مطالعه تغییرات رنگیزه‌های برگ سه رقم زیتون در اثر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بُر

رضا غلامی[۱*]، نوراله معلمی[۲]، اسمعیل خالقی[۲] و سید منصور سیدنژاد[۳]

[۱] دانش‌آموخته دکترای علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

[۲] به ترتیب استاد و استادیارگروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

[۳] استاد گروه زیست شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

*نویسنده مسئول: rezagtk@yahoo.com

چکیده

مطالعه اثر محلول‌پاشی برگی پتاسیم، روی و بُر بر تغییرات رنگیزه‌های ارقام مختلف زیتون انجام گرفت. درختان چهار مرحله، یک هفته قبل از تمام گل، دو هفته بعد از تمام گل، مرحله سخت‌شدن هسته و مرحله تجمع و سنتز روغن، با آب مقطر (شاهد) (T_0)، ترکیب سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک از هر کدام ۱گرم در لیتر (T_1) و ترکیب ۲ گرم در لیتر از هرکدام آنها (T_2) محلول‌پاشی شدند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزایش رنگیزه‌ها در اثر محلول‌پاشی در سه رقم مورد مطالعه متفاوت بود که می‌تواند مربوط به تفاوت ژنتیکی ارقام باشد. در هر سه رقم، محلول‌پاشی باعث افزایش میزان کلروفیل a ، b و کل برگ و میزان کارتنوئید و آنتوسیانین برگ درختان تیمار شده در مقایسه با شاهد شد. پایین بودن غلظت رنگیزه‌های کلروفیل و کارتنوئید در برگ درختان شاهد (T_0) می‌تواند به تخریب رنگیزه‌ها با آنزیم‌های هیدرولیکی و یا بوسیله غیرفعال نمودن بیوسنتز این رنگیزه‌ها به‌دلیل کاهش جذب و یا کمبود عناصر غذایی در شرایط محیطی نامساعد مثل دمای بالا نسبت داده شود. بنابراین، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد پتاسیم، روی و بُر با دخالت در فعالیت آنزیم‌ها، بهبود متابولسیم سلول‌های گیاهی و افزایش سطح برگ و تنظیم روزنه‌ها و مصرف آب و کاهش گونه‌های اکسیژن فعال، سبب بهبود رنگیزه‌ها بخصوص کلروفیل و کارتنوئید در درختان محلول‌پاشی شده گردیده است و می‌توان در شرایط نامساعد محیطی مثل دمای بالا با کاربرد عناصر غذایی آثار زیان بار تنش‌های محیطی را کنترل نمود.

واژه‌های کلیدی: تغذیه برگی، رنگیزه‌ها، زیتون، کلروفیل

مقدمه

زیتون با نام علمی (*Olea europaea* L.) یکی از مهمترین درختان مناطق مدیترانه‌ای که با دارا بودن مکانیزم‌های سازگاری با تحمل خشکی به دوره‌های کم‌آبی در طی فصل رشد و شرایط آب و هوایی نیمه خشک عادت کرده‌اند (Saadati *et al.*, 2013). از آنجا که برگ حساس‌ترین اندام به‌شرایط محیطی است ساختار آن بیشتر تحت تاثیر تنش ها قرار می‌گیرد، همچنین تحت شرایط تنش‌های محیطی، گیاهان عموماً پاسخ‌های فیزیولوژیکی از قبیل بستن روزنه‌ها، کاهش یا توقف فتوسنتز وکاهش رشد رویشی و زایشی نشان می‌دهند و بر روی تمامی ترکیبات درونی گیاهان از جمله پروتئین‌ها و کلروفیل برگ‌ها اثر می‌گذارند، در این شرایط مدیریت صحیح زراعی از جمله تغذیه برگی می‌تواند مفید باشد (Zouari, *et al.*, 2016). رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان نقش مهمی در به‌دام انداختن نور برعهده دارند و هر دو کلروفیل a و b نسبت به تنش‌های محیطی حساس می‌باشند، همان‌طور که فتوسنتز تحت تنش کاهش می‌یابد، احیاء شدن بیش از حد زنجیره انتقال الکترون فتوسنتزی، منجر به‌تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن شده که ممکن است آسیب اکسایشی ایجادکند (جهان‌دیده و همکاران، ۱۳۹۴). کارتنوئیدها از طریق فروکش کردن سریع وضعیت برانگیخته

کلروفیل، حفاظت از فتوسیستم‌ها را در بافت‌های فتوسنتزی به عهده دارند. حفظ ساختار کارتنوئید در شرایط تنش، به‌توانایی بخش غیرآنزیمی گیاه در حذف رادیکال‌های فعال اکسیژن اشاره می‌کند (Thanaa *et al.*, 2017).

نقش اصلی پتاسیم فعال کردن بعضی سیستم‌های آنزیمی دخیل در ساختار مواد آلی و بهبود فتوسنتز و انتقال یکسان کربوهیدرات‌ها به اندام‌های ذخیره‌ای می‌باشد (Marschner, 2012). پتاسیم با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش سطح برگ و تنظیم باز شدن روزنه‌ها موجب افزایش غلظت کلروفیل‌های برگ شده و ظرفیت فتوسنتزی را بالا می‌برد (Jasrotia *et al.*, 2014). مصرف برگی پتاسیم تا حدی تأثیر مضر تنش‌های محیطی بر فتوسنتز و عوامل مربوط به فتوسنتز را از طریق کاهش نیازمندی‌های گیاهان تحت تنش‌های محیطی به مواد غذایی را کاهش می‌دهند (Jasrotia *et al.*, 2014). عنصر روی در افزایش بیوسنتز کلروفیل و کارتنوئید نقش دارد که با فعّال‌سازی پروتئین سنتتازهای مسیر بیوسنتز کلروفیل و نیز برخی از آنزیم‌ها مانند آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز در مسیر حفاظت از تخریب کلروفیل، در مقابل رادیکال‌های فعّال اکسیژن تاثیر دارد (Marschner, 2012). عنصر بُر نقش عمده‌ای در فعالیت‌های گیاه دارد و در تنظیم مقدار آب و هدایت آن در سلول، ساخت پروتئین، رشد ریشه و انتقال مواد محلول در بین سلول‌ها نقش عمده‌ای ایفا می‌کند. روی و بُر تاثیر امیدبخشی در متابولیسم گیاه دارد. آنها برای تولید هورمون طبیعی ایندول استیک اسید (IAA)، فعال کردن بعضی آنزیم‌های بیوسنتز کلروفیل و تنظیم جذب آب به‌وسیله گیاه مسئول هستند (Saadati *et al.*, 2013). کمبود بُر سبب از بین رفتن مریستم انتهایی و نیز کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی گیاهی می‌شود که این امر انباشتگی نشاسته و قندهای هگزوز را به دنبال دارد (Keshavarz *et al.*, 2011). عنصر روی از طریق گروه سولفیدریل باعث سنتز کلروفیل می‌گردد. پورفوبیلینوژن پیش ماده کلروفیل می‌باشد که برای تشکیل این ماده عنصر روی مورد نیاز است و در حضور عنصر روی، نهایتاً تشکیل و تکمیل کلروفیل تسهیل می‌گردد (Keshavarz *et al.*, 2011). به‌دلیل نقش روی در بیان ژن‌های مسئول کدگذاری آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، سیستم سمیت‌زدایی آنزیمی در شرایط کمبود این عنصر آسیب می‌بینند. کاهش غلظت کارتنوئید می‌تواند به‌دلیل افزایش سطح گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و کاهش کارآیی سیستم سمیت‌زدایی(آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی) در شرایط کمبود روی و در نتیجه پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و اکسایش کارتنوئید باشد (جهان‌دیده و همکاران، ۱۳۹۴). برخی پژوهشگران معتقدند که پتاسیم و عناصر غذایی کم‌مصرف بُر و روی از طریق تأثیر بر ساخت و متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نیز تنظیم فعالیت‌های آنزیمی، ساختار موادآلی و بهبود فتوسنتز، نقش کلیدی در رشد و تحمل درختان زیتون به تنش‌های محیطی دارند (Thanaa *et al.*, 2017).

میزان کلروفیل برگ درختان زیتون محلول‌پاشی شده با سولفات‌روی و اسید بوریک در مقایسه با درختان محلول‌پاشی نشده افزایش معنی‌داری داشت و بالاترین میزان کلروفیل برگ را در درختان محلول‌پاشی شده با ۰/۴ درصد سولفات روی در ترکیب با ۰/۶ درصد اسید بوریک و کمترین میزان آن را در درختان شاهد گزارش کردند (Jasrotia *et al.*, 2014). در شرایط بروز تنش‌ها و استرس‌های محیطی همچون سرمازدگی، دمای بالا، شوری، خشکی، هرس، مصرف آفت‌کش‌ها و غیره به‌دلیل کاهش فعالیت ریشه، گیاه قابلیت جذب عناصرغذایی را از طریق ریشه از دست می‌دهد و موثرترین شیوه، تغذیه‌برگی می‌باشد (Saadati *et al.*, 2013). با تغذیه‌برگی می‌توان عناصر غذایی را مستقیماً و در اسرع وقت در اختیار شاخه و برگ یا میوه قرار داد. بنابراین با توجه به شرایط نامساعد آب و هوایی بخصوص دمای بالای محیط در اهواز و تاثیر سوء آن بر رشد درختان زیتون، هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تغذیه‌برگی ترکیبی از عناصر غذایی پتاسیم، روی و بُر بر بهبود کیفیت میزان رنگیزه‌های برگ درختان زیتون در شرایط آب و هوایی اهواز بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر محلول‌پاشی برگی عناصر غذایی پتاسیم، روی و بُر بر رنگیزه‌های برگی سه رقم زیتون کرونایکی، کایلت و میشن به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در باغ زیتون دانشگاه شهید چمران اهواز مورد مطالعه قرارگرفت. درختان مورد آزمایش ۱۳ ساله و در فواصل ۶×۵ متر کاشته شده بودند. تغذیه خاکی سالیانه باغ که شامل مصرف کود حیوانی (۴۰ کیلوگرم) و کودهای شیمیایی پرمصرف شامل کود نیتروژن (۵۰۰ گرم اوره) و فسفر(۲۵۰ گرم سوپرفسفات تریپل) به هر اصله درخت بر اساس آزمون خاک به‌طور یکسان برای هر سه رقم کرونایکی، میشن و کایلت انجام گرفت. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش به‌همراه توییین ۲۰ (Tween 20) به عنوان مویان به شرح زیر بودند:

T_0 = محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد).

T_1= محلول‌پاشی با ترکیبی از ۱ گرم در لیتر سولفات‌پتاسیم، ۱ گرم در لیتر سولفات‌روی و ۱ گرم در لیتر اسید بوریک.

T_2= محلول‌پاشی با ترکیبی از ۲ گرم در لیتر سولفات‌پتاسیم، ۲ گرم در لیتر سولفات‌روی و ۲ گرم در لیتر اسید بوریک.

در این تحقیق محلول‌پاشی طی چهار نوبت شامل یک هفته قبل از بازشدن کامل گل‌ها (نیمه‌دوم اسفندماه)، دو هفته بعد از بازشدن کامل گل‌ها (نیمه‌اول فروردین‌ماه)، در مرحله سخت‌شدن هسته‌ها (نیمه‌اول خردادماه) و در مرحله سنتز و تجمع روغن (نیمه‌اول تیرماه) با یک سم‌پاش پشت تراکتوری انجام‌گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر رنگیزه های برگ، ابتدا در تیر ماه نمونه‌های برگی از جهات مختلف درختان نمونه‌برداری و در آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری غلظت کلروفیل a ، b و کل و کارتنوئید برگ از روش (Lichtenthaler, 1987) استفاده گردید. بدین‌ترتیب میزان ۰/۵ گرم بافت تازه برگی به‌وسیله ترازوی دقیق وزن شد و در هاون چینی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد خوب سائیده شد و شدت جذب آن در طول موج‌های ۶۴۶، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-2100) قرائت گردید. برای تنظیم صفر دستگاه از استون ۸۰ درصد به‌عنوان شاهد استفاده شد. سپس غلظت رنگیزه‌ها محاسبه و برحسب میلی‌گرم وزن‌تر برگ بیان گردید. اندازه‌گیری آنتوسیانین به‌روش تغییر در pH صورت گرفت، بدین‌وسیله ابتدا دو بافر شامل کلرید پتاسیم- اسید کلریدریک با اسیدیته ۱ و استات سدیم با اسیدیته ۴/۵ تهیه گردید. سپس متانول ۱ درصد جهت عصاره‌گیری آماده گردید و ۵ گرم از بافت برگ تازه در هاون چینی با ۲۰ میلی‌لیتر متانول یک درصد اسیدی به‌مدت ۱۵ دقیقه ساییده شد و مقدار جذب هر محلول در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-2100) قرائت گردید و میزان آنتوسیانین بر حسب میلی‌گرم سیانیدین تری گلوکوزید در گرم بیان گردید (Lee *et al.*, 2013). به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به تجزیه واریانس میزان رنگیزه‌های برگ زیتون مشخص شد که رقم بر تمام رنگیزه‌های برگ در سطح یک درصد مؤثر بود، از طرفی محلول‌پاشی سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک نیز بر میزان کلروفیل a ، b و کل برگ در سطح یک درصد و بر میزان آنتوسیانین برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل رقم × محلول‌پاشی نیز بر میزان کلروفیل a برگ و میزان آنتوسیانین برگ در سطح ۵ درصد مؤثر بود، ولی بر میزان کلروفیل b و کل برگ و کارتنوئید برگ هیچ تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول۱).

با توجه به مقایسه میانگین اثر رقم بر میزان رنگیزه‌های برگ در شکل ۱، نتایج نشان داد که در بین ارقام مورد مطالعه از نظر میزان کلروفیل کل برگ اختلاف آماری معنی‌داری بود، که تحت تاثیر رقم می‌باشد. بعلاوه، بین رقم کرونایکی با ارقام میشن و کایلت از نظر میزان کلروفیل b و کارتنوئید برگ اختلاف آماری معنی‌داری در شکل ۱ وجود داشت.

مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر میزان کلروفیل و کارتنوئید برگ در شکل ۲ نشان داد که درختان محلول‌پاشی شده با هر دو تیمار T_1 و T_2 در مقایسه با درختان تیمار نشده (T_0) میزان کلروفیلb و کلروفیل کل برگ و کارتنوئید برگ بیشتری داشتند و محلول‌پاشی با سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک بر میزان کلروفیل b و کلروفیل کل و کارتنوئید برگ تاثیر مثبت داشت، ولی بین دو غلظت مختلف محلول‌پاشی (T_1 و T_2) اختلاف آماری معنی‌داری از نظرکلروفیل b و کلروفیل کل برگ و کارتنوئید برگ مشاهده نشد. بیشترین میزان کلروفیل b و کل برگ به‌ترتیب ۰/۵۲ و ۱/۲۳ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر برگ در درختان محلول‌پاشی شده با تیمار T_2 و کمترین میزان کلروفیل b و کل برگ به‌ترتیب به‌میزان ۰/۳۵ و ۰/۸۶ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر در نمونه‌های برگ درختان شاهد (T_0) بدست آمد. همچنین مشخص شد که بیشترین و کمترین میزان کارتنوئید برگ به‌ترتیب ۰/۵۴ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر برگ به‌درختان محلول‌پاشی شده با تیمار T2 و ۰/۴۱ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر برگ به درختان شاهد (T_0) به شکل ۲ تعلق داشت.

با توجه به میانگین اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی با سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک در جدول (۲) مشخص شد که محلول‌پاشی با تیمار T_2 در مقایسه با تیمار شاهد (T_0) در رقم کرونایکی سبب افزایش معنی‌دار در میزان کلروفیل a برگ شد، ولی تیمار T_1 هیچ تاثیر آماری معنی‌دار در میزان کلروفیل a برگ این رقم نداشت. در ارقام کایلت و میشن نیز محلول‌پاشی هیچ تاثیر معنی‌دار در میزان کلروفیل a برگ نداشت. نتایج نشان داد بهترین واکنش به محلول‌پاشی در بهبود میزان کلروفیل a برگ مربوط به اثر متقابل رقم کرونایکی و تیمار محلول‌پاشی T_2 بود که سبب افزایش کلروفیلa برگ به میزان ۰/۳۹ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر برگ نسبت به درختان شاهد (T_0) گردید (جدول۲). با بررسی اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی مشخص شد در رقم کرونایکی محلول‌پاشی با تیمار T_2 و در رقم میشن محلول‌پاشی با تیمار T_1 نسبت به درختان شاهد (T_0) سبب افزایش معنی‌دار در میزان آنتوسیانین برگ شد، ولی در رقم کایلت محلول‌پاشی هیچ تاثیر معنی‌داری در میزان آنتوسیانین برگ نداشت. نتایج نشان داد که بیشترین تاثیر مثبت محلول‌پاشی سولفات پتاسیم، سولفات روی و اسید بوریک در آنتوسیانین برگ به میزان (۰/۰۲۵ میلی‌گرم سیانیدین تری گلوکوزید درگرم) در درختان رقم میشن محلول‌پاشی شده با تیمار T_1 نسبت به درختان شاهد (T_0) بدست آمد. این تفاوت در میزان آنتوسیانین می‌تواند ناشی از تاثیر رقم و اثر شرایط محیطی باشد. آنتوسیانین‌ها بسیار ناپایدار بوده و تحت تاثیر برخی عوامل از جمله قندها و عناصر غذایی، پایداری آن افزایش می‌یابد. از آنجا که پتاسیم از راه تاثیر و تنظیم فشار اسمزی موجب افزایش قندها و انتقال بهتر عنصرها به‌نقاط مختلف گیاه می‌شود، هنگامی که میزان پتاسیم گیاه افزایش یابد، میزان قند بالا رفته و در نتیجه میزان آنتوسیانین افزایش می‌یابد (Thanaa *et al.*, 2017).

گزارش شده رقم بر میزان آنتوسیانین مؤثر است (Thanaa *et al.*, 2017). همچنین زنگنه و رسولی (۱۳۹۶) اعلام کردند که محلول‌پاشی درختان انگور بی‌دانه با سولفات پتاسیم سبب افزایش میزان آنتوسیانین برگ شد که این یافته‌ها با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. بنابراین در اثر محلول‌پاشی درختان زیتون و تأثیر عناصر غذایی پتاسیم، روی و بُر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، تسهیل در انتقال آنها، بهبود فتوسنتز گیاهان و با دخالت در آنزیم‌های دخیل در این فرآیندها منجر به افزایش آنتوسیانین برگ درختان محلول‌پاشی شده با سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک در مقایسه با درختان شاهد گردید. در هر سه رقم مورد مطالعه، محلول‌پاشی با سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک باعث افزایش میزان کلروفیل a ، b و کل برگ و میزان کارتنوئید برگ درختان محلول‌پاشی شده در مقایسه با درختان شاهد شد. در مجموع، پایین بودن غلظت رنگیزه‌های کلروفیل وکارتنوئید در برگ درختان شاهد (T_0) می‌تواند به تخریب

رنگیزه‌ها با آنزیم‌های هیدرولیکی و یا بوسیله غیر فعال نمودن بیوسنتز این رنگیزه‌ها در شرایط محیطی نامساعد مثل دمای بالا نسبت داده شود (Zouari, *et al.*, 2016). همچنین نتایج نشانگر نقش مثبت عناصرغذایی پتاسیم، روی و بُر در بهبود رنگیزه‌ها و تقویت فتوسنتز در برگ درختان محلول‌پاشی شده با سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک بود و ممکن است با حضور عناصرغذایی در برگ درختان محلول‌پاشی شده، از تخریب رنگیزه‌ها و کاهش فتوسنتز و افزایش تولید گونه‌های اکسیژن فعال، ممانعت شده است، اگرچه ارقام مورد مطالعه واکنش‌های متفاوتی به غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک از نظر میزان رنگیزه‌ها نشان دادند. افزایش قابل توجه غلظت کلروفیل‌ها با کاربرد برگی پتاسیم، روی و بُر می‌تواند به‌دلیل افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه و در نتیجه افزایش رشد رویشی و در نهایت افزایش سبزینگی گیاه نسبت به تیمار شاهد باشد و افزایش در میزان کلروفیل به‌دلیل این واقعیت باشد که روی بخشی از آنزیم کربونیک آنهیدراز است که در تمام بافت‌های فتوسنتزی حضور دارد و آن برای بیوسنتز کلروفیل ضروری می‌باشد (Keshavarz *et al.*, 2011). پتاسیم نیز با تاثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش سطح برگ و تنظیم باز شدن روزنه‌ها موجب افزایش غلظت کلروفیل‌های برگ شده و ظرفیت فتوسنتزی را بالا می‌برد (Thanaa *et al.*, 2017).

بیشترین میزان کلروفیل برگ را با کاربرد برگی عنصر روی در ترکیب با بُر در درختان میوه گردوی ایرانی گزارش شده است (Keshavarz *et al.*, 2011). همچنین گزارش شده بین ارقام مختلف زیتون از نظر میزان کلروفیل برگ اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشته است. آنها اعلام کردند میزان کلروفیل کل برگ در بین ارقام مختلف زیتون، متفاوت بود و رقم میشن در مقایسه با رقم ماری از میزان کلروفیل بیشتری برخوردار بوده است (Thanaa *et al.*, 2017).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزایش رنگیزه‌ها در اثر محلول‌پاشی سولفات‌پتاسیم، سولفات‌روی و اسید بوریک در سه رقم مورد مطالعه متفاوت بود که می‌تواند به‌تفاوت ژنتیکی ارقام نسبت داده شود. احتمالا رقم کرونایکی به‌علت دارا بودن مکانیسم‌های دفاعی مقاوم‌تری در مقایسه با ارقام کایلت و میشن، تا دماهای بالاتری قادر به حفظ ساختار کلروفیل خود بوده است، بنابراین، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد عناصر غذایی پتاسیم، روی و بُر با دخالت در فعالیت آنزیم‌ها و تنظیم روزنه‌ها و مصرف آب و کاهش گونه‌های اکسیژن فعال با افزایش کارآیی سیستم سمیت‌زدایی (آنزیم‌های آنتی-اکسیدان)، سبب افزایش میزان رنگیزه‌های بخصوص کلروفیل وکارتنوئید در درختان محلول‌پاشی شده است و تغذیه برگی می‌تواند در کاهش خسارات زیان‌بار تنش‌های محیطی درختان زیتون مؤثر باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر رقم و محلول‌پاشی پتاسیم، روی و بُر بر رنگیزه‌های برگ زیتون

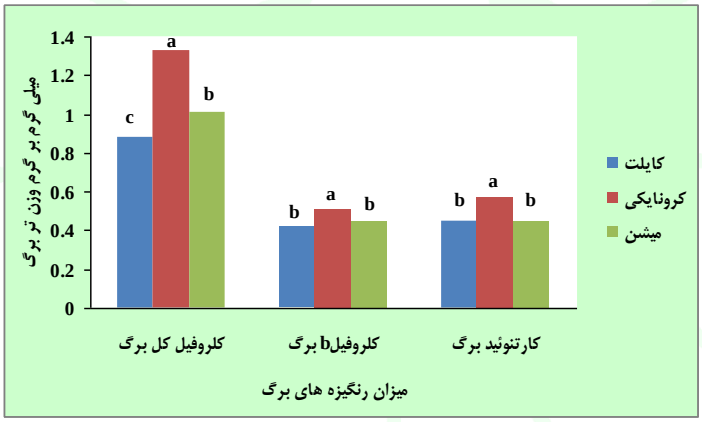
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		آنتوسیانین	کارتنوئید	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تکرار	۲	۰/۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۱۵۷	۰/۰۱۰۸	۰/۰۴۸۵
رقم	۲	۰/۰۰۲۳۵**	۰/۰۴۵**	۰/۳۱۱**	۰/۰۲۱**	۰/۴۹۲**
محلول‌پاشی	۲	۰/۰۰۰۴۸*	۰/۰۵۸**	۰/۰۹۳**	۰/۰۷۸**	۰/۳۱۹**
رقم×محلول‌پاشی	۴	۰/۰۰۰۵۸*	۰/۰۰۱۵	۰/۰۲۵*	۰/۰۰۷	۰/۰۳۴
خطا	۱۶	۰/۰۰۰۰۷۸	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۲۸	۰/۰۱۵۴
ضریب تغییرات (٪)	-	۱۳/۶۲	۹/۶۱	۱۴/۹۸	۱۱/۵۴	۱۱/۵۷

ns، * و **: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

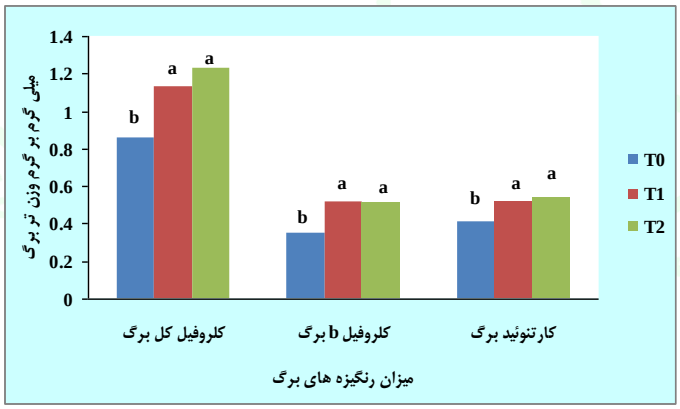
جدول ۲- اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی بر میزان رنگیزه‌های برگ سه رقم زیتون

میزان رنگیزه‌های برگ / ارقام، تیمارهای محلول‌پاشی	رقم کایلت			رقم کرونایکی			رقم میشن		
	T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2
آنتوسیانین (میلی-گرم سیانیدین تری-گلوکوزید درگرم)	ef۰/۰۴۸	de۰/۰۵۷	f۰/۰۳۸	ef۰/۰۵۳	cde۰/۰۶۲	ab۰/۰۵۹	bcd۰/۰۷۰	a۰/۰۹۵	bc۰/۰۷۵
کلروفیل a (میلی‌گرم برگرم وزن‌تر برگ)	d۰/۳۹	cd۰/۴۹	cd۰/۵۰	bc۰/۶۵	b۰/۷۶	a۱/۰۴	cd۰/۴۸	c۰/۵۷	c۰/۶۰

*میانگین‌های با حروف مشترک در هر ردیف تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر رقم در میزان رنگیزه های برگ زیتون



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی در میزان رنگیزه‌های برگ زیتون

منابع

جهان‌دیده‌مهجن‌آبادی، و.، سپهری، م.، خوش‌گفتارمنش، ا.م. و عشقی زاده، ح.ر. ۱۳۹۴. اثر تلقیح قارچ اندوفایت *Piriformospora indica* و باکتری *Azotobacter chroococcum* برفعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و تحمل گندم (نیک نژاد) به کمبود روی در شرایط گلخانه. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه‌ای. ۶(۲۴): ۴۱-۲۱

زنگنه، ن. و رسولی، م. ۱۳۹۶. تاثیر محلول‌پاشی کودهای پتاسیمی و اسید هومیک بر رنگیزه‌ها و فعالیت پاد اکسندگی انگور رقم بیدانه سفید. مجله علوم باغبانی. ۴۸(۳): ۷۰۱-۷۰۱۲.

Jasrotia, A., Bakshi, P., Wali, V.K., Bhushan, B., Ji Bhat, D. 2014. Influence of girdling and zinc and boron application on growth, quality and leaf nutrient status of olive cv. Fronotoio. African journal of Agricultural Research, Vol 9, (18):1354-1361.

Keshavarz, K., Vahdati, K., Samar, M., Azadegan, B., Brown, P.H. 2011. Foliar application of zinc and Boron improves walnut vegetative and reproductive growth. Journal of Horticultural. Technology, 21(2):181-186.

Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. Journal of the AOAC International, 88: 1269–1278.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and cartenoids: pigments of photosynthetic biomembrances. Method Enzymol, 148: 350-382.

Marschner, P. 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants, 3rd edition. Academic Press. London, UK, pp: 178-189.

Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, M.H., Seyed-nejad, S. M. 2013. Effect of zinc and boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening.Scientia Horticulturae, 164: 30-34.

Thanaa Sh.M, M., Enaam Sh.A, M., El-Sharony, T.F. 2017. Influence of foliar application with potassium and magnesium on growth, yield and oil quality of "Koroneiki" olive trees. American Journal of Food Technology, 12(3):209-220.2017.

Zouari, M., Ben Ahmed, C., Elloumi, N., Ben Rouin, B., Labrousse, P., Ben Abdallah, F. 2016. Effects of irrigation water fluoride on relative water content, photosynthetic activity, and proline accumulation in young olive trees (*Oleaeuropaea* L. cv. Chemlali) in arid zones. Research report Fluoride 49 (3 Pt 2): 303-372 July-September 2016.

Study of leaf pigmentation changes of three olive cultivars due to foliar application of potassium, zinc and boron

Reza Gholami [1*], Norollah Moallemi[2], Esmaeil Khaleghi [2], Mansour Seyyednejad Seyyed [3]
[1]Ph D graduate of Horticultural Science, Shahid Chamran University of Ahvaz-Iran
[2]Professor and Assistant Professor respectively, Department of Horticultural Science, Shahid Chamran University of Ahvaz-Iran
[3]Professor, Department of Plant Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz-Iran
[*]*Corresponding Author: rezagtk@yahoo.com*

Abstract

The effect of foliar spraying of Potassium, Zinc and Boron on pigment variations in pigments of different Olive cultivars were performed. Spray treatments were included T0 (Distilled water as control), T1 (1g/l potassium sulfate + 1g/l boric acid + 1g/l zinc sulfate) and T2 (2g/l potassium sulfate + 2g/l boric acid +2g/l zinc sulfate).The results of the present study showed that the increase in pigments due to foliar application was different in the three cultivars studied, which could be related to the genetic differences of cultivars. In all three cultivars, foliar application increased the amount of the a, b and total chlorophyll leaves and the amount of carotenoids and anthocyanins in the leaves of treated trees compared to the control. Low concentrations of chlorophyll and carotenoid pigments in the leaves of control trees (T_0) can degrade pigments with hydraulic enzymes or by inactivating the biosynthesis of these pigments due to reduced absorption or lack of nutrients in the Unfavorable environmental conditions such as high temperature. Therefore, the results of this study show that spraying of Potassium, Zinc and Boron with intervention in the activity of enzymes, improvment plant cell metabolism and increasing leaf area, adjusting the stomata and water consumption, and Reduction of reactive oxygen species. Improved pigments, especially chlorophyll and carotenoids, have been sprayed on trees. And it is possible to control the harmful effects of environmental stresses in unfavorable environmental conditions such as high temperatures by using nutrients.

***Keywords*:** Leaf nutrition, Pigments, Olive, Chlorophyll