

تأثیر گلیسین بتائین و سالیسیلیک اسید بر تبادل‌های گازی، ویژگی‌های فتوسنتزی،

عناصرهای پرمصرف، ترکیب‌های برگ و ویژگی‌های میوه سه رقم زیتون^۱

The Effect of Glycine Betain and Salicylic Acid on Gas Exchanges, Photosynthetic Characteristics, Macro Elements, Compounds in Leaf and Fruit Characteristics of Three Olive Cultivars

مهدی شجاعی^{*}، منصور غلامی و مهدی طاهری^۲

چکیده

در سال‌های اخیر مصرف زیتون به‌طور پیوسته افزایش یافته است. به‌دلیل افزایش تقاضا، توجه به کیفیت، اهمیت بالایی پیدا کرده است، به نحوی که پژوهشگران به روش‌های مختلف به دنبال حفظ و بهبود کیفیت محصول این گیاه هستند. این آزمایش با هدف بررسی تأثیر گلیسین بتائین و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های فتوسنتزی، عناصر پرمصرف، ترکیب‌های برگ و ویژگی‌های میوه سه رقم زیتون در قالب آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور گلیسین بتائین (آب شهری (لوله کشی شده)، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار) و سالیسیلیک اسید (آب شهری، ۳ و ۶ میلی‌مولار) و رقم (آربکین، کرونائیکی و کنسروالیا) طراحی و اجرا شد. طی این پژوهش ویژگی‌های گل، گل‌آذین، درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی، ویژگی‌های میوه، ترکیب‌های برگ، فتوسنتز، تعرق، کلروفیل و تبادل‌های گازی مورد سنجش قرار گرفتند. بررسی اثر گلیسین بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر عناصر ترکیب‌های برگ مشخص شد تأثیر تیمارها بر ویژگی‌های برگ معنی‌دار بود به نحوی که بیشترین مقدار فنول کل در رقم کرونائیکی و تیمار ۱۰ میلی‌مولار گلیسین بتائین و ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد. در بررسی تأثیر تیمارها بر فتوسنتز، تعرق، کلروفیل و تبادل گازی برگ‌ها مشخص شد تیمار ۲۰ میلی‌مولار گلیسین بتائین بدون حضور سالیسیلیک اسید و ترکیب تیماری ۱۰ میلی‌مولار گلیسین بتائین به همراه ۶ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اثر مثبت بر فتوسنتز و کارایی مصرف آب داشتند. در نهایت، این پژوهش اثرگذاری افزایشی گلیسین بتائین و سالیسیلیک اسید بر شاخص‌هایی چون فنول برگ، فتوسنتز و کارایی مصرف آب را در شرایط بدون تنش تایید کرد.

واژه‌های کلیدی: زیتون، فتوسنتز، کارایی مصرف آب، کلروفیل و پرولین.

مقدمه

زیتون یکی از درختان میوه با اهمیت است که برای استخراج روغن و تهیه کنسرو مورد توجه کشورهای زیادی قرار گرفته است. جنس زیتون (*Olea*) شامل دستکم ۳۰ تا ۳۵ گونه متعلق به تیره Oleaceae و زیرتیره Oleoideae است. درخت زیتون با نام علمی *Olea europaea* L. و یک درخت همیشه سبز است. در سال‌های اخیر مصرف زیتون حتی در کشورهایی که به طور سنتی محل کاشت زیتون نیستند، به طور پیوسته افزایش یافته است. برای پاسخگویی به افزایش تقاضا، اکنون زیتون در کشورهایی تولید می‌شود که پیش‌تر زیتون‌کاری نداشته‌اند (۳۲). به دلیل افزایش تقاضا، توجه به کیفیت محصول تولیدی از

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲

۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری و استاد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان و دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، زنجان، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (Mehdishojaeihc@yahoo.com).

آن، امروزه اهمیت بالایی دارد که به روش‌های مختلف (از جمله استفاده از ترکیب‌های متعدد شیمیایی) می‌توان بر آن اثر گذاشت.

گلايسين بتاين^۱، یک نوع آلکالوئید آمونیوم چهارتایی بوده و یک ماده تنظیم اسمری مهم به شمار می‌رود که نقش مهمی در حفظ فشار اسمری یاخته و افزایش سطح آب یاخته، حفاظت پروتئینی آنزیم‌های تابع و تنظیم پاسخ‌های تنشی بازی می‌کند، این ترکیب بر افزایش فنول کل نیز اثر مثبت دارد (۱۶). گلايسين بتاين با تاثیر بر ظرفیت فتوسنتزی گیاه، سبب بهبود رشد می‌شود، هم‌چنین می‌تواند از فعالیت‌های فتوسنتزی شامل آنزیم‌های فتوسنتزی، پروتئین‌ها و لیپیدها در غشاهای تیلاکوئیدی و جریان الکترونی در ترکیب فتوسیستم II، در برابر صدمات وارده محافظت کند (۳۹). افزون بر این نشان داده شده است که گلايسين بتاين وظیفه حفاظت از پروتئین‌ها و غشاهای یاخته‌ای در مقابل دماهای بالا و تنش‌های اسمری درون گیاه را بر عهده دارد و بیان شده است که محلول‌پاشی گلايسين بتاين در مرحله رویش گیاه، می‌تواند ترکیب‌های فنولی (۱۳) و فلاونوئید کل (۱۵) را افزایش دهد که تاثیر بر فلاونوئید کل را نتیجه اثر بر تاخیر بلوغ در گیاهان می‌دانند.

سالیسیلیک اسید^۲ یکی از اسیدهای آلی است که دارای کاربردهای دارویی نیز می‌باشد. این ترکیب به وسیله آمینواسیدی به نام فنیل‌آلانین^۳ به‌صورت زیستی ساخته می‌شود و در گیاه نوعی پیام‌آور شیمیایی است که نقش مشخصی در سازوکارهای دفاعی دارد، هم‌چنین نقش مهمی در رشد گیاه، نمو، برهمکنش بین اندام‌های گیاهی و پاسخ به تنش‌های محیطی بازی می‌کند. افزون بر این، نقش آن در عملکرد میوه و سرعت فتوسنتز آشکار شده است. این ترکیب نیز اثر مثبتی بر تولید ترکیب‌های فنولی دارد (۲). افزون بر این، سالیسیلیک اسید در تنظیم فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی گیاه مانند انتقال و تبادل یون‌ها، حرکت یون‌ها، نفوذپذیری غشاها و فتوسنتز نقش دارد (۳). گزارش‌هایی درباره نقش حفاظتی سالیسیلیک اسید در مقابل اشعه فرابنفش، شوری، خشکی، سمیت فلزهای سنگین و دمای بالا وجود دارد (۲۴). هم‌چنین، میزان رنگدانه‌های کلروفیل و کارتنوئید و گزانتوفیل را بالا می‌برد و تغییر بعضی از آنزیم‌های مهم از دیگر نقش‌های سالیسیلیک اسید است. این ترکیب سبب افزایش ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی و فنولی نیز می‌شود (۲۷).

کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان مانند تنفس، تعرق، باز و بسته شدن روزنه‌ها، تعادل بین رشد و پیری، رسیدن و پیری میوه‌ها، تولید گرما، زیست‌ساخت و اثر اتیلن، مقاومت در برابر حمله عوامل بیماری‌زا و فعال شدن سامانه مقاومت القایی سیستمیک نقش دارد (۱۷). سالیسیلیک اسید قابلیت اتصال به تعدادی از مولکول‌ها را از راه گلايکوزید شدن و به میزان کمتر از راه چینه‌بندی^۴ دارد. سالیسیلیک‌گلیکوسیل‌ترانسفراز^۵ آنزیمی است که باعث تسریع تبدیل سالیسیلیک اسید به بتاگلیکوزیدسالیسیلیک‌اسید^۶ می‌شود. سالیسیلیک اسید بخشی از مسیر پاسخ درون‌زای گیاه است که نقش موثری در پاسخ به انواع تنش‌های زیستی و محیطی دارد (۳۹).

تبادل‌های گازی درخت یکی از نخستین متغیرهای زیر تاثیر شرایط محیطی و اعمال تیمارهای مختلف است. هدایت روزنه‌ای، انتقال دی‌اکسیدکربن به بافت‌های مزوفیل برگ و کلروپلاست، مقدار فتوسنتز، هدایت مزوفیلی و تعرق از آن جمله هستند (۱۰). فتوسنتز حساس‌ترین فرآیند فیزیولوژیک گیاهان تحت تاثیر تغییرات شرایط محیطی (دماهای بالا) در مراحل رویشی و زایشی است. رنگدانه‌های فتوسنتزی برای جذب نور و فرآیندهای احیاکنندگی ضروری هستند که از بین این رنگدانه‌ها، کلروفیل نقش بسیار مهمی در تعیین ظرفیت فتوسنتزی برگ ایفا می‌کند (۲۱). عملکرد، تابعی از چگونگی توزیع سیستم ریشه در حجم گسترده‌ای از خاک، برای جذب آب و ماده‌های غذایی می‌باشد. کارایی استفاده از آب در فرایند آلی‌سازی گیاه توسط کارایی مصرف آب بیان می‌گردد. این شاخص می‌تواند چگونگی بهینه شدن ظرفیت فتوسنتز خالص در واحد آب برگ را پیش‌بینی نماید. کارایی مصرف آب یک شاخص مهم در تعیین کارایی آب در رشد گیاه است و هم‌چنین شاخص مفید در تعیین عملکرد گیاه در ارتباط با شرایط خاکی می‌باشد. کارایی مصرف آب در ارتباط با مصرف بهینه آب گیاهان است (۲۶).

Stratification -۴	Phenylalanine -۳	Salicylic acid -۲	Glycine betaine -۱
Beta glucoside salicylic acid -۶			Salicylic glycosyltransferase -۵

پژوهش های بسیاری سعی در بررسی ترکیب های مختلف در شرایط تنش به جهت اثرگذاری و حفظ روند رشدی و کاهش اثرهای تنش را داشته اند، اما اثر این ترکیب ها در شرایط بدون تنش مورد سنجش قرار نگرفته است. بنابراین، هدف این پژوهش بررسی اثر دو ترکیب گلاسیسین بتائین و سالیسیلیک اسید در شرایط بدون تنش بر تبادل های گازی، ویژگی های فتوسنتزی، عنصرهای پر مصرف و ترکیب های برگ سه رقم زیتون آربکین^۱، کرونائیکی^۲ و کنسروالیا^۳ بود.

مواد و روش ها

محل و زمان اجرای پژوهش

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات زیتون شهرستان طارم استان زنجان در مختصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی روی سه رقم زیتون (آربکین، کرونائیکی و کنسروالیا) در سه تکرار اجرا شد که همه رقم ها در سال آور^۴ خود قرار داشتند. در باغ زیتونی که این پژوهش اجرا شد، عملیات زراعی و باغی از جمله تغذیه و آبیاری (قطره ای) در طول سال به طور یکسان انجام گرفت و اطلاعات هواشناسی توسط سیستم های سازمان هواشناسی مستقر در ایستگاه تحقیقات زیتون ثبت شد. سن درختان هر سه رقم یکسان (همه ۱۵ تا ۱۶ ساله) بود. آنالیزهای شیمیایی در آزمایشگاه های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان و نیز آزمایشگاه های گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام گرفت.

ویژگی های رقم های مورد مطالعه

سه رقم آربکین (رقم روغنی، زودبارده و دارای عملکرد زیاد و ثابت)، کرونائیکی (روغنی، دیررس با باردهی و عملکرد روغن بالا) و کنسروالیا (دومنظوره، دارای میوه ی درشت و زودرس) انتخاب شدند.

غلظت و زمان محلول پاشی گلاسیسین بتائین و سالیسیلیک اسید

ترکیب های گلاسیسین بتائین و سالیسیلیک اسید به ترتیب از شرکت های سیگما^۵ و مرک^۶ تهیه شدند. تیمارها شامل گلاسیسین بتائین در غلظت های آب شهری (آب لوله کشی شده)، ۱۰ و ۲۰ میلی مولار و سالیسیلیک اسید در غلظت های آب شهری، ۳ و ۶ میلی مولار بود که در دو مرحله، پس از تشکیل میوه (مرحله اول از پنج مرحله رشدی میوه) و در هنگام سخت شدن هسته (مرحله سوم رشد میوه یا Pit hardening) محلول پاشی شد. به طور معمول محلول پاشی در ساعات پایانی روز، با کمک دستگاه سمپاش و روی کل درخت انجام گرفت. به دلیل بالا بودن نمک های آب چاه های منطقه، برای محلول پاشی از آب لوله کشی شهری استفاده شد.

تعیین ویژگی های گل و گل آذین و درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی

از ابتدای فصل رشد، ویژگی های گل و گل آذین و هم چنین درصد تشکیل میوه اولیه و ثانویه ثبت شد. ابتدا چهار شاخه در چهار جهت درخت منطبق بر دستورالعمل شورای بین المللی زیتون^۷ (IOC) انتخاب و سپس اندازه گیری شمار گل در شاخه و شمار گل آذین در شاخه، در مرحله ی سفیدی جوانه ها که رشد طولی محور آن ها کامل شده و تغییر نمی کند، شمارش شدند. برای اندازه گیری میزان تشکیل میوه ی اولیه، دو هفته پس از تمام گل^۸، شمار میوه های تشکیل شده روی شاخه های نشانه گذاری شده (چهار شاخه در چهار جهت درخت انتخاب شده و برای این بخش مورد استفاده قرار گرفت)، شمارش شدند و درصد تشکیل میوه ی اولیه با استفاده از رابطه ی ۱ محاسبه شد. درصد تشکیل میوه ی نهایی نیز با شمردن شمار میوه ی باقیمانده در شش هفته پس از تمام گل محاسبه شد (۳۳).

$$(۱) \times ۱۰۰ = (\text{تعداد کل گل ها} / \text{تعداد میوه های تشکیل شده}) = \text{درصد تشکیل میوه اولیه}$$

اندازه گیری طول و قطر میوه و هسته و وزن میوه

طول و قطر میوه و هسته با استفاده از کولیس اندازه گیری شد. نسبت طول به قطر نیز از تقسیم آن ها به دست آمد. وزن میوه نیز با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ ثبت شد (۳۴).

Arbequina -۱	Koroneiki -۲	Conservolia -۳	On year -۴	Sigma-aldrich -۵	Merck -۶
International Olive Council -۷		Full bloom -۸			

اندازه‌گیری پرولین

برای اندازه‌گیری پرولین^۱ از روش Bates و همکاران (۵) استفاده شد که در آن ۰/۱ گرم از برگ (نمونه برداری شده در نیمه مرداد ماه) پودر شده با ازت مایع، برداشته شده و با ۴ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۳ درصد مخلوط شد. مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه شیکر شد. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. از قسمت رانشین عصاره و محلول‌های استاندارد پرولین (غلظت‌های صفر، ۱، ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پرولین) به میزان ۲ میلی‌لیتر برداشته شد، در لوله آزمایش ریخته و ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین^۲ و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال^۳ به آن اضافه شد و لوله‌ها به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از خنک شدن نمونه‌ها، به هر لوله آزمایش ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد و ۱۵ تا ۲۰ دقیقه تکان داده شد تا دو لایه کاملاً مجزا از هم تشکیل شود و پرولین وارد فاز تولوئن^۴ شود. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه طیف سنج نوری^۵ (Milton ROY – 21D Thermo) ساخت کشور آمریکا ثبت شد که میزان پرولین موجود در نمونه‌ها به صورت میکرومول پرولین بر گرم ماده تر با استفاده از رابطه‌ی ۲ مورد تجزیه قرار گرفت.

(۲) (نیم گرم نمونه) / {۱۵۵/۵ [تولوئن (میلی‌لیتر) × پرولین (میکروگرم بر میلی‌لیتر)]} = پرولین (میکرومول بر گرم)
تولوئن: میزان تولوئن مصرف شده برای هر نمونه (۴ میلی‌لیتر) و عدد ۱۵۵/۵ جرم مولکولی پرولین

اندازه‌گیری فنول برگ

میزان فنول کل موجود در عصاره‌های گیاهی با استفاده از معرف فولین سیکالتو^۶ ارزیابی شد. به این صورت که مقدار ۰/۵ گرم از برگ‌های تازه (نمونه برداری شده در نیمه مرداد ماه) در داخل متانول له شده و سپس مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. مقدار ۵۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی به داخل یک لوله آزمایش حاوی ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه شد. سپس مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیکالتو ۱۰ درصد به مخلوط واکنش اضافه گردید. بعد از ده دقیقه، واکنش مذکور با افزودن ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم (۷/۵ درصد) خنثی گردید. دو ساعت بعد از قرارگیری در شرایط تاریک و دمای اتاق، میزان جذب نوری آن در طول موج ۷۶۵ نانومتر ثبت گردید. در نهایت مقدار فنول کل با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده با اسید گالیک محاسبه شد (۳۱).

اندازه‌گیری مقادیر عنصرهای پر مصرف

برای تعیین مقدار عنصرهای موجود در برگ، پس از شستن و خشک کردن برگ‌ها (نمونه برداری شده در نیمه مرداد ماه) در دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت و آماده‌سازی، هضم نمونه‌ها به روش اکسیداسیون تر انجام گرفت. اندازه‌گیری نیتروژن با روش کج‌لدال^۷ و اندازه‌گیری پتاسیم با روش شعله‌سنجی و با دستگاه فلیم‌فتومتر^۸ مدل Corning ۴۱۰ و فسفر به روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Thermo Milton ROY ساخت کشور آمریکا انجام گرفت (۱۷).

اندازه‌گیری پارامترهای تبادل‌های گازی، فتوسنتز، کلروفیل و کارایی مصرف آب

از هر درخت ۱۰ برگ به صورت تصادفی (از پیرامون درخت و در ارتفاع شانه) برداشته و به کمک دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502, Minolta, Japan) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و میانگین آن‌ها به عنوان شاخص کلروفیل در تجزیه آماری مورد آنالیز قرار گرفت. واحد شاخص کلروفیل SPAD Unit بود. میزان فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای، CO₂ زیر روزنه‌ای با استفاده از دستگاه Infra-Red Gas Analyzer (IRGA) (مدل Lci-ADC-Uk) به طور تصادفی از سه برگ هر درخت و در ساعت ۱۱ صبح و در شدت نور بالای ۱۵۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه اندازه‌گیری شد. کارایی مصرف آب از تقسیم فتوسنتز بر تعرق به‌دست آمد و شاخص هدایت مزوفیلی نیز حاصل نسبت فتوسنتز بر CO₂ زیر روزنه است (۳۲).

۱- Proline -۲ Ninhydrin -۳ Glacial acetic acid -۴ Toluene -۵ Spectrophotometr -۶ Folin Ciocalteu -۷ kjeldahl -۸ Flame Fetometer

واکاوی آماری

داده های به دست آمده بر پایه آزمایش فاکتوریل با سه عامل گلاسیسین بتائین و سالیسیلیک اسید و رقم در قالب طرح به طور کامل تصادفی در سه تکرار تجزیه ی واریانس شدند. مقایسه ی میانگین داده ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. تجزیه ی واریانس و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام گرفت.

نتایج

بررسی ویژگی های گل، گل آذین و درصد تشکیل میوه ی اولیه و نهایی در سه رقم زیتون

در این پژوهش افزون بر بررسی اثر گلاسیسین بتائین و سالیسیلیک اسید بر ویژگی های مختلف درخت و میوه ی زیتون، تأثیر عامل رقم، به جهت مشخص شدن اختلاف بین رقم ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه رخداد این ویژگی ها پیش از اعمال تیمارها بوده است، تغییرهای بین این ویژگی ها تنها در سطح تأثیر رقم مورد آنالیز آماری قرار گرفت. مطالعه اثر رقم بر ویژگی های گل، گل آذین و درصد تشکیل میوه ی اولیه و نهایی نشان داد تفاوت معنی دار در بین رقم ها از نظر تعداد کل گل، تعداد گل کامل، درصد تشکیل میوه ی اولیه و نهایی وجود داشت؛ اما تأثیر معنی داری بر تعداد گل آذین دیده نشد.

مقایسه بین رقم ها نشان داد رقم کنسروالیا تعداد کل گل بیشتری تولید کرد اما در حفظ و تبدیل آن به گل کامل به اندازه ی رقم کرونائیکی موفق نبوده است. رقم کرونائیکی تعداد گل کامل بیشتری داشت. هم چنین، درصد تشکیل میوه ی اولیه و نهایی در دو رقم آربکین و کرونائیکی به طور معنی داری بیشتر از رقم کنسروالیا بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه ویژگی های گل و گل آذین و درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی سه رقم زیتون.

Table 1. Comparison of flower and inflorescence properties and the percentage of primary and final fruit set of three olive cultivars.

رقم Cultivar	تعداد کل گل در گل آذین Total number of flowers in inflorescence	تعداد گل کامل در گل آذین The number of full flowers in inflorescence	درصد تشکیل میوه اولیه Percentage of the initial fruit set (%)	درصد تشکیل میوه نهایی Percentage of the final fruit set (%)
آربکین Arbequina	13.1 c	5.3 b	16.4 a	15.3 a
کرونائیکی Koroneiki	17.0 b	9.1 a	19.1 a	18.1 a
کنسروالیا Conservolea	19.2 a	6.4 b	8.5 b	6.6 b

†In each column, means with the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% level of probability.

‡در هر ستون، میانگین های دارای حرف های مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارد.

بررسی اثر گلاسیسین بتائین و سالیسیلیک اسید بر ویژگی های میوه سه رقم زیتون

نتیجه تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم بر این ویژگی ها در سطح ۱٪ معنی دار بود؛ هم چنین اثر گلاسیسین بتائین و سالیسیلیک اسید بر محصول تولیدی در سطح ۱٪ معنی دار بود. بررسی اثر رقم نشان داد رقم کنسروالیا میوه های درشت تری داشت، اما در بررسی ویژگی های نسبت طول بر قطر میوه و نسبت گوشت به هسته، رقم کرونائیکی بیشتر بود و در نسبت طول به قطر هسته رقم کنسروالیا و کرونائیکی به صورت برابر از رقم آربکین بیشتر بودند (جدول ۲). اثر ساده تیمار گلاسیسین بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر محصول تولیدی در سطح ۱٪ معنی دار بود، اما برهمکنش این تیمارها معنی دار نشد. در بررسی اثر تیمار گلاسیسین بتائین، بیشترین مقدار محصول تولیدی (۹۵/۱۱ کیلوگرم) در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی داری با تیمار ۲۰ میلی مولار داشت و کمترین محصول (۸۹/۵۸ کیلوگرم) در تیمار ۱۰ میلی مولار مشاهده شد (شکل ۱). در بین غلظت های سالیسیلیک اسید، کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت ۳ میلی مولار منجر به افزایش محصول تولیدی شد. بررسی مقدار این ویژگی بین رقم ها مشخص کرد رقم کنسروالیا مقدار محصول بیشتری را تولید کرده است و پس از آن رقم کرونائیکی قرار دارد (شکل ۱).

جدول ۲- اثر رقم بر ویژگی‌های میوه سه رقم زیتون.

Table 2. Effect of cultivars on the fruit characteristics of three olive cultivars.

رقم Cultivar	طول میوه Fruit length (mm)	قطر میوه Fruit diameter (mm)	نسبت طول به قطر میوه Ratio of length to diameter of fruit	طول هسته Stone length (mm)	قطر هسته Stone diameter (mm)	نسبت طول به قطر هسته Ratio of length to diameter of the stone	نسبت گوشت به هسته fruit flesh/stone ratio	وزن ۲۰ میوه Weight of 20 fruits	محصول تولیدی (kg per tree)
آربکین Arbequina	16.76 b	14.40 b	1.16 c	11.33 b	6.96 b	1.63 b	1.48 b	40.65 b	30.03 c
کرونائیکی Koroneiki	16.11 c	9.84 c	1.64 a	10.27 c	5.06 c	2.03 a	1.57 a	32.31 c	54.06 b
کنسروالیا Conservolea	23.77 a	18.01 a	1.32 b	16.31 a	8.23 a	1.98 a	1.46 b	115.53 a	91.86 a

آدر هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد.

†In each column means with the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% level of probability.

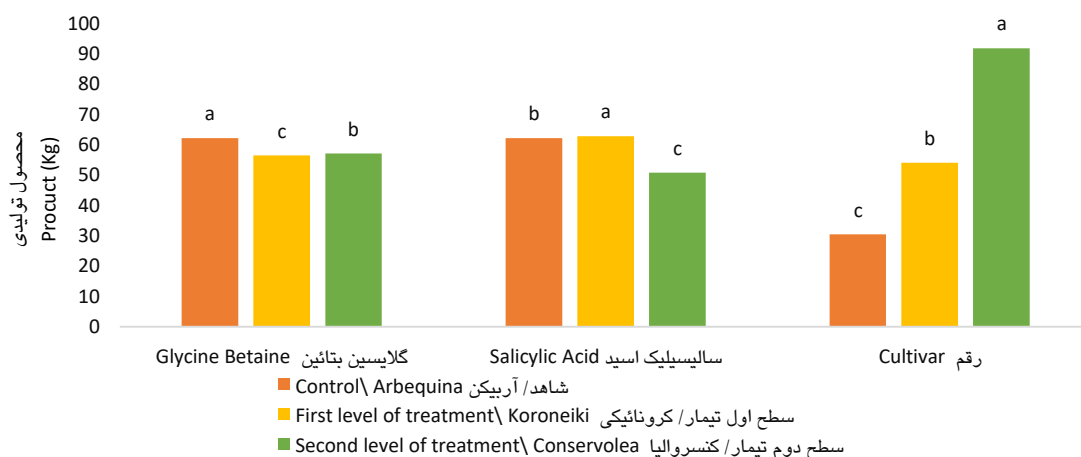


Fig. 1. Comparison of the Effect of Glycine bBetaine, Salicylic Acid and Cultivar on the production of three olive cultivars.

شکل ۱- مقایسه اثر گلايسين بتاين، سالیسیلیک اسید و رقم بر محصول تولیدی سه رقم زیتون.

بررسی اثر گلايسين بتاين و سالیسیلیک اسید بر عنصرها و ترکیب‌های برگ سه رقم زیتون

بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر فنول کل برگ سه رقم زیتون نشان داد اثر ساده و برهمکنش تیمارها به جز برهمکنش سالیسیلیک اسید و رقم معنی‌دار شدند. بررسی اثر ساده تیمار گلايسين بتاين مشخص کرد سطح ۱۰ میلی‌مولار، مقدار فنول کل برگ را نسبت به شاهد افزایش داد، اما سطح ۲۰ میلی‌مولار، مقدار این ترکیب را کاهش داد و در تیمار سالیسیلیک اسید هر دو سطح منجر به افزایش مقدار این ترکیب نسبت به شاهد شدند. سطح ۶ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به طور معنی‌داری کمتر از سطح ۳ میلی‌مولار و تیمار شاهد مقدار فنول کل را افزایش داد. در بررسی بین رقم‌ها از نظر مقدار این ترکیب‌ها مشخص شد رقم کرونائیکی بالاترین و رقم کنسروالیا کمترین مقدار را دارند (جدول ۳).

بررسی تغییرهای پرولین مشخص کرد اثر تیمار گلايسين بتاين و تاثیر رقم معنی‌دار بوده و سالیسیلیک اسید به تنهایی نتوانست تاثیر معنی‌داری را ایجاد کند، اما برهمکنش آن با گلايسين بتاين معنی‌دار شده است. سطوح مختلف تیمار

گلیسین بتائین مقدار پرولین را نسبت به شاهد کاهش دادند. مقایسه بین رقم‌ها نیز مشخص کرد رقم کرونائیکی مقدار بیشتری از پرولین را داشت و پس از آن رقم کنسروالیا قرار گرفت (جدول ۳).

طی بررسی تغییرهای عنصرهای زیر تاثیر تیمارها، سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم سنجیده شدند. مشخص شد که اثر این تیمارها بر نیتروژن به جز اثر سالیسیلیک اسید معنی دار بود. در بررسی اثر ساده تیمار گلیسین بتائین مشخص شد اختلاف معنی داری بین شاهد و سطح ۱۰ میلی مولار این تیمار وجود ندارد، اما سطح ۲۰ میلی مولار، مقدار نیتروژن برگ را کاهش داد. بررسی اختلاف بین عنصرها مشخص کرد رقم کنسروالیا مقدار نیتروژن کمتری در برگ خود از دو رقم دیگر داشت. تنها اثر ساده تیمارها بر مقدار فسفر برگ معنی دار شد و برهمکنش آن‌ها معنی دار نشد. غلظت ۱۰ میلی مولار گلیسین بتائین توانست مقدار فسفر برگ را نسبت به شاهد افزایش دهد، اما تاثیر تیمار ۲۰ میلی مولار این تیمار اختلاف معنی داری را با شاهد ایجاد نکرد. بررسی اختلاف بین رقم‌ها نیز مشخص کرد رقم آرکین مقدار فسفر بیشتری را نسبت به دو رقم دیگر داشت. مقایسه نتیجه‌های تاثیر تیمارها بر مقدار پتاسیم برگ سه رقم زیتون نشان داد گلیسین بتائین نتوانسته اثر معنی داری ایجاد کند، اما اختلاف ناشی از تیمار سالیسیلیک اسید و رقم معنی دار بود. تیمار ۶ میلی مولار سالیسیلیک اسید اختلاف معنی داری با شاهد نداشت، اما غلظت ۳ میلی مولار این تیمار منجر به کاهش مقدار پتاسیم برگ نسبت به شاهد شد. در مقایسه بین رقم‌ها نیز مشخص شد همسو با روند تغییر عنصرهای نیتروژن و فسفر، رقم آرکین مقدار پتاسیم بالاتری را در برگ خود داشت و پس از آن رقم کرونائیکی و کنسروالیا قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۳- اثر گلیسین بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر ترکیب‌های برگ سه رقم زیتون.

Table 3. Effect of glycine betaine, salicylic acid and cultivar on leaf compositions of three olive cultivars.

تیمارها Treatments	فنول کل Total phenol (mg/g FW)	پرولین Proline (μmol/g FW)	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (%)	پتاسیم Potassium (%)
گلیسین بتائین					
شاهد	99.65 b	0.87 a	1.62 a	0.079 b	0.95 a
Glycine betaine					
Control	103.38 a	0.78 b	1.69 a	0.084 a	0.92 a
10 Mm					
20 Mm	95.84 c	0.79 b	1.51 b	0.078 b	0.90 a
سالیسیلیک اسید					
شاهد	95.09 c	0.83 a	1.66 a	0.090 a	0.95 a
Salicylic acid					
Control	104.22 a	0.80 a	1.62 a	0.079 b	0.87 b
3 Mm					
6 Mm	99.56 b	0.82 a	1.55 a	0.072 c	0.95 a
رقم					
آرکین	99.65 b	0.70 c	1.72 a	0.084 a	1.10 a
Cultivar					
Arbequina					
کرونائیکی	102.78 a	0.89 a	1.63 a	0.079 b	0.90 b
Koroneiki					
کنسروالیا	97.04 c	0.85 b	1.47 b	0.077 c	0.78 c
Conservolea					

†در هر ستون میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارد.

†In each column means with the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% level of probability

بررسی اثر گلیسین بتائین و سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز، تعرق، شاخص کلروفیل و تبادلهای گازی برگ سه رقم زیتون

بررسی اثرگذاری تیمارها بر CO_2 زیر روزنه نشان داد تغییرهای این ویژگی تنها در سطح رقم و تیمار گلیسین بتائین معنی دار شد. بررسی تغییرها نشان داد تیمار ۲۰ میلی مولار گلیسین بتائین توانسته CO_2 زیر روزنه‌ای را در سطح شاهد حفظ کند، اما تیمار ۱۰ میلی مولار منجر به کاهش این ویژگی شد. تغییرهای سالیسیلیک اسید نیز مشخص کرد اختلاف معنی داری

زیر تاثیر این تیمار رخ نداده است. در مقایسه بین رقم‌ها مشخص شد رقم آربکین مقدار CO_2 زیر روزنه‌ی کمتری نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول ۴).

بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمار گلیسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر تعرق در هر سه رقم زیتون معنی‌دار شد به صورتی که سطح ۲۰ میلی‌مولار گلیسین‌بتائین منجر به افزایش تعرق نسبت به شاهد و تیمار ۱۰ میلی‌مولار شد. تیمار ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید نیز تاثیر مشابهی داشت و اختلاف سطح ۶ میلی‌مولار این تیمار با شاهد معنی‌دار نشد. بررسی مقادیر این ویژگی بین رقم‌ها نیز مشخص کرد رقم کنسروالیا تعرق بیشتری از دو رقم دیگر داشت و رقم کرونائیکی نیز تعرق بیشتری از رقم آربکین داشت (جدول ۴).

جدول ۴- اثر گلیسین‌بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر فتوسنتز، تعرق، کلروفیل و تبادل‌های گازی برگ سه رقم زیتون.

Table 4. Effect of glycine betaine, salicylic acid and cultivar on photosynthesis, transpiration, chlorophyll and leaf gas exchanges of three olive cultivars.

تیمار Treatments	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	مصرف آب Water use efficiency (mol CO_2 mol H_2O^{-1})	هدایت مزوفیلی Mesophyll conductance (mol CO_2 m^{-2} s^{-1})	فتوسنتز Photosynthesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (mol CO_2 m^{-2} s^{-1})	تعرق Transpiration (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})	دی‌اکسیدکربن زیر روزنه CO_2 under the stomata (mmol CO_2 m^{-2} s^{-1})	تیمار Treatments
گلیسین‌بتائین ن Glycine betaine	78.40 a	98.96 a	0.040 a	7.49 a	0.076 a	2.64 b	184.88 a	شاهد Control
	75.65 b	103.30 a	0.039 ab	6.89 ab	0.066 b	2.65 b	176.70 b	10 Mm
	75.39 b	86.80 b	0.034 b	6.48 b	0.075 a	2.79 a	189.51 a	20 Mm
سالیسیلیک اسید Salicylic acid	77.44 a	101.31 a	0.041 a	7.41 a	0.073 b	2.69 b	179.51 a	شاهد Control
	75.75 a	90.53 a	0.037 ab	7.02 ab	0.077 a	2.81 a	187.25 a	3 Mm
	76.25 a	97.23 a	0.035 b	6.42 b	0.066 c	2.59 b	184.33 a	6 Mm
رقم Cultivar	73.51 b	90.83 a	0.033 b	5.88 b	0.065 b	2.44 c	178.11 b	آربکین Arbequina
	77.01 a	98.12 a	0.040 a	7.49 a	0.076 a	2.69 b	187.07 a	کرونائیکی Koroneiki
	78.92 a	100.11 a	0.041 a	7.48 a	0.075 a	2.96 a	185.92 a	کنسروالیا Conservole a

†در هر ستون میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد.

†In each column means with the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% level of probability

بررسی اثر تیمارها بر هدایت روزنه‌ای مشخص کرد اثر ساده هر دو تیمار به همراه اثر ساده رقم معنی‌دار بود. مقدار این ویژگی زیر تاثیر تیمار ۲۰ میلی‌مولار گلیسین‌بتائین برابر با مقدار این ویژگی در شاهد بود، اما سطح ۱۰ میلی‌مولار این تیمار منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای شد. در بررسی سطوح مختلف تیمار سالیسیلیک اسید مشخص شد سطح ۳ میلی‌مولار این تیمار توانسته مقدار هدایت روزنه‌ای را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهد، اما سطح ۶ میلی‌مولار تیمار، مشابه تیمار ۱۰ میلی‌مولار گلیسین‌بتائین، مقدار هدایت روزنه‌ای را کاهش داده است. در بین رقم‌ها نیز اختلاف معنی‌دار بود و رقم آربکین مقدار هدایت روزنه‌ای کمتری را نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول ۴).

بررسی مقادیر فتوسنتز نشان داد اثر ساده گلايسين بتائين، سالیسیلیک اسید و رقم بر این ویژگی به طور کامل معنی دار بود. سطوح اول هر دو تیمار (به ترتیب ۳ و ۱۰ میلی مولار سالیسیلیک اسید و گلايسين بتائين) توانستند فتوسنتز را در سطح شاهد حفظ کنند، اما سطوح بالای این تیمارها (به ترتیب ۶ و ۲۰ میلی مولار سالیسیلیک اسید و گلايسين بتائين) اثر کاهشی را نشان دادند. مقدار فتوسنتز در رقم آربکین کمتر از دو رقم دیگر بود، اما رقم کرونائیکی و کنسروالیا با هم اختلاف معنی داری نداشتند.

بررسی اثر تیمارها بر کارایی مصرف آب نشان داد تنها اثر مستقیم گلايسين بتائين بر این ویژگی معنی دار بود. در مقایسه اثر سطوح مختلف این تیمار بر کارایی مصرف آب مشخص شد سطح ۱۰ میلی مولار گلايسين بتائين توانست مقدار این ویژگی را در سطح نمونه شاهد حفظ کند، اما سطح ۲۰ میلی مولار این تیمار اثر کاهشی داشت. بررسی اثرگذاری تیمارها بر هدایت مزوفیلی نشان داد اثر گلايسين بتائين، سالیسیلیک اسید و رقم معنی دار بود. در بین سطوح مختلف گلايسين بتائين مشخص شد سطح ۲۰ میلی مولار این تیمار منجر به کاهش هدایت مزوفیلی نسبت به شاهد شد، اما سطح ۱۰ میلی مولار اختلاف معنی داری با شاهد نداشت. این رابطه در مورد تیمار سالیسیلیک اسید نیز درست بود. در بررسی اختلاف بین رقم ها نیز مشخص شد رقم کنسروالیا و کرونائیکی مقدار هدایت مزوفیلی بیشتری را از رقم آربکین نشان دادند (جدول ۴).

بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمار گلايسين بتائين و رقم بر شاخص کلروفیل معنی دار بود و سالیسیلیک اسید به تنهایی در سطوح مختلف نتوانست تغییر معنی داری ایجاد کند، اما برهمکنش آن با گلايسين بتائين منجر به ایجاد اختلاف معنی دار شد. در بررسی بین رقم ها روند تغییر ویژگی هایی چون هدایت مزوفیلی، فتوسنتز، هدایت روزنه ای و CO_2 زیر روزنه زیر تاثیر تیمارهای آزمایش یکسان بود به صورتی که رقم کنسروالیا و کرونائیکی تفاوت معنی داری با هم نداشتند (جدول ۴).

بحث

گل های زیتون به طور معمول به دو صورت کامل (دارای مادگی سالم به رنگ سبز و با خامه کوتاه و تخمدان سبزرنگ و پرچم های سالم با دانه گرده طبیعی و زایا) و نر (دارای مادگی نازک، زرد رنگ، فاسد شده و عقیم با تخمک سقط شده) دیده می شوند. تعداد گل در بین رقم های مختلف زیتون متفاوت است و این مسئله می تواند تعیین کننده میزان محصول یک رقم باشد. از گل های کامل میوه های طبیعی و سالم تولید می شود. گاهی کاهش تولید محصول به علت ریزش گل ها و میوه ها است. مشخص شده است که تفاوت های بالایی در درصد تشکیل گل کامل بین رقم های مختلف زیتون وجود دارد؛ به طوریکه درصد تشکیل گل های کامل در درختان زیتون می تواند از ۲۰ تا ۹۶ درصد متغیر باشد (۳۳). بررسی نتیجه ها نشان داد از بین سه رقم آربکین، کرونائیکی و کنسروالیا، رقم کرونائیکی توان بالاتری در تولید گل کامل و تبدیل آن به میوه نهایی را داشت.

نتیجه های پژوهش حاضر با یافته های پژوهش های پیشین روی بررسی ویژگی های مربوط به گل دهی در زیتون هم راستا است. عبادی و همکاران (۹) پس از بررسی تنوع ژنتیکی و برخی ویژگی ها در ۳۰ رقم زیتون، رقم خدیری^۱ را دارای بیشترین تعداد گل آذین در شاخه، رقم کالیتیه^۲ را دارای بیشترین گل در گل آذین، رقم ابوسطل^۳ را دارای بیشترین تعداد گل و رقم دوئلی^۴ را دارای بیشترین درصد گل کامل معرفی کردند. جامی و همکاران (۱۴) نیز رقم آمیگدالولیا^۵ را دارای بیشترین شمار گل آذین و گل در شاخه معرفی کردند.

تفاوت در اندازه میوه به پتانسیل تشکیل میوه که مرتبط با ویژگی رقم ها است، بستگی دارد. مشخص شده است که توان بالقوه تولید میوه در درخت زیتون توسط عوامل مختلفی از جمله رقم تعیین می شود، با این حال هنوز مسیر بین گل آذین و گل تا میوه کامل به طور دقیق مشخص نشده است. همان طوری که بیان شد عملکرد تجاری مناسب زیتون در زمان حفظ ۱ تا ۲ درصد از گل های اولیه به دست می آید. این مسئله وجود رابطه خاص بین گل آذین فراوان، تعداد گل، توزیع و موقعیت گل با میوه تشکیل شده را بیان می کند (۱۹). نتیجه های پژوهش حاضر در اختلاف بین ویژگی های میوه در بین رقم های مختلف زیتون در راستای نتیجه های عبادی و همکاران (۹) بود.

دوره رشد میوه زیتون به پنج مرحله اصلی تقسیم می‌شود که اثرگذاری بر هر کدام از این مراحل می‌تواند بر اندازه‌ی نهایی میوه اثرگذار باشد. مرحله اول باروری و تنظیم میوه که مرحله تقسیم یاخته و در پی آن توسعه یاخته‌ها است. قسمت زیادی از ریزش میوه در این مرحله اتفاق می‌افتد. مرحله دوم توسعه‌ی بافت هسته است. تقسیم و توسعه‌ی بافت گوشتی میوه با سرعت پایین در حال انجام است و انباشت روغن در این مرحله آغاز می‌شود. در پژوهش Lavee و همکاران (۱۹) اینگونه بیان شده است که با تاثیرگذاری بر این مرحله می‌توان بر رشد هسته و در پی آن بر نسبت گوشت بر هسته به ترتیب اثر کاهشی و افزایشی داشت. نکته جالب توجه این است اثر کاهشی متوسط بر رشد هسته (با وجود کاهش تقسیم یاخته‌ای و در نهایت کاهش عملکرد) اثری بر پتانسیل انباشت روغن ندارد. در مرحله سوم تلاش درخت بر سخت کردن هسته است و رشد قسمت بیرونی میوه و انباشت روغن کاهش می‌یابد. مرحله چهارم با توسعه‌ی قسمت گوشتی میوه (توسعه‌ی یاخته‌ای) و ساخت روغن شناخته می‌شود. این دوره دوره‌ی اصلی ساخت و انباشت روغن است. به دلیل بالا بودن سوخت و ساز و تنفس میوه در این مرحله هرگونه اثر منفی (انواع تنش‌ها و ترکیب‌ها) بر عملکرد روغن اثر مستقیم خواهد گذاشت (۲۹). مرحله آخر با ویژگی تغییر رنگ (سبز تیره به سبز روشن‌تر) و نرم شدن همراه است. انباشت روغن در این مرحله نیز وجود دارد، اما سرعت آن از مرحله چهارم کمتر است. تغییر اندازه میوه (توسعه‌ی یاخته‌ای) در این مرحله به پایان می‌رسد. دو مرحله محلول‌پاشی (محلول‌پاشی اول، ۲۲ خرداد و محلول‌پاشی دوم، پس از سخت شدن هسته و در مرداد ماه) بعد از مرحله‌ی تقسیم یاخته‌ای انجام گرفته است و از این رو، نمی‌تواند بر تقسیم یاخته‌ای موثر بوده باشد.

بیشتر بررسی‌ها در مورد گلاسیسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید مربوط به کنترل آسیب‌های ناشی از تنش‌های مختلف است و کمتر در شرایط بدون تنش به بررسی تاثیر این ترکیب‌ها پرداخته شده است. نتیجه‌های پژوهش حاضر حاکی از عدم تاثیر این ترکیب‌ها بر ابعاد میوه بود که در راستای نتیجه‌های Meng و همکاران (۲۳) در مورد عدم تاثیر گلاسیسین‌بتائین و در راستای نتیجه‌های Aghaeifard و همکاران (۱) در مورد عدم تاثیر سالیسیلیک اسید بر اندازه میوه قرار داشت، اما بررسی‌هایی نیز نشان داده‌اند که گلاسیسین‌بتائین می‌تواند ویژگی‌های بیومتری و شیمیایی میوه‌ها را بهبود ببخشد (۱۱). Tantawy و همکاران (۳۷) در مطالعه‌ای روی گیاه گوجه‌فرنگی نشان دادند گلاسیسین‌بتائین می‌تواند واکنش گیاه به تنش شوری را با افزایش در فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای، کاهش در میزان تنفس نوری و افزایش میزان تشکیل میوه و عملکرد، بهبود بخشد. در نتیجه، میوه‌ها مقدار وزن، اندازه و مواد جامد محلول بیشتر و نیز پی‌اچ کمتری را نشان دادند.

نسبت طول به قطر میوه در اصل یکی از ویژگی‌های هر رقم است به طوری که هرچه اندازه طول میوه و قطر آن به همدیگر نزدیک‌تر باشند شکل میوه کروی‌تر خواهد شد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد رقم آرکین دارای نسبت طول به قطر میوه و هسته پایین‌تری است. در نتیجه، میوه آن نسبت به دو رقم دیگر کروی‌تر است. برعکس این حالت نیز با اختلاف بالای اندازه‌ی طول نسبت به قطر درست است که نتیجه آن بیضی شدن میوه است (۷). با توجه به نتیجه‌های پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد اگر هدف از استفاده ترکیب‌هایی چون گلاسیسین‌بتائین و اسید سالیسیلیک، تاثیر گذاری بر اندازه میوه باشد باید زمان‌های محلول‌پاشی را تغییر داد.

به‌طور سنتی برگ درخت زیتون به عنوان یک درمان قدیمی برای مبارزه با تب و سایر بیماری‌ها مانند مالاریا بوده است. پژوهشگران مختلفی بر فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی برگ درخت زیتون تاکید کرده‌اند. یکی از زمینه‌های موثر این برگ در درمان بیماری HIV-1 است (۱۸). برگ درخت زیتون حاوی مقدار زیادی از ترکیب‌های فنولی است. در درخت زیتون آمینواسیدهای آروماتیک فنیل‌آلانین و تیروزین^۱ از مسیر شیکمیک^۲ تولید می‌شوند. واکنش‌دهنده‌های اولیه فسفوانول پیرووات^۳ و ارتروز-۴ فسفات^۴ هستند که از راه گلیکولیز غیراکسیداتیو گلوکز تولید می‌شوند. فنیل‌آلانین پیش‌رونده‌ترین ترکیب فنولی است و فنیل‌آلانین‌آمونیا لایاز^۵ آنزیم مهم موثر در متابولیسم ترکیب‌های فنولی است (۳۸). ترکیب‌های فنولی متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند که نقش مهمی را در مقاومت به بیماری‌ها و آفات ایفا می‌کنند، اما دلیل اهمیت این ترکیب‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها است. میوه، هسته و برگ درخت زیتون دارای انواع ترکیب‌های فنولی است. برگ‌های

Erythrose-4- Phosphate -۴

Phosphoenolpyruvate -۳

Shikimic Acid -۲

Tyrosine -۱

Phenylalanine ammonia lyase -۵

زیتون شامل انواع مختلفی از مشتقات فنول شامل فنول های ساده (رایج ترین و با اهمیت ترین ترکیب های فنولی سبک)، فلاونوئیدها و سیکوریدوئیدها^۱ است. هیدروکسی تری سول^۲ به عنوان یکی از اجزای اصلی فنول های ساده در برگ زیتون شناخته می شود. فلاونوئیدها یکی دیگر از رایج ترین و گسترده ترین گروه های پلی فنولی برگ زیتون هستند. پرولین به عنوان یک اسمولیت سازگار، بدون آسیب رساندن به یاخته، در غلظت بالا در آن انباشت پیدا می کند. هم چنین، پرولین می تواند به عنوان یک منبع کربن-نیتروژن در یاخته عمل کند و دارای یک نقش حفاظتی از غشاء و پروتئین ها است. این ترکیب می تواند به عنوان یک گیرنده ی الکترون عمل کند و از آسیب به فتوسیستم ها جلوگیری کند (۳۵). نتایج این پژوهش نشان داد گلايسين بتائين و سالیسیلیک اسید توانستند مقدار ترکیب های فنولی را افزایش دهند به طوری که تیمار ۱۰ میلی مولار گلايسين بتائين توانست مقدار فنول کل برگ را از ۹۹/۶۵ mg/g FW در شاهد به ۱۰۳/۳۸ mg/g FW برساند. با این وجود سطح ۲۰ میلی مولار این تیمار اثری عکس داشت و نشانگر این است که یافتن سطح مناسب این تیمار با هدف اثرگذاری بر مقدار فنول برگ زیتون نیازمند بررسی بیشتری است. نتیجه های پژوهش حاضر مخالف نتیجه های Rasheed و همکاران (۳۰) بود که پس از بررسی اثر محلول پاشی گلايسين بتائين گزارش کردند این ترکیب نتوانسته است تاثیر معنی داری بر فنول کل برگ گندم ایجاد کند. هر دو سطح تیمار اسید سالیسیلیک نتوانستند مقدار فنول برگ را نسبت به شاهد افزایش دهند به طوری که مقدار آن در تیمار ۳ میلی مولار سالیسیلیک اسید به ۱۰۴/۲۲ mg/g FW رسید. حبیبی دستجرد و همکاران (۱۲) نیز از عدم تاثیر سالیسیلیک اسید بر مقدار فنول صحبت کرده اند. مقدار پرولین در برگ زیتون زیر تاثیر تیمار سالیسیلیک اسید تغییر معنی داری را ایجاد نکرد که در خلاف جهت نتیجه های گزارش شده توسط مولایی و همکاران (۲۵) بود. به هر حال، تیمار گلايسين بتائين منجر به کاهش مقدار پرولین شد.

سالیسیلیک اسید در گیاهان به طور کلی دارای یک نقش حفاظتی است و اثرهای کلیدی در جذب عناصرها، پایداری غشاء، روابط آبی، عملکرد روزنه ها و افزایش رشد دارد (۳۱). نتیجه های پژوهش حاضر نشان داد سالیسیلیک اسید نتوانسته است تاثیر معنی داری بر مقدار نیتروژن و پتاسیم برگ داشته باشد و مقدار فسفر برگ را نیز نسبت به نمونه شاهد کاهش داده است که این نتیجه مشابه نتیجه Aghaeifard و همکاران (۱) بود. تیمار ۱۰ میلی مولار گلايسين بتائين نیز تنها توانست مقدار نیتروژن برگ را در سطح شاهد حفظ کند، اما مقدار فسفر برگ زیر تاثیر تیمار ۱۰ میلی مولار این ترکیب افزایش پیدا کرد.

در میان فرآیندهای فیزیولوژیک، فتوسنتز یکی از اساسی ترین این فرآیندها در رشد و تولید محسوب می شود. حفظ سرعت اسیمیلایون کربن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. فتوسنتز اثرهای بلند مدت روی عملکرد دارد (۲۰). نتیجه های این پژوهش نیز نشان داد رقم کنسروالیا که محصول بیشتری تولید می کند، فتوسنتز بیشتری نیز نشان می دهد. بر اساس نتیجه های به دست آمده سطح ۱۰ میلی مولار گلايسين بتائين و ۳ میلی مولار سالیسیلیک اسید نتوانستند مقدار فتوسنتز را نسبت به شاهد در شرایط یکسانی حفظ کنند که Denaxa و همکاران (۸) طی مقایسه اثر محلول پاشی گلايسين بتائين، کاتولین و آمبیول بر فتوسنتز رقم های مختلف زیتون نتیجه های مشابهی را گزارش کرده اند. تعرق روزنه ای نقش اصلی را در تنظیم دمای برگ دارد. افزایش در تعرق می تواند هم به دلیل افزایش میزان فتوسنتز و هم به دلیل افزایش هدایت روزنه ای باشد (۲۸). نتیجه های این پژوهش نیز ارتباط مستقیم تعرق با هدایت روزنه ای را تایید کرد. سطح ۲۰ مولار تیمار گلايسين بتائين منجر به ایجاد هدایت روزنه ای $0.75 \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ شد و در همین تیمار مقدار تعرق $2/79 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ بود. این شاخص میزان انتشار CO_2 را درون برگ برای فتوسنتز و تعرق بخار آب از برگ تعیین می کند. از این ویژگی می توان برای بهبود سازگاری گونه های مختلف گیاه به محیط های با شرایط خاص استفاده کرد. هدایت روزنه ای یک متغیر مرجع معرفی شده است که بستگی بیشتری به شرایط و گونه مورد مطالعه دارد. بسیاری از متغیرهای فتوسنتزی (مثل سرعت انتقال الکترون، کارایی کربوکسیلاسیون، شدت تنفس در نور و غیره) همبستگی بیش تری با هدایت روزنه ای دارند. همواره یک همبستگی مثبت بین کارایی مصرف آب و هدایت روزنه ای وجود دارد و هدایت روزنه ای یک معیار مناسب جهت گزینش رقم های دارای کارایی مصرف آب مناسب است (۲۲). سالیسیلیک اسید در سطح ۳ میلی مولار منجر به افزایش مقدار هدایت روزنه ای در برگ زیتون شد که مخالف نتیجه های گزارش شده توسط آذرمی و جلودار (۴) بود. در این پژوهش هدایت روزنه ای زیر تاثیر تیمار

گلايسين‌بتائين اثرهای متناقضی نشان داد به نحوی که سطح ۱۰ میلی‌مولار این تیمار منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای شد، اما سطح ۲۰ میلی‌مولار مقدار آن را در سطح شاهد حفظ کرد. Denaxa و همکاران (۸) با محلول‌پاشی گلايسين‌بتائين روی درخت زيتون گزارش کردند که این تیمار نتوانست تاثیر معنی‌داری را ایجاد کند.

کلروفیل‌ها مولکول‌های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی به شمار می‌روند. میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است. کلروفیل یکی از مهم‌ترین اجزای کلروپلاست برای فتوسنتز است و محتوای کلروفیل ارتباط مثبتی با سرعت فتوسنتز دارد. میزان کلروفیل شاخص مناسبی برای ارزیابی فعالیت فتوسنتزی و تولید مواد پرورده است. غلظت کلروفیل به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می‌شود، زیرا غلظت کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد. رقم‌های دارای کلروفیل بیشتر، غلظت درون روزنه‌ای کمتر و هدایت مزوفیلی بیشتری داشتند (۳۶). وجود ارتباط مستقیم بین شاخص کلروفیل و فتوسنتز در نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نیز مشخص بود. هم‌منطور مشاهده شد که در هر کدام از تیمارها که مقدار هدایت مزوفیلی بالاست، شاخص کلروفیل نیز مقدار بیشتری از سایر تیمارها را نشان می‌دهد. نتیجه‌های این پژوهش نشان از عدم تاثیر تیمار سالیسیلیک اسید بر شاخص کلروفیل داشت که نزدیک به نتیجه‌های آذرمی و جلودار (۴) بود. بر خلاف اثر سالیسیلیک اسید، تیمار گلايسين‌بتائين منجر به کاهش شاخص کلروفیل شد که مخالف نتیجه‌های Blunden و همکاران (۶) بود. هدایت مزوفیلی حاصل نسبت فتوسنتز به دی اکسید کربن زیر روزنه و کارایی مصرف آب حاصل نسبت فتوسنتز به هدایت روزنه‌ای است. به عبارت دیگر افزایش مقدار دی اکسید کربن زیر روزنه منجر به کاهش هدایت مزوفیلی می‌شود و تیمارهایی که هدایت روزنه‌ای را افزایش دهند به دلیل افزایش تعرق منجر به کاهش کارایی مصرف آب خواهند شد. بنابراین، تیمارهایی که تاثیر افزایشی بر هدایت روزنه‌ای و دی اکسید کربن زیر روزنه داشته باشند به طور طبیعی منجر به کاهش کارایی مصرف آب و هدایت مزوفیلی خواهند شد.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد رقم کنسروالیا در ابتدا گل بیشتری را نسبت به سایر رقم‌ها تولید کرد، اما دو رقم آرکین و کرونائیکی تعداد گل کامل و میوه نهایی بیشتری داشتند. به دلیل محلول‌پاشی بعد از دوره تقسیم یاخته‌ای، تیمارها نتوانستند بر اندازه میوه، هسته و نسبت گوشت به هسته به‌طور معنی‌داری اثرگذار باشند و تفاوت‌های موجود ناشی از اختلاف‌های بین رقم‌ها بود. برای مشخص شدن اثر تیمارها پیشنهاد می‌شود محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف از جمله پیش و در حین تقسیم یاخته‌ای انجام گیرد. با وجود نتیجه‌های فوق در بخش ویژگی‌های میوه، تاثیر بیشتر تیمارها بر ویژگی برگ معنی‌دار شد به نحوی که بیشترین مقدار فنول کل در رقم کرونائیکی با ترکیب تیماری ۱۰ میلی‌مولار گلايسين‌بتائين و ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد. نتیجه‌های این آزمایش مشخص کرد گلايسين‌بتائين تاثیر چندانی بر پرولین برگ ندارند و در این زمینه سطوح مختلف تیمار سالیسیلیک اسید موفق‌تر هستند. در نهایت مشخص شد ترکیب تیماری ۱۰ میلی‌مولار گلايسين‌بتائين و ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید که تاثیر افزایشی بر میزان تعرق و هدایت روزنه‌ای داشت، منجر به کاهش هدایت مزوفیلی و کارایی مصرف آب شد. در مقابل، تیمار ۲۰ میلی‌مولار گلايسين‌بتائين و تیمار ۱۰ میلی‌مولار گلايسين‌بتائين به همراه ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اثر افزایشی بر فتوسنتز و کارایی مصرف آب داشتند. در نهایت، این پژوهش اثرگذاری افزایشی گلايسين‌بتائين و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌هایی چون فنول برگ، فتوسنتز و کارایی مصرف آب در شرایط عادی را نیز تایید کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از رئیس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان زنجان آقای دکتر پرویز مرادی و مسئول ایستگاه تحقیقات زيتون طارم آقای مهندس کریم مصطفوی به دلیل همکاری در اجرای این پژوهش قدردانی می‌شود.

References

1. Aghaeifard, F., M. Babalar, E. Fallahi, and A. Ahmadi. 2016. Influence of humic acid and salicylic acid on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of strawberry cv. Camarosa. J. Plant Nutr. 39:1821-1829.

منابع

2. Alrashdi, A.M. A, A.D. Al-Qurashi, M.A. Awad, S.A. Mohamed, and A.A. Al-rashdi. 2017. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of 'El-Bayadi' table grapes at harvest as affected by preharvest Salicylic Acid and gibberellic acid spray. *Sci. Hort.* 220:243–249.
3. Amiri, A. and B. Baninasab. 2016. Effect of Salicylic Acid on Vegetative and Physiological Parameters of Bitter Almond Seedlings under NaCl Stress. *Iran. J. Hort. Sci. Tech.* 17:1-12. (In Persian)
4. Azarmi, R. and N. Izadi Jeloudar. 2020. Effect of salicylic acid on some morphological properties, growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under shading conditions. *J. Plant Prod. Res.* 27: 191-204. (In Persian)
5. Bates, C.J., C. J. Prynne, and C.I. Levene. 1972. Ascorbate-dependent differences in the hydroxylation of proline and lysine in collagen synthesized by 3T6 fibroblasts in culture. *Biochim. Biophys. Acta, Protein Struct.* 278:610-616.
6. Blunden, G., T. Jenkins, and Y.W. Liu. 1997. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *J. Appl. Phycol.* 8:535-543.
7. Champa, W.A.H, M.I.S. Gill, B.V.C. Mahajan, and N.K. Arora. 2015. Preharvest salicylic acid treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis Vinifera* L.) Cv. Flame Seedless. *J. Food Sci. Technol.*, 52:3607–3616.
8. Denaxa, N.P.A. Roussos, T. Damvakaris, and V. Stournaras. 2012. Comparative effects of exogenous glycine betaine, kaolin clay particles and Ambiol on photosynthesis, leaf sclerophylly indexes and heat load of olive cv. Chondrolia Chalkidikis under drought. *Sci. Hort.* 137:87-94.
9. Ebadi, R. M. Bihamta, and R. Bahmani. 2019. Assessment of genetic variation between some of the Iranian and foreign olive cultivars with using of quantitative and qualitative traits. *Iran. J. Hort. Sci.* 49: 845-858. (In Persian)
10. Fathi, H.M.E. Amiri, A. Emani, J. Hajilo and J. Nikbakht. 2017. Tolerance Almond Genotypes on GN15 Rootstock to Deficit Irrigation Stress on Some Physiological Characteristics and Leaf Temperature. *Iran. J. Hort. Sci. Technol.* 18:159-176. (In Persian)
11. Gonçalves, B., M.C. Morais, A. Sequeira, C. Ribeiro, F. Guedes, A.P. Silva, and A. Aires. 2020. Quality preservation of sweet cherry cv. 'Staccato' by using glycine-betaine or Ascophyllum nodosum. *Food Chem.*
12. HabibiDastjer, Z.L. Naseri, J. Amiri, and H. Dolati Baneh. 2019. Effects of gibberellic-acid and salicylic acid on phytochemical characteristics, antioxidant capacity and nutrient elements of Bidane-Sefid grape. *J. Plant Prod. Res.* 26: 103-120. (In Persian)
13. Incharoensakdi, A, T. Takabe, and T. Akazawa. 1986. Effect of betaine on enzyme activity and subunit interaction of ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase from aphanothece halophytica. *Plant Physiol.*, 81:1044–1049.
14. Jami, M., V. Rabiei, and M. Taheri. 2016. Effect of harvesting time on fruit weight, oil accumulation and productivity of some olive cultivars (*Olea europaea* L.) in Tarrom region (Zanjan province). *Iran. J. Hort. Sci.* 47: 265-273. (In Persian)
15. Jolivet, Y, F. Larher, and J. Hamelin. 1982. Osmoregulation in halophytic higher plants: The protective effect of glycine betaine against the heat destabilization of membranes. *Plant Sci. Lett.*, 25:193–201.
16. Karjalainen, R, A. Lehtinen, V. Hietaniemi, J. M. Pihlava, K. Tiilikkala, M. Keinanen, R. Julkunen-Tiitto, and K. Jokinen. 2002. Benzothiadiazole and glycine betaine treatments enhance phenolic compound production in strawberry. *Acta Hort.* 567:353-356.
17. Khademi, F. and M. Ghasemnejad. 2016. Effect of Salinity of Sodium Chloride on Vegetative Growth, Physiological Characteristics and Nutrient Content of Leaves of Koroneiki Cultivars 38I, Arbequina 18I and Zard (*Olea europea* L.), PhD Thesis. (In Persian)
18. Kontogianni, V.G. and I.P. Gerothanassis. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity of olive leaf extracts. *Nat. Prod. Res.* 26:186–89.
19. Lavee, S, L. Rallo, H.F. Rapoport, and A. Troncoso. 1996. The floral biology of the olive: effect of flower number, type and distribution on fruitset. *Sci. Hort.* 66 (96):149–158.
20. Lawlor, D. W. 1995. The effects of water deficit on photosynthesis. *Environ. Plant Metab*, 129–160.
21. Masoudi sedighiani, F. and M. A. Aminidehghi. 2017. Changes in Some Osmolytes and Potosynthetic Pigments Accumulation and Antioxidant Enzymes Activity in Potato under Water Stress in Greenhouse Conditions. *Iran. J. Hort. Sci. Technol.* 17:29-38. (In Persian)
22. Medrano, H, J. M. Escalona, J. Bota, J. Gulías, and Ja. Flexas. 2002. Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. *Ann. Bot.* 89:895–905.
23. Meng, Li, Zhi. Huanhuan and Y. Dong. 2019. Influence of Preharvest and Postharvest Applications of Glycine Betaine on Fruit Quality Attributes and Storage Disorders of 'Lapins' and 'Regina' Cherries. *HortScience*, 54:1540-1545.
24. Metwally, A, I. Finkemeier, M. Georgi, and K. Dietz. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in Barley seedlings. *Plant Physiol*, 132:272–81.

25. Molae, R.M. Aelaie, M. Arghavani, and J. Nikbakht, 2018. Effect of different irrigation regimes and salicylic acid on morphophysiological characters of *Calendula officinalis* L. under zanzan climate conditions. Iran. J. Hort. Sci. 48: 965-975. (In Persian)
26. Patumi, M, R.D. Andria, V. Marsilio, G. Fontanazza, G. Morelli, and B. Lanza. 2002. Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L. Cv. Kalamata) in different irrigation regimes. Food Chem, 77:27-34.
27. Peng, L, and Y. Jiang. 2006. Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut Chinese water chestnut. Food Chem. 94:535-540.
28. Polley, H.W. 2002. Implications of atmospheric and climatic change for crop yield and water use efficiency. Crop Sci, 42:131-40.
29. Ranalli, A, A. Tombesi, M.L. Ferrante, and G.D. Mattia. 1998. Respiratory rate of olive drupes during their ripening cycle and quality of oil extracted. J. Sci. Food Agr. 77:359-67.
30. Rasheed, R, M. A. Ashraf., I. Hussain, M. Z. Haider, U. Kanwal, and M. Iqbal. 2014. Exogenous proline and glycinebetaine mitigate cadmium stress in two genetically different spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Rev. Bras. Bot. 37:399-406.
31. Romani, R. J, B. M. Hess, and C. A. Leslie. 1989. Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple discs and other plant tissues. J. Plant Growth Regul. 8:63-69.
32. Shojaei, M. and M. Gholami. 2020. Investigation of photosynthetic properties, gas exchange, leaf elements and compositions of Mastoidis, Manzanilla, Jolat and Mari olive cultivars. J. Plant Prod. Res. 27: 179-190. (In Persian)
33. Shojaei, M. M. Gholami and M. Taheri. 2019. Investigation of flower formation and fruit production of four olive cultivars under the influence of environmental conditions in Tarom region (Zanzan province). 11th Iranian Congress of Horticultural Sciences. (In Persian)
34. Siyahsar, M. M. Khezri, and I. Tavassolian. 2018. Effect of different pollinizer genotypes on some quantitative and qualitative characteristics and yield of the tissue cultured "Zahedi" date palm. Res. Pomol. 2: 41-53. (In Persian)
35. Talhaoui, N, A. Taamalli, A. M. Gómez-Caravaca, A. Fernández-Gutiérrez, and A. Segura-Carretero. 2015. Phenolic compounds in olive leaves: analytical determination, biotic and abiotic influence, and health benefits. Food Res. Int. 77:92-108.
36. Tanaka, A, and R. Tanaka. 2006. Chlorophyll metabolism. Curr. Opin. Plant Biol, 9:248-255.
37. Tantawy, Al. S, A. M. R. Abdel-Mawgoud, M. A. El-Nemr, and Y. Ghorra Chamoun. 2009. Alleviation of salinity effects on tomato plants by application of amino acids and growth regulators. Eur. J. Appl. Eng. Sci. Res. 30:484-494. 30.
38. Therios, I. N. 2009. Olives. CABI.
39. Tiwari, R. J, and R. N. S. Banafar. 1995. Application of nitrogen and phosphorus increases seed yield and essential oil of coriander. Indian J. Agr. Res. 19:51-55.

The Effect of Glycine Betain and Salicylic Acid on Gas Exchanges, Photosynthetic Characteristics, Macro Elements, Leaf Compounds and Fruit Characteristics of Three Olive Cultivars

M. Shojaei, M. Gholami and M. Taheri¹

Olive consumption has been steadily increasing in recent years, due to the increase in consumption, attention to quality has become very important, so that researchers in various ways seek to maintain and improve the quality of the product of this plant. This experiment was designed and performed to investigate the effect of glycine betaine and salicylic acid on photosynthetic properties, macro elements, compounds in Leaf and fruit characteristics of three olive cultivars in a factorial experiment with three factors glycine betaine (water, 10 and 20 mM) and salicylic acid (water, 3 and 6 mM) and cultivars (Arbequina, Koroneiki and Conservolia). During this study were evaluated the flower characteristics, inflorescence, initial and final fruit formation percentage, fruit characteristics, Compounds in Leaf, photosynthesis, transpiration, chlorophyll and gas exchange. Proved the effect of glycine betaine, salicylic acid and cultivar on leaf elements and compounds was significant and the highest amount of total phenol observed in Koroneiki cultivar and 10 mM glycine betaine and 3 mM salicylic acid treatment. In the study of the effect of treatments on photosynthesis, transpiration, chlorophyll and gas exchange of leaves, it found that 20 mM glycine betaine treatment without salicylic acid and 10 mM glycine betaine combined with 6 mM salicylic acid had a positive effect on photosynthesis and water use efficiency. Finally, this study confirmed the increasing effects of glycine betaine and salicylic acid on indices such as leaf phenol, photosynthesis and water use efficiency under stress-free conditions.

Keywords: Olive, Photosynthesis, Water Use Efficiency, Chlorophyll and Proline.

1. Former Ph.D. student, Professor of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Zanjan Province, Zanjan, Iran, respectively.

* Corresponding Author, Email: (Mehdishojaeihc@yahoo.com).