دانشگاه گنبد کاووس
نشریه " تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان "
دوره اول، شماره اول، پاییز ۹۲
http://arpe.gonbad.ac.ir

اثرات متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم کننده‌های اسمزی ریحان

محمود رمرودی و علیرضا خمر
[۱]دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، [۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد زیست‌شناسی دانشگاه پیام نور تهران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۷

چکیده

ریحان گیاه دارویی یکساله و اسانس‌دار از تیره نعنائیان با کاهش میزان قند خون می‌تواند به درمان دیابت کمک کند و فشار خون را نیز پایین آورد. برای بررسی اثر تنظیم‌کننده رشد گیاهی اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم کننده‌های اسمزی ریحان در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار، در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه آموزشی سایت جدید دانشگاه زابل اجرا شد. عامل اصلی رژیم آبیاری در ۳ سطح (۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) و عامل فرعی محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با ۴ غلظت (۰، ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار) بودند. محلول پاشی در سه مرحله از ۳۰ روز بعد از کشت به فاصله هر ۱۰ روز انجام گردید. نتایج نشان داد که کلیه ویژگی‌های مورد بررسی تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک قرار گرفتند. با افزایش شدت تنش خشکی ناشی از فاصله زیاد آبیاری از تعداد برگ و ساقه جانبی در بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی، محتوای رطوبت نسبی برگ، عملکرد اسانس و میزان کلروفیل برگ کاسته، ولی تنظیم کننده‌های اسمزی (پرولین و کربوهیدرات) و درصد اسانس نیز افزایش یافتند. محلول پاشی اسیدسالیسیلیک سبب افزایش کلیه ویژگی‌های مورد بررسی شد. نتایج حاکی از آن است که اعمال تنش خشکی از طریق افزایش اسانس ریحان سبب افزایش کیفی آن گردید و محلول پاشی اسیدسالیسیلیک توانست آسیب ناشی از تنش خشکی را تا حدی جبران نماید.

واژه‌های کلیدی: **پرولین، درصد اسانس، تنظیم کننده‌های اسمزی، کلروفیل برگ، محتوای رطوبت نسبی برگ**

*نویسنده مسئول: m_ramroudi@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

مقدمه

در دهه‌های اخیر تحقیقات گسترده‌ای روی گیاهان دارویی انجام گرفته و داروهای با ماده موثرهٔ طبیعی، افق‌های جدیدی را به روی پژوهشگران گشوده است. به طوری که در حال حاضر حدود یک سوم داروهای مورد استفاده در جوامع انسانی را داروهایی با منشأ طبیعی و گیاهی تشکیل می‌دهند. پژوهشگران بسیاری توجه خود را به کشت و تولید گیاهان دارویی و مطالعه آن‌ها معطوف داشته‌اند. اگر چه تولید متابولیت‌های ثانویه (مواد موثره) در گیاهان دارویی تحت هدایت و کنترل ژنتیکی قرار دارد، عوامل محیطی خصوصاً شرایط تنش‌زا، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت این مواد به عهده دارند (Omidbaigi, 2005).

گیاهان به تنش خشکی در سطوح فیزیولوژیکی، سلولی و مولکولی پاسخ می‌دهند. این پاسخ به گونه و ژنوتیپ گیاه (Rampino *et al.,* 2006)، طول دوره و شدت کمبود آب (Araus *et al.,* 2001) و سن و مرحله نموی (Zhu *et al.,* 2005) بستگی دارد. در شرایط خشکی ترکیبات شیمیایی گیاهان از جمله پرولین، قند، پروتئین و میزان کلروفیل تغییر می‌کند، که می‌توانند مکانیسم‌های مقاومت به خشکی محسوب شوند. گیاهان دارویی بر خلاف محصولات زراعی که در شرایط تنش از نظر مقدار عملکرد لطمه می‌بینند، ممکن است در چنین وضعیتی تولید مواد شیمیایی بیشتر و در نتیجه بازدهی اقتصادی برتری پیدا کند (Omidbaigi, 2005).

یکی از مکانیسم‌های کارآمدی که گیاه برای حفظ فشار آماس در شرایط کمبود آب از آن بهره می‌برد، پدیده‌ای موسوم به تنظیم اسمزی است. تنظیم اسمزی در گیاهان، مکانیسم عمده‌ی اجتناب از تنش‌های آبی در محیط‌های خشک و شور است (Bajji *et al.,* 2001). افزایش پرولین در دوره تنش ممکن است نتیجه تجزیه پروتئین‌ها و نیز کاهش استفاده از آنها به دلیل کاهش رشد گیاه باشد (Movahhedi Dehnavi *et al.,* 2011). تحت شرایط تنش خشکی، قندهای محلول می‌توانند به عنوان ترکیبات اسمزی و نیز به‌عنوان حفاظت کننده‌های اسمزی عمل کنند (Bohnert *et al.,* 1995).

تأثیر تنش خشکی بر تجمع پرولین و کربوهیدرات گیاه دارویی ریحان مثبت و معنی دار می‌باشد (Moein Alishah *et al.,* 2006). تنش خشکی در ریحان سبب کاهش مقدار سطح برگ، کلروفیل، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد ریحان می‌گردد؛ با این حال موجب افزایش مقدار پرولین و قندهای محلول نیز می‌شود (Hassani *et al.,* 2004). نتایج آزمایش دو ساله روی دو گونه ریحان تحت تاثیر سطوح تنش خشکی نشان داد که کمبود آب سبب افزایش درصد پرولین و کربوهیدرات می‌شود (Khalid, 2006). نتایج بررسی تاثیر سطوح مختلف رطوبت خاک روی ریحان نشان داد که با کاهش رطوبت خاک، عملکرد اسانس کاهش یافته، ولی درصد اسانس افزایش داشت (Omidbaigi *et al.,* 2003).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی است که در ریشه گیاهان به میزان کم تولید می‌شود (Raskin, 1992) و نقش محوری در تنظیم تعدادی از فرآیندهای فیزیولوژیک از جمله فتوسنتز، بسته شدن روزنه‌ها، تعرق، سنتز کلروفیل و پروتئین، ممانعت از بیوسنتز اتیلن، جذب و انتقال عناصر دارد (Klessing and Malamy, 1994) و به‌عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (Senaranta *et al.*, 2000). اسید سالیسیلیک تاثیر خود را بر فتوسنتز از طریق عوامل روزنه‌ای، رنگیزه و ساختار کلروپلاست و آنزیم‌های دخیل در مراحل فتوسنتز اعمال می‌کند (Ghai *et al.*, 2002). استفاده از اسید سالیسیلیک همراه با تنش خشکی باعث افزایش بعضی از فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌گردد که می‌تواند بر افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی بیافزاید. افزودن اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های مختلف می‌تواند با افزایش مقدار پرولین سبب بهبود مقاومت گیاه در شرایط تنش خشکی شود (Yazdanpanah *et al.*, 2010). افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، پرولین و قندها و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی غشاء نشان‌دهنده کاهش خسارت اکسیداتیو و نقش اسیدسالیسیلیک در افزایش تحمل در برابر تنش می‌باشد (Kshavrz *et al.*, 2012). اسیدسالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ و وزن خشک اندام‌های هوایی و مقدار کلروفیل کل در مقایسه با عدم مصرف اسید در شرایط تنش خشکی می‌گردد (Arvin *et al.*, 2011). در آزمایشی مشاهده شد که اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های پایین‌تر در رفع آسیب اکسایشی نقش موثر دارد، ولی غلظت‌های بالای آن سبب بروز تنش در گیاه می‌گردد (Kshavrz *et al.*, 2012). نتایج بررسی مهدوی دهنوی و همکاران (Movahhedi Dehnavi *et al.*, 2011) نشان داد که محلول پاشی سایکوسل با افزایش میزان پرولین و قندهای محلول در کتان روغنی، توانست آسیب های ناشی از خشکی را تا حدودی جبران نماید. این پژوهش به منظور تاثیر اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم کننده‌های اسمزی در ریحان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۰ در مزرعه آموزشی-تحقیقاتی دانشکده کشاورزی در سایت جدید دانشگاه زابل در موقعیت عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا انجام شد. منطقه مورد مطالعه آب هوای خشک و بسیار گرم دارد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاک، بافت خاک مزرعه محل آزمایش شنی لومی و pH=۷/۶ بود.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. عامل اصلی رژیم آبیاری در ۳ سطح (۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) و عامل فرعی محلول‌پاشی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

اسیدسالیسیلیک با ۴ غلظت (۰، ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار) بودند. محلول‌پاشی در سه مرحله از ۳۰ روز بعد از کشت به فاصله هر ۱۰ روز انجام گردید.

عملیات تهیه زمین بعد از شخم عمیق (۲۵-۲۰ سانتی‌متر) شامل دو دیسک عمود برهم، تسطیح و کرت‌بندی زمین بود. کود شیمیایی قبل از کشت ریحان به میزان ۴۰ کیلوگرم نیتروژن و ۶۰ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار با در نظر گرفتن نیاز خاک مزرعه به‌عنوان کود پایه، به‌صورت یکسان به زمین داده شد. هر کرت آزمایشی دارای ۴ ردیف با فاصله کشت ۲۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۴ سانتی‌متر به‌طول ۳ متر بود. پس از سبز شدن و استقرار کامل گیاه، تنک بوته‌ها در طی دو مرحله (۳-۲ و ۴-۳ برگی) انجام شد. آبیاری تا زمان ۶-۴ برگی به‌طور منظم انجام گرفت و پس از آن، تیمار آبیاری اعمال گردید.

برداشت اندام هوایی در زمان ۱۰ درصد گلدهی از هر کرت آزمایشی صورت گرفت. اندام رویشی بلافاصله پس از برداشت در اتاق و سایه روی روزنامه پهن و در دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد به‌منظور حفظ ترکیبات ثانویه به‌طور طبیعی خشک شدند. برای تعیین تعداد برگ و تعداد ساقه جانبی در بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد ۵ بوته از هر کرت آزمایشی انتخاب و برداشت شد و پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های فوق، به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با درجه ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و وزن خشک اندام‌های هوایی ثبت شد. استخراج اسانس از ریحان توسط دستگاه اسانس‌گیر، میزان پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر)، محتوای رطوبت نسبی برگ، غلظت کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر بافت) و کربوهیدرات‌ها در آزمایشگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد ساقه جانبی در بوته: تاثیر رژیم آبیاری بر تعداد ساقه جانبی در بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). با افزایش شدت تنش خشکی تعداد ساقه جانبی در بوته کاهش یافت و از ۱۲/۸۷ تعداد ساقه جانبی در بوته در تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی به ۹/۱۳ تعداد ساقه جانبی در بوته در تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بدلیل اعمال تنش شدید خشکی رسید (جدول ۲). تنش خشکی ناشی از کمبود آب در اثر افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش رشد قسمت‌های مختلف گیاه از جمله ارتفاع بوته، سطح برگ و تعداد ساقه در بوته می‌شود. نتایج مشابهی در نعناع گزارش شده است (Misra and Srivastava, 2000).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

اگرچه تاثیر اسیدسالیسیلیک بر تعداد ساقه جانبی در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۱)، اما روند افزایشی تعداد ساقه جانبی در بوته با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک مشاهده شد و بیشترین تعداد ساقه جانبی در بوته با غلظت ۱ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک مشاهده گردید که نسبت به شاهد ۹/۶۷ درصد افزایش داشت (جدول ۲).

جدول ۱-تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد ساقه و تعداد برگ در بوته، وزن خشک اندام هوایی و کلروفیل بـرگ تحت تاثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی اسید سالسیلیک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد ساقه در بوته	تعداد برگ در بوته	وزن خشک اندام هوایی بوته	کلروفیل برگ
تکرار	۲	۱۷/۵۵	۳۷/۰۵	۳/۰۱	۰/۰۰۶
رژیم آبیاری	۲	۴۲/۵۳*	۱۱۲۵/۴۵*	۸۰/۷۹*	۰/۲۸۹*
خطای a	۴	۶/۰۸	۱۰۹/۱۵	۶/۹۸	۰/۰۳۱
محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک	۳	۲/۳۴	۱۰۶/۵۶*	۵/۱۶	۰/۰۲۸
محلول‌پاشی ×رژیم آبیاری	۶	۰/۲۲	۱/۲۷	۰/۳۴	۰/۰۰۰۱
خطای b	۱۸	۱/۶۲	۲۸/۰۷	۴/۳۴	۰/۰۱۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۶۶	۹/۰۰	۱۶/۱۰	۷/۶۰

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۲-مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته، تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی و کلروفیل برگ تحت تاثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی اسید سالسیلیک

تیمارها	تعداد ساقه در بوته	تعداد برگ در بوته	وزن خشک اندام هوایی بوته (گرم)	کلروفیل برگ
رژیم آبیاری (ظرفیت زراعی)				
۹۰	۱۲/۸۷a	۶۸/۶۲a	۱۵/۷۰a	۱/۵۹a
۷۵	۱۰/۸۱ab	۵۸/۶۸ab	۱۲/۵۵b	۱/۴۱ab
۶۰	۹/۱۳b	۴۹/۲۵b	۱۰/۵۵b	۱/۲۸b
محلول پاشی اسید سالیسیلیک (میلی مولار)				
۰	۱۰/۳۳a	۵۴/۷۸b	۱۲/۲۰a	۱/۳۶a
۱	۱۱/۳۳a	۶۱/۸۴a	۱۳/۶۹a	۱/۴۸a
۲	۱۱/۳۲a	۶۱/۵۵a	۱۳/۴۸a	۱/۴۷a
۳	۱۰/۶۱a	۵۷/۲۲ab	۱۲/۳۸a	۱/۳۹a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت آماری می‌باشد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

تعداد برگ در بوته: بین سطوح آبیاری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک از نظر تعداد برگ در بوته اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که از تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی تا تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی کاهش تعداد برگ در بوته مشاهده شد، ولی بین تیمارهای ۷۵ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کمترین تعداد برگ در بوته به تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی تعلق داشت.

روند تغییرات تعداد برگ در بوته تحت تاثیر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک نشان می‌دهد که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک تعداد برگ در بوته در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری داشت، به طوری که بیشترین تعداد برگ (۶۱/۸۴ برگ در بوته) از کاربرد ۱ میلی‌مولار حاصل شد و با سایر غلظت های اسید اختلاف معنی‌داری نداشت، اما با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). تعداد برگ در بوته از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا باعث افزایش جذب نور و در نتیجه افزایش فتوسنتز و رشد گیاه می‌گردد (Reddy *et al.*, 1997).

وزن خشک بخش هوایی بوته: وزن خشک بخش‌های هوایی تحت تاثیر رژیم آبیاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین وزن خشک بخش هوایی از تیمار آبیاری پس از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد و با افزایش شدت تنش خشکی ناشی از افزایش فواصل آبیاری، از میزان وزن خشک بخش هوایی بوته کاسته شد و کمترین آن به تیمار آبیاری پس از ۶۰ درصد ظرفیت زراعی تعلق داشت (جدول ۲). نتایج تحقیق حسنی و امیدبیگی (Hassani and Omidbaigi, 2006) کاهش ماده خشک ریحان را تحت تاثیر تنش خشکی نشان داده است. بروز تنش خشکی موجب کاهش سطح برگ‌ها می‌شود در نتیجه جذب نور نیز کاهش می‌یابد و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش خواهد یافت. بنابراین با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، تولید ماده خشک گیاه کاهش می‌یابد.

با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، وزن خشک بخش هوایی بوته افزایش غیرمعنی‌داری داشت و بیشترین مقدار آن از کاربرد غلظت ۲ میلی‌مولار به‌دست آمد (جدول ۲). معنی‌دار نشدن اسید سالیسیلیک بر وزن خشک بخش هوایی بوته، احتمالاً به‌دلیل تاخیر زمان محلول‌پاشی آن بوده باشد. معنی‌دار نشدن محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ماده خشک اسفرزه با تاخیر در محلول‌پاشی نیز گزارش شده است (Ramroudi *et al.*, 2011).

کلروفیل برگ: میزان کلروفیل برگ تحت تاثیر رژیم آبیاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به‌طوری که با افزایش شدت تنش خشکی، میزان کلروفیل برگ کاهش یافت. مقایسه میانگین‌ها کاهش ۱۹/۵۰ درصدی مقدار کلروفیل برگ را در تیمار آبیاری پس از ۶۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

به تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی نشان می‌دهد (جدول ۲). کاهش میزان کلروفیل برگ در کلزا در شرایط تنش آبی توسط نیکان و قربانی (Niakan and Ghorbanli, 2007) نیز گزارش شده است.

تاثیر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک بر میزان کلروفیل برگ معنی‌دار نشد (جدول ۱)؛ اما روند تغییرات میزان کلروفیل برگ تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک افزایشی بود (جدول ۲). از آنجا که میزان کلروفیل، میزان فتوسنتز و تولید ماده خشک با همدیگر مرتبط هستند، بیشتر بودن میزان کلروفیل با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک، می‌تواند به افزایش فرآیند فتوسنتز و تولید ماده خشک منجر شود.

محتوای رطوبت نسبی برگ: نتایج نشان داد که محتوای رطوبت نسبی برگ تحت تاثیر رژیم آبیاری معنی‌دار شد (جدول ۳). روند تغییرات محتوای رطوبت نسبی برگ نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی ناشی از افزایش فواصل آبیاری، میزان آن کاهش یافت. به‌طوری که کمترین میزان آن از تیمار آبیاری پس از تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۴). یافته‌های این تحقیق با نتایج بابایی (Babaei, 2010) در ریحان همخوانی دارد. محتوای رطوبت به میزان دسترسی گیاه به آب و توانایی گیاه در تنظیم حرکات روزانه‌ای، همچنین تنظیم اسمزی بستگی دارد. تنش کمبود آب موجب کاهش پتانسیل آب برگ و محتوای رطوبت نسبی برگ می‌شود. پور موسوی و همکاران (Por Mousavi *et al*., 2007) در سویا و کوستا-فرانکا و همکاران (Costa-Franca *et al.,* 2000) در لوبیا نیز کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ را در تحت تاثیر خشکی گزارش کرده‌اند.

اگر چه تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر محتوای رطوبت نسبی برگ معنی‌دار نشد (جدول ۳)، مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که اثر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در سطوح ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار نسبت به شاهد بیشتر بود که حاکی از تاثیر مثبت محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک به محتوای رطوبت نسبی برگ ریحان می‌باشد.

کربوهیدرات‌های محلول: تاثیر رژیم آبیاری بر میزان کربوهیدرات‌های محلول معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول به تیمار آبیاری پس از ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آن به تیمار آبیاری پس از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی تعلق داشت (جدول ۴). افزایش هیدرات‌های‌کربن محلول در زمان تنش را می‌توان به علت توقف رشد، سنتز این ترکیبات از مسیر غیرفتوسنتزی و هم‌چنین تخریب قندهای نامحلول که باعث افزایش قندهای محلول می‌شود، نسبت داد (Hajebi and Heidari Sharif Abad, 2005).

تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر میزان کربوهیدرات‌های محلول معنی‌دار نشد (جدول ۳)، اما با افزایش غلظت اسید میزان کربوهیدرات‌های محلول افزایش یافت و بیشترین میزان کربوهیدرات‌های محلول با کاربرد ۲ میلی‌مولار حاصل شد (جدول ۴).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۳- تجزیه واریانس محتوای رطوبت نسبی برگ، کربوهیدرات محلول، پرولین، درصد و عملکرد اسانس

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		محتوای رطوبت نسبی برگ	کربوهیدرات محلول	پرولین	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۴۵/۵۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۲
رژیم آبیاری	۲	۲۴۹/۲۴*	۰/۰۰۴**	۰/۱۴۶**	۰/۰۱۴*	۸/۱۴
خطای a	۴	۳۳/۸۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۳/۱۳
محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک	۳	۳۳/۸۴	۰/۰۰۲	۰/۰۹۶**	۰/۰۱۳**	۶/۸۳**
محلول‌پاشی × رژیم آبیاری	۶	۱/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۲۹
خطای b	۱۸	۲۹/۷۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۱/۱۹
ضریب تغییرات(درصد)		۷/۱۸	۱/۳۴	۶/۱۲	۹/۴۲	۱۷/۴۸

*و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های محتوای رطوبت نسبی برگ، کربوهیدرات محلول، پرولین، درصد و عملکرد اسانس

تیمارها	محتوای رطوبت نسبی برگ	کربوهیدرات محلول	پرولین	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
رژیم آبیاری (ظرفیت زراعی)					
۹۰	۸۰/۵۸a	۲/۰۹b	۱/۲۹c	۰/۴۴۷b	۷/۰۹a
۷۵	۷۵/۷۵ab	۲/۱۲a	۱/۳۷b	۰/۴۹۱ab	۶/۱۷a
۶۰	۷۱/۴۷b	۲/۱۳a	۱/۵۱a	۰/۵۱۴a	۵/۴۳a
محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (میلی مولار)					
۰	۷۳/۳۰a	۲/۱۰a	۱/۲۶c	۰/۴۳۱b	۵/۲۱c
۱	۷۷/۶۶a	۲/۱۳a	۱/۴۵ab	۰/۵۱۸a	۷/۰۵a
۲	۷۷/۰۸a	۲/۱۴a	۱/۴۹a	۰/۵۱۲a	۶/۸۵ab
۳	۷۵/۷۰a	۲/۱۱a	۱/۳۷b	۰/۴۷۶a	۵/۸۰bc

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت آماری می‌باشد.

پرولین: نتایج نشان داد که سطوح مختلف آبیاری و محلول پاشی اسید سالیسلیک تاثیر بسیار معنی‌داری بر پرولین دارد (جدول ۳). روند تغییرات میزان تجمع پرولین حاکی از آن است که با افزایش شدت تنش خشکی ناشی از فواصل آبیاری بیشتر، میزان پرولین به شدت افزایش یافت. به‌طوری‌که درصد پرولین در تیمارهای آبیاری پس از ۹۰، ۷۵ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به‌ترتیب ۱/۲۹، ۱/۳۷و ۱/۵۱ میکرومول بر گرم بود که تیمار آبیاری پس از ۶۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

تیمار آبیاری پس از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی ۱۷/۰۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). بنابراین می‌توان بیان نمود که با کاهش رطوبت خاک، میزان پرولین افزایش می‌یابد. حسنی و همکاران (Hassani *et al.*, 2004) نتایج مشابهی را در ریحان با کاهش رطوبت خاک بر میزان پرولین گزارش داده اند، که علت آن را رابطه نزدیک بین میزان تجمع پرولین و مقدار محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش خشکی بیان کرده‌اند. افزایش پرولین در طی تنش ممکن است نتیجه تجزیه پروتئین‌ها و همچنین کاهش استفاده از آنها به دلیل کاهش رشد گیاه باشد. گیاه دارویی ریحان به هنگام مواجهه با تنش خشکی، با بستن روزنه‌ها و تنظیم اسمزی و افزایش انباشت پرولین و قندهای کل، شرایط تنش را حدی تحمل می‌کند (Daneshmandi and Azizi, 2009).

با افزایش غلظت اسید سالیسلیک میزان پرولین افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. در کاربرد تنظیم کننده های رشد، عواملی نظیر نوع گیاه، غلظت آن، زمان و تعداد دفعات کاربرد در عکس العمل گیاه تاثیر می‌گذارد. نتایج تحقیقی، افزایش محسوس مقدار پرولین برگ‌های کلزا را با افزایش غلظت محلول پاشی سایکوسل نشان داده است (Emam and Ilkaee, 2002). موحدی دهنوی و همکاران (Movahhedi Dehnavi *et al.*, 2011) نتایج مشابهی را در کتان روغنی تحت تاثیر محلول‌پاشی سایکوسل گزارش نموده‌اند.

درصد و عملکرد اسانس: تاثیر رژیم آبیاری بر درصد اسانس در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد، ولی عملکرد اسانس تحت تاثیر قرار نگرفت (جدول ۳). روند تغییرات میانگین‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش خشکی، بر درصد اسانس افزوده شد و بیشترین درصد اسانس به تیمار آبیاری پس از ۶۰ درصد ظرفیت زراعی اختصاص داشت که نسبت به تیمار آبیاری پس از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی ۱۴/۹۸درصد افزایش داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که برای درصد بالای اسانس در ریحان که سبب افزایش کیفی محصول می‌شود، اعمال تنش رطوبتی می‌تواند مناسب باشد. با کاهش سطح برگ ناشی از تنش خشکی، تعداد غده‌های مترشحه اسانس افزایش می‌یابد؛ در نتیجه میزان اسانس افزایش خواهد یافت. بابایی (Babaei, 2011) نتایج مشابهی را در گیاه دارویی ریحان گزارش نموده‌اند. امیسرا و سریواستاوا (Misra and Srivastava, 2000) ثرات آبیاری کافی را در افزایش رشد و میزان اسانس گیاه نعناع گزارش کرده‌اند.

با افزایش شدت تنش خشکی از میزان عملکرد اسانس به‌طور غیر معنی‌دار کاسته شد. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین آن به ترتیب به تیمارهای آبیاری پس از ۹۰ و۶۰ درصد ظرفیت زراعی تعلق داشت (جدول ۴). این کاهش را می‌توان چنین توجیه کرد که بیشتر بوته‌های تحت تنش خشکی از رشد خوبی برخوردار نبوده و به‌دلیل رشد و سطح برگ کمتر وزن اندام هوایی کاهش یافته بود. کاهش عملکرد اسانس در نتیجه کاهش رطوبت خاک ناشی از افزایش فاصله آبیاری ممکن است به دلیل اثرات

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

زیان‌آور تنش بر رشد و عملکرد رویشی گیاه بوده باشد که در نتایج تحقیق حسنی و همکاران (Hassani *et al.,* 2003) در ریحان گزارش شده است.

محلول‌پاشی اسید سالیسلیک بر درصد و عملکرد اسانس تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) می‌توان گفت که با افزایش غلظت اسیدسالیسلیک درصد اسانس افزایش یافت و بیشترین میزان به تیمار غلظت ۱ میلی‌مولار تعلق داشت که به دلیل تاثیر اسید بر افزایش وزن اندام‌های هوایی گیاه بوده است. با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک عملکرد اسانس افزایش داشت و بیشترین عملکرد اسانس از غلظت ۱ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک به‌دست آمد که با غلظت ۲ میلی‌مولار از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفت (جدول ۴). احتمالا افزایش عملکرد اسانس با افزایش حدی از غلظت اسیدسالیسیلیک به‌دلیل تاثیر آن بر سطح برگ و رشد، در نتیجه غدد ترشح کننده اسانس است. نتایج مطالعه‌ای روی گیاه حنا (*Lawsonia inemis*) نشان داد که محلول‌پاشی سایکوسل تاثیر فزاینده بر مقدار اسانس گل و عملکرد اسانس داشت (Khandelwal *et al.,* 2002). برهم‌کنش تنش خشکی و محلول‌پاشی اسید سالیسلیک بر هیچ یک از ویژگی‌های مورد بررسی معنی‌دار نشد (جداول ۱ و ۳).

نتیجه‌گیری

نتایج حاکی از آن است که با افزایش تنش خشکی ناشی از افزایش فواصل آبیاری تعداد برگ و ساقه جانبی در بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی، محتوای رطوبت نسبی برگ، عملکرد اسانس و میزان کلروفیل برگ کاهش، ولی تنظیم کننده‌های اسمزی (پرولین و کربوهیدرات) و درصد اسانس افزایش یافت. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک سبب افزایش معنی‌دار تعداد برگ در بوته، پرولین، درصد و عملکرد اسانس شد. نتایج نشان داد که اعمال تنش خشکی برای به دست آوردن درصد بالای اسانس در گیاه دارویی ریحان که سبب بهبود کیفی محصول می‌شود، مناسب خواهد بود. گیاه دارویی ریحان به هنگام مواجه با تنش خشکی، با تجمع یکسری مواد اسمزی از قبیل پرولین و قندهای محلول تا حدی توان مقابله با تنش کم آبی دارد.

منابع

Araus J.L., Casdesus J., Bort J. 2001. Recent tools for screening of physiological traits determining yield. In: Application of Physiology in Wheat Breeding. Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J., Mcnab A., and Mexico D.F., CIMMYT. Pp: 59-77.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

Arvin M.J., Beidshki A., Kramt B., Maghsodi K. 2011. The study salicylic acid (SA) role in contrast with drought stress by affecting on morphological and physiological parameters in garlic plant. In: Proceeding of 7th Iranian Horticultural Science Congress, Isfahan Industrial University, Iranian 4-7 September 2011. (In Persian)

Babaei B. 2011. Effect of cycocel on quantitative and qualitative characteristics of *Ocimum bosilicus* L. under drought stress. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, the University of Zabol, Iran. (In Persian)

Bajji M., Lutts S., Kinet J.M. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in tree durum weat (*Triricum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Science, 160: 669 -681.

Bideshki M., Arvin M.J., Bidshki A., Kramt B. 2011. Impact of salicylic acid, on growth and cold tolerance parameters in African marigold (*tageta erecta*) in jiroft. In: Proceeding of 7th Iranian Horticultural Science Congress, Isfahan Industrial University, Iranian 4-7 September, 2011. (In Persian)

Bohnert H.J., Nelson D.E., Jenson R.G. 1995. Adaptations to environmental stress. Plant Cell, 7: 98-111.

Chanbdracar B.L., Sechar N., Tuteja S.S., Tripathi R.S. 1994. Effect of irrigation and nitrogen of growth and yield of summer sesame (*Sesamum indicum*) Indianan Journal of Agronomy, 39: 701-702.

Costa-Franca M.G., Pham-Thi A.T., Pimentel C., Pereya-Rossiello R.O., Zuily-Fodil Y., Laffray D. 2000. Differences in growth and water relations among Phaseolus vulgaris cultivars in response to induced drought stress. Environmental and Experimental Botany, 43: 227-237.

Daneshmandi M.Sh., Azizi M. 2009. The study on the effect of water stress and mineral zeolite on some quantity and characteristics of Sweet basil (*Ocimum bosilicus* L. var. Kesshkeny levelu). In: Proceeding of 6th Iranian Horticultural Science Congress Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, I.R. Iranian 12-15 July 2009. (In Persian)

Egert M., Tevini M. 2002. Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). Environmental and Experimental Botany, 48: 43-49.

Emam Y., Ilkaee M.N. 2002. Effect of plant density and chlormequat chloride (CCC) on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh. Iranian Journal of Crop Science, 4: 1-8. (In Persian)

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

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

Hajebi A.H., Heidari Sharif Abad, H. 2005. Investigation of effect of drought on growth and nodulation of three species of clover. Pajouhesh and Sazandegi, 66: 13-22. (In Persian)

Hassani A., Omidbaigi R. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.) International Agrophysics. 20: 289-296.

Hassani A., Omidbaigi R., Heidari Sharif Abad H. 2003. Effect of different soil moisture levels on growth, yield and accumulation of compatible solutes in Basil (*Ocimum bosilicus* L.). Journal of Water and Soil, 17:210-219.(In Persian)

Hassani A., Omidbaigi R., Heidari Sharif Abad H. 2004. Study of some drought resistance indices in basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Agricultural Science Natural Resources, 10: 65-74. (In Persian)

Khalid A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum sp*.) International Agrophysics. 20: 289-296.

Khandelwal S.K., Guptanarendra K., Sahu M.P. 2002. Effect of plant growth regulators on growth, yield and essential oil production of henna (*Lawsonia inermis* L.). Horticultural Sicence and Biotechnology, 5: 71-77.

Klessig D.F., Malamy J. 1994. The salicylic acid signal in plants. Plant Molecular Biology. 26, 1439-1458.

Kshavrz H., Modares Sanavi S.A.M., Zarin Kamr F., Dolatabadian A., Panahi M., Sadaj Asilan K. 2012. Evolution effect salicylic acid foliar on same traits biochemical two *Brasica napus* L. under cool stress. Iranian Journal of Agricultural Science, 42: 723-734. (In Persian)

Misra A., Srivastava N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. J. of Horbs Spices and Medicinal Plants. 7: 51-58.

Moein Alishah H., Heidari R., Hassani A., Asadi Dizaji A. 2006. Effect of water stress on some morphological and biochemical characteristics of purple Basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Biological Science, 6: 763-767.

Movahhedi Dehnavi M., Ranjbar M., Yadavi A.R., Kavusi B. 2011. Effect of cycocel on proline, soluble sugares, protein, oil and fatty acids of flax (*Linum usitatissimum* M.) plants under drought stress in a pot trial. Environ. Stresses in Crop Sci. 3: 129-138. (In Persian)

Nautiyal P.C., Nageseara R.R., Joshi Y.C. 2002. Moisture-deficit-induced changes in leaf–water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. Field Crop Research, 74: 67-79.

Niakan M., Ghorbanli M. 2007. The effect of drought stress on growth parameters, photosynthtic factors, content of protein, Na and K in shoot and root in two soybean cultivar. Rostaniha. 8(1): 17-29. (In Persian)

Omidbaigi R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 2. Astan Gods Razavi Press. 324 pp. (In Persian with English summary)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

Omidbaigi R., Hassani A., Sefidkon F. 2003. Essential oil content and composition of sweet Basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. J. of Essential Oil Bearing Plants. 6: 104-108.

Por Mousavi M., Galavi M., Danshiyan J., Ghanbari A., Basirani N. 2005. Effects of drought stress and manure on leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content in soybean (*Glycine max*). Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 14: 125-134. (In Persian)

Rampino P., Spano G., Pataleo S., Mita G., Napier J.A., Di Fonzo N., Shewry P.R., Perrotta C. 2006. Molecurar analysis of adurum wheat stay green mutant: Expression pattern of photosynthesis –related genes. Journal of Cereal Science, 43: 160-168.

Ramroudi M., Keikha Jaleh M., M. Galavi M., Seghatoleslami M.J., Baradran R. 2011. The effect of micronutrient foliar application effect on quantitative and qualitative yield of Isabgol (*plantago ovata* Forsk) under low irrigation. Journal of Agroecology, 3: 223-230. (In Persian)

Raskin K. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review Plant Physio. Plant Molecular Biology. 43: 439-463.

Reddy R.K., Hodges H.F. Mckinion J.M. 1997. Modeling temperature effect on cotton internode and leaf growth. Crop Sciences, 37: 503-507.

Senaranta T., Ouchell D., Bunn E., Dixon K. 2000. Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulator, 30: 157-161.

Yazdanpanah S., Abasi F., Baghzadeh A. 2010. Effect of salicylic acid and ascorbic acid on proline, sugar and protein content in *Satureja hortensis* L. under aridity stress. Proceeding of the First National Conference of Environmental Stress in Agricultural Science 28-29 Juan 2010. The University of Birjand. (In Persian)

Zhu X., kandola J., Ghahramani Z., Lafferty J. 2005. Nonparametric transforms of graph kernels for semi supervised learning. In Processing Systems 17. Cambridge.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]