نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۹
۱۷۹-۱۹۰
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.16717.2530

بررسی ویژگی‌های فتوسنتزی، تبادلات گازی، عناصر و ترکیبات برگ تعدادی از ارقام زیتون

مهدی شجاعی[۱] و *منصور غلامی[۲]

[۱]استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا همدان، همدان، ایران،
[۲]دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا همدان، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰٤/۳۰

چکیده

سابقه و هدف: کیفیت و کمیت روغن و کنسرو حاصل از میوه درخت زیتون تحت‌تأثیر عوامل زیادی قرار می‌گیرد. این عوامل با تأثیرگذاری بر صفاتی چون فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی، تابش فعال فتوسنتزی، فنل کل، پرولین و عناصر برگ زیتون، محصول نهایی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر این صفات، وجود اختلاف بین ارقام از نظر این متغیرها است بنابراین این پژوهش با هدف بررسی ویژگی‌های فتوسنتزی، تبادلات گازی، عناصر و ترکیبات برگ چهار رقم ماستوئیدس، مانزانیلا، جلت و ماری زیتون برنامه‌ریزی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمار رقم در چهار سطح (ماستوئیدس، مانزانیلا، جلت و ماری) و سه تکرار طراحی و در ایستگاه زیتون طارم در استان زنجان و در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. صفات اندازه‌گیری‌شده عبارتند از: فتوسنتز، دمای برگ، تعرق، کارایی مصرف آب، تابش فعال فتوسنتزی، اختلاف غلظت دی‌اکسیدکربن جوّ با اتاقک زیر روزنه، دی‌اکسیدکربن زیر روزنه، اختلاف غلظت آب جوّ با اتاقک زیر روزنه، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی، شاخص کلروفیل، فنل کل، پرولین، نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ درختان زیتون.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که رقم ماری با اختلاف معنی‌داری نسبت به دیگر ارقام میزان فتوسنتز بیش‌تری را داشت هم‌چنین این رقم بیش‌ترین مقدار تعرق را نشان داد و در نقطه مقابل آن رقم ماستوئیدس کم‌ترین میزان تعرق را داشت. ارقام ماستوئیدس و جلت به‌طور معنی‌داری کارایی مصرف آب بیش‌تری از دو رقم دیگر نشان دادند. رقم ماری بیش‌ترین مقدار هدایت روزنه‌ای را داشت و رقم جلت بیش‌ترین هدایت مزوفیلی را نشان داد. رقم ماری بیش‌ترین مقدار فنل کل را در برگ‌های خود داشته است و رقم ماستوئیدس نیز کم‌ترین مقدار فنل کل برگ را نشان داد. ارقام ماستوئیدس، مانزانیلا و ماری بیش‌ترین مقدار پرولین را داشتند. ارقام ماستوئیدس، مانزانیلا و جلت مقدار بیش‌تری از فسفر را در برگ‌های خود داشتند. رقم جلت بیش‌ترین مقدار پتاسیم را در برگ‌های خود داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج مشخص کرد رقم ماری از نظر صفاتی چون فتوسنتز (۱۰/۱٤ $\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)، تعرق (۲/۵۳ $mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)، هدایت روزنه‌ای (۰/۱۵ $mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)، فنل کل (۱۸/۳۳ mg/g FW) و پرولین برگ

* مسئول مکاتبه: man.gholami@gmail.com

(µmol/g FW ۱/۰۲)، اعداد بیش‌تری را نشان داد و از نظر این صفات مناسب کاشت است. هم‌چنین رقم جلت با کارایی مصرف آب (mol CO_2 mol H_2O^{-1} ۱۳۷/۵۶)، هدایت مزوفیلی (mol CO_2 m^{-2} s^{-1} ۰/۰۵) و مقدار عناصر پرمصرف بالا (فسفر ۰/۰۹ و پتاسیم ۱/۱۶ درصد) نیز مناسب کاشت به‌خصوص در مناطق دچار کمبود آب است.

واژه‌های کلیدی: فنل و پرولین، کارایی مصرف آب، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) از خانواده *Oleaceae* یک گونه دیپلوئید (۲n=٤٦) می‌باشد. زیتون یکی از قدیمی‌ترین درختان میوه کشت شده است که اهلی کردن آن از حدود ٦٥۰۰ سال قبل شروع شده است (۱۲). کشت و کار این درخت از هزاران سال پیش در منطقه شرق مدیترانه توسعه یافته است. قدرت سازگاری بالا، کاربری دومنظوره (روغنی و کنسروی) و خواص درمانی فراوان موجب شده است که افزایش سطح زیر کشت زیتون در اولویت‌های اصلی وزارت جهاد کشاورزی ایران نیز قرار گیرد. یکی از اهداف اصلی در کشاورزی ایران، تأمین و خودکفایی کشور از نظر روغن خوراکی است. زیتون یکی از گیاهان روغنی است که با ویژگی‌های بارزی چون تحمل زیاد در برابر شرایط نامساعد محیطی، بالا بودن کیفیت روغن و اهمیت آن از نظر تغذیه بسیار مورد توجه است. فرآورده‌های مختلفی از زیتون به‌دست می‌آید، یکی از این فرآورده‌ها و البته مهم‌ترین آن‌ها، روغن زیتون است. روغن زیتون یکی از قدیمی‌ترین روغن‌های گیاهی شناخته شده است که به‌طور عمده در کشورهای اطراف دریای مدیترانه تولید می‌شود. محصول دیگر تولیدی، کنسرو زیتون است (۲۷).

کشت و کار زیتون به دو صورت متراکم و غیرمتراکم انجام می‌شود. دریافت نور در باغات غیرمتراکم ۲۰ تا ۳۰ درصد از نور دریافتی از خورشید است در حالی‌که باغ‌های مدرن و متراکم تا ۷۰ درصد نور دریافتی دارند. آرایش برگ‌های زیتون تحت‌تأثیر عملکرد سیستم کاشت، شکل تاج و جهت کاشت درختان است. از کل برگ‌های درخت درصد مشخصی از آن‌ها ریزش پیدا می‌کنند و با برگ‌های جدید جایگزین می‌شوند. روی درخت برگ‌هایی با سنین مختلف قابل مشاهده است (۳۰). برگ زیتون مانند سایر گیاهان در ابتدا، مصرف‌کننده کربوهیدرات است اما به‌تدریج توسعه پیدا کرده و تبدیل به منبع تولید می‌شود (١٤). آغاز تولید کربن در هر برگ به موقعیت آن در طول ساقه بستگی دارد. برگ‌های زیتون به‌مدت دو تا سه سال روی درخت باقی می‌مانند و سن آن‌ها از نوک تاج به‌سمت تنه درخت افزایش پیدا می‌کند این تفاوت سن بر فتوسنتز، تبادلات گازی و ترکیبات برگ اثرگذار است. متغیرهایی چون فتوسنتز، تعرق، تبادلات گازی و ترکیبات تشکیل‌دهنده برگ به‌دلیل اثرگذاری بر ویژگی‌های کمی و کیفی محصولات تولیدی از میوه زیتون، بسیار مورد توجه هستند (٤).

فتوسنتز تعیین‌کننده اصلی رشد و عملکرد گیاهان است. برگ‌های زیتون دارای تنوع فصلی مشخصی در مقدار فتوسنتز هستند و این به‌دلیل تأثیرگذاری رقم و شرایط محیطی است (٤). نسبت بین مقدار آب از دست رفته توسط گیاه و انباشت ماده خشک با عباراتی مانند ضریب تعرق، نسبت تعرق یا نیاز آبی گیاه شناخته می‌شود امروزه واژه کارایی مصرف آب جایگزین سایر عبارات شده است (۱). کارایی مصرف آب با نسبت جذب دی‌اکسیدکربن بر آب از دست داده شده در فرآیند تعرق تعریف می‌شود (۸ و ۲۰).

روزنه از جمله عوامل مهم در از دست دادن آب گیاه می‌باشد و گیاه بسته به شرایط پیش‌آمده با تغییر در باز و بسته شدن روزنه، تلفات آب از طریق روزنه را کنترل می‌کند. تعرق هنگامی صورت می‌گیرد که بخار آب از طریق روزنه به بیرون منتشر شود (۳). هدایت روزنه‌ای میزان انتشار CO_2 را در درون برگ برای فتوسنتز و تعرق بخار آب از برگ تعیین می‌کند (۱۷). هدایت روزنه‌ای به عنوان یک متغیر مرجع شناخته می‌شود این متغیر بستگی کم‌تری به شرایط و گونه مورد مطالعه دارد (۱۹). مجموعه راهبردهای درونی برگ را که به فرآوری CO_2 می‌انجامد را هدایت مزوفیلی می‌نامند (۱۳). تولید پایدار مستلزم تعرق، هدایت روزنه‌ای و هدایت مزوفیلی است (۲٤).

کلروفیل‌ها مولکول‌هایی هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی می‌باشند (۲۹). انواع مختلفی از رنگدانه‌های گیرنده نور در غشاء تیلاکوئید کلروپلاست، تابش فعال فتوسنتزی را جذب می‌کنند که کلروفیل مهم‌ترین آن‌هاست (۲).

زیتون عموماً در مناطق خشک و نیمه‌خشک رشد می‌کند. هوموستازی اسمزی (Osmotic homeostasis) نیازمند افزایش فشار اسمزی در سلول‌ها به‌وسیله جذب املاح از خاک یا تولید ترکیبات متابولیکی سازگار است. این حلال‌ها شامل کربوهیدرات‌ها (قندها یا قندهای الکلی مانند مانیتول) آمینواسیدها و ترکیبات آمونیومی هستند (۱۵). این ترکیبات علاوه بر نقش در تنظیم اسمزی وظایفی هم‌چون حفاظت از غشا، حفظ عملکرد زیستی آن‌ها، دفع رادیکال‌های آزاد و به‌طورکلی نقش در حفاظت گیاهان در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو را بر عهده دارند (۲٦).

پرولین یکی از رایج‌ترین سازگارکننده‌ها (Compatible solutes) در گیاه است. اکسیداسیون پرولین به گلوتامات محدود به میتوکندری است. تجمع پرولین یک روش عالی برای ذخیره انرژی است زیرا اکسیداسیون یک مولکول پرولین می‌تواند ۳۰ عدد ATP تولید کند (۱٦). تجمع پرولین به‌عنوان محافظ غشا، پلی‌ریبوزوم‌ها و آنزیم‌ها در طی تنش در گیاه رخ می‌دهد. پرولین یک تنظیم‌کننده فشار اسمزی است و ٤٥ درصد از تنظیم اسمزی را ایجاد می‌کند و می‌تواند رادیکال‌های آزاد را سم‌زدایی کند. بیش‌تر پرولین در گیاه در واکوئل تجمع پیدا می‌کند مقداری نیز در سیتوپلاسم قرار دارد (۱۵، ۳۲ و ۳۳).

برگ درخت زیتون حاوی مقدار زیادی از ترکیبات فنلی است. در درخت زیتون آمینواسیدهای آروماتیک فنیل‌آلانین و تیروزین از مسیر شیکمیک تولید می‌شوند. واکنش‌دهنده اولیه فسفوانول پیرووات و ارتروز-٤ فسفات هستند که از طریق گلیکولیز غیراکسیداتیو گلوکز تولید می‌شوند. فنیل‌آلانین پیش‌رونده‌ترین ترکیب فنلی است و فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز، آنزیم مهم مؤثر در سوخت و ساز ترکیبات فنلی است (۳۰). ترکیبات فنلی متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند که نقش مهمی را در مقاومت به بیماری‌ها و آفات ایفا می‌کنند، دلیل اهمیت این ترکیبات، فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها است. میوه، هسته و برگ درخت زیتون دارای انواع ترکیبات فنلی است (۲۸).

یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فتوسنتز، دمای برگ، تعرق، کارایی مصرف آب، تابش فعال فتوسنتزی، اختلاف غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر با اتاقک زیر روزنه، دی‌اکسیدکربن زیر روزنه، اختلاف غلظت آب اتمسفر با اتاقک زیر روزنه، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی، شاخص کلروفیل، فنل کل، پرولین، نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ درختان زیتون، وجود اختلاف بین ارقام از نظر این متغیرها است بنابراین هدف این پژوهش بررسی ویژگی‌های فتوسنتزی، تبادلات گازی، عناصر و ترکیبات برگ ارقام ماستوئیدس، مانزانیلا، جلت و ماری زیتون بود.

مواد و روش‌ها

محل و زمان اجرای تحقیق: این پژوهش در ایستگاه تحقیقات زیتون شهرستان طارم استان زنجان، روی چهار رقم زیتون و بر اساس طرح آماری کاملاً تصادفی با تیمار رقم (چهار سطح ماستوئیدس، مانزانیلا، جلت و ماری) در سه تکرار اجرا شد، همه رقم‌ها در سال آور خود قرار داشتند. در باغ ایستگاه تحقیقات زیتون شهرستان طارم عملیات زراعی و باغی از جمله: تغذیه، آبیاری (قطره‌ای) در طول سال به‌طور یکسان انجام گرفت و اطلاعات هواشناسی توسط سامانه‌های سازمان هواشناسی، مستقر در ایستگاه تحقیقات زیتون ثبت شده است. سن درختان هر چهار رقم یکسان (همه ۱۵ تا ۱٦ ساله) بود. تجزیه‌های شیمیایی در آزمایشگاه‌های ایستگاه تحقیقات زیتون شهرستان طارم و نیز آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی‌سینا انجام گرفت.

مشخصات ارقام مورد مطالعه: ماستوئیدس از ارقام بومی کشور یونان بوده و رقمی با قدرت سازگاری بسیار بالا است. میوه‌های آن وزنی معادل ۱/۵ تا ۱/۸ گرم دارند و مقدار روغن آن ۲۵ درصد است. مانزانیلا از ارقام بومی کشور اسپانیا است. میوه این رقم گرد بوده و ۳/۵ تا پنج گرم وزن دارد. این رقم با وجود درصد مناسب روغن (۲۰ درصد) به‌دلیل کیفیت بالای گوشت و لذیذ بودن، کیفی‌ترین زیتون برای تهیه کنسرو است. این رقم دارای باردهی منظم و عملکرد بالایی است. رقم جلت از بهترین ارقام کنسروی سوریه می‌باشد. رقم جلت دارای میانگین وزنی ۷/۵ تا هشت گرم می‌باشد. رقم ماری بومی ایران است و حدود دو درصد از ارقام کاشته شده در منطقه را به خود اختصاص داده است. درصد روغن آن حدود ۲۰ تا ۲۲ درصد است. وزن متوسط میوه سه تا چهار گرم و وزن متوسط هسته ۰/٤ تا ۰/۵ گرم است و نسبت گوشت به هسته آن نیز ۳/۵ به یک است. این رقم زودرس به‌شمار می‌رود و علاوه بر استحصال روغن، برای مصارف کنسروی نیز بسیار قابل‌توجه است.

اندازه‌گیری فتوسنتز، تبادلات گازی و کلروفیل: از هر درخت ۱۰ برگ به‌صورت تصادفی (از اطراف درخت و در ارتفاع شانه) برداشته و به کمک دستگاه کلروفیل‌متر دستی (SPAD-502, Minolta, Japan) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و میانگین آن‌ها به‌عنوان شاخص کلروفیل در تجزیه آماری مورد تجزیه قرار گرفت. واحد شاخص کلروفیل SPAD Unit بود. میزان فتوسنتز و تبادلات گازی برگ با استفاده از دستگاه Infra-Red Gas Analyzer (IRGA) (مدل Lci-ADC-Uk) به‌طور تصادفی از سه برگ هر درخت و در ساعت ۱۱ صبح اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری فنل برگ: میزان فنل کل موجود در عصاره‌های گیاهی با استفاده از معرف فولین سیکالچو[1] ارزیابی شد. به این صورت که مقدار ۰/۵ گرم از برگ‌های تازه در داخل متانول له شده و سپس مخلوط حاصل به‌مدت پنج دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید. مقدار ۵۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی به داخل یک لوله آزمایش حاوی ٤۵۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه شد. سپس مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیکالتو ۱۰ درصد به مخلوط واکنش اضافه گردید. بعد از ۱۰ دقیقه، واکنش مذکور با افزودن دو 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 ۷٦۵ نانومتر ثبت گردید. در نهایت مقدار فنل کل با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده با اسید گالیک محاسبه شد (۲۸).

1- Folin-Ciocalteu

اندازه‌گیری پرولین: برای اندازه‌گیری پرولین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۲) استفاده شد. ۰/۱ گرم از برگ پودر شده با ازت مایع، برداشته شده و با چهار میلی‌لیتر اسید سولفوریک سه درصد مخلوط شد. مخلوط حاصل به‌مدت ۲۰ دقیقه شیکر شد. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۲۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد. از قسمت روی شناور عصاره و محلول‌های استاندارد پرولین (غلظت‌های صفر، ۱، ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پرولین) به‌میزان دو میلی‌لیتر برداشته شد، در لوله آزمایش ریخته و دو میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و دو میلی‌لیتر استیک‌اسید گلاسیال به آن اضافه شد و لوله‌ها به‌مدت یک ساعت در حمام آب گرم در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خنک شدن نمونه‌ها به هر لوله آزمایش چهار 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 شود. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکترومتر (Milton ROY–21D Thermo) ساخت کشور آمریکا ثبت شد که میزان پرولین موجود در نمونه‌ها به‌صورت میکرومول پرولین بر گرم ماده تر با استفاده از رابطه یک مورد تجزیه قرار گرفت.

(۱) (۵/گرم نمونه) / {۱۵۵/۵ / [تولوئن (میلی‌لیتر) × پرولین (میکروگرم بر میلی‌لیتر)]} = پرولین (میکرومول بر گرم)

تولوئن: میزان تولوئن مصرف شده برای هر نمونه (چهار میلی‌لیتر) و عدد ۱۵۵/۵ جرم مولکولی پرولین اندازه‌گیری مقادیر عناصر پرمصرف برای تعیین مقدار عناصر موجود در برگ، پس از شستن و خشک کردن برگ‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت و آماده‌سازی، هضم نمونه‌ها به روش اکسیداسیون تر انجام گرفت. اندازه‌گیری نیتروژن با روش کجلدال و اندازه‌گیری پتاسیم با روش شعله‌سنجی و با دستگاه فلیم‌فتومتر مدل Corning ۴۱۰ و فسفر به روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Thermo Milton ROY ساخت کشور آمریکا انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری: پس از بررسی پژوهش‌های انجام‌گرفته در باغ مذکور و با توجه به این‌که محل اجرای پژوهش یک باغ تحقیقاتی است و شرایط محیطی آن یکسان است، سودمندی بلوک در این باغ تحقیقاتی محاسبه شد و مشخص شد که فرق چندانی بین دو طرح آماری کاملاً تصادفی و بلوک‌های کامل تصادفی وجود ندارد به همین دلیل داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. تجزیه واریانس صفات و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد.

نتایج و بحث

اثر رقم بر فتوسنتز، تعرق و کلروفیل برگ چهار رقم زیتون

رقم زیتون: تجزیه واریانس اثر رقم بر فتوسنتز، تعرق و کلروفیل برگ نشان داد اثر این تیمار بر دمای برگ، تعرق و کارایی مصرف آب در سطح یک درصد و بر فتوسنتز و تابش فعال فتوسنتزی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد.

در بررسی اثر رقم بر چهار رقم ماستوئیدس، مانزانیلا، جلت و ماری مشخص شد رقم ماری با اختلاف معنی‌داری نسبت به باقی ارقام میزان فتوسنتز بیش‌تری نشان داد. سه رقم دیگر با هم اختلاف

معنی‌داری نداشتند. در مقایسه میانگین اثر رقم بر دمای برگ مشخص شد رقم ماستوئیدس عدد بیش‌تری را نشان داد و پس از آن رقم جلت با اختلاف معنی‌داری در رتبه دوم قرار گرفت. کم‌ترین دما نیز در برگ‌های رقم مانزانیلا ثبت شد (جدول ۱).

پس از بررسی صفت مهم تعرق در بین این چهار رقم مشخص شد رقم ماری بیشترین مقدار را داشت و در نقطه مقابل آن رقم ماستوئیدس کم‌ترین میزان تعرق را داشت. ارقام مانزانیلا و جلت نیز به‌ترتیب رتبه‌های دوم و سوم بیش‌ترین تعرق را داشتند. در بررسی نتیجه تأثیر رقم بر کارایی مصرف آب، ارقام به دو گروه تقسیم شدند. ارقام ماستوئیدس و جلت با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند اما به‌طور معنی‌داری کارایی مصرف آب بیش‌تری از دو رقم مانزانیلا و ماری نشان دادند. رقم مانزانیلا و ماری با هم‌دیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. مقایسه میانگین ارقام در متغیر تابش فعال فتوسنتزی نشان داد رقم ماستوئیدس و جلت بیش‌ترین مقدار را داشتند و دو رقم مانزانیلا و ماری با اختلاف معنی‌داری مقدار کم‌تری از تابش فعال فتوسنتزی را نشان دادند (جدول ۱).

میزان فتوسنتز در دوره رشد بالاست و اختلاف مقدار آن بین ارقام تحت‌تأثیر عوامل متفاوتی قرار می‌گیرد از آن جمله تابش، تنش رطوبتی، تنش شوری، میزان حرارت، مواد غذایی کافی، بیماری‌ها سطح برگ و آناتومی آن، جهت قرارگیری برگ و غلظت آنزیم‌های تثبیت کربن می‌باشد (۱۰). ارتباط مستقیمی بین کمبود فشار بخار آب اشباع هوا (تقاضای تبخیری) و کارایی تعرق وجود دارد (۲٤).

جدول ۱- اثر رقم بر فتوسنتز، تعرق و کلروفیل برگ چهار رقم زیتون.

Table 1. Effect of cultivar on photosynthesis, transpiration and chlorophyll of four olive cultivars.

رقم Cultivar	فتوسنتز Photosynthesis ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	دمای برگ Leaf Temperature (°C)	تعرق Transpiration ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)	کارایی مصرف آب Water use Efficiency ($mol\ CO_2\ mol\ H_2O^{-1}$)	تابش فعال فتوسنتزی Photosynthesis Active Radiation
ماستوئیدس Mastoidis	5.86 [b]	36.43 [a]	1.84 [c]	123.49 [a]	1677.33 [a]
مانزانیلا Manzanilla	7.49 [b]	31.90 [c]	2.16 [b]	79.23 [b]	1410.00 [b]
جلت Jolat	7.28 [b]	34.56 [b]	1.50 [d]	137.56 [a]	1620.00 [a]
ماری Mari	10.14 [a]	28.56 [d]	2.53 [a]	64.66 [b]	1421.00 [b]

* در 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.

هم‌چنین افزایش در کارایی تعرق می‌تواند هم به‌دلیل افزایش میزان فتوسنتز و هم به‌دلیل کاهش هدایت روزنه‌ای باشد. تعرق نقش اصلی را در تنظیم دمای برگ دارد. گیاهان توسط تنظیم روزنه‌ای از اتلاف زیاد آب از طریق تعرق جلوگیری می‌کنند. درخت زیتون در استفاده از آب بسیار کارا است به‌طوری‌که برای تولید یک گرم ماده خشک ۳۱۲ گرم آب مصرف می‌کند در حالی‌که سایر گیاهان همیشه سبز مانند مرکبات به ٤۰۰ تا ۵۰۰ گرم آب نیاز دارند مصرف آب در زیتون در حدود ۳۰ درصد مصرف آب مرکبات است. راهبردهایی که موجب افزایش کارایی مصرف آب در زیتون می‌شود شامل توانایی برگ‌های زیتون در تحمل شرایطی با مقدار بسیار کم آب و تنظیم اسمزی از طریق تولید مواد اسمزی است. علاوه بر این استفاده از گیرنده‌های رشدی (Retardants) منجر به افزایش مقاومت زیتون به خشکی می‌شود (۸ و ۲۰). کارایی مصرف آب شاخصی است که میزان فتوسنتز را به‌ازای هر واحد هدایت روزنه‌ای و تعرق نشان می‌دهد در اصل کارایی مصرف آب شاخصی برای تولید ماده خشک در ازای آب مصرفی است و معمولا حداکثر کارایی مصرف آب با حداکثر زیست توده حاصل می‌شود (۲۱). تابش فعال فتوسنتزی[1] رسیده به برگ، عامل حیاتی برای تشکیل ماده خشک است. با این‌حال این پارامتر تابعی از شدت نور، ریخت شناسی تاج پوشش کانوپی و ویژگی‌های نوری آن است (۲۵). عوامل دیگر کنترل‌کننده تشعشع فعال فتوسنتزی، جهت قرارگیری برگ، انتقال نور و بازتاب آن هستند (۲۲).

اثر رقم بر تبادلات گازی برگ چهار رقم زیتون:

بررسی اثر رقم بر تبادلات گازی چهار رقم ماستوئیدس، مانزانیلا، جلت و ماری نشان داد این اثر بر CO_2 زیر روزنه، اختلاف غلظت H_2O اتمسفر با اتاقک زیر روزنه، هدایت روزنه‌ای و هدایت مزوفیلی در سطح یک درصد و بر اختلاف غلظت CO_2 اتمسفر با اتاقک زیر روزنه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

در بررسی اثر رقم بر تبادلات گازی مشخص شد ارقام ماری و مانزانیلا بیش‌ترین مقدار اختلاف CO_2 اتمسفر با اتاقک زیر روزنه را داشته‌اند و در مقابل ارقام ماستوئیدس و جلت کم‌ترین مقدار را داشتند. در بررسی مقدار CO_2 زیر روزنه‌ای مشخص شد به تبع بیش‌ترین مقدار اختلاف CO_2 اتاقک زیر روزنه با اتمسفر، رقم ماری بیش‌ترین CO_2 زیر روزنه را نیز داشت و رقم ماستوئیدس کم‌ترین مقدار را نشان داد. ارقام مانزانیلا و جلت نیز به‌ترتیب رتبه دوم و سوم بیش‌ترین مقدار را با اختلاف معنی‌دار از یکدیگر و سایر ارقام به دست آوردند. در بررسی اختلاف غلظت H_2O اتمسفر با اتاقک زیر روزنه مشخص شد ارقام ماری و مانزانیلا با اختلاف معنی‌داری بیش‌ترین اختلاف را داشتند و دو رقم ماستوئیدس و جلت بدون اختلاف معنی‌دار از هم، بعد از دو رقم دیگر قرار گرفتند. مقایسه میانگین ارقام از نظر هدایت روزنه‌ای نشان داد رقم ماری بیش‌ترین مقدار را داشت و دو رقم جلت و ماستوئیدس بدون اختلاف معنی‌دار از هم، کم‌ترین هدایت روزنه‌ای را داشتند. اثر رقم بر هدایت مزوفیلی نیز نشان داد رقم جلت بیش‌ترین هدایت مزوفیلی را داشت و سه رقم ماستوئیدس، مانزانیلا و ماری بدون اختلاف معنی‌دار از هم، مقدار هدایت مزوفیلی کم‌تری را داشتند (جدول ۲).

1- Photosynthesis active radiation

جدول ۲- اثر رقم بر تبادلات گازی برگ چهار رقم زیتون.

Table 2. Effect of cultivar on leaf gas exchange of four olive cultivars.

رقم Cultivar	اختلاف غلظت CO_2 اتمسفر با اتاقک زیر روزنه The difference in atmospheric CO_2 concentration with the stomatal chamber	CO_2 زیر روزنه CO_2 under the stomach ($mmol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	اختلاف غلظت H_2O اتمسفر با اتاقک زیر روزنه Difference in atmospheric H_2O concentration with the stomatal chamber	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance ($mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)	هدایت مزوفیلی Mesophyll conductance ($mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)
ماستوئیدس Mastoidis	18.00 ^{c}	154.00 ^{c}	5.26 ^{b}	0.04 ^{c}	0.03 ^{b}
مانزانیلا Manzanilla	25.66 ^{ab}	228.66 ^{b}	6.70 ^{a}	0.09 ^{b}	0.03 ^{b}
جلت Jolat	20.66 ^{bc}	136.33 ^{d}	4.80 ^{b}	0.05 ^{c}	0.05 ^{a}
ماری Mari	27.66 ^{a}	286.66 ^{a}	7.26 ^{a}	0.15 ^{a}	0.03 ^{b}

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشترک درسطح 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.

افزایش دی‌اکسیدکربن به‌طور مستقیم می‌تواند به تغییر رشد گیاه از طریق اثرگذاری بر تبادلات گازی منجر شود. میزان جذب (Assimilation) افزایش پیدا می‌کند و هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد. افزایش دی‌اکسیدکربن منجر به افزایش مداوم فتوسنتز می‌شود. علاوه‌براین یکی دیگر از نتایج تغییر در فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای، افزایش کارایی مصرف آب در شرایط وجود دی‌اکسیدکربن زیاد در محیط است (۱۸). عوامل روزنه‌ای منجر به کاهش انتشار CO_2 به فضای بین‌سلولی در اثر کاهش هدایت روزنه‌ای و بسته شدن روزنه‌ها می‌گردد (۳). کنترل هدایت روزنه‌ای در ارقام با کارایی بالای فتوسنتز می‌تواند باعث کاهش تعرق شود، بدون این‌که رشد و عملکرد این ارقام تغییر کند (۱۱) از هدایت روزنه‌ای می‌توان برای بهبود سازگاری گونه‌های مختلف گیاهان زراعی به محیط‌های با شرایط خاص استفاده کرد (۱۷). تنظیم هدایت روزنه‌ای، مهم‌ترین مکانیزم گیاهان در کنترل تعرق است. بسیاری از پارامترهای فتوسنتزی (کارایی مصرف آب و غیره) همبستگی قوی با هدایت روزنه‌ای دارند (۱۹). در شرایط تنش، هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد اما کارایی مصرف آب و غلظت CO_2 درون روزنه‌ای افزایش نشان می‌دهد (۹). میزان کم‌تر فتوسنتز و فرآوری CO_2 در حضور مقادیر بالای CO_2 داخل روزنه‌ای به مفهوم پایین بودن میزان هدایت مزوفیلی و عدم توانایی سلول‌های مزوفیل در استفاده از CO_2 می‌باشد. تولید پایدار مستلزم تعرق، هدایت روزنه‌ای و هدایت مزوفیلی مناسب است (۱۳).

اثر رقم بر ترکیبات برگ چهار رقم زیتون: تجزیه واریانس اثر رقم بر ترکیبات برگ چهار رقم ماستوئیدس، مانزانیلا، جلت و ماری نشان داد این اثر بر فنل کل، میزان فسفر و پتاسیم برگ در سطح یک درصد و بر مقدار پرولین برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود اما اختلاف بین ارقام از نظر شاخص کلروفیل و مقدار نیتروژن معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین اثر رقم بر ترکیبات برگ نشان داد رقم ماری بیش‌ترین مقدار فنل کل را در برگ‌های

خود داشت. رقم مانزانیلا و جلت، بدون اختلاف معنی‌دار از هم، با اختلاف معنی‌داری پس از رقم ماری قرار گرفتند. رقم ماستوئیدس نیز کم‌ترین مقدار فنل کل برگ را نشان داد. در بررسی مقدار پرولین در برگ این چهار رقم زیتون مشخص شد. ارقام ماستوئیدس، مانزانیلا و ماری بدون اختلاف معنی‌دار از هم‌دیگر، بیش‌ترین مقدار را داشتند و رقم جلت نیز مقدار کم‌تری از پرولین را در برگ‌های خود نشان داد. بررسی اثر رقم بر مقدار فسفر و پتاسیم برگ نیز نشان داد. ارقام ماستوئیدس، مانزانیلا و جلت بدون اختلاف معنی‌دار از هم، مقدار بیش‌تری از فسفر را نسبت به رقم ماری در برگ‌های خود داشتند. رقم جلت نیز بیش‌ترین مقدار پتاسیم را در برگ‌های خود داشت و در مقابل سه رقم ماستوئیدس، مانزانیلا و ماری بدون اختلاف معنی‌دار از هم، با اختلاف معنی‌داری مقدار پتاسیم برگ کم‌تری را نسبت به رقم جلت داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- اثر رقم بر ترکیبات برگ چهار رقم زیتون.

Table 3. Effect of cultivar on leaf compositions of four olive cultivars.

رقم Cultivar	فنل کل Total phenol (mg/g FW)	پرولین Proline (µmol/g FW)	فسفر Phosphorus (%)	پتاسیم Potassium (%)
ماستوئیدس Mastoidis	10.13 [c]	0.88 [a]	0.09 [a]	0.85 [b]
مانزانیلا Manzanilla	13.90 [b]	0.92 [a]	0.09 [a]	0.76 [b]
جلت Jolat	14.03 [b]	0.68 [b]	0.09 [a]	1.16 [a]
ماری Mari	18.33 [a]	1.02 [a]	0.06 [b]	0.93 [b]

* در 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.

کلروفیل یکی از مهم‌ترین اجزای کلروپلاست برای فتوسنتز است و محتوای کلروفیل ارتباط مثبتی با سرعت فتوسنتز دارد. میزان کلروفیل برگ شاخصی مناسب جهت ارزیابی فعالیت فتوسنتزی و تولید مواد پرورده است. بارزترین علامت پیری، زردشدن برگ‌ها است و آن هنگامی است که محتوای کلروفیل برگ حدود ۵۰ درصد نسبت به برگ سبز طبیعی کاهش یافته است (۵). غلظت کلروفیل به‌عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع است. کاهش غلظت کلروفیل یک عامل محدودکننده است. کاهش غلظت کلروفیل به‌صورت رنگ زرد یا سبز کمرنگ بروز می‌کند و نشان‌دهنده کاهش گیرنده‌های نور در مرکز واکنش فتوسیستم II است. این امر موجب کاهش جذب تابش فعال فتوسنتزی می‌شود (۵). برگ‌های زیتون شامل انواع مختلفی از مشتقات فنل شامل فنل‌های ساده (رایج‌ترین و با اهمیت‌ترین ترکیبات فنلی سبک)، فلاونوئیدها و سیکوریدوئیدها است. هیدروکسی‌تری‌سول به‌عنوان یکی از اجزای اصلی

فنول‌های ساده در برگ زیتون شناخته می‌شود. فلاونوئیدها یکی دیگر از رایج‌ترین و گسترده‌ترین گروه‌های پلی‌فنلی برگ زیتون هستند (۲۸). در بین مواد محلول سازگار شناخته شده به احتمال زیاد پرولین گسترده‌ترین نوع آن است. به‌نظر می‌رسد در بسیاری از گونه‌های گیاهی و در بسیاری از شرایط تنشی مانند خشکی، شوری، درجه حرارت و شدت نور بالا تجمع پیدا می‌کند (۷). پرولین به‌عنوان یک مخزن ذخیره نیتروژن عمل می‌نماید. این اسیدآمینه به‌عنوان یک محلول آبکی پروتئین سازگار و یک برطرف‌کننده رادیکال هیدروکسیل ایفای نقش می‌کند. تجمع پرولین در تمام اندام‌های گیاهی وجود دارد ولی با این وجود میزان تجمع آن در برگ‌ها سریع‌تر و بیش‌تر از سایر اندام‌ها می‌باشد. پرولین از دو مسیر عمده ساخته می‌شود: مسیر گلوتامات و آلفاکتو گلوتارات که آنزیم‌ها آن در سیتوپلاسم قرار دارند و مسیر اورنتین که آنزیم‌های آن در میتوکندی قرار دارد. مسیر گلوتامات در گیاهان عالی اهمیت بیش‌تری دارد (۷).

گیاهان نیازهای مختلف به عناصر غذایی دارند تا بتوانند فتوسنتز مناسبی انجام دهند. تأثیر عناصر غذایی بر فتوسنتز به مرحله آن بستگی دارد. نیتروژن یک عنصر پرمصرف است و فتوسنتز به مقدار زیادی به آن نیاز دارد چرا که نیتروژن مورد نیاز ۵۰ درصد از پروتئین‌های موجود در غشای تیلاکوئید و آنزیم مهم روبیسکو است که بیش از نیمی از پروتئین موجود در برگ را تشکیل می‌دهند. کمبود نیتروژن محتوی پروتئین و کلروفیل را در واحد سطح کاهش می‌دهد و منجر به کاهش فتوسنتز می‌شود. مقدار بیش از حد نیتروژن در میوه‌های زیتون موجب کاهش قابل توجه محتوای فنل کل می‌شود که اصلی‌ترین اثر آنتی‌اکسیدانی روغن زیتون ناشی از این ترکیبات است. علاوه بر این، کاهش فنل کل روغن، افت شدید پایداری اکسیداتیو روغن را در پی دارد و طعم تلخ روغن را تشدید می‌کند. اما بیش‌بود نیتروژن بر محتوای رنگدانه‌ها به‌ویژه کلروفیل و کارتنوئید و ترکیب‌های اسید چرب روغن اثری ندارد. در طی پیری تغییری از آنابولیسم به سمت کاتابولیسم رخ می‌دهد و میزان فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای، تنفس، مقدار کلروفیل، ماده خشک، نشاسته و نیتروژن کاهش پیدا می‌کند (۳۰). فسفر نیز بر فتوسنتز اثر می‌گذارد. کمبود فسفات منجر به کاهش تعداد برگ‌ها، اندازه و غلظت پروتئین‌ها و رنگدانه‌های برگ می‌شود. ATP در بافت کاهش پیدا می‌کند و نتیجه آن کاهش بیوسنتز روبیسکو است و نهایتاً کاهش مقدار روبیسکو کاهش فعالیت آن را در پی دارد. تفاوت مقدار عناصر بین ارقام واضح است (٦). فسفر جزء مواد دارای انرژی بالا مانند AMP، ADP و ATP است هم‌چنین در اسیدها نوکلئیک و فسفولیپیدها نیز اهمیت دارد. فسفر در رشد ریشه، بلوغ بافت‌های گیاهی، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها شرکت دارد. با توجه به سیستم ریشه گسترده زیتون، این درخت مقادیر کافی فسفر را جذب می‌کند (۲۳). پتاسیم در فرآیندهای مختلف اثرگذار است. سوخت و ساز کربوهیدرات، سوخت و ساز ترکیبات نیتروژنه و پروتئین، فعالیت آنزیم‌ها، فرآیند باز و بسته شدن روزنه‌ها، بهبود کیفیت میوه و مقاومت آن به بیماری‌ها، تغییر در فتوسنتز، تنفس و فعال شدن آنزیم‌ها از جمله این فرآیندها هستند (۳۱).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد رقم ماری فتوسنتز (۱۰/۱٤ $\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)، تعرق (۲/۵۳ $mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$)، هدایت روزنه‌ای (۰/۱۵ $mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$)، فنل کل (۱۸/۳۳ mg/g FW) و پرولین برگ (۱/۰۲ µmol/g FW)

بیش‌تری را دارد و از نظر این صفات مناسب کشت است هم‌چنین رقم جلت با کارایی مصرف آب (۱۳۷/۵۶ mol CO_2 mol H_2O^{-1})، هدایت مزوفیلی (۰/۰۵ mol CO_2 m^{-2} s^{-1}) و مقدار عناصر پرمصرف بالا (فسفر ۰/۰۹ و پتاسیم ۱/۱۶ درصد) بیش‌تر نیز مناسب کاشت به خصوص در مناطق دچار کمبود آب است.

منابع

1. Bacon, M. 2009. Water use efficiency in plant biology. John Wiley & Sons, 327p.
2. Beale, S.I. 1999. Enzymes of chlorophyll biosynthesis. Photosyn. Res. 60: 1. 43-73.
3. Bidinger, F.R., Mahalakshmi, V. and Rao, G.D.P. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). Estimation of genotype response to stress. Aust. J. Agric. Res. 38: 1. 49-59.
4. Bongi, G., Mencuccini, M. and Fontanazza, G. 1987. Photosynthesis of olive leaves: effect of light flux density, leaf age, temperature, peltates, and H_2O vapor pressure deficit on gas exchange. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112. 143-148.
5. Cha, K.W., Lee, Y.J., Koh, H.J., Lee, B.M., Nam, Y.W. and Paek, N.C. 2002. Isolation, characterization, and mapping of the stay green mutant in rice. Theor. Appl. Genet. 104: 4. 526-532.
6. Chatzistathis, T., Therios, I., Patakas, A. and Gianakoula, A. 2006. The influence of manganese nutrition on the photosynthetic rate, transpiration, stomatal conductance and chlorophyll fluorescence of two olive cultivars. In Proceedings of the 2nd International Seminar Olive bioteq. pp. 5-10.
7. Claussen, W. 2005. Proline as a measure of stress in tomato plants. Plant Sci. 168: 1. 241-248.
8. Connor, D.J. 2005. Adaptation of olive (*Olea europaea* L.) to water-limited environments. Aust. J. Agric. Res. 56: 11. 1181-1189.
9. DaCosta, M., Wang, Z. and Huang, B. 2004. Physiological adaptation of Kentucky bluegrass to localized soil drying. Crop Sci. 44: 4. 1307-1314.
10. Díaz-Espejo, A., Walcroft, A.S., Fernández, J.E., Hafidi, B., Palomo, M.J. and Girón, I.F. 2006. Modeling photosynthesis in olive leaves under drought conditions. Tree Physiol. 26: 11. 1445-1456.
11. Ehleringer, J.R. 1990. Correlations between carbon isotope discrimination and leaf conductance to water vapor in common beans. Plant Physiol. 93: 4. 1422-1425.
12. Ehteshamnia, A. and Zahedi, B. 2017. Study of the effect of growth area on fatty acids of four olive varieties in Lorestan province. J. Plant Prod. 24: 2.
13. Fokar, M., Blum, A. and Nguyen, H.T. 1998. Heat tolerance in spring wheat. Grain filling. Euphytica, 104: 1. 9-15.
14. Foyer, C.H. and Galtier, N. 1996. Source-sink interaction and communication in leaves. Photoassimilate distribution in plants and crops. Source-sink relationships. pp. 331-340.
15. Hare, P.D., Cress, W.A. and Van Staden, J. 1997. The involvement of cytokinins in plant responses to environmental stress. Plant Growth Regul. 23: 1. 79-103.
16. Hare, P.D., Cress, W.A. and Van Staden, J. 1999. Proline synthesis and degradation: a model system for elucidating stress-related signal transduction. J. Exp. Bot. 50: 3. 413-434.
17. Johnson, M.S. and Leah, R.T. 1990. Effects of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedlings. J. Sci. Food Agric. 52: 3. 431-434.
18. Kirschbaum, M.U.F. 2004. Direct and indirect climate change effects on photosynthesis and transpiration. Plant Biol. 6: 03. 242-253.
19. Medrano, H., Escalona, J.M., Bota, J., Gulías, J. and Flexas, J. 2002. Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. Ann. Bot. 89: 7. 895-905.

20.Morgan, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 35: 1. 299-319.
21.Mueller, L., Behrendt, A., Schalitz, G. and Schindler, U. 2005. Above ground biomass and water use efficiency of crops at shallow water tables in a temperate climate. Agric. Water Manag. 75: 2. 117-136.
22.Norman, J.M. and Welles, J.M. 1983. Radiative Transfer in an Array of Canopies. Agron. J. 75: 3. 481-488.
23.Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus in methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Agron. Monogr. 9: 421-422.
24.Richards, R.A., Rebetzke, G.J., Condon, A.G. and Van Herwaarden, A.F. 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. Crop Sci. 42: 1. 111-121.
25.Ross, J. 2012. The radiation regime and architecture of plant stands. Springer Science & Business Media, Pp: 167-154.
26.Smirnoff, N. and Cumbes, Q.J. 1989. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. Phytochemistry. 28: 4. 1057-1060.
27.Soltani, S., Seyfi, E., Ghasem-Nejad, A. and Fereydoni, H. 2016. Study of some of the cultivars and genotypes of native and foreign olives in terms of morphological diversity, oil quality and fatty acid composition. J. Plant Prod. 23: 2.
28.Talhaoui, N., Taamalli, A., Gómez-Caravaca, A.M., Fernández-Gutiérrez, A. and Segura-Carretero, A. 2015. Phenolic compounds in olive leaves: Analytical determination, biotic and abiotic influence, and health benefits. Food Res. Int. 77: 92-108.
29.Tanaka, A. and Tanaka, R. 2006. Chlorophyll metabolism. Curr. Opin. Plant Biol. 9: 3. 248-255.
30.Therios, I.N. 2009. Olives. CABI.
31.Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 1966. Soil fertility and fertilizers. Soil Sci. 101: 4. 346.
32.Van Rensburg, L., Krüger, G.H.J. and Krüger, H. 1993. Proline accumulation as drought-tolerance selection criterion: its relationship to membrane integrity and chloroplast ultrastructure in *Nicotiana tabacum* L. J. Plant Physiol. 141: 2. 188-194.
33.Yoshiba, Y., Kiyosue, T., Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. 1997. Regulation of levels of proline as an osmolyte in plants under water stress. Plant Cell Physiol. 38: 10. 1095-1102.