فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۱، شماره ۴۸، خرداد و تیرماه ۱۴۰۱ صفحه: ۶۵-۷۸

مقاله پژوهشی

اثر تنش سرما بر خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک برخی ارقام زیتون

محمود عظیمی[1*]، احمدرضا دادرس[1]، مهدی طاهری[2] و عزیزاله عبدالهی[3]

[1] بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، [2] بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، [3]کارشناس بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۸/۱۱)

چکیده

این آزمایش برای بررسی وضعیت حساسیت به سرمای ۱۱ رقم تجاری، سه رقم تازه معرفی‌شده و دو ژنوتیپ در دست معرفی زیتون انجام شد. پس از وقوع سرمازدگی در بهمن‌ماه سال ۱۳۹۸ در منطقه طارم استان زنجان تعداد سه درخت از هر رقم انتخاب شدند. علائم ظاهری سرمازدگی براساس شاخص مشاهده‌ای یادداشت برداری شدند. همچنین تبادلات گازی (هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز)، میزان پرولین، رنگدانه‌ها و عناصر غذایی برگ اندازه‌گیری شدند. ارزیابی شدت سرمازدگی براساس شاخص مشاهده‌ای نشان داد بین ارقام برای تحمل به سرمازدگی تفاوت زیادی وجود داشت. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ارقام و ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به سرمازدگی را از هم متمایز نمود. ارقام زرد، گروسان، ابوسطل، کنسروالیا، پیکوال و کورنیکابرا به‌عنوان ارقام متحمل به سرما گروه‌بندی شدند. ارقام دیره، مشکات، امین و کرونیکی بعنوان ارقام کاملاً حساس به سرما معرفی شدند. از بین صفات متعدد مورد ارزیابی برای غربالگری ارقام و ژنوتیپ‌های زیتون، دو ویژگی میزان پرولین و رنگدانه (شاخص اسپد)، در تجزیه تابع تشخیص به‌عنوان مهم‌ترین صفات متمایزکننده ارقام از لحاظ تحمل به سرما شناسایی شدند.

کلمات کلیدی: پرولین، تبادلات گازی، زیتون، سرمازدگی

مقدمه

دما از مهم‌ترین عوامل اقلیمی محدودکننده کشت زیتون است. زیتون از درختان میوه مناطق نیمه‌گرمسیری است که ویژگی بارز آن همیشه سبزبودن درخت است. درختان زیتون عمدتاً در حوزه مدیترانه کشت‌شده و سازگاری خوبی با اقلیم‌های مشابه حوزه مدیترانه دارند. از یک سو، دماهای پایین برای باردهی و تولید تجاری یک باغ زیتون تعیین‌کننده است، زیرا درختان زیتون برای رفع نیاز سرمایی و تمایز جوانه‌های گل به یک دوره دمای پایین (۷ –۰ درجه سانتی‌گراد) نیاز دارند (Orlandi *et al.*, 2004; Hartmann and Whisler, 1975). از سوی دیگر، دماهای کمتر از ۱۲– درجه سانتی‌گراد خسارت شدیدی به زیتون وارد کرده و بقای آن را در معرض خطر قرار می‌دهد. صدمات ناشی از پدیده سرمازدگی در درجه حرارت ۷– درجه سانتی‌گراد در زیتون رخ داده و باعث کاهش عملکرد درختان

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: Mahmoud.azimiir@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

زیتون می‌شود (Palliotti and Bongi, 1996). بنابراین درجه حرارت، کشت زیتون را به عرض‌های جغرافیایی ۴۵ -۳۰ درجه نیمکره شمالی و جنوبی محدود کرده است. اگر در فصل زمستان دما به پایین‌تر از ۱۲- درجه سانتی‌گراد برسد، شاخه‌های اصلی و تنه در ارقام حساس زیتون خسارت می‌بینند (Connor and Fereres, 2005). با بروز پدیده سرمازدگی، بافت‌های گیاه صدمه می‌بینند. فعالیت غشا سلول‌ها با اختلال مواجه می‌شود. غشا سلول‌ها تخریب شده و محتوای سلول‌ها به فضای خارج سلولی وارد می‌شوند (نشت یونی) (Arvin and Donnelly, 2008; Wisniewski *et al.*, 2003). معمولاً پس از سرمازدگی غلظت ترکیبات سلولی افزایش می‌یابد و پروتئین‌ها رسوب می‌کنند. با اختلال در سوخت‌وساز و تغییر نفوذپذیری غشای سلولی، رشد گیاه و باردهی تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد (Harding *et al.*, 1999; Levitt, 1980). در تنش‌های اسمزی، سنتز پرولین در گیاه افزایش یافته و غشا و پروتئین‌های حیاتی سلول‌ها در دماهای کم محافظت می‌شوند (Dibax *et al.*, 2010). پرولین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان برای خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد ناشی از سرما، پراکسیداسیون لیپید غشایی را در بافت گیاه مهار می‌کند (Hashempour *et al.*, 2014b). در درختان زیتون متحمل به سرما مقدار پرولین افزایش می‌یابد (بساکی و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین پرولین به‌عنوان یک نشانگر بیوشیمیایی برای تمایز ارقام حساس و متحمل به سرما در ارقام زیتون می‌تواند استفاده شود.

درختان زیتون در برابر سرما از دو روش اجتناب از تشکیل یخ در بافت‌های درختان [سوپرکولینگ (Super cooling)] یا تحمل به سرما توسط درختان استفاده می‌کنند (Fiorino and Mancuso, 2000). استفاده از ارقام متحمل به سرما یکی از روش‌های مؤثر برای کاهش خسارات سرمازدگی است (Bartolozzi and Fontanazza, 1999). بررسی انجام‌یافته برای ارزیابی تحمل ارقام زیتون در مقابل سرما در منطقه طارم نشان داد ارقام گروسان، ژلوت، کورنیکابرا، توفاهی، خودیری، دان، دوئیبلی، صورانی، زرد، ماری، کنسروالیا، لچین دسویلا، مانزانیلا دسویلا و پیکوال کاملاً متحمل به سرما بودند و علائم سرمازدگی نشان ندادند (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۴). بساکی و همکاران (۱۳۹۸) بیان نمودند رقم زرد، رقمی مناسب برای کاشت در مناطق مستعد تنش سرمازدگی است. در این بررسی رقم کرونیکی حساس‌ترین رقم به سرما شناخته شد. موسوی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی واکنش ارقام تجاری زیتون به تنش سرما دو رقم زرد و آربکین را متحمل به سرما گزارش نمودند. دو رقم کراتینا و ماری هم به سرما حساس بودند. همچنین در نتایج Rahemi و همکاران (۲۰۱۶) رقم زرد و رقم محلی دهقان به تنش یخ‌زدگی متحمل گزارش شدند. درحالیکه نتایج Hashempour و همکاران (۲۰۱۴a) نشان داد که رقم زرد به سرما حساس بوده در مقابل، فیشومی، میشن و شنگه ارقام متحمل به سرما بودند. در نتایج آنها ارقام مانزانیلا و آمیگدالولیا نیز به سرما حساس بودند. در بررسی تحمل هشت رقم زیتون به سرمازدگی، Barranco و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند که ارقام کورنیکابرا، آربکین و پیکوال تحمل بالایی به سرمازدگی داشتند. از سوی دیگر Gomez-del-Campo و Barranco (۲۰۰۵) در ارزیابی مزرعه‌ای تحمل به سرمازدگی ۱۰ رقم زیتون نشان دادند دو رقم کورنیکابرا و آربکین به سرمازدگی متحمل و ارقام پیکودو، پیکوال، مانزانیلا کاسرنا، وردیال دباداجوز و نوادیلا دخائن تحمل متوسطی داشتند.

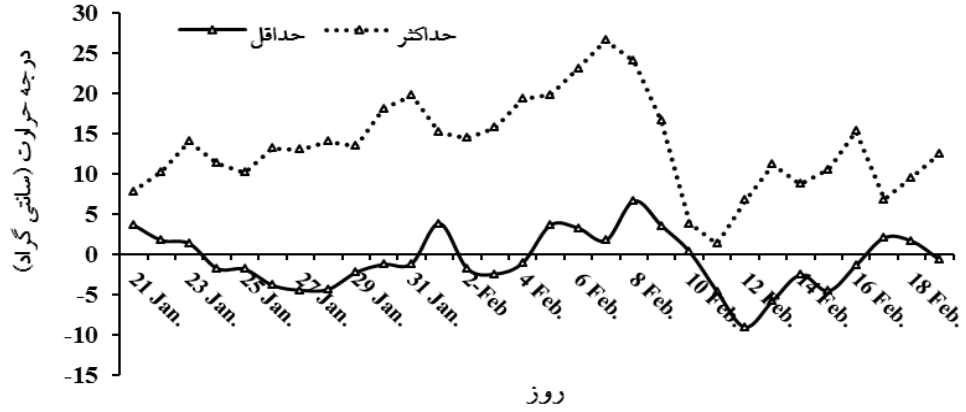
در سال‌های اخیر ارقام امیدبخش زیتون دارای عملکرد بیشتر، درصد روغن بالاتر و کیفیت روغن بهتر، از ایستگاه تحقیقات زیتون طارم برای این منطقه و مناطق مشابه معرفی شدند (زینانلو و همکاران، ۱۳۹۴؛ عظیمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ عظیمی و همکاران، ۱۳۹۵). هدف از این مطالعه نیز ارزیابی تحمل به تنش سرمای تعدادی از ارقام تجاری و ارقام معرفی شده جدید به‌همراه دو ژنوتیپ زیتون در دست معرفی بود.

مواد و روش‌ها

مکان اجرای آزمایش: بررسی مذکور در سال ۱۳۹۹ در کلکسیون ایستگاه تحقیقات زیتون طارم به اجرا در آمد. طول جغرافیایی محل آزمایش ۴۹ درجه و ۵ دقیقه شرقی و عرض

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]



شکل ۱- حداقل دمای روزانه در بهمن‌ماه سال

جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۳۵۰ متر است. دمای متوسط سالیانه شهرستان طارم ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی آن حدود ۲۵۰ میلی‌متر و میانگین سالانه رطوبت نسبی آن ۷۱ درصد است. بیشترین رطوبت نسبی در فصل پاییز و کمترین آن در تابستان است.

آزمایش در باغ کلکسیون ایستگاه روی درختان ۱۸ ساله اجرا شد. فاصله کاشت درختان ۸×۸ متر بود. سیستم آبیاری درختان قطره‌ای بوده و کوددهی و آبیاری توسط سیستم آبیاری قطره‌ای برای همه درختان به‌طور یکنواخت اعمال می‌شود. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید.

مواد گیاهی: درجه حرارت هوا در بهمن‌ماه سال ۱۳۹۸ (فوریه ۲۰۲۰) در منطقه طارم به‌مدت هفت روز به زیر ۴- درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرده است. در روزهای ۲۲ بهمن‌ماه به ۴/۷- درجه سانتی‌گراد، ۲۳ بهمن‌ماه به ۹/۱- و در ۲۴ بهمن‌ماه به ۵/۸- درجه سانتی‌گراد کاهش یافته و در منطقه پدیده سرمازدگی اتفاق افتاد و باعث سرمازدگی باغ‌های زیتون شد (شکل ۱). در اواسط اردیبهشت‌ماه میزان خسارت وارد شده به ارقام تجاری (زرد (شاهد بومی دو منظوره)، کرونیکی (شاهد روغنی)، کراتینا، پیکوال، کورنیکابرا، آربکین، وردال دخائن، کایسی، ابوسطل، کنسروالیا، گروسان)، ارقام معرفی شده جدید (دیره، مشکات و امین) و دو ژنوتیپ در دست معرفی T2 و T18 براساس شاخص مشاهده‌ای یادداشت و کدبندی شدند (Gomez-del-Campo and Barranco, 2005).

اندازه‌گیری تبادلات گازی و رنگدانه‌ها: در این آزمایش در تاریخ سوم خردادماه ۱۳۹۹ هم‌زمان با رشد رویشی درختان زیتون، خصوصیات فتوسنتزی برگ‌های زیتون به کمک دستگاه فتوسنتزمتر قابل حمل LCi (ADC Bio Scientific Ltd., UK) تعیین شد. ویژگی‌هایی مانند غلظت دی‌اکسید کربن در فضای زیر روزنه (Ci)، تعرق از سطح برگ (E)، فتوسنتز (An) و هدایت روزنه‌ای (gs) توسط این دستگاه ثبت گردید.

برای اندازه‌گیری میزان رنگدانه برگ نهال‌های زیتون و محاسبه مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل از روش (Arnon, 1967) استفاده گردید. مقدار ۰/۵ گرم از ماده تر گیاهی در هاون چینی ریخته شد، سپس با استفاده از نیتروژن مایع خرد گردید. ۲۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد به نمونه اضافه شده و در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. مقدار جذب نور در محلول صاف رویی در طول‌موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئید (معادله‌های ۱ تا ۳) توسط اسپکتروفتومتر خوانده شد.

1) mg chlorophyll a/gr tissue= 12.7(A663) - 2.69(A645) × V1000 × W

2) mg chlorophyll b/gr tissue= 22.9(A645) - 4.68(A663) × V1000 × W

3) mg total chlorophyll/gr tissue= 20.2(A645) + 8.02(A663) × V1000 × W

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

مقدار پرولین برگ به روش (Bates *et al*., 1973) تعیین شد. مقدار ۰/۱ گرم از بافت تر برگ در ۱۰ میلی‌لیتر محلول سه درصد اسید سولفوسالیسیلیک ساییده و مخلوط یکنواختی بدست آمد. عصاره حاصل با استفاده از سانتریفیوژ به‌مدت ۵ دقیقه در g ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس دو میلی‌لیتر از مایع فوقانی با ۲ میلی‌گرم معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک خالص مخلوط و یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در حمام بن‌ماری قرار گرفت. لوله‌های محتوی عصاره بافت برگ در حمام یخ، سرد گردید و سپس ۴ میلی‌لیتر تولوئن به مخلوط اضافه و با ثابت‌شدن لوله‌ها به‌مدت ۱۵–۲۰ ثانیه، دو لایه کاملاً مجزا تشکیل شد. لایه رنگی فوقانی (حاوی تولوئن و پرولین)، برای اندازه‌گیری غلظت پرولین مورد استفاده قرار گرفت. جذب نور در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری و مقدار پرولین در هر نمونه با استفاده از منحنی استاندارد، تعیین گردید.

تعیین غلظت عناصر غذایی در بافت‌های گیاهی زیتون: برای اندازه‌گیری غلظت عناصر کلسیم، مس، روی و منیزیم در بافت‌های برگ زیتون از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. عمل هضم توسط اسید انجام گرفته و غلظت عناصر توسط دستگاه جذب اتمی GBC- Avanta خوانده شد. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر نیتروژن و پتاسیم نمونه‌های گیاهی، ابتدا نمونه‌ها در آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. عمل هضم تر روی نمونه‌ها انجام گرفته، غلظت عصاره‌های پتاسیم بوسیله دستگاه فلیم‌فتومتر مدل ۴۱۰ شرکت Corning، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن نیز از روش کجلدال استفاده گردید.

این آزمایش به‌صورت طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی پیاده شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های ثبت شده و همچنین تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 (Copyright 2013 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) و مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون LSD انجام گردید. به‌منظور گروه‌بندی ارقام زیتون بر پایه صفات ثبت‌شده، تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و همچنین تجزیه تابع تشخیص با استفاده از نرم‌افزار SPSS version 24 (Chicago, IL, USA) انجام شد.

نتایج و بحث

ارزیابی شدت سرمازدگی براساس شاخص مشاهده‌ای (استفاده از علائم مورفولوژیک مثل ریزش برگ، میزان خشکیدگی سرشاخه‌ها و شکاف پوست شاخه برای کدبندی و ارزیابی سرمازدگی) نشان داد ارقام دیره، مشکات، کرونیکی و کراتینا کاملاً حساس به سرما بودند (کد ۵). ارقام امین، وردال دخائن و ژنوتیپ‌های T2 و T18 تا حدود زیادی حساس به سرما بودند (کد ۳). در ارقام و ژنوتیپ‌های حساس و تا حدود زیادی حساس به سرما ریزش شدید برگ‌ها، پاره‌شدن پوست شاخه‌ها و درنهایت خشکیدگی سرشاخه‌ها اتفاق افتاد (شکل ۲). در این مطالعه ارقام زرد، پیکوال، کورنیکابرا، کایسی، ابوسطل و گروسان کاملاً به سرما متحمل بودند (کد صفر). دو رقم آربکین و کنسروالیا نیز تا حدود زیادی متحمل به سرما بودند (کد ۱) (جدول ۱). میزان و شدت سرمازدگی به نوع رقم زیتون بستگی داشته و ارقام زیتون واکنش متفاوتی به تنش سرما دارند (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ سیم‌کش زاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ موسوی و همکاران، ۱۳۹۴). بررسی Lodolini و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد پس از بروز پدیده سرمازدگی، جوانه‌زنی مجدد (رشد رویشی جدید) در ارقام حساس به سرما خیلی بیشتر از ارقام متحمل به سرما بود.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد صفات درصد نیتروژن، پتاسیم و کلسیم، مقدار پرولین، عدد اسپد، نشت یونی، مقدار کاروتنوئید و اجزای فتوسنتز شامل مقدار CO_2 زیر روزنه، میزان تعرق، هدایت روزنه‌ای و سرعت فتوسنتز در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی برای تحمل به تنش سرمازدگی در سطح ۰/۱ درصد و برای صفات مقدار کلروفیل a و b در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید.

مقایسه میانگین داده‌های عناصر غذایی نشان داد (جدول ۲) در حالت کلی ارقام حساس به سرما در برگ‌هایشان درصد نیتروژن بیشتری داشتند. ارقام کراتینا، مشکات، امین و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

جدول ۱- کدبندی تحمل به سرمازدگی ارقام زیتون

رقم	تکرار	کدبندی سرمازدگی	رقم	تکرار	کدبندی سرمازدگی
امین	۱	۳	وردیال دخائن	۱	۳
امین	۲	۳	وردیال دخائن	۲	۳
امین	۳	۳	وردیال دخائن	۳	۳
دیره	۱	۵	آربکین	۱	۱
دیره	۲	۵	آربکین	۲	۱
دیره	۳	۵	آربکین	۳	۱
مشکات	۱	۵	کایسی	۱	۰
مشکات	۲	۵	کایسی	۲	۰
مشکات	۳	۵	کایسی	۳	۰
زرد	۱	۰	ابوسطل	۱	۰
زرد	۲	۰	ابوسطل	۲	۰
زرد	۳	۰	ابوسطل	۳	۰
کرونیکی	۱	۵	T2	۱	۳
کرونیکی	۲	۵	T2	۲	۳
کرونیکی	۳	۵	T2	۳	۳
کراتینا	۱	۵	کنسروالیا	۱	۱
کراتینا	۲	۵	کنسروالیا	۲	۱
کراتینا	۳	۵	کنسروالیا	۳	۱
پیکوال	۱	۰	T18	۱	۳
پیکوال	۲	۰	T18	۲	۳
پیکوال	۳	۰	T18	۳	۳
کورنیکابرا	۱	۰	گروسان	۱	۰
کورنیکابرا	۲	۰	گروسان	۲	۰
کورنیکابرا	۳	۰	گروسان	۳	۰

کرونیکی به‌همراه ژنوتیپ‌های T2 و T18 دارای نیتروژن بیشتری در برگ‌هایشان بودند. در مقابل مقدار پتاسیم و کلسیم در برگ‌های ارقام متحمل به سرما مثل گروسان، زرد، پیکوال، کنسروالیا و کورنیکابرا بیشتر از برگ‌های ارقام و ژنوتیپ‌های حساس به سرما بود. مقدار عناصر منیزیم و مس در حالت کلی در برگ‌های ارقام متحمل به سرما بیشتر بود. درحالیکه مقدار عنصر روی در برگ‌های ارقام حساس بیشتر از ارقام متحمل بود. نقش عناصر غذایی در رشدونمو گیاه معمولاً از طریق نقش آنها در متابولیسم گیاه تشریح می‌شود. با این وجود، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد تحمل یا مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زنده یا غیرزنده می‌تواند تحت‌تأثیر وضعیت تغذیه‌ای قرار گیرد (Fernandez-Escobar, 2019; Sanzani *et al.*, 2012). در یک بررسی محلول‌پاشی دو درصد پتاسیم باعث افزایش بیشتر غلظت کربوهیدرات‌ها، پرولین، پروتئین‌ها، فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی و همچنین نسبت بین اسیدهای چرب اشباع‌نشده به اسیدهای چرب اشباع‌شده (UFA/SFA)

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]



شکل ۲- ریزش شدید برگ‌ها پس از پدیده سرمازدگی در بهمن‌ماه ۱۳۹۹ در رقم دیره (A)، ترک برداشتن پوست شاخه در رقم مشکات (B) و خشک‌شدن شاخه‌های یک و دو ساله در رقم کرونیکی (C).

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های بیوشیمیایی، فتوسنتزی و عناصر غذایی ارقام زیتون مورد ارزیابی در سال ۱۳۹۹

شاخص / رقم	نیتروژن	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	روی	مس	پرولین	کلروفیل a
	درصد						mg/g FW	
امین	۱/۷۵۰^{b}	۰/۵۰۰^{fg}	۱/۶۹۳^{de}	۰/۱۶۳^{cd}	۱۵/۳۷^{h}	۴/۸۷^{a}	۰/۰۱۴۹^{gh}	۰/۲۹۱$^{d-h}$
دیره	۱/۷۵۷^{b}	۰/۶۷۰^{bc}	۱/۲۰۷^{i}	۰/۱۸۳$^{a-c}$	۹/۷۳^{i}	۳/۵۰^{de}	۰/۰۱۶۰$^{f-h}$	۰/۲۹۶$^{d-h}$
مشکات	۱/۵۱۳^{de}	۰/۴۸۰^{g}	۰/۹۱۷^{j}	۰/۱۶۳^{cd}	۱۸/۸۷^{gh}	۴/۳۷$^{a-c}$	۰/۰۱۴۵^{gh}	۰/۲۷۲^{gh}
زرد	۱/۳۸۳^{f}	۰/۷۱۰^{b}	۲/۰۰۷^{b}	۰/۱۷۰$^{b-d}$	۴۶/۷۳^{a}	۴/۸۷^{a}	۰/۰۲۳۳^{bc}	۰/۴۰۴^{a}
کرونیکی	۱/۶۰۰^{cd}	۰/۵۱۷^{fg}	۱/۵۵۳^{fg}	۰/۱۸۷^{ab}	۲۸/۳۰^{f}	۴/۷۰^{a}	۰/۰۱۷۳$^{e-g}$	۰/۲۷۴$^{f-h}$
کراتینا	۱/۹۴۳^{a}	۰/۵۵۷^{ef}	۱/۳۸۳^{h}	۰/۱۸۳$^{a-c}$	۲۷/۸۳^{f}	۳/۷۰$^{c-e}$	۰/۰۱۶۳^{fg}	۰/۳۰۸$^{d-g}$
پیکوال	۱/۳۹۰^{f}	۰/۷۸۳^{a}	۱/۸۴۳^{c}	۰/۱۵۰^{de}	۳۴/۴۷^{de}	۴/۳۷$^{a-c}$	۰/۰۲۴۱$^{a-c}$	۰/۳۲۴$^{c-f}$
کورنیکابرا	۱/۳۷۷^{f}	۰/۵۵۷^{ef}	۱/۷۶۰^{cd}	۰/۰۸۷^{h}	۴۴/۵۷^{a}	۳/۶۷$^{c-e}$	۰/۰۲۰۸$^{c-e}$	۰/۳۴۲$^{b-d}$
آربکین	۱/۴۵۰^{ef}	۰/۶۱۳$^{c-e}$	۱/۵۶۷^{ef}	۰/۱۶۷$^{b-d}$	۱۸/۹۷^{gh}	۳/۸۷$^{b-e}$	۰/۰۱۷۲$^{e-g}$	۰/۳۳۵$^{c-e}$
وردال دخائن	۱/۳۶۷^{fg}	۰/۶۳۳^{cd}	۱/۱۹۷^{i}	۰/۲۰۰^{a}	۴۳/۱۳^{ab}	۳/۸۷$^{b-e}$	۰/۰۱۷۲$^{e-g}$	۰/۳۰۸$^{d-g}$
کایسی	۱/۲۷۰^{g}	۰/۶۵۳^{bc}	۱/۷۷۳^{cd}	۰/۱۱۷^{fg}	۲۰/۰۰^{g}	۳/۲۰^{e}	۰/۰۱۸۹$^{d-f}$	۰/۳۹۱^{ab}
گروسان	۱/۳۸۰^{f}	۰/۷۹۷^{a}	۲/۰۱۰^{b}	۰/۱۳۳^{ef}	۳۹/۶۳^{bc}	۴/۲۰$^{a-d}$	۰/۰۲۷۶^{a}	۰/۳۷۱$^{a-c}$
تی ۱۸	۱/۶۹۷^{bc}	۰/۴۵۳^{g}	۱/۴۲۷^{gh}	۰/۱۸۷^{ab}	۳۱/۲۳^{ef}	۳/۵۳^{de}	۰/۰۱۷۵$^{d-g}$	۰/۲۵۳^{h}
ابوسطل	۱/۳۹۷^{f}	۰/۶۱۳$^{c-e}$	۲/۳۲۷^{a}	۰/۱۱۰^{g}	۳۴/۳۷^{de}	۴/۲۰$^{a-d}$	۰/۰۲۵۳^{ab}	۰/۳۹۰^{ab}
تی ۲	۱/۶۹۷^{bc}	۰/۵۶۳$^{d-f}$	۱/۴۱۳^{h}	۰/۱۶۷$^{b-d}$	۳۳/۵۳^{de}	۳/۱۷^{e}	۰/۰۱۲۶^{h}	۰/۲۸۹$^{e-h}$
کنسروالیا	۱/۵۲۷^{de}	۰/۸۴۰^{a}	۱/۶۸۳$^{d-f}$	۰/۱۳۷^{ef}	۳۶/۸۷^{cd}	۴/۵۳^{ab}	۰/۰۲۱۲^{cd}	۰/۳۲۰$^{c-g}$

میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

می‌شود. یعنی محلول‌پاشی پتاسیم با تغییر نسبت اسیدهای چرب اشباع‌نشده به اسیدهای چرب اشباع‌شده و تغییر متابولیت‌های مذکور باعث افزایش تحمل زیتون به یخزدگی می‌شود (Saadati *et al.*, 2021). برگ‌های ارقام متحمل ابوسطل، کنسروالیا و پیکوال همراه با ارقام زرد، گروسان و کورنیکابرا حاوی پرولین بیشتری بودند (جدول ۲). پرولین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

ادامه جدول ۲-

شاخص / رقم	کلروفیل b	کاروتنوئید	شاخص	دی‌اکسید کربن	تعرق	هدایت روزنه‌ای	سرعت فتوسنتز
	mg/g FW		اسپد	زیرروزنه vpm	mmol m^{-2} s^{-1}	mol m^{-2} s^{-1}	µmol m^{-2} s^{-1}
امین	۰/۰۸۰^{ef}	۰/۵۹۰$^{c-g}$	۷۹/۰۸۰^{d}	۲۲۵/۶۷$^{a-c}$	۲/۵۴^{hi}	۰/۰۸۰^{c}	۷/۹۵^{c}
دیره	۰/۰۸۱^{ef}	۰/۵۵۲$^{d-h}$	۷۶/۶۷۳^{ef}	۲۲۳/۳۳$^{b-d}$	۳/۹۰$^{b-e}$	۰/۱۰۳^{b}	۹/۱۷^{b}
مشکات	۰/۰۷۵^{ef}	۰/۵۴۵$^{e-h}$	۶۷/۶۰۷^{h}	۱۹۸/۶۷^{ef}	۴/۳۴^{bc}	۰/۱۰۳^{b}	۱۰/۱۴^{a}
زرد	۰/۱۴۴^{a}	۰/۶۸۶^{a}	۸۵/۶۲۰^{a}	۲۱۷/۶۷^{cd}	۴/۱۱$^{b-d}$	۰/۰۹۰^{c}	۷/۸۶^{c}
کرونیکی	۰/۰۷۶^{ef}	۰/۵۲۷^{gh}	۷۸/۷۸۰^{de}	۲۳۲/۳۳^{ab}	۵/۲۳^{a}	۰/۱۳۷^{a}	۹/۸۷^{ab}
کراتینا	۰/۰۹۰$^{d-f}$	۰/۵۸۸$^{c-g}$	۷۳/۰۸۷^{g}	۱۹۸/۰۰^{ef}	۳/۰۶$^{f-h}$	۰/۰۶۳^{de}	۷/۴۵^{cd}
پیکوال	۰/۰۹۸^{de}	۰/۶۱۶$^{b-d}$	۷۷/۸۸۰^{de}	۱۶۷/۳۳^{h}	۳/۲۳$^{e-h}$	۰/۰۶۰$^{d-f}$	۶/۷۲^{de}
کورنیکابرا	۰/۱۰۵$^{b-e}$	۰/۶۲۴$^{a-c}$	۷۷/۷۰۷^{de}	۱۴۹/۰۰^{i}	۲/۵۶$^{g-i}$	۰/۰۴۳^{gh}	۵/۴۰$^{f-h}$
آربکین	۰/۱۰۰$^{c-e}$	۰/۶۰۷$^{b-e}$	۷۵/۱۴۰^{fg}	۱۹۹/۳۳^{ef}	۲/۱۸^{i}	۰/۰۴۰^{h}	۴/۴۶^{ij}
وردال دخائن	۰/۰۹۳$^{d-f}$	۰/۵۶۶$^{e-h}$	۸۲/۷۶۷^{b}	۱۸۳/۳۳^{g}	۳/۳۱$^{e-g}$	۰/۰۶۳^{de}	۶/۰۳^{ef}
کایسی	۰/۱۲۹$^{a-c}$	۰/۵۵۹$^{c-g}$	۷۸/۸۹۳^{de}	۱۶۷/۳۳^{h}	۳/۶۸$^{c-f}$	۰/۰۶۳^{de}	۷/۲۸^{cd}
گروسان	۰/۱۱۹$^{a-d}$	۰/۶۶۵^{ab}	۸۳/۱۳۳^{b}	۲۳۸/۶۷^{a}	۳/۹۷$^{b-e}$	۰/۰۶۷^{d}	۵/۹۰$^{e-g}$
تی ۱۸	۰/۰۶۳^{f}	۰/۵۰۴^{h}	۷۹/۱۶۰^{d}	۲۱۰/۳۳^{de}	۴/۴۵^{b}	۰/۰۸۰^{c}	۷/۷۷^{c}
ابوسطل	۰/۱۳۱^{ab}	۰/۶۸۵^{a}	۸۱/۸۱۳^{bc}	۲۱۰/۶۷^{de}	۳/۷۸$^{b-f}$	۰/۰۶۰$^{d-f}$	۵/۱۶$^{g-i}$
تی ۲	۰/۰۸۰^{ef}	۰/۵۴۳$^{f-h}$	۷۷/۴۷۳^{de}	۱۹۱/۳۳^{fg}	۳/۴۲$^{d-f}$	۰/۰۵۳$^{e-g}$	۴/۶۵^{hi}
کنسروالیا	۰/۰۹۴^{de}	۰/۶۰۲$^{b-f}$	۷۹/۷۲۷^{cd}	۲۱۴/۰۰^{cd}	۳/۳۳^{ef}	۰/۰۵۰$^{f-h}$	۳/۷۶^{j}

میانگین‌های هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

نقش متعددی در تحمل گیاهان به تنش دارد. پرولین با فعال-شدن به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان با خنثی‌سازی فعالیت رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) ناشی از تنش سرما، با محافظت از پروتئین‌ها و ساختارهای غشایی (Xin and Li, 1993) به تجمع املاح کمک می‌کند (Verslues *et al.*, 2006). بررسی تحمل ارقام مختلف زیتون به سرما نشان داد ارقام آمفی‌سیس و شنگه با حداکثر میزان کربوهیدرات محلول و پرولین و حداقل مالون دی‌آلدئید (MDA) و ظرفیت نسبی آب (RWC) به سرما متحمل بودند. ارقام گرگان، کنسروالیا و مانزانیلا تحمل متوسطی داشتند. و دو رقم رشید و کرونیکی کاملاً حساس به سرما بودند (Saadati *et al.*, 2019).

میزان کلروفیل a و b برگ‌های ارقام زرد، کایسی، کنسروالیا و ابوسطل بیشتر از بقیه ارقام بود. میزان کلروفیل a و b برگ رقم کورنیکابرا نیز قابل‌توجه بود. برگ‌های ارقام زرد، کنسروالیا، ابوسطل و کورنیکابرا مقدار کاروتنوئید بیشتری داشته و بطور معنی‌داری بیشتر بودند. ارقام پیکوال، وردال دخائن و گروسان نیز مقدار کاروتنوئید زیادی داشتند. مقدار عدد اسپد نیز بطورکلی در ارقام متحمل به سرما بیشتر از ارقام حساس به سرما بود (جدول ۲).

از نظر اجزای فتوسنتز رقم کرونیکی بیشترین تعرق و هدایت روزنه‌ای را در بین ارقام و ژنوتیپ‌های زیتون مورد ارزیابی داشت. از سوی دیگر رقم کرونیکی یکی از ارقامی بود که بیشترین سرعت فتوسنتز را در بین ارقام مورد مطالعه نشان داد. براساس مقایسه میانگین داده‌ها ارقام و ژنوتیپ‌های حساس زیتون به سرما در مقایسه با ارقام متحمل، اجزای فتوسنتز بالاتری داشتند (جدول ۲). بررسی عکس‌العمل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

زنده‌مانی و تبادلات گازی نهال‌های زیتون رقم زرد به تنش در دماهای پایین و یخ‌زدگی نشان داد صفات تبادلات گازی از قبیل نرخ فتوسنتز کل، تعرق و هدایت روزنه‌ای در هر یک از سطوح سرما در هر دو مدت (یک و سه ساعت) کاهش یافت و این کاهش در نهال‌هایی که سه ساعت در سرما قرار داشتند بیشتر بود. در دماهای ۱۰-، ۱۶- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد کلیه نهال‌های زیتون دچار زوال شدند. این در حالی است که تحت تأثیر دماهای ۷- درجه سانتی‌گراد و گرم‌تر (در هر دو مدت نگهداری)، اندازه متغیرهای تبادلات گازی تا روز دوازدهم پس از تنش بازیابی شد (مهاجری و همکاران، ۱۳۹۸). کاهش میزان فتوسنتز در دماهای پایین با کاهش میزان انتقال الکترون و کاهش فعالیت آنزیم‌های مرتبط همراه است (Cavender-Bares *et al.*, 2000). در درجه حرارت‌های پایین، روابط آبی گیاه از طریق کاهش هدایت هیدرولیکی ریشه و از دست‌دادن کنترل روزنه‌ای کاهش می‌یابد، کارآیی فتوسنتز از طریق تغییر در ترکیب رنگدانه‌ها و اختلال در توسعه کلروپلاستی دچار زوال می‌شود (Miura and Furumoto, 2013).

تجزیه خوشه‌ای: از تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی افراد استفاده می‌شود. در این گروه‌بندی افرادی که شباهت زیادی با هم داشته باشند در داخل یک گروه قرار می‌گیرند. هدف از تجزیه خوشه‌ای پیداکردن گروه‌های واقعی است. همچنین، در تجزیه خوشه‌ای افراد یک گروه از نظر صفات مورد ارزیابی دارای شباهت‌های زیاد و افرادی که در گروه‌های جداگانه قرار می‌گیرند از نظر آن ویژگی‌ها اختلاف زیادی با هم دارند (موسوی قهفرخی و همکاران، ۱۳۸۹).

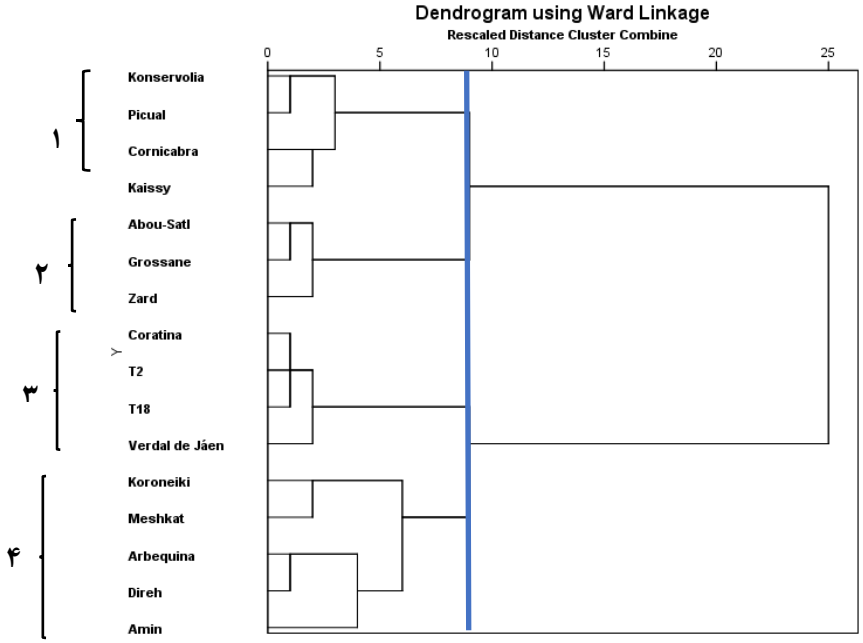
در این بررسی، تجزیه خوشه‌ای براساس ۱۵ صفت (عناصر غذایی، رنگدانه‌ها، صفات فتوسنتزی و پرولین) و به روش Ward انجام شد. با برش دندروگرام از فاصله نه واحد، ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به چهار خوشه یا گروه اصلی تقسیم شدند (شکل ۲). گروه اول شامل ارقام متحمل به سرمای کایسی، کورنیکابرا، پیکوال و کنسروالیا بودند. در گروه دوم ارقام کاملاً متحمل به سرمای زرد، گروسان و ابوسطل قرار داشتند. گروه سوم شامل ارقام کاملاً حساس به سرمای امین، دیره، مشکات، کرونیکی و آربکین بودند. در گروه چهارم دو ژنوتیپ T18 و T2 و ارقام وردال دخائن، کوراتینا قرار داشتند این ارقام تاحدود زیادی حساس به سرما بودند (شکل ۳). Lodolini و همکاران (۲۰۱۶) و Wang و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از تجزیه کلاستر ارقام زیتون متحمل و حساس به سرما را گروه‌بندی نمودند.

تجزیه به مؤلفه اصلی: تجزیه به مؤلفه اصلی در شرایط تنش سرما نشان داد دو عامل اول حدود ۶۰/۸۳ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول ۴۰/۵۶ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد (جدول ۳). نتایج تجزیه به مؤلفه اصلی با نتایج تجزیه خوشه‌ای تشابه زیادی داشت. کلروفیل‌ها، پرولین، کلسیم، اسپد، پتاسیم و روی دارای ضرایب بزرگ و مثبت بود، لذا این مؤلفه، مؤلفه رنگدانه و عناصر غذایی نامگذاری شد. عامل دوم ۲۰/۲۷ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود. اجزای فتوسنتز و عنصر مس دارای ضرایب بزرگ و مثبتی بودند و به‌عنوان مؤلفه فتوسنتز نامگذاری گردید.

بر مبنای مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه اصلی، نمودار پراکنش ژنوتیپ‌ها رسم شد (شکل ۴). تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای شباهت زیادی به هم داشته و ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به خوبی از هم تفکیک شدند. گروه ارقام کاملاً متحمل و متحمل به سرما (گروه ۱) شامل ارقام زرد، ابوسطل، گروسان، کنسروالیا، پیکوال و کورنیکابرا بود. از ویژگی‌های بارز این گروه می‌توان به بالابودن درصد پتاسیم و کلسیم، رنگدانه‌های کلروفیل، کاروتنوئید و اسپد و میزان پرولین در برگ‌های این ارقام اشاره نمود. در گروه دوم ارقام کاملاً حساس کرونیکی، امین، دیره و مشکات را شامل بود. ویژگی بارز این گروه بالابودن درصد مس و تبادلات گازی مثل سرعت فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای بیشتر بود. گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های حساس T18 و T2 و رقم حساس کوراتینا بود. در گروه چهارم نیز ارقام آربکین، کایسی و وردال دخائن بودند. براساس نتایج تجزیه به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

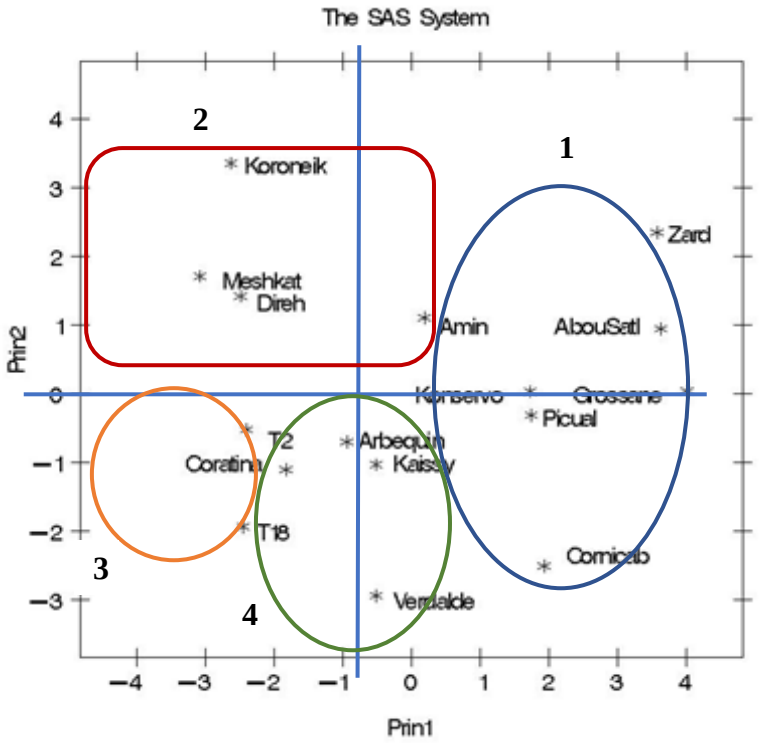


شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای تمام صفات در ارقام و ژنوتیپ‌های زیتون مورد مطالعه

جدول ۳- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر روی صفات بررسی‌شده بر روی ارقام مختلف زیتون

متغیر	بردار ویژه	
	عامل اول	عامل دوم
ازت	-۰/۱۸۶	-۰/۱۷۸
پتاسیم	۰/۲۶۳	۰/۰۳۵
کلسیم	۰/۳۰۷	۰/۱۷۱
منیزیم	-۰/۲۴۶	۰/۰۹۱
روی	۰/۲۴۷	-۰/۱۷۴
مس	۰/۱۶۴	۰/۳۵۹
پرولین	۰/۳۵۲	۰/۰۷۲
اسپد	۰/۲۷۱	-۰/۰۱۴
کلروفیل a	۰/۳۳۸	۰/۱۱۱
کلروفیل b	۰/۳۳۶	۰/۱۳۱
کاروتنوئید	۰/۳۷۴	۰/۰۶۷
غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه	۰/۰۰۷	۰/۳۷۴
تعرق	-۰/۱۰۳	۰/۴۱۹
هدایت روزنه‌ای	-۰/۱۷۷	۰/۵۰۲
سرعت فتوسنتز	-۰/۲۱۶	۰/۴۰۴
نسبت واریانس توجیه‌شده	۴۰/۵۶	۲۰/۲۶
نسبت واریانس تجمعی	۴۰/۵۶	۶۰/۸۳
مقادیر ویژه	۶/۰۸۵	۳/۰۳۹

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]



شکل ۴- نمودار دو بعدی صفات سرمازدگی زیتون براساس مؤلفه اصلی اول و دوم و گروه‌بندی ارقام

مؤلفه‌های اصلی (جدول ۳ و شکل ۴) ارقامی که واجد مؤلفه اول بالا بودند جزء ارقام متحمل به سرما شناسایی شدند. در این مؤلفه صفات کاروتنوئید، پرولین، رنگدانه‌های کلروفیل، شاخص اسپد، کلسیم و پتاسیم بالاترین ضرایب را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

Lodolini و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توسط صفات مورفولوژی همانند ریزش برگ، ترک برداشتن پوست شاخه و قدرت بازسازی چتر درختان، ۲۴ رقم زیتون را در سه گروه متحمل، نیمه‌متحمل و حساس به سرما طبقه‌بندی نمودند. Wang و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از صفات حساسیت به سرما، تنش خشکی، صفات رویشی، میوه و کیفیت روغن هشت رقم زیتون را توسط تجزیه به مؤلفه‌های اصلی گروه‌بندی نمودند. صفات دمای بحرانی سرمازدگی روی شاخه‌ها، درصد روغن و اسیدهای چرب اشباع‌نشده تأثیر مثبت بیشتری روی مؤلفه اول داشتند. صفت وزن میوه تأثیر مثبت بیشتری روی مؤلفه دوم داشته اما صفات دمای بحرانی سرمازدگی روی برگ‌ها، مقدار پرولین و پلی‌فنل روی مؤلفه دوم تأثیر منفی بیشتری گذاشتند. در این بررسی هشت رقم به سه گروه تقسیم شدند.

تجزیه تابع تشخیص: نتایج این آزمون معنی‌دار بودن تابع تشخیص را در سطح بالایی نشان داد. مقدار لاندای ویلک بین صفر و یک تغییر می‌کند. مقدار لاندای ویلک برای مقدار پرولین برگ ۰/۱۵۰ و برای عدد اسپد برگ ۰/۰۰۷ بود (جدول ۴). می‌توان استنباط نمود بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی برای حساسیت یا تحمل به سرمازدگی تفاوت معنی‌دار زیادی وجود داشت.

برای ارزیابی کارآیی معادله تابع تشخیص از آزمون لاندای ویلک استفاده شد. نتیجه این آزمون (جدول ۴) بیانگر معنی‌دار بودن دو معادله تابع تشخیص در تمایز گروه‌های مختلف از لحاظ کدبندی تحمل به سرمازدگی بود. با توجه به مقدار پایین لاندای ویلک (۰/۰۰۷ و ۰/۱۵۰) می‌توان دریافت که از بین ویژگی‌های ارزیابی‌شده در گروه‌های مختلف (کدبندی) از لحاظ تحمل به سرما، می‌توان صفاتی را شناسایی نمود که نقش کلیدی در تمایز ارقام داشته باشند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

جدول ۴- آزمون تابع تشخیص گروه‌های مختلف براساس کدبندی تحمل به سرما با استفاده از لاندای ویلک براساس توزیع کای اسکور

آزمون تابع	لاندای ویلک	آماره کای اسکور	سطح معنی‌داری
۱	۰/۰۰۷	۵۴/۱۴۹	۰/۰۰۰
۲	۰/۱۵۰	۲۰/۸۳۶	۰/۰۰۲

جدول ۵- ضرایب استانداردشده متغیرهای کانونی توابع تشخیص حاصل از صفاتی که در تمایز ارقام مورد مطالعه از لحاظ تحمل به سرمازدگی معنی‌دار تشخیص داده شدند.

صفات واردشده در مدل تابع تشخیص	ضرایب استانداردشده	
	تابع اول	تابع دوم
پرولین	۰/۹۳۲	-۰/۵۹۷
اسپد	-۰/۴۵۴	۰/۸۸۶
مقدار ویژه	۱۹/۶۷	۳/۱۰۶
درصد واریانس توجیه شده	۸۴/۱	۱۵/۹

براساس نتایج مندرج در جدول ۵، در دو تابع تشخیص، دو ویژگی میزان پرولین و شاخص اسپد، به‌ترتیب در تابع اول و دوم به‌عنوان مهم‌ترین صفات متمایزکننده ارقام از لحاظ تحمل به سرما شناسایی شوند. به‌عبارتی انتظار می‌رود ارقام با مقدار پرولین و شاخص اسپد بیشتر بتوانند تحمل به سرمای بیشتری از خود نشان دهند. Di Donna و همکاران (۲۰۱۰) توسط متابولیت‌های ثانویه (ترکیبات فنلی) برگ‌ها و با استفاده از تجزیه تابع تشخیص ارقام زیتون و محیط جغرافیایی کاشت آنها را به‌خوبی تفکیک نموده، گزارش کردند که این تجزیه توانایی لازم برای تشخیص صحیح ارقام و همچنین پیشگویی یا تخمین درست مناطق کاشت آنها را دارا است. Lopez و همکاران (۲۰۰۸) با انجام تجزیه تابع تشخیص ارقام زیتون را بر مبنای ترکیبات عناصر غذایی‌شان از همدیگر تفکیک نموده و نشان دادند که عنصر کلسیم بیشترین قدرت تفکیک را در بین ارقام مورد ارزیابی داشته است. دستکار و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از نشانگرهای ریخت‌شناسی، ۵۷ رقم زیتون را از شش منشأ جغرافیایی مورد ارزیابی قرار داده و با استفاده از تجزیه تابع تشخیص منشأ جغرافیایی ارقام زیتون را بطور کامل تأیید نمودند.

نتیجه‌گیری

ارقام زرد، ابوسطل و گروسان (گروه اول، متحمل‌تر) به‌همراه ارقام پیکوال، کورنیکابرا و کنسروالیا (گروه دوم)، به تنش سرما متحمل هستند. رقم کرونیکی به‌همراه سه رقم معرفی شده جدید شامل دیره، مشکات و امین کاملاً حساس به سرما شناسایی شدند.

سپاسگزاری

این پروژه با حمایت‌های مالی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی زنجان انجام شد. بدین وسیله نگارندگان از هر دو تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

بساکی، ط.، خیام نکویی، س. م.، کرمی، ث.، فرجی، س. و جلیلی، م. (۱۳۹۸) ارزیابی تحمل به تنش یخزدگی در چهار رقم زیتون (بومی و خارجی) براساس شاخص‌های فیزیولوژیک در شرایط خوسرمایی. زیست‌شناسی گیاهی ایران ۱۱: ۵۰-۳۷.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

دستکار، ا.، سلیمانی، ع.، جعفری، ح. و نقوی، م. ر. (۱۳۹۱) تجزیه تابع تشخیص و خوشه‌ای رقم‌های زیتون براساس توصیف‌نامه IOC. نشریه علوم و فنون باغبانی ایران ۱۳: ۲۷۰-۲۵۹.

زینانلو، ع. ا.، غلامی، ر.، مصطفوی، ک. و عبدالهی، ع. (۱۳۹۴) معرفی رقم جدید زیتون DD1 دیره با قابلیت برداشت کنسروی و با میوه‌های بسیار درشت. نهمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شهید چمران اهواز.

سیم‌کش زاده، ن.، مبلی، م.، اعتمادی، ن. و بانی‌نسب، ب. (۱۳۸۹) ارزیابی میزان مقاومت به سرما در برخی از ارقام زیتون با اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل و آسیب‌های ظاهری. مجله علوم باغبانی ۲۴: ۱۶۹-۱۶۳.

عظیمی، م.، ارجی، ع.، زینانلو، ع. ا.، تسلیم‌پور، م. ر. و رمضانی ملک‌رودی، م. (۱۳۹۵) ارزیابی سازگاری برخی ارقام زیتون (*Olea europaea* L.) در اقلیم‌های مختلف ایران. مجله نهال و بذر ۳۲: ۲۹۲-۲۷۵.

عظیمی، م.، مصطفوی، ک. و اسماعیلی، م. (۱۳۹۴) ارزیابی مقاومت به سرما در برخی ارقام زیتون (*Olea europaea* L.) در طارم. مجله نهال و بذر ۳۱: ۶۲۸-۶۱۳.

مهاجری، خ.، طبری کوچکسرایی، م.، ساداتی، س. ا. و خدادوست، ع. (۱۳۹۸) تأثیر تنش سرما بر زنده‌مانی و تبادلات گازی نهال زیتون (*Olea europaea* L.). فیزیولوژی محیطی گیاهی ۱۴: ۳۸-۲۸.

موسوی قهفرخی، س. ا.، فتاحی مقدم، م. ر.، زمانی، ذ. و ایمانی، ع. (۱۳۸۹) ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی بعضی از ارقام و ژنوتیپ‌های بادام. مجله علوم باغبانی ایران ۴۱: ۱۳۱-۱۱۹.

موسوی، ث.، ارزانی، ک.، حسینی مزینانی، م. و یدالهی، ع. (۱۳۹۴) بررسی واکنش ارقام تجاری زیتون (*Olea europaea* L.) به تنش سرما با استفاده از روش نشت یونی و اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول کل. تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی ۵: ۹۴-۸۵.

Arnon, A. N. (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal 23: 112-121.

Arvin, M. J. and Donnelly, D. J. (2008) Screening potato cultivars and wild species to abiotic stresses using an electrolyte leakage bioassay. Journal of Agricultural Science and Technology 10: 33-42.

Barranco, D., Ruiz, N. and Gomez-del-Campo, M. (2005) Frost tolerance of eight olive cultivars. HortScience 40: 558-560.

Bartolozzi, F. and Fontanazza, G. (1999) Assessment of frost tolerance in olive (*Olea europaea* L.). Science Horticulturae 81: 309-319.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Cavender-Bares, J., Apostol, S., Moya, I., Briantais, J. M. and Bazzaz, F. A. (2000) Chilling-induced photoinhibition in two oak species: Are evergreen leaves inherently better protected than deciduous leaves? Photosynthetica 36: 587-596.

Connor, D. J. and Fereres, E. (2005) The physiology of adaptation and yield expression in olive. In: Horticultural Reviews (ed. Janick, J.) Pp. 155-229. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, Inc.

Di Donna, L., Mazzotti, F., Naccarato, A., Salerno, R., Tagarelli, A., Taverna, D. and Sindona, G. (2010) Secondary metabolites of *Olea europaea* leave as markers for the discrimination of cultivars and cultivation zones by multivariate analysis. Food Chemistry 121: 492-496.

Dibax, R., Deschamps, C., Bespalhok Filho, J., Vieira, L. G. E., Molinari, H. B. C., De-Campos, M. K. F. and Quoirin, M. (2010) Organogenesis and Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation of *Eucalyptus saligna* winter wheat leaves in relation to variety-specific differences in freezing resistance. Journal of Agronomy and Crop Science 165: 230-239.

Fernandez-Escobar, R. (2019) Olive nutritional status and tolerance to biotic and abiotic stresses. Frontiers in Plant Science 10: 1151.

Fiorino, P. and Mancuso, S. (2000) Differential thermal analysis, supercooling and cell viability in organs of *Olea europaea* at subzero temperatures. Advances in Horticultural Science 14: 23-27.

Gómez-del-Campo, M. and Barranco, D. (2005) Field evaluation of frost tolerance in 10 olive cultivars. Plant Genetic Resources 3: 385-390.

Harding, M. M., Ward, L. G., Haymet, A. D. J. and Type, I. (1999) Antifreeze' proteins: Structure activity studies and mechanisms of ice growth inhibition. European Journal of Biochemistry 264: 653-665.

Hartmann, H. T. and Whisler, J. E. (1975) Flower production in olive as influenced by various chilling temperature

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

regimes. Journal of American Society for Horticultural Science 100: 670-674.
Hashempour, A., Ghasemnezhad, M., Fotouhi Ghazvini, R. and Sohani, M. M. (2014a) Olive (*Olea europaea* L.) freezing tolerance related to antioxidant enzymes activity during cold acclimation and non acclimation. Acta Physiologia Plantarum 36: 3231-3241.
Hashempour, A., Ghasemnezhad, M., Fotouhi Ghazvini, R. and Sohani, M. M. (2014b) The physiological and biochemical responses to freezing stress of olive plants treated with salicylic acid. Russian Journal of Plant Physiology 61: 443-450.
Levitt, J. (1980) Response of plants to environmental stress. Vol. 1, 2nd Ed. Academic Press, New York.
Lodolini, E. M., Alfei, B., Santinelli, A., Cioccolanti, T., Polverigiani, S. and Neri, D. (2016) Frost tolerance of 24 olive cultivars and subsequent vegetative re-sprouting as indication of recovery ability. Scientia Horticulturae 211: 152-157.
Lopez, A., Garcia, P. and Garrido, A. (2008) Multivariate characterization of table olives according to their mineral nutrient composition. Food Chemistry 106: 369-378.
Miura, K. and Furumoto, T. (2013) Cold signaling and cold response in plants. International Journal of Molecular Sciences 14: 5312-5337.
Orlandi, F., Garcia-Mozo, H., Vazquex Ezquerra, L., Romano, B., Dominguez, L., Galan, C. and Fornaciari, M. (2004) Phenological olive chilling requirements in Umbria (Italy) and Andalusia (Spain). Plant Biosystem 138: 111-116.
Palliotti, A. and Bongi, G. (1996) Freezing injury in the olive leaf and effects of mefluidide treatment. Journal of American Society for Horticultural Sciences 71: 57-63.
Rahemi, M., Yazdani, F. and Sedaghat, S. (2016) Evaluation of freezing tolerance in olive cultivars by stomatal density and freezing stress. International Journal of Horticultural Science and Technology 3: 145-153.
Saadati, S., Baninasab, B., Mobli, M. and Gholami, M. (2019) Measurements of freezing tolerance and their relationship with some biochemical and physiological parameters in seven olive cultivars. Acta Physiologiae Plantarum 41: 51.
Saadati, S., Baninasab, B., Mobli, M. and Gholami, M. (2021) Foliar application of potassium to improve the freezing tolerance of olive leaves by increasing some osmolite compounds and antioxidant activity. Scientia Horticulturae 276: 109765.
Sanzani, S. M., Schena, L., Nigro, F., Sergeeva, V., Ippolito, A. and Salerno, M. G. (2012) Abiotic diseases of olive. Journal of Plant Pathology 94: 469-491.
Verslues, P. E., Agrawal, M., Katiyar-Agarwal, S., Zhu, J. and Zhu, K. (2006) Methods and concepts in qualifying resistance to draught, salt, freezing and abiotic stress that affect plant water status. The Plant Journal 45: 523-539.
Wang, J. W., Ma, L., Gomez-del-Campo, M., Zhang, D., Deng, Y. and Jia, Z. (2018) Youth tree behavior of olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Wudu, China: Cold and drought resistance, growth, fruit production, and oil quality. Scientia Horticulturae 236: 106-122.
Wisniewski, M., Carole, B. and Gusta, L. V. (2003) An overview of cold hardiness in woody plants: Seeing the forest through the trees. Horticultural Science 38: 952-959.
Xin, Z. and Li, P. (1993) Relationship between proline and abscisic acid in the induction of chilling tolerance in maize suspension-cultured cells. Plant Physiology 103: 607-613.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]

Effect of cold stress on biochemical and physiological characteristics in some olive cultivars

Mahmoud Azimi [1*], Ahmadreza Dadras [1], Mehdi Taheri [2], Aziz Abdollahi [3]

[1] Agricultural and Horticultural Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zanjan, Iran
[2] Soil and Water Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zanjan, Iran
[3] Expert of Agricultural and Horticultural Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zanjan, Iran
(Received: 20/07/2021, Accepted: 21/08/2018)

Abstract

This study was conducted to investigate the frost sensitivity in the 11 commercial cultivars, three newly introduced cultivars as well as two genotypes of olives. After the onsfaught of frost at the Tarom region of Zanjan province in February 2019, three trees from each cultivar were selected. Frost symptoms were recorded based on observational indices. Gas exchange traits (stomatal conductance, transpiration and photosynthesis rate), proline content, pigments and leaf nutrients were measured. Evaluation of frost severity based on observational indices revealed that there was a large difference between cultivars and frost tolerance. Principal component analysis differentiated susceptible cultivars and genotypes to frost. Zard, Grossane, Abou-Satl, Konservolia, Picual and Cornicabra cultivars were grouped as frost tolerant cultivars. Direh, Meshkat, Amin and Koroneiki cultivars were introduced as completely cold sensitive. Among the many evaluated traits for screening olive cultivars and genotypes, proline content and pigment (SPAD index) were identified in discrimination as the most important distinguishing traits of olive cultivars in terms of cold tolerance.

Keywords: Frost, Gas exchange, Olive, Proline

Corresponding author, Email: mahmoud/azimiir@gmail/com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.5.6]