بررسی ویژگی‌های آناتومیکی و مورفولوژیکی مرتبط با مقاومت به خشکی در برگ ۳۰ رقم زیتون

اصغر استاجی[۱]، لطفعلی ناصری[۱]، علیرضا قنبری*[۲]، رقیه نجف‌زاده[۳]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، [۲] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی،
[۳] گروه گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی شهید باکر میاندو آب، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ١٣٩٤/١٢/٢٥، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٥/٠٥/٣٠)

چکیده:

زیتون (*Olea europaea* L.) یکی از گونه‌های مهم درختی مناطق مدیترانه‌ای بوده که دائماً در معرض دوره‌های طولانی خشکی می‌باشد. ویژگی‌های خاص این گیاه مانند مورفوآناتومیکی و دلایل فیزیولوژیکی سبب مقاومت آن گیاه به خشکی شده است. این تحقیق به منظور بررسی ویژگی‌های آناتومیکی برگ درخت زیتون مانند تراکم روزنه‌ها و کرک‌ها یا تریکوم‌ها، ضخامت پارانشیم نردبانی، طول، عرض و اندازه روزنه و غیره، روی ۳۰ رقم داخلی و خارجی زیتون در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ١٣٩٤ صورت گرفت. نمونه-های از مرکز تحقیقات کشاورزی طارم زنجان تهیه شدند. ارقام مقاوم به خشکی دارای روزنه‌هایی کوچک با تراکم کم، شاخص کرک بالا، پارانشیم نردبانی ضخیم، سطح برگ کوچک با شکل کشیده هستند. با توجه به نتایج بدست آمده ارقام آمیگدالیا، پیکولین، خدیری و وردال کمترین تراکم روزنه‌ی ارقام جولت، شنگه، کالاتاما و کاوی کمترین اندازه روزنه، ارقام لچینو، ابوسطل، شنگه، کایسی و سوری بیشترین شاخص کرک و ارقام کرونیکی، روغنی، شنگه، فراتیو و کُراتینا بیشترین قطر پارانشیم نردبانی را داشتند. کمترین سطح برگ در ارقام سوری، ویلیوتکی، آمیگدالیا و آربی‌کن مشاهده شد. با توجه به مطالعات صورت گرفته ارقام سویلانا، کرونیکی، روغنی، لچینو، آمیگدالیا، سوری، ابوسطل، کایسی، زرد، کنسروالیا و آربی‌کن جزء ارقام مقاوم به خشکی هستند. در میان ارقام مقاوم به خشکی لچینو، ابوسطل، سوری دارای شاخص کرک بالا، آمیگدالیا، آربی‌کن و سوری سطح برگ کوچک، ارقام کرونیکی و روغنی دارای قطر پارانشیم نردبانی بالا بودند.

کلمات کلیدی: ارقام زیتون، تراکم کرک و روزنه، قطر پارانشیم اسفنجی، ویژگی‌های برگ

مقدمه:

زیتون با نام علمی (*Olea europaea* L.) یکی از مهم‌ترین درختان مناطق مدیترانه‌ای است. اقلیم مدیترانه‌ای دارای آب و هوای معتدل و زمستان‌های ملایم می‌باشد و در این مناطق دوره کم آبی در طی فصل رشد رخ می‌دهد بنابراین مجموعه‌ای از مکانیزم‌های سازگای برای تحمل به خشکی در این گونه به وقوع پیوسته است (Sofo *et al*., 2004 Connor and Fereres, 2005). بسیاری از گونه‌های مدیترانه‌ای به شرایط آب و هوایی نیمه خشک عادت کرده‌اند (Lo Gullo and Salleo, 1988). از آنجا که برگ حساس‌ترین

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: ghanbari66@uma.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.23.5]

اندام به شرایط محیطی است ساختار آن بیشتر تحت تأثیر تنش‌ها قرار می‌گیرد (Nevo *et al*., 2000). مطالعات نشان داده است که برگ‌های گونه‌های گیاهان مناطق خشک کوچک‌تر از برگ‌های همان گونه در مناطق مرطوب‌تر هستند و این با کاهش تبخیر به تحمل کم آبی کمک می‌کند (Bacelar, 2007). در گونه‌های سازگار به خشکی ضخامت کوتیکول و تعداد تریکوم‌ها بیشتر است همچنین افزایش تریکوم با ایجاد لایه محافظ، میزان تعرق را کاهش می‌دهد (Bacelar *et al*., 2004). این عوامل می‌تواند شانس بقا و رشد را در شرایط کم آبی افزایش دهد و همچنین بافت‌های داخلی را بیشتر محافظت کند (Bacelar *et al*. 2004). برگ‌های گیاهان مقاوم به خشکی دارای نسبت سطح به حجم پایین هستند (Chartzoulakis *et al*., 2000) و در کنار این عوامل، سایر فاکتورهای آناتومیکی مانند شکل برگ، تراکم کرک‌ها (Palliotti *et al*. 1994, Karabourniotis and Bornman 1999, Liakoura *et al*., 1999)، ضخامت کوتیکول و لایه‌های مومی روی کوتیکول (Leon and Bukovac 1978, Liakoura *et al*., 1999, Richardson and Berlyn 2002)، داشتن بافت‌های چوبی شده (Richardson and Berlyn 2002)، سلول‌های مزوفیلی و فضای بین سلولی کمتر به کاهش هدر رفت آب کمک می‌کنند (Mediavilla *et al*., 2001).

برگ‌های زیتون طی تابستان‌های خشک که از ویژگی‌های آب و هوای مدیترانه‌ای است به خوبی در جهت جلوگیری از هدر رفت آب سازگار شده‌اند (Fernandez and Moreno 1999). ظرفیت فتوسنتزی برگ زیتون بیشتر از آنکه در ارتباط با وزن برگ در واحد سطح یا تجمع نیتروژن باشد بیشتر در ارتباط با ویژگی‌های مزوفیل برگ می‌باشد (Marchi *et al*., 2008).

تراکم و اندازه روزنه نقش مهمی در تعیین شدت تعرق دارد و همچنین تعرق گیاهان هم توسط حرکات روزنه و هم تراکم روزنه‌ای تنظیم می‌شود (Lake and Woodward, 2008). تعداد روزنه بیشتر در سطح برگ، ارتباط مستقیم با هدر رفت آب از گیاه دارد (Wang and Clarke, 1993a).

روزنه در درختان زیتون فقط در سطح بالایی برگ قرار دارد و سطوح برگ و بیشترسطح زیرین پوشیده از ورقه‌های مومی و همچنین لایه‌های تریکومی می‌باشد. ساختار درونی برگ زیتون دارای دو لایه سلول‌های مزوفیلی طویل شده می‌باشد که در هر دو سطح برگ قرار گرفته‌اند و همچنین سلول‌های با دیواره‌های ضخیم، سیستم آوندی پراکنده و بافت-های چوبی شده می‌باشد. روزنه‌ها دارای کوتیکول مومی شده و تریکوم هستند که تعرق را به خوبی کنترل می‌کنند (Fernandez *et al*., 1997). تریکوم‌ها در برگ‌های زیتون به عنوان یک فیلتر مؤثر عمل کرده و بافت‌های زیرین را از تشعشعات نور ماورای بنفش محافظت می‌کنند (Save *et al*., 2000). کرک‌های مایل به سفید زیتون با انعکاس نور خورشید مانع از جذب بالای گرما می‌شوند و اختلاف دمای بین هوا و برگ را کاهش می‌دهند که این ویژگی در شرایط خشک که روزنه‌ها بسته هستند بسیار اهمیت دارند. همچنین تریکوم‌ها به هنگام بارندگی سبک با تشکیل شبنم احتمال جذب آب را توسط برگ‌ها افزایش می‌دهند (Grammatikopoulos and Manetas 1994).

Boughalleb و Hajlaoui (۲۰۱۵) بیان کردند که رقم زالماتی نسبت به رقم چملاتی دارای پارانشیم نرده‌ای ضخیم‌تر و تراکم روزنه‌ای و تریکومی بالاتری داشتند که این رقم به خشکی نیز مقاوم‌تر بود. طبق مشاهدات Bacelar و همکاران (۲۰۰۳) با مقایسه ارقام آربکوینا، بلانکوئتا، نگرینها، کوبرانکوسا و مانزالینا، عنوان کردند که در رقم مانزانیلا علاوه بر ضخیم بودن پارانشیم نردبانی و اسفنجی، کوتیکول پایینی و بالایی برگ نیز ضخیم می‌باشد. بنابراین با توجه با مطالعات صورت گرفته و ارتباط صفات آناتومیکی برگ و تحمل به خشکی در گیاهان مختلف، هدف از این پژوهش بررسی صفات آناتومیکی مرتبط با مقاومت به خشکی مانند تراکم کرک و روزنه، اندازه روزنه، قطر پارانشیم و شکل برگ در ۳۰ رقم زیتون بود.

مواد و روش‌ها:

نمونه‌های برگی ۳۰ رقم زیتون ایرانی و خارجی از مرکز تحقیقات کشاورزی طارم زنجان در سال ۱۳۹٤ تهیه شد. سپس

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.23.5]

نمونه‌های برگی داخل تانک ازت به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی منتقل شدند. سپس فاکتورهایی مانند تراکم روزنه‌ها، محاسبه سطح، طول و عرض برگ، ضخامت لایه پارانشیم نردبانی برگ، تراکم تریکوم‌ها، طول، عرض و اندازه روزنه‌ها بررسی شد. همچنین صفات شکل و خمش برگ در زمان جمع آوری نمونه‌ها و در محل مرکز تحقیقات کشاورزی طارم بررسی شدند.

جهت اندازه‌گیری شاخص‌های ذکر شده از هر درخت ۱۵ برگ بالغ مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری ضخامت پارانشیم نردبانی برگ، برش افقی بسیار نازکی از برگ تهیه شد و پس از قرار دادن ۱۵ ثانیه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد و شستشو با آب مقطر روی لام قرار داده شد و با میکروسکوب نوری بررسی شدند. برای بررسی تراکم روزنه‌ای و تریکومی و همچنین اندازه روزنه‌ها از روش لاک ناخن استفاده شد در این تکنیک به منظور جدا کردن اپیدرم سطح زیرین برگ و تهیه اسلاید، از لاک ناخن شفاف استفاده شد. روش کار به این صورت بود که با توجه به کرک‌دار بودن شدید اپیدرم برگ‌های این گیاه، ابتدا به آرامی طوری که به اپیدرم آسیب نرسد، لایهٔ کرک جدا و نوار چسبی در کنار این ناحیه چسبانده شد و سپس بر روی قسمت صاف شده و قسمتی از نوار چسب لاک ناخن زده شد، بعد از ۵ تا ۱۰ دقیقه که لاک خشک شد، چسب را به آرامی جدا کرده که در این حالت قسمت خشک شده لاک ناخن نیز جدا خواهد شد و روی لام چسبانده شد. بعد از اضافه کردن چند قطره آب مقطر زیر میکروسکوپ بررسی شدند. تمام نمونه‌ها با استفاده از یک میکروسکوپ نوری (مدل leitz dialux 22 eb) با بزرگنمایی x10 و x40 بررسی شدند. برای اندازه‌گیری اندازه روزنه از فرمول زیر استفاده شد (Guerfel et al., 2009).

اندازه روزنه = (قطر بزرگ × قطر کوچک × π) / ٤

جهت اندازه‌گیری طول، عرض و سطح برگ از دستگاه سطح سنج (مدل ADC BioScientific) استفاده گردید که برای این منظور سه تکرار و برای هر تکرار سه برگ قرار داده شد. دو صفت شکل (۱= بیضوی، ۲= بیضوی دوکی، ۳= نیزه‌ای) و خمش برگ (۱= به طرف زیر، ۲= مسطح، ۳= به طرف رویی، ٤= ملخی) نیز براساس دیسکریپتور زیتون بررسی شدند. آنالیز داده‌ها با نرم افزار PAWS Statistics 18 بررسی و مقایسه میانگین‌ها هم به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث:

نتایج نشان داد که شاخص تراکم روزنه‌ای در بین ارقام مختلف بین ۳۵۰ و ٦۳۳ عدد در میلی‌متر مربع متفاوت بوده و بیشترین ارزش در این صفت مربوط به ارقام کالاتاما، سوری، ولانولیا، لسینو و سویلانا بوده و کمترین میزان نیز در ارقام آمیگدالیا، پیکوال، خدیری، وردال، کایسی، کرونیکی و زرد مشاهده شد (جدول ۱، شکل ۱).

براساس مشاهدات Boughalleb و همکاران (۲۰۰۲) تراکم روزنه‌ای ارقام یونانی مانند رقم کرونایکی بین ۳۹۹ تا ۵۰۰ عدد در میلی‌متر مربع می‌باشد. در اکثر گیاهان تعرق از طریق حفرات روزنه رخ می‌دهد (Taiz and Zeiger, 2010). بنابراین تعرق و هدر رفت آب از طریق روزنه نقش تعیین کننده‌ای در مقاومت به خشکی دارد. گیاهانی با تراکم روزنه‌ای کمتر ممکن است برای رشد در شرایط خشک مناسب باشند (Doheny-Adams., 2012). برهمین اساس مشاهده شد ارقام مثل کرونیکی، زرد و آمیگدالیا که ارقامی مقاوم به خشکی هستند تراکم روزنه‌ای پایین دارند. براساس پژوهش Lestary (۲۰۰٦) ارقام برنج با تراکم روزنه‌ای کمتر، مقاومت بیشتری به خشکی نشان دادند. صفت طول روزنه در بین ارقام مختلف از ۱٦ تا ۲۲ میکرومتر متفاوت بود. براساس مشاهدات Guerfel و همکاران (۲۰۰۹) در بین ارقام و ژنوتیپ‌های تونسی این فاکتور بین ۱۱ تا ۱٦ میکرومتر بود. ارقام مقاوم به خشکی دارای روزنه-های کوچکتر و تعداد بیشتر هستند (Larcher, 1995). براساس تحقیق حسینی و همکاران (۱۳۹۱) ارقام کنسروالیا و سویلانا مقاوم به خشکی هستند همانطور که در جدول ۱ نیز مشاهده می‌شود طول روزنه در این دو رقم نیز پایین می‌باشد. بالا نگه داشتن شدت فتوسنتز در شرایط کم‌آبی در ارقام مقاوم به خشکی مشاهده می‌شود که این مرتبط با کوچک بودن و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.23.5]

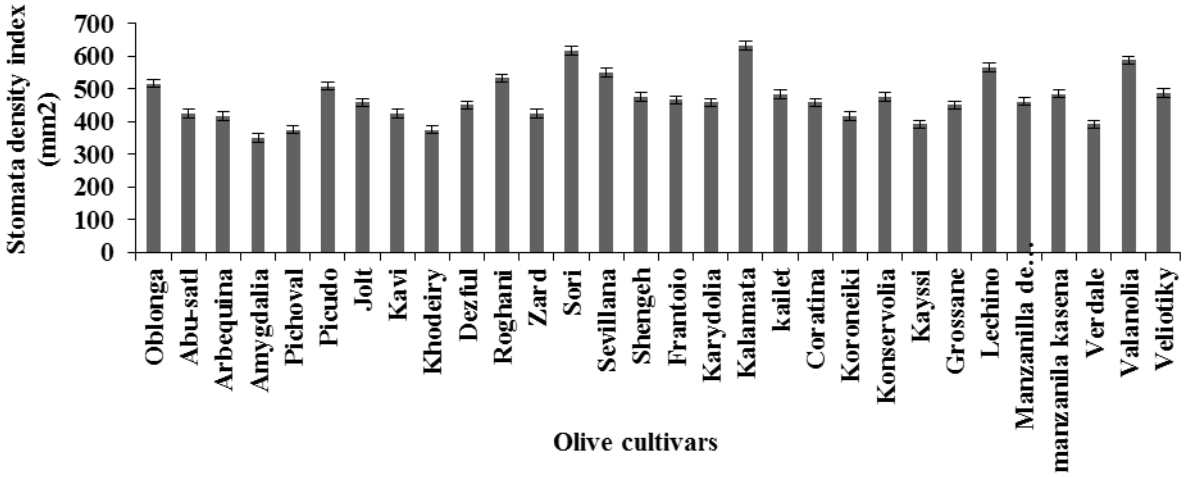
جدول ۱- مقایسه میانگین پارامترهای مورفوآناتومیکی برگ ۳۰ رقم زیتون

رقم	میانگین مربعات					خمش برگ
	شاخص روزنه (mm^2)	شاخص کرک (mm^2)	طول روزنه (μm)	عرض روزنه (μm)	قطر پارانشیم نردبانی (mm)	
اُبلنگا	٥١٦^{efg}	١٢٥ ^{kl}	١٧ ^{efg}	١٠/٣ ^{a}	١٠٣/٢ ^{cdefg}	١
ابوسطل	٤٢٥^{klm}	٢٢٥ ^{ab}	١٨/٣ ^{bcde}	٨/٦ ^{b}	١٠١/١ ^{cdefg}	٢
آربکوینا	٤١٦/٦ ^{lmn}	١٢٥ ^{kl}	١٧/٣ ^{defg}	٧/٣ ^{cde}	١٠٧/٣ ^{bcdef}	١
آمیگدالیا	٣٥٠^{p}	١٥٨/٣ ^{ghij}	١٨/٦ ^{bcd}	٥/٦ ^{fg}	٧٨ ^{gh}	١
پیکولین	٣٧٥^{op}	١٤١ ^{ijk}	١٧/٣^{defg}	٧ ^{cde}	٨٧/٢ ^{efg}	٢
پیکودو	٥٠٨/٣ ^{fgh}	١٧٥^{ijk}	١٧/٣ ^{defg}	٦/٣ ^{def}	٩٣/٥ ^{defg}	٢
جولت	٤٥٨/٣ ^{ijk}	٢٠٠^{bcde}	١٦/٣ ^{g}	٥ ^{g}	١٠٦/٥ ^{bcdef}	٢
کاوی	٤٢٥ ^{klm}	٢٠٨/٣ ^{bcd}	١٧/٣ ^{defg}	٦ ^{efg}	٩٦/١ ^{defg}	٢
حصیری	٣٧٥ ^{op}	١٠٠ ^{l}	١٩/٦ ^{b}	٧/٣ ^{cde}	٩٤/٢ ^{defg}	٢
دزفولی	٤٥٠ ^{ijkl}	١٧٥^{efgh}	١٨/٣ ^{bcde}	٧ ^{cde}	١٠٢/٣ ^{cdefg}	٢
روغنی	٥٣٣/٣ ^{def}	١٥٨/٣ ^{ghij}	١٩/٣ ^{bc}	١٠/٣ ^{a}	١٣١/٦ ^{ab}	١
زرد	٤٢٥^{klm}	١٥٨/٣ ^{ghij}	١٨/٦ ^{bcd}	٧/٣ ^{cde}	٥٥/٦ ^{hi}	١
سوری	٦١٦/٦ ^{ab}	٢٠٨/٣ ^{bcd}	١٧/٦ ^{defg}	٧/٦ ^{bcd}	١٠٦/٣ ^{bcdef}	١
سِویلانا	٥٥٠ ^{de}	١٢٥ ^{kl}	١٧/٣ ^{defg}	٦/٦^{cdef}	٨٤/٥ ^{fg}	٢
شنگه	٤٧٥ ^{hij}	٢١٦/٦^{abc}	١٨ ^{cdef}	٥/٦^{fg}	١٢٤/٨ ^{abc}	٢
فرانتویو	٤٦٦/٦ ^{ij}	١٦٦/٦^{fghi}	١٦/٦ ^{fg}	٦/٣^{def}	١٢٣/٦ ^{abc}	٢
کاریدولیا	٤٥٨/٣ ^{ijk}	١٣٣/٣ ^{jk}	١٨/٣ ^{bcde}	٧/٣ ^{cde}	١١٣/٥ ^{bcde}	٢
کالاتاما	٦٣٣/٣ ^{a}	١٥٨/٣ ^{ghij}	١٧/٦ ^{def}	٦/٣ ^{def}	١٠٧/٤ ^{bcdef}	٢
کایلت	٤٨٣/٣ ^{ghi}	١٥٠ ^{hijk}	١٨/٦ ^{bcd}	٦/٣ ^{def}	١١٣ ^{bcde}	١
کوراتینا	٤٥٨/٣ ^{ijk}	١٥٨/٣^{ghij}	١٩/٣ ^{bc}	٧/٦ ^{bcd}	١١٨/٥ ^{abcd}	١
کرونیکی	٤١٦/٦ ^{lmn}	١٤٦/٦^{ijk}	٢٢/٣ ^{a}	٧/٦ ^{bcd}	١٤١ ^{a}	٢
کنسروالیا	٤٧٥ ^{hij}	١٨٣/٣ ^{defg}	١٦/٦ ^{fg}	٧/٣ ^{cde}	١٠٠ ^{cdefg}	١
کایسی	٣٩١/٦ ^{mno}	٢٠٨/٣ ^{bcd}	١٨/٣ ^{bcde}	٥/٦ ^{fg}	١٠٥/٦ ^{bcdef}	١
گروسان	٤٥٠ ^{ijkl}	١٩٦/٦ ^{cdef}	١٨ ^{cdef}	٨ ^{bc}	١١٥ ^{bcd}	١
لچینو	٥٦٦/٦ ^{cd}	٢٤١/٦ ^{a}	١٧ ^{efg}	٦/٣ ^{def}	٨٦/٨ ^{efg}	١
م.دسویلا	٤٦١/٦ ^{jkl}	١٧٧/٦ ^{defgh}	١٦/٣ ^{g}	٦/٦ ^{cdef}	٩٧/٣ ^{cdefg}	١
م.کاسرنا	٤٨٥/٣ ^{ghi}	١٩٤/٦ ^{bcdef}	١٨/٦ ^{bcd}	٦/٦ ^{cdef}	١٠١ ^{cdefg}	١
وردال	٣٩١/٦ ^{mno}	١٩٢/٣ ^{cdef}	١٩/٣ ^{bc}	٧/٦ ^{bcd}	١٠٣ ^{cdefg}	٢
والانولیا	٥٨٨/٣ ^{bc}	١٢٦/٦ ^{kl}	١٩/٦ ^{b}	٧/٣ ^{cde}	٤٦/٤ ^{i}	٢
ولیوتیکی	٤٨٧/٣ ^{ghi}	١٣٢/٦ ^{jk}	١٨/٦ ^{bcd}	٧ ^{cde}	٩٤/٤ ^{defg}	٢

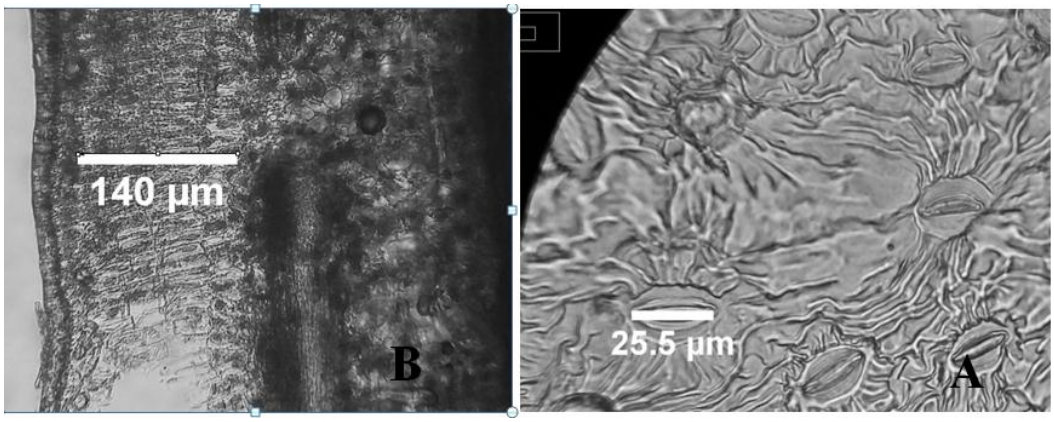
حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار با هم در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از آزمون دانکن است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.23.5]



شکل ۱- شاخص تراکم روزنه در هر میلی‌متر مربع از برگ ۳۰ رقم زیتون.



شکل ۲-اندازه روزنه برگ زیتون با بزرگنمایی x40(A) و قطر مزوفیل نردبانی فوقانی برگ زیتون با بزرگنمایی x10 (B).

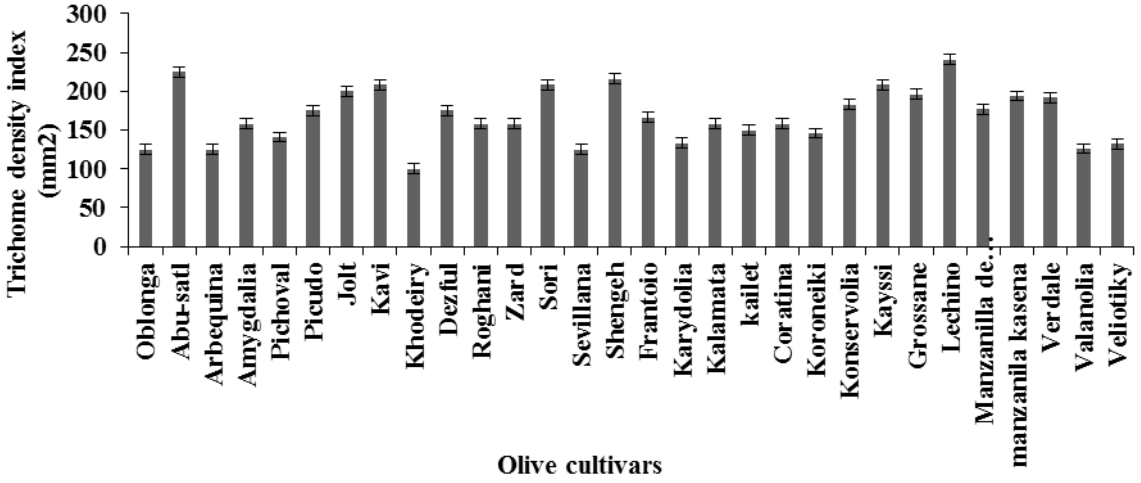
پوشیده بودن روزنه‌هاست که امکان باز بودن را در شرایط خشکی فراهم می‌کند. در این مطالعه اندازه نسبی روزنه نیز بین ٦٤ تا ١٦٤ میکرومترمربع بود. اندازه روزنه در ارقامی مانند جولت، شنگه، کالاتاما، کاوی و فراتیو کمترین میزان و در ارقام روغنی، کرونایکی، اُبلنگا، ابوسطل و کراتینا بیشترین میزان بود (شکل ۲). تریکوم‌ها در زیتون در هر دو سطح برگ وجود دارند ولی تعداد کرک‌ها در سطح پایینی نسبت به سطح بالایی برگ هشت برابر بیشتر است و معمولاً دارای قطری بین ۱۳۹ تا ۱۹۱ میکرومتر می‌باشند (Guerfel *et al.*, 2007). شاخص تعداد کرک در این ارقام بین ۱۰۰ تا ۲٤۱ عدد در میلی‌متر مربع متفاوت بود (جدول ۱ و شکل ۳). براساس مشاهدات Bongi و Mencuccini (۱۹۹٤) تریکوم‌ها مانعی برای انتشار دی‌اکسید کربن و آب هستند و ضریب هدایت لایه مرزی را در هوای اطراف روزنه کاهش می‌دهند. همچنین تریکوم‌ها با انعکاس نور خورشید به ویژه در آب و هوای گرم و خشک از گرم شدن بیش از اندازه برگ جلوگیری می‌کنند (Fernandez *et al.*, 1997).

بعد از برداشتن تریکوم‌ها از سطح برگ‌های مانزالینا مشخص شده که مقاومت تا ۵ برابر کاهش یافت (Guerfel *et al.*,2007). برای صفت شاخص تراکم کرک ارقام لچینو، ابوسطل، شنگه، کایسی و سوری دارای بیشترین مقدار بوده‌اند. که در این میان ارقام لچینو و ابوسطل مقاوم به خشکی و رقم سوری نیمه متحمل به خشکی است.

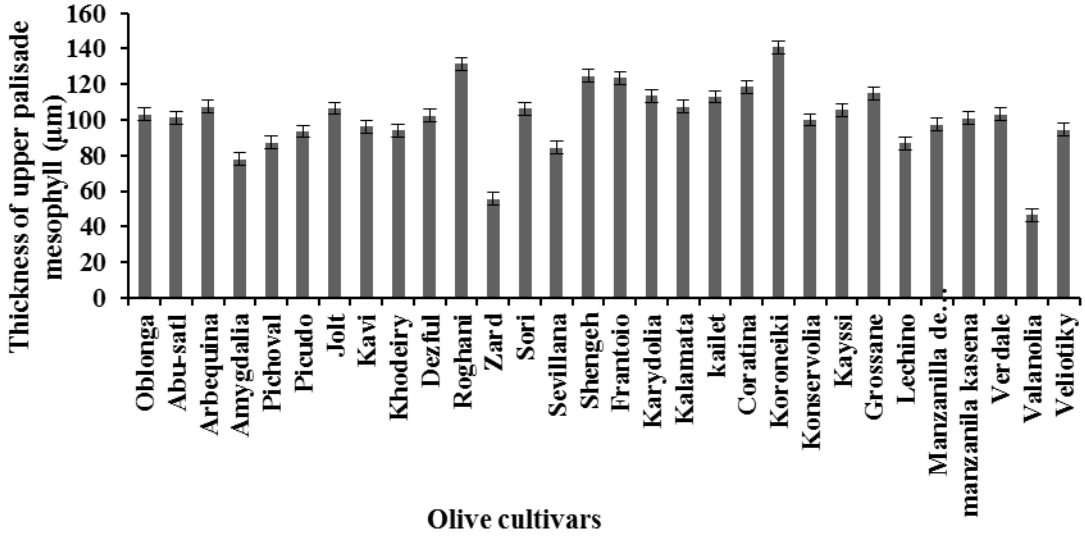
فاکتورهای متعددی بر میزان تعرق گیاه اثر دارد که از جمله می‌توان به فاکتورهای محیطی، خاکی و همچنین عواملی مانند سطح برگ، کرک‌ها و تراکم روزنه‌ای و توانایی ریشه در جذب آب اشاره کرد (Chartzoulakis *et al.*, 2000).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.23.5]



شکل ۳- شاخص تراکم کرک‌ها در هر میلی‌متر مربع برگ ۳۰ رقم زیتون.



شکل ٤- قطر مزوفیل نردبانی فوقانی برگ برحسب میکرومتر در ۳۰ رقم زیتون.

در مورد قطر پارانشیم نردبانی برگ ارقام کرونیکی، روغنی، شنگه، فراتیو و کُراتینا بیشترین و ارقام ولانولیا، زرد، آمیگدالیا، سویلانا و لچینو کمترین قطر را داشتند (شکل ٤). در پژوهش Chartzoulakis و همکاران (۲۰۰۰) با مقایسه ارقام کرونیکی و ماستویدیس بیان شد که پارانشیم نردبانی رقم کرونیکی که رقمی مقاوم به خشکی می‌باشد سه لایه بوده در حالی که رقم ماستویدیس دارای پارانشیم نردبانی با دولایه سلولی می‌باشد که با نتایج این تحقیق نیز هماهنگی دارد. پارانشیم نردبانی در شرایط خشکی توسعه می‌یابد ولی پارانشیم اسفنجی رشد خیلی کمی دارد و این سبب کاهش فضای بین سلولی برگ‌ها می‌شود (Aktepe, 2014). در مقایسه بین رقم مقاوم به خشکی چملاتی و رقم حساس مسکی مشخص شد که برگ‌های چملاتی در شرایط تنش خشکی ضخامت پارانشیم نردبانی تا ۱۷٪، تراکم روزنه‌ای و تریکومی تا ۲۵٪ افزایش و اندازه برگ-ها تا ۲٤٪ کاهش یافت در حالی که در رقم حساس این تغییرات بسیار کمتر رخ داده بود که همه تغییرات فوق به کارایی مصرف آب را افزایش داده بود بنابراین این ویژگی‌ها از فاکتورهای کلیدی ساختار برگ در برابر کم آبی هستند (Ben Ahmed *et al.*, 2007).

بیشترین سطح برگ در ارقام کاوی، خدیری، کالاتاما، روغنی و فراتیو و کمترین سطح برگ در ارقام سوری، ویلیوتکی، آمیگدالیا، جولت و آربی‌کن مشاهده شد (جدول ۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.23.5]

برگ‌های گیاهان مقاوم به خشکی کوچکتر بوده و همین در کاهش تعرق و تحمل به خشکی مؤثر می‌باشد (Bacelar, 2004). شکل برگ نیز در کاهش تبخیر مؤثر است بطوری که برگ‌های بیضوی نسبت به برگ‌های نیزه‌ای سطح بیشتری دارند (Aktepe, 2014). برگ‌های ارقام کنسروالیا، جولت و سوری به شکل نیزه‌ای می‌باشد. در این گروه نیز ارقام مانند کنسروالیا و سوری به خشکی مقاوم بودند و در دسته ارقامی با سطح برگ پایین قرار گرفته بودند.

نتیجه‌گیری کلی:

نتایج نشان می‌دهد که برگ‌های زیتون به خوبی با شرایط خشکی به منظور جلوگیری از هدر رفت آب سازگار شده‌اند. این مهم می‌تواند در کنار سایر عوامل، در مقاومت به خشکی مؤثر باشد. همچنین مشخص شد که ارقامی با تراکم روزنه‌ای کمتر، شاخص کرک بالاتر، قطر پارانشیم نردبانی بیشتر، سطح برگ کمتر و شکل برگ نیزه‌ای، مقاومت به خشکی بیشتری دارند.

منابع:

حسینی، ز، سلیمانی، ع، طاهری، م، توکلی، ا. (۱۳۹۱) شاخص‌های تحمل به خشکی در برخی از ارقام زیتون (*Olea europaea* L.). مجله به نژادی نهال و بذر، جلد ۱-۲۹، شماره ۲، ۲۱۶-۲۱۱.

Aktepe, N. (2014) Effects on Plant Morphology of drought in olive. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences 1:900-904.

Bacelar, E. A., Moutinho-Pereira, J. M., Goncalves, B. C., Ferreira, H. F. and Correia, C. M. (2007) Changes in growth, gas exchange, xylem hydraulic properties and water use efficiency of three olive cultivars under contrasting water availability regimes. Environmental and Experimental Botany 60:183–192.

Bacelar, E., Correia, C., moutinho-pereira, J. M. Gonçalves, B., Lopes, J. and Torres-pereira, J. M. G. (2004) Sclerophylly and leaf anatomical traits of five field-grown olive cultivars growing under drought conditions. Tree Physiology 24:233–239.

Ben Ahmed, C., Ben Rouina, B. and Boukhris, M. (2007) Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia. Scientia Horticulturae 113:267–277.

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. Journal of the American Society for Horticultural Science 112:143–148.

Bosabalidis, A. M. and Kofidis, G. (2002) Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. Plant Science 163:375–379.

Boughalleb, F., Hajlaoui, H. (2015) Physiological and anatomical changes induced by drought in two olive cultivars (cv Zalmati and Chemlali) Acta Physiology Plant, DOI 10.1007/s11738-010-0516-8.

Chartzoulakis, K., Bosabalidis, A., Patakas, A. and Vemmos, S. (2000) Effects of water stress on water relations, gas exchange and leaf structure of olive tree. Acta Horticulturae 537:241–247.

Connor, D.J. and Fereres, E. (2005) The physiology of adaptation and yield expression in olive, Horticultural Reviews 31:155–229.

Doheny-Adams, T., Hunt, L., Franks, P. J., Beerling, D.J. and Gray, J.E. (2012) Genetic manipulation of stomatal density influences stomatal size, plant growth and tolerance to restricted water supply across a growth carbon dioxide gradient. Philosophical transactions of the Royal Society of London Series Biological 367: 547–555.

Endang gati, E. (2006) The relation between stomata index and drought resistant at rice somaclones of Gajahmungkur, Towuti. Biodiversitas12:44-48.

Fernandez, J. E., Moreno, F., Giron, I.F. and Blazquez, O.M. (1997) Stomatal control of water use in olive tree leaves. Plant and Soil 190: 179–192.

Fernandez, J. E. and Moreno,F. (1999) Water use by the olive tree. In: Water use in crop production (Ed. Kirkham, M. B.) Pp 101–162.The Haworth Press Binghamton.

Grammatikopoulos, G. and Manetas,Y. (1994) Direct absorption of water by hairy leaves of Phlomis fruticosa and its contribution to drought avoidance. Canadian Journal of Botany 72:1805–1811.

Guerfel, M., Baccouri, M., Boujnah, D., Chaibi, W. and Zarrouk, M. (2009) Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. Scientia Horticulturae 119: 257–263.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.23.5]

Karabourniotis, G., Bornman, J. F. and Liakoura, V. (1999) Different leaf surface characteristics of three grape cultivars affect leaf optical properties as measured with fiber optics: possible implication in stress tolerance. Australian Journal of Plant Physiology 26: 47–53.

Lake, J. A, and Woodward. F. I. (2008) Response of stomatal numbers to CO2 and humidity: control by transpiration rate and abscisic acid. New Phytologist 179: 397–404.

Larcher, W. (1995) Physiological plant ecology. Springer-Verlag, Berlin, 506 p.

Leon, J. and Bukovac, M. (1978) Cuticle development and surface morphology of olive leaves with reference to penetration of foliar applied chemicals. American Society for Horticultural Science 103:465–472.

Liakoura, V., Stavrianakou, S., Liakopoulos, G., Karabourniotis, G. and Manetas, Y. (1999) Effects of UV-B radiation on *Olea europaea*: comparisons between a greenhouse and a field experiment. Tree Physiol 19:905–908.

Lo Gullo, M.A. and Salleo, S. (1998) Different strategies of drought resistance in three Mediterranean schlerophyllous trees growing in the same environmental conditions, New Phytologist 108: 267–276.

Marchi, S., Tognetti, R., Minnocci, A., Borghi, M. and Sebastiani, L. (2008) Variation in mesophyll anatomy and photosynthetic capacity during leaf development in a deciduous mesophyte fruit tree (*Prunus persica*) and an evergreen sclerophyllous Mediterranean shrub (*Olea europaea*). Trees 22:559–571.

Mediavilla, S., Escudero, A. and Heilmeier, H. (2001) Internal leaf anatomy and photosynthetic resource-use efficiency: interspecific and intraspecific comparisons. Tree Physiologist 21:251–259.

Nevo, E., Bolshakova, M. A., Martyn, G. I., Musatenko, L. I., Sytnik, K., Pavlieek,T. and Beharav, A. (2000) Drought and light anatomical adaptive leaf strategies in three woody species caused by microclimatic selection at "Evolution Canyon, Israel Journal of Plant Sciences 48:33–46.

Pallioti, A., Bongi, G. and Rocchi, P. (1994) Peltate trichomes effects on photosynthetic gas exchange of *Olea europaea* L. leaves. Plant Physiology 13:35–44.

Richardson, A. and Berlyn, G. (2002) Changes in foliar spectral reflectance and chlorophyll fluorescence of four temperate species following branch cutting. Tree Physiology 22:499–506.

Save, R., Biel, C. and Herralde, F. (2000) Leaf pubescence, water relations and chlorophyll fluorescence in two subspecies of *Lotus creticus* L. Biology of Plant 43:239–244.

Sofo, A., Dichio, B., Xiloyannis, C. and Masia, A. (2004) Lipoxygenase activity and proline accumulation in leaves and roots of olive tree in response to drought stress, Physiology of Plant 121: 58–65.

Taiz, L. Zeiger. E. (2010) Plant Physiology, Ed 5. Sinauer Associates, Sunderland, M. A., Wang, H. and Clarke, J. M. (1993a) Relationship of excised-leaf water-loss and stomatal frequency in wheat. Canadian Journal of Plant Physiology 73: 93-99.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.23.5]