. Foroutannia, A., Mehrafarin, A, Hadavi, E., and Naghdi Badi, H. 2014. The Influences of Bio-stimulators Compounds on Growth Traits and Essential Oil Content of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). J. Med. Plants. 13(51):51-61.
15. Hassanpouraghdam, M.B., Hajisamadi Asl, B., and Khalighi, A. 2011. Gibberellic Acid Foliar Application Influences Growth, Volatile Oil and Some Physiological Characteristics of Lavender (*Lavandula officinalis Chaix*.). Roman. Biotechnol. Letters. 16(4):6322-6327.
16. Heidari, F., Naderi, S., Khajeh, H., and Bahari, A.A. 2015. The effect of salinity in galactinol synthase (*GAS*) gene expression, antioxidant enzymes activity, carbohydrst and prolin in sistan melon landrace (*Cucumis melo* L.).

Modern Gen. J., 11: 2.185-195. (In Persian)
17. Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W., and Sanchez Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa plant. Physiolo. Panta. 84: 55-66.
18. Joshi, N.L., Mali, P.C. and Sexena, A. 1998. Effect of nitrogen and sulphur application on yield and fatty acid composition of mustard (*Brassica juncea* L.). Oil J. Agro. Crop Sci. 180: 59-63.
19. Kumar Chauhan, H. and Singh, K. 2014. Potency of Vermiwash with *Azadirachta indica* A. Juss on Yield of Gram (*Cicer arietinum*) and Infestation of *Helicoverpa armigera* (Hübner). American-Eurasian J. Toxicol. Sci., 6(4): 87-93.
20. Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell Stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil yield and quality. J. Applied Sci. Res., 2(10): 773-779.
21. Mansoori, I. 2014. The effect of plant density and harvesting time on growth and essential oil of peppermint (*Mentha Piperita* L.). J. Medic. Bioengin., 3(20):113-116.
22. Mirza, M., Ghoraishi, and bahadori, A. 2011. Effect of harvesting time on essential oils content and composition of *Salvia officinalis* L. and *Mentha piperita* L. in Khuzestan province. Iranian J. Medic. Arom. Plants. 26(4): 531-543. (In Persian)
23. Mohammadi Babazeidi, H., Falaknaz, M., Heidary, P., Hemati, M.S., and Farokhian, SH. 2014. The effect of Azosprillium spp bacteria, Salicylic acid and drought stress on morphological and physiological characteristics ofBasil (*Ocimum basilicum* L.), New Cell. Molecular Biotechnol. J. 3(12):31-36. (In Persian)
24. Murphy, J., and Riley. J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphorous in natural waters. Analytica Chemica Acta. 27: 31-36.
25. Nahimie, M., Jabari, H., and Ghorbani, M. 2014. Workshop learn how to measure water relations in plants under drought stress. National Research Center of Medicinal Plants. Azad University of Ghods Town, Mashhad, Iran. (In Persian)
26. Neamati, H., Azizi, M., Mohammadi, S., and Karimpour, S. 2014. The Study on the Effect of Spraying with Different Concentrations of Vermicompost Extract (Vermiwash) on the Morphological Traits, Yield and Percentage of Essential oil of Lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Journal of Horticultural Science. 27(4):411-417. (In Persian)
27. Nikee, E., Pazoki, A., and Zahedi, H. 2014. Influences of ascorbic acid and gibberellin on alleviation of salt stress in summer savory (*Satureja hortensis* L.). International Journal of Biosciences, 5(4):245-255.
28. Omer, E.A., Said-Al Ahl, H.A.H, El Gendy, A.G., Shaban, Kh.A. and Hussein, M.S. 2013. Effect of amino acids application on production, volatile oil and chemical composition of chamomile cultivated in saline soil at Sinai. Journal of Applied Sciences Research. 9(4): 3006-3021.
29. Pazoki, A., Rezai, H., Habibi, D. and Paknezhad, F. 2012. Effect of water stress, foliar ascorbate and gibberellin on some morphological traits, cytoplasmic membrane stability, and relative water content (*Thymus vulgaris* L.). Journal of Agronomy. 8(1): 1-13. (In Persian)
30. Pérez, M.G.F., Guzmán, N.E.R., Silva, E.M.S., Piña, G.L., and Camacho, R.R. 2014. Effect of chemical elicitors on peppermint (*Mentha piperita*) plants and their impact on the metabolite profile and antioxidant capacity of resulting infusions. Food Chemistry. 156: 273-278.
31. Puttanna, K., Prakasa Rao, E.V.S., Singh, R., and Ramesh, S. 2010. Influence of Nnitrogen and potassium fertilization on yield and quality of rosemary in relation to harvest number.

Communic. Soil Sci. Plant Anal., 41(2): 190-198.
32. Refaat A.M., and Naguib N.Y. 1998. Peppermint yield and oil quality as affected by application of some amino acids. Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University. 49: 89-98.
33. Rowshan, V., Khosh Khoi, M., and Javidnia, K. 2010. Effects of Salicylic Acid on Quality and Quantity of Essential oil Components in *Salvia macrosiphon*. J. Biol. Environ. Sci., 4(11): 77-82.
34. Saburi, M., Haj Seyed Hadi, M.R., and Taghi Darzi, M. 2014. Effects of amino acids and nitrogen fixing bacteria on quantitative yield and essential oil content of basil (*Ocimum basilicum*). Agri. Sci. Develop., 3(8): 265-268.
35. Salehi Sardoei, A., Shahdadi, F., Shahdadneghad, M., and Fallaah Imani, A. 2014. The Effect of Benzyladenine and Gibberellic Acid on Reducing Sugars of Spathiphyllum wallisii Plant. Inter. J. Farm. Allied Sci., 3(3):328-332.
36. Sani, B. 2011. Effects of amino acids and irrigation interrupted on some characteristics in flixweld (*Descurainia Sophia* L.). Inter. Conf. on Biology, Environmental and Chemistry IPCBEE. 1: 375-378.
37. Shafeek, M.R., Aisha, H. and Mahmoud, A.R. 2016. Foliar application of amino acids and bio fertilizer promote execution of broad bean plant (*Vicia faba* L) under newly reclaimed land conditions. International J. Pharm. Tech. Res., 9(5): 100-109.
38. Singh, M., and Guleria, N. 2013. Influence of harvesting stage and inorganic and organic fertilizers on yield and oil composition of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in a semi-arid tropical climate. Indust. Crops Prod., 42: 37-40.
39. Thomas, J., Mandal, A.K.A., Raj Kumar, R., and Chordia, A. 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camellia* sp.). Inter. J. Agri. Res., 4: 228-236.
40. Varghese, S.M. and Prabha, M.L. 2014. Biochemical Characterization of Vermiwash and its Effect on Growth of *Capsicum frutescens*. Malaya J. Biosci., 1(2): 86-91.