



## به‌شادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴  
صفحه‌های ۲۱۳-۲۰۱

# بررسی تنوع ژنتیکی چهار رقم زیتون از طریق نشانگرهای ریخت‌شناختی

مهناز نظامیوند چگینی<sup>۱</sup>، حبیب‌اله سمیع‌زاده لاهیجی<sup>۲\*</sup>، محمد رضانی ملک رودی<sup>۳</sup> و محمد محسن‌زاده گل‌فرانی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران
۲. دانشیار گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران
۳. استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زیتون، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، ایران
۴. دانشجوی دکتری، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۹/۱۶

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۲۱

### چکیده

در پژوهش حاضر، به منظور تعیین تنوع ژنتیکی و قرابت چهار رقم زیتون بومی کشور شامل 'ماری'، 'زرد'، 'سنگه' و 'روغنی' در پنج منطقه علی‌آباد، طارم، منجیل، گیلوان و جمال‌آباد در سال ۹۳-۱۳۹۲ مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. بین اکثر صفات کمی اختلاف معنی‌داری برای ارقام مورد بررسی وجود دارد. بررسی روابط بین صفات مختلف، همبستگی نسبتاً خوبی بین صفات کمی نظیر میزان گوشت، وزن میوه، شاخص شکل میوه و شاخص شکل هسته نشان داد، درحالی‌که همبستگی بین صفات کیفی پایین بود. تنها صفت تقارن A میوه با صفات شکل نوک میوه، تقارن A هسته و شکل نوک هسته و سپس صفت شکل نوک میوه با صفت تقارن A هسته بالاترین میزان همبستگی را داشتند. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات را در سه مؤلفه دسته‌بندی نمود که مجموعاً ۹۱/۹۳ درصد واریانس اولیه را توجیه نمودند و ترسیم نمودار پراکنش دوبعدی حاصل از دو مؤلفه اول توانست تفکیک نسبتاً خوبی از ارقام را به دست دهد. براساس نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای، شش گروه مجزا به دست آمدند که رقم 'ماری' سه خوشه نزدیک به هم و رقم 'زرد' نیز یکنواختی بالایی نشان داد. رقم 'سنگه' دارای بیشترین غیریکنواختی بود و نزدیکی زیادی با رقم 'روغنی' داشت.

**کلیدواژه‌ها:** تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دورترین همسایه‌ها، ضریب همبستگی

## مقدمه

زیتون (با نام علمی *O. europaea*) درخت نمادین حوزه مدیترانه است که به دو شکل وحشی و زراعی وجود دارد [۱۴]. زیتون‌های وحشی و زراعی با تعداد کروموزوم‌های مشابه ( $2n = 2x = 46$ ) [۱۱ و ۲۰]، قابلیت هم‌آمیزی [۹ و ۲۸] و سازگاری پیوند بالایی دارند [۲۲]. فرم زیتون وحشی مدیترانه به نام اولناستر<sup>۱</sup> قرابت زیادی با فرم زراعی زیتون دارد و احتمال می‌رود که جد آنها باشد [۱۴].

ایران به دلیل وجود گونه‌های *O. ferrugina* و *O. ocherrri* در جنگل‌های زاگرس و جنوب کشور، از خاستگاه‌های اولیه زیتون است، ولی در مورد زمان رواج و کشت و کار آن در ایران اتفاق نظر وجود ندارد، به طوری که برخی گسترش آن را به زمان تسلط و نفوذ یونانیان باستان و برخی به مهاجران سوری که ۹۰۰ سال پیش به ایران وارد شدند، ارتباط می‌دهند [۶]. با وجود تکثیر غیرجنسی زیتون، عواملی نظیر ماهیت دگرگشتی، بروز جهش و تأثیرات محیطی در طی سال‌های متمادی، باعث ایجاد تنوع ارقام و فنوتیپ‌های گوناگون شده است [۲۶]. به دلیل تعداد زیاد ارقام موجود و به منظور آنالیز ژنتیکی برای توسعه راهکارهای مدیریتی حفاظت از منابع ژنتیکی و نیز حمایت از برجسب‌های کیفی ارقام تجاری نیاز به یک ابزار قدرتمند وجود دارد [۷]. هم‌اکنون در سراسر مناطق زیتون-خیز دنیا ارقام زیادی وجود دارند که در بسیاری از ویژگی‌ها با یکدیگر متفاوتند. تعیین و توصیف تنوع ژنتیکی موجود در گونه‌های باغی، خصوصاً برای زیتون که با وجود اختلالات محیطی هنوز ارقام بسیار قدیمی خود را حفظ کرده است، بسیار اهمیت دارد [۲۵]. این تنوع صفات باعث شده است تا بسیاری از ارقام یکسان در مناطق

مختلف با نام‌های متفاوت یا مترادف<sup>۲</sup> و یا ارقام مختلف با اسامی یکسان یا هم‌نام<sup>۳</sup> باشند، درحالی‌که از نظر خصوصیات با یکدیگر اختلاف زیادی دارند [۸]. اگرچه صفات ریخت‌شناسی تحت تأثیر عوامل محیطی و عملیات داشت هستند [۱۰]، با این حال، اولین و مهمترین مرحله برای توصیف و طبقه‌بندی خزانه ژنی زیتون هستند [۲۴].

در پژوهشی با استفاده از ۲۳ صفت ریخت‌شناختی به بررسی ۶۴ درخت زیتون که از ۲۱ ژنوتیپ مختلف گردآوری شده بودند، پرداخته شد و نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای این ژنوتیپ‌ها، شش گروه مجزا را نشان داد. وجود مترادف‌های متعدد که در نتیجه وجود تنوع فنوتیپی در شرایط زیست‌محیطی مختلف بین افراد یکسان به وجود آمده بود، گزارش شد [۲۱]. دو جمعیت زیتون بومی شمال کشور شامل 'زرد' و 'روغنی' را در هشت منطقه با شرایط اکولوژیکی مختلف گردآوری و داده‌های حاصل از صفات مورفولوژیک را با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مورد بررسی قرار شد. نتایج حاصل، تنوع زیاد بین ارقام ایرانی را نشان داد [۱۵]. همین‌طور از صفات ریخت‌شناختی در بررسی میزان قرابت ژنتیکی تعدادی از ژنوتیپ‌های ناشناخته خارجی موجود در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم با ارقام ایرانی استفاده شده است. نتایج حاصله، تنوع بسیار بالایی بین ارقام مورد بررسی و فاصله ژنتیکی معنی‌داری را نسبت به ارقام ایرانی نشان داد [۳]. یک-پارچه‌سازی نشانگرهای مولکولی و ریخت‌شناسی در بین ارقام زیتون مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل از آزمون متل<sup>۴</sup> همبستگی بالای بین این دو نشانگر را به دست داد [۱۲]. باتوجه به اینکه در مورد تنوع ژنتیکی ارقام بومی استان‌های گیلان و زنجان، خصوصاً در چند منطقه مختلف

2. Synonym  
3. Homonym  
4. Mantel

1. Oleaster

صفات مورد مطالعه در این تحقیق در جدول ۱ آورده شده است که ۱۲ تا صفت کمی و مابقی صفات کیفی هستند. ریخت‌شناسی اندام‌ها با توجه به معیارهایی که در توصیف‌نامه آورده شده است، تعیین و کدگذاری شدند. شماره کدها براساس توصیف‌نامه UPOV داده شد [۲۷]. در این توصیف‌نامه در صفات سه وضعیتی از اعداد سه، پنج و هفت به جای اعداد یک، دو و سه استفاده گردید. در این مطالعه، صفت میزان گوشت میوه علاوه بر صفات موجود در دستورالعمل‌های مربوطه اضافه شد. این صفت از تفاضل مقدار وزن میوه از هسته به دست آمد که نشان‌دهنده میزان گوشت میوه که صفتی کنسروی است، می‌باشد.

جهت بررسی تغییرات صفات مورد مطالعه در ارقام و درختان موجود در هر رقم از طرح آشیانه‌ای با آرایش طرح فاکتوریل عامل‌های رقم با چهار سطح ('ماری'، 'زرد'، 'شنگه' و 'روغنی') و منطقه با پنج سطح (طارم، گیلوان، علی‌آباد، منجیل و جمال‌آباد) استفاده شد. در هر منطقه از هر رقم حداقل چهار و حداکثر ۱۰ درخت مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. به منظور ارزیابی ارتباط بین صفات مورد مطالعه، ضریب همبستگی پیرسون برای صفات کمی و ضریب همبستگی اسپیرمن برای صفات کیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) محاسبه شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای تبیین ضرایب همبستگی بین صفات و کاهش تعداد متغیرها انجام شد و سپس نمودار دوبعدی با استفاده از مؤلفه‌های اصلی اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) رسم شد. در این پژوهش، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) و به دو منظور انجام گرفت: ۱ - جهت گروه‌بندی افراد درون ارقام مورد بررسی با ماتریس مربع فاصله اقلیدسی و با روش دورترین همسایه‌ها (نمودار

و به‌طور همزمان مطالعات کافی صورت نگرفته است، لذا هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی مناطق مختلف و میزان تنوع ژنتیکی در ارقام بومی و تجاری این استان‌ها و همین‌طور وجود یا عدم وجود مترادف و هم‌نام‌ها می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در استان‌های گیلان و زنجان انجام شد و چهار رقم از زیتون‌های بومی که بیشترین سطح کشت در این مناطق را دارا هستند، شامل 'زرد'، 'ماری'، 'روغنی' و 'شنگه' مورد ارزیابی ریخت‌شناسی قرار گرفتند. نمونه‌برداری طی ماه‌های شهریور و مهر در پنج منطقه مختلف (طارم، گیلوان، علی‌آباد، منجیل و جمال‌آباد) انجام شد. انتخاب درختان براساس نظر کارشناسان مربوطه و پلاک‌گذاری‌های روی درختان صورت گرفت. تعداد ۱۶۲ درخت سالم و عاری از آفت شامل ۴۵ درخت از رقم 'زرد'، ۳۸ درخت از رقم 'شنگه'، ۴۵ درخت از رقم 'روغنی' و ۳۴ درخت از رقم 'ماری' مورد ارزیابی قرار گرفت. بنابر توصیف‌نامه شورای بین‌المللی زیتون (IOC) [۱۸]، اتحادیه بین‌المللی حمایت از ارقام گیاهی (UPOV) [۲۷] و دستورالعمل ارائه شده توسط مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال [۲] نمونه‌برداری‌ها از سه قسمت درخت (برگ، میوه و هسته) انجام شد. تعداد ۴۰ برگ و میوه بالغ و سالم از شاخه‌های رو به جنوب و از ارتفاع ۱/۵ متری برداشت و جهت اندازه‌گیری به آزمایشگاه دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان منتقل گردید. بنابر دستورالعمل IOC، ۳۲ صفت مورد ارزیابی قرار گرفت که از میان این صفات، ۱۵ صفت ستاره-دار بودند. صفات ستاره‌دار صفاتی هستند که طی سال‌ها مطالعه و بررسی مشخص شده است که کمتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر، تغییر در یک صفت ستاره‌دار نتیجه تغییر در خزانه ژنی گیاه است [۲ و ۱۸].

## مهناز نظامیوند چگینی و همکاران

درختی حاصله آورده نشده است) و ۲ - جهت بررسی و تعیین فاصله ارقام هر منطقه از مناطق دیگر با استفاده از میانگین مقادیر صفات در افراد هر رقم در هر منطقه با روش متوسط همسایه نمودارهای درختی با روش متوسط همسایه‌ها ترسیم شد.

جدول ۱. فهرست صفات ریخت شناختی مورد مطالعه براساس استانداردهای IOC و UPOV برای بررسی تنوع ژنتیکی چهار رقم زیتون

| اندام | صفات   | نوع صفت |
|-------|--|---------|
| برگ   | طول، عرض، *شکل (طول/عرض)   | کمی     |
|       | طول، عرض، *شکل (طول/عرض)   | کمی     |
|       | وزن  | کمی     |
|       | تعداد عدسک (۱. کم و ۲. زیاد)   | کیفی    |
|       | اندازه عدسک (۳. کوچک، ۵. متوسط و ۷. بزرگ)                            | کیفی    |
|       | تقارن A <sup>۱</sup> (۳. متقارن، ۵. نسبتاً نامتقارن و ۷. نامتقارن)   | کیفی    |
|       | * پستانک (۳. ندارد، ۵. نوک جزئی و ۷. نوک آشکار)                      | کیفی    |
|       | نوک میوه (۱. نوک تیز، ۲. تیز ناقص و ۳. گرد)                          | کیفی    |
|       | * موقعیت بزرگترین قطر (۳. به سمت قاعده، ۵. مرکزی و ۷. به سمت نوک)    | کیفی    |
|       | طول، عرض، *شکل (طول/عرض)   | کمی     |
| میوه  | وزن  | کمی     |
|       | * تقارن A <sup>۱</sup> (۳. متقارن، ۵. نسبتاً نامتقارن و ۷. نامتقارن) | کیفی    |
|       | * تقارن B <sup>۱</sup> (۱. متقارن و ۲. نامتقارن)                     | کیفی    |
|       | * تعداد شیار (۳. کم، ۵. متوسط و ۷. زیاد)                             | کیفی    |
|       | * توزیع شیار (۱. منظم و ۲. پراکنده)                                  | کیفی    |
|       | * شکل نوک (۱. نوک تیز، ۲. تیز ناقص و ۳. گرد)                         | کیفی    |
|       | * شکل قاعده (۳. تخت، ۵. برجسته و ۷. گرد)                             | کیفی    |
|       | * برجستگی سطح (۳. صاف، ۵. زبر و ۷. ناهموار)                          | کیفی    |
|       | * موقعیت بزرگترین قطر (۳. به سمت قاعده، ۵. مرکزی و ۷. به سمت نوک)    | کیفی    |
|       | میزان گوشت   | کمی     |

† - سطحی از میوه زیتون که بیشترین نامتقارنی را نشان می‌دهد.

†† - ۹۰ درجه چرخش از سطح A

## به‌شادی گیاهان زراعی و باغی

دوره ۳ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۴

## نتایج

تجزیه واریانس صفات کمی نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات، اختلاف معنی‌داری وجود دارد و تنها برخی منابع تغییرات مربوط به برگ و طول هسته بود که اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۲). صفات وزن میوه و وزن هسته بیشترین میزان ضریب تغییرات را دارا بودند.

نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که بین صفات کیفی همبستگی چندانی وجود ندارد. از میان صفات کیفی، صفت تقارن A میوه با صفات شکل نوک میوه، تقارن A هسته و شکل نوک هسته (به ترتیب ۰/۹۶۴-، ۰/۸۲۹ و ۰/۶۳۹-) و سپس صفت شکل نوک میوه با صفت تقارن A هسته (۰/۷۸۳-)، بالاترین میزان همبستگی را داشتند (جدول همبستگی صفات کیفی آورده نشده است). صفات

کمی با بالاترین میزان همبستگی شامل صفت میزان گوشت با وزن میوه (۰/۹۹۴)، شاخص شکل هسته و شاخص شکل میوه (۰/۹۴۷) و بعد از آن صفات عرض میوه و وزن میوه (۰/۸۷۴) و همین‌طور صفت میزان گوشت با عرض میوه (۰/۸۷۴) بودند (جدول ۳). بین صفات طول و عرض میوه با وزن میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، با این حال صفت شاخص شکل میوه که از نسبت طول به عرض میوه به دست آمد با وزن میوه همبستگی منفی نشان داد که حاکی از تأثیر بیشتر عرض میوه بر صفت وزن میوه بود. در واقع میوه‌هایی با طول زیاد و عرض کم (شاخص شکل بالا)، وزن کمتری داشتند. همبستگی صفات مربوط به برگ با سایر صفات پایین و یا غیرمعنی‌دار بود.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی مورد بررسی در تنوع ژنتیکی چهار رقم مختلف زیتون

| صفات          | درجه آزادی |       |       |     | میانگین مربعات       |                     |                     |       |
|---------------|------------|-------|-------|-----|----------------------|---------------------|---------------------|-------|
|               | منطقه A    | رقم B | A × B | خطا | منطقه A              | رقم B               | A × B               | خطا   |
| ۱ عرض برگ     | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۱/۹۸ <sup>n.s</sup>  | ۱/۲۳ <sup>n.s</sup> | ۳/۸۷*               | ۱/۷۹  |
| ۲ طول برگ     | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۱۶۲/۲۱**             | ۸۸/۰۱**             | ۵۷/۶**              | ۱۷/۳۱ |
| ۳ شکل برگ     | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۰/۴۸ <sup>n.s</sup>  | ۰/۹*                | ۰/۲۸ <sup>n.s</sup> | ۰/۲۴  |
| ۴ طول میوه    | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۵۶/۶۶**              | ۶/۲۷ <sup>n.s</sup> | ۵/۵۴*               | ۲/۶۲  |
| ۵ عرض میوه    | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۱۵/۶۹**              | ۱۱/۸۹**             | ۲/۸۶*               | ۱/۴۶  |
| ۶ شکل میوه    | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۰/۴۱**               | ۰/۰۶**              | ۰/۰۵**              | ۰/۰۱  |
| ۷ طول هسته    | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۵۰/۱۵ <sup>n.s</sup> | ۳/۶۴**              | ۳/۹۶*               | ۲/۰۱  |
| ۸ عرض هسته    | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۳/۷۹**               | ۳/۰۹**              | ۰/۷۸**              | ۰/۲۶  |
| ۹ شکل هسته    | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۱/۸۵**               | ۰/۲۹**              | ۰/۱۸**              | ۰/۰۵۴ |
| ۱۰ وزن میوه   | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۴/۱۷**               | ۳/۵۸**              | ۱/۱۸*               | ۰/۵۳  |
| ۱۱ وزن هسته   | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۰/۰۶۹**              | ۰/۰۷۹**             | ۰/۰۴۱**             | ۰/۰۱۳ |
| ۱۲ میزان گوشت | ۴          | ۳     | ۱۱    | ۱۴۳ | ۶/۰۵**               | ۶/۷۸**              | ۱/۳۷**              | ۰/۲۳  |

جدول ۳. ضرایب همبستگی ساده بین صفات کمی مورد بررسی در تنوع ژنتیکی چهار رقم زیتون

| میزان     | وزن     | وزن     | شاخص    | عرض     | طول     | شاخص    | عرض     | طول     | شاخص  | طول     | عرض     | صفات       |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|------------|
| گوشه میوه | میوه    | میوه    | شکل     | شکل     | شکل     | شکل     | میوه    | میوه    | شکل   | برگ     | برگ     |            |
| هسته      | هسته    | هسته    | هسته    | هسته    | هسته    | میوه    | میوه    | میوه    | میوه  | برگ     | برگ     |            |
| ۱         | ۰/۶۸۶** | ۰/۹۹۴** | ۰/۱۸۳*  | ۰/۵۹۰** | ۰/۱۹۳*  | ۰/۶۹۴** | ۰/۸۷۴** | ۰/۴۹۴** | ۰/۰۵۳ | ۰/۱۱۴   | ۰/۱۱۳   | میزان گوشه |
|           | ۱       | ۰/۷۶۴*  | ۰/۲۰۶** | ۰/۸۸۵** | ۰/۳۳۱** | ۰/۶۳۵** | ۰/۶۳۵** | ۰/۲۶۶** | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۶۷   | ۰/۰۸۲   | وزن هسته   |
|           |         | ۱       | ۰/۱۹۴*  | ۰/۶۴۶** | ۰/۲۲۳** | ۰/۸۷۴** | ۰/۴۹۹** | ۰/۶۹۷** | ۰/۰۴۱ | ۰/۰۹۱   | ۰/۰۸۷   | وزن میوه   |
|           |         |         | ۱       | ۰/۶۹۸** | ۰/۱۹۵*  | ۰/۹۴۷** | ۰/۵۰۸** | ۰/۰۹۸   | ۰/۰۵۷ | ۰/۰۶۶   | ۰/۰۵۹   | شکل هسته   |
|           |         |         |         | ۱       | ۰/۸۱۸** | ۰/۶۶۹** | ۰/۷۵۱** | ۰/۰۹۸   | ۰/۰۵۷ | ۰/۰۶۶   | ۰/۰۶۳   | عرض هسته   |
|           |         |         |         |         | ۱       | ۰/۷۹۷** | ۰/۱۳۱   | ۰/۸۶۴** | ۰/۱۴۱ | ۰/۰۷۴   | ۰/۱۳۱   | طول هسته   |
|           |         |         |         |         |         | ۱       | ۰/۶۰۹** | ۰/۶۴۴** | *۰/۱۸ | ۰/۱۱۳   | ۰/۱۴۰   | شکل میوه   |
|           |         |         |         |         |         |         | ۱       | ۰/۲۰۳** | ۰/۱۰۵ | ۰/۰۶۷   | *۰/۱۵۷  | عرض میوه   |
|           |         |         |         |         |         |         |         | ۱       | ۰/۱۱۲ | ۰/۱۹۷*  | ۰/۰۱۸   | طول میوه   |
|           |         |         |         |         |         |         |         |         | ۱     | ۰/۴۲۵** | ۰/۷۲۸** | شکل برگ    |
|           |         |         |         |         |         |         |         |         |       | ۱       | ۰/۲۷۴** | طول برگ    |
|           |         |         |         |         |         |         |         |         |       |         | ۱       | عرض برگ    |

\* - معنی دار شدن ضرایب در سطح احتمال ۵ درصد

\*\* - معنی دار شدن ضرایب در سطح احتمال ۱ درصد

بررسی تنوع ژنتیکی چهار رقم زیتون از طریق نشانگرهای ریخت‌شناختی

میوه، عرض هسته، وزن میوه، وزن هسته، میزان گوشت، تعداد عدسک و موقعیت بزرگترین قطر هسته بودند و مؤلفه سوم شامل صفات عرض برگ، طول برگ، شاخص شکل برگ، اندازه عدسک، موقعیت بزرگ‌ترین قطر میوه، توزیع شیار هسته و موقعیت بزرگ‌ترین قطر هسته بودند (جدول ۴).

براساس نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی سه مؤلفه به دست آمد که در مجموع توانستند ۹۱/۹۳ درصد از واریانس کل را توجیه کنند (جدول ۴). مؤلفه اول شامل صفات طول میوه، شاخص شکل میوه، طول هسته، شاخص شکل هسته، تقارن A میوه، وجود پستانک، شکل نوک میوه، تقارن A هسته، تقارن B هسته، شکل نوک هسته و شکل قاعده هسته، مؤلفه دوم شامل صفات عرض

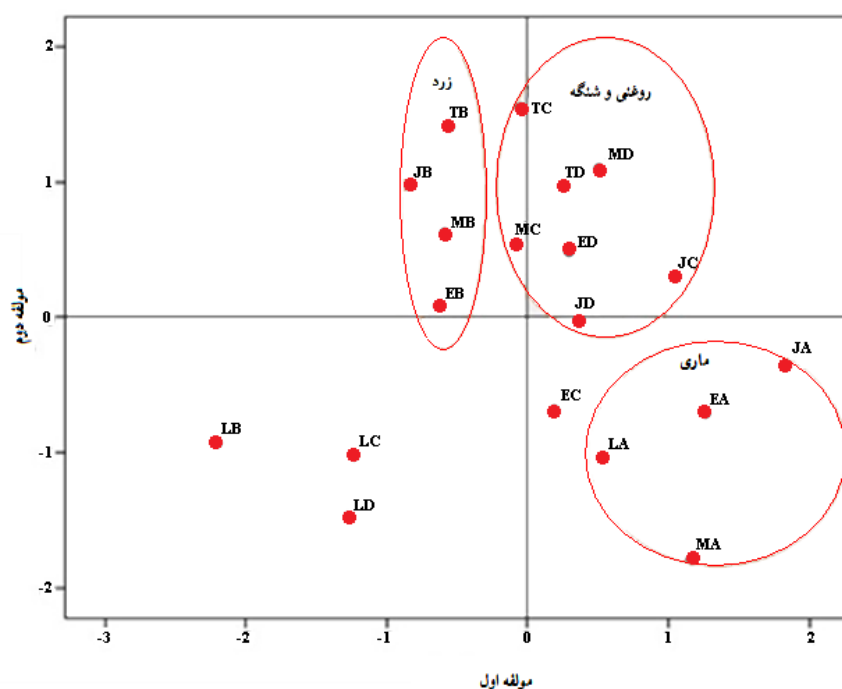
جدول ۴. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای کلیه صفات مورد بررسی در تنوع ژنتیکی چهار رقم مختلف زیتون

| میزان اشتراک | مؤلفه ۳ | مؤلفه ۲ | مؤلفه ۱ | صفات                     | میزان اشتراک | مؤلفه ۳ | مؤلفه ۲ | مؤلفه ۱ | صفات             |
|--------------|---------|---------|---------|--------------------------|--------------|---------|---------|---------|------------------|
| ۰/۶۸۹        | ۰/۷۵۶   | -۰/۱۹۱  | ۰/۲۸۵   | اندازه عدسک              | ۰/۲۷۰        | ۰/۴۴۵   | ۰/۱۲۱   | -۰/۲۴۰  | عرض برگ          |
| ۰/۸۳۳        | ۰/۲۰۸   | -۰/۱۴۰  | ۰/۸۷۷   | تقارن A میوه             | ۰/۹۹۹        | ۰/۹۶۹   | ۰/۲۱۹   | ۰/۱۰۹   | طول برگ          |
| ۰/۳۵۷        | ۰/۴۱۴   | -۰/۰۹۱  | ۰/۴۲۱   | وجود پستانک              | ۰/۲۴۳        | ۰/۴۱۱   | ۰/۰۲۵   | ۰/۲۷۱   | شاخص شکل برگ     |
| ۰/۸۹۶        | -۰/۲۹۳  | ۰/۲۰۸   | -۰/۸۷۶  | شکل نوک میوه             | ۰/۹۸۲        | ۰/۰۳۰   | ۰/۴۱۸   | ۰/۸۹۸   | طول میوه         |
| ۰/۳۱۱        | ۰/۴۳۳   | -۰/۱۰۹  | ۰/۳۳۵   | موقعیت بزرگترین قطر میوه | ۰/۹۷۳        | -۰/۰۵۵  | ۰/۸۷۸   | -۰/۴۴۵  | عرض میوه         |
| ۰/۴۵۰        | -۰/۰۴۵  | -۰/۰۷۵  | ۰/۶۶۵   | تقارن A هسته             | ۰/۹۷۰        | ۰/۰۳۹   | -۰/۳۱۸  | ۰/۹۳۱   | شاخص شکل میوه    |
| ۰/۲۳۳        | -۰/۰۲۷  | ۰/۳۳۸   | ۰/۳۴۴   | تقارن B هسته             | ۰/۹۶۸        | -۰/۱۷۹  | ۰/۰۷۷   | ۰/۹۶۴   | طول هسته         |
| ۰/۱۸۴        | -۰/۰۴۲۳ | ۰/۰۱۱   | -۰/۰۶۷  | تعداد شیار               | ۰/۷۸۱        | -۰/۲۱۳  | ۰/۶۴۰   | -۰/۵۷۱  | عرض هسته         |
| ۰/۱۵۴        | ۰/۳۴۴   | -۰/۰۷۰  | -۰/۱۷۵  | توزیع شیار               | ۰/۹۴۳        | ۰/۰۱۹   | -۰/۲۷۴  | ۰/۹۳۱   | شاخص شکل هسته    |
| ۰/۶۰۸        | ۰/۰۸۵   | -۰/۲۴۶  | -۰/۷۳۵  | شکل نوک هسته             | ۰/۹۷۳        | -۰/۰۹۱  | ۰/۹۷۷   | -۰/۰۹۷  | وزن میوه         |
| ۰/۶۲۵        | ۰/۴۱۹   | -۰/۲۱۴  | ۰/۶۳۵   | شکل قاعده هسته           | ۰/۶۶۷        | -۰/۴۳۹  | ۰/۶۸۲   | -۰/۰۹۲  | وزن هسته         |
| ۰/۱۲۳        | -۰/۳۱۴  | ۰/۰۶۴   | ۰/۱۴۱   | موقعیت بزرگترین قطر هسته | ۰/۹۷۱        | -۰/۰۳۳  | ۰/۹۸۰   | -۰/۰۹۵  | میزان گوشت       |
| ۰/۴۶۹        | ۰/۴۰۰   | ۰/۵۵۱   | ۰/۰۷۲   | برجستگی سطح هسته         | ۰/۵۴۵        | ۰/۱۸۵   | ۰/۵۷۴   | ۰/۴۲۶   | تعداد عدسک       |
|              |         |         |         |                          |              | ۱۰/۵۴   | ۲۴/۶۶   | ۵۷/۴۱۴  | واریانس          |
|              |         |         |         |                          |              | ۹۱/۹۳   | ۸۱/۴۸   | ۵۷/۴۱۴  | واریانس<br>تجمعی |

اصلی را نشان می‌دهد که باتوجه به مقادیر صفات کیفی و همین‌طور میانگین صفات هر خوشه که در جدول ۵ آورده شده است، صفات جداکننده این دو خوشه شامل طول، عرض و وزن هسته (صفات کمی) هم‌چنین صفات تقارن A میوه، قطر میوه و تقارن A هسته (صفات کیفی) بودند، ژنوتیپ‌های واقع در اولین خوشه اصلی دارای میوه‌هایی کشیده و یا تخم‌مرغی و نسبتاً نامتقارن تا متقارن و همین‌طور دارای هسته‌های کشیده با عرض و وزن کمتر از ژنوتیپ‌های خوشه اصلی دوم بودند. این خوشه شامل سه زیرخوشه بود که تفکیک آنها براساس صفات کمی عرض میوه، شاخص شکل میوه و میزان گوشت میوه بود. خوشه اصلی دوم شامل ژنوتیپ‌هایی با میوه‌هایی کروی و یا تخم‌مرغی و متقارن تا نسبتاً نامتقارن و هسته‌هایی کوتاه‌تر و با عرض و وزن بیشتر بود.

میزان اشتراک اکثر صفات بالاست که این امر نشان‌دهنده انتخاب مناسب تعداد مؤلفه‌ها می‌باشد، زیرا میزان اشتراک در حقیقت قسمتی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مرتبط می‌باشد و بالا بودن آن، انتخاب مطلوب تعداد عامل‌ها را نشان می‌دهد (جدول ۵). براساس مؤلفه‌های اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، نمودار دویبعدی رسم شد که در این نمودار ارقام 'ماری' و 'زرد' به خوبی تفکیک شدند (شکل ۱). ارقام 'روغنی' و 'سنگه' با هم در یک محدوده قرار گرفتند. ارقام 'زرد'، 'سنگه' و 'روغنی' منطقه علی‌آباد به طور جداگانه از ارقام مشابه و در نزدیکی هم قرار گرفتند.

نتیجه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی افراد، شش گروه مجزا را معین کرد. نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات ریخت‌شناختی وجود دو خوشه



شکل ۱. دیاگرام پراکنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی براساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم: حروف L, M, E, T و J به ترتیب نشان‌دهنده نام مناطق علی‌آباد، گیلوان، منجیل، طارم و جمال‌آباد و حروف A, B, C و D به ترتیب نشان‌دهنده رقم‌های 'ماری'، 'زرد'، 'سنگه' و 'روغنی' است.

(J = باغ جمال‌آباد، M = باغ مطهری گیلوان، E = باغ اتکای منجیل، T = باغ طارم و L = باغ علی‌آباد)

## به‌شادی گیاهان زراعی وبانی

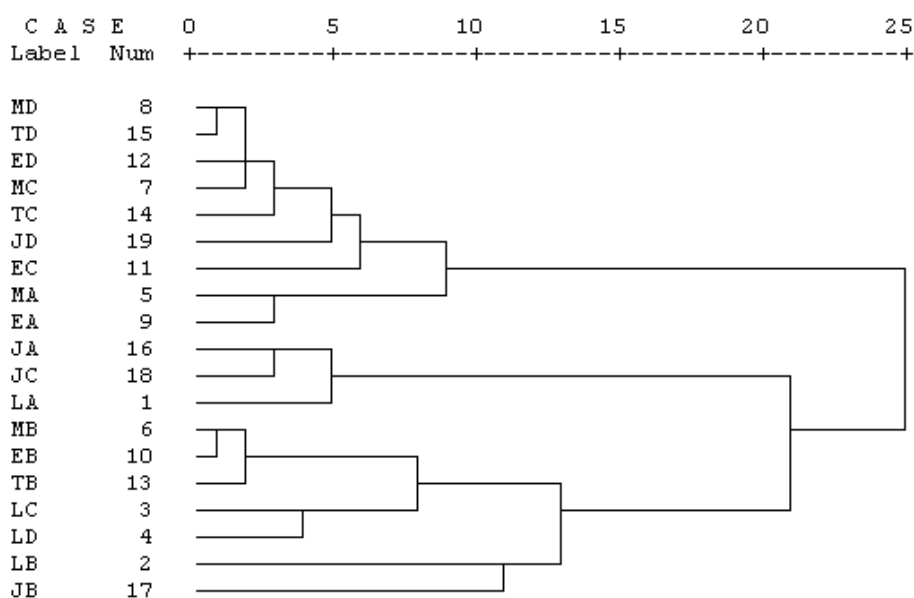


## بررسی تنوع ژنتیکی چهار رقم زیتون از طریق نشانگرهای ریخت‌شناختی

رسم شد (شکل ۲). بیشترین فاصله را ارقام زرد علی‌آباد با روغنی گیلوان (۰/۹۷۲)، زرد علی‌آباد با شنگه طارم (۰/۹۶۵)، زرد جمال‌آباد با شنگه طارم (۰/۹۵۷) و ماری علی‌آباد با شنگه طارم (۰/۹۵۰)، ماری جمال‌آباد با شنگه گیلوان (۰/۸۹۳)، زرد علی‌آباد با ماری منجیل (۰/۸۹۱)، زرد جمال‌آباد با روغنی گیلوان (۰/۸۸۴)، زرد علی‌آباد با روغنی طارم (۰/۸۷۶)، زرد جمال‌آباد با شنگه گیلوان (۰/۸۷۰)، زرد جمال‌آباد با شنگه منجیل (۰/۸۶۶)، زرد علی‌آباد با شنگه گیلوان (۰/۸۳۰)، ماری علی‌آباد با شنگه گیلوان (۰/۸۲۴) و کمترین فاصله را ارقام زرد منجیل با زرد گیلوان (۰/۰۰۴)، روغنی منجیل با روغنی طارم (۰/۰۱۳)، شنگه گیلوان با روغنی طارم (۰/۰۱۷)، زرد گیلوان با زرد طارم (۰/۰۲۰)، روغنی گیلوان با روغنی منجیل (۰/۰۳۱)، روغنی منجیل با روغنی جمال‌آباد (۰/۰۳۲)، زرد منجیل با زرد طارم (۰/۰۳۴) و شنگه طارم با روغنی طارم (۰/۰۳۵) داشتند.

این خوشه نیز به سه زیرخوشه تقسیم شد که زیرخوشه اول دارای بیشترین وزن هسته و زیرخوشه سوم دارای کمترین وزن هسته بود. باتوجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، مشاهده می‌شود که همه صفات جداکننده خوشه‌ها در فاکتورهای اول و دوم نیز وجود دارد. پس از رسم خط برش در نقطه ۱۲ فاصله مربع اقلیدسی رقم ماری سه خوشه نزدیک به هم را تشکیل داد. خوشه چهارم و پنجم شامل افراد ارقام 'روغنی' و 'شنگه' بودند و این دو رقم خوشه‌ای جداگانه تشکیل ندادند، لازم به ذکر است که تنوع ژنتیکی بالا در درون ارقام 'شنگه' قبلاً گزارش شده است [۱۶]، به طوری که در آن پژوهش این رقم به چهار خوشه کاملاً مجزا تفکیک گردیده است. در نهایت خوشه ششم شامل افراد رقم 'زرد' و بیشترین یکنواختی را دارا بودند.

به منظور بررسی و تعیین فاصله رقم‌های هر منطقه از مناطق دیگر، نمودار درختی دیگری با استفاده از مقادیر میانگین صفات ارقام در هر منطقه با روش متوسط همسایه



شکل ۲. نمودار درختی حاصل از میانگین ارقام در منطقه به روش average linkage: حروف L, M, E, T و J به ترتیب نشان‌دهنده نام مناطق علی‌آباد، گیلوان، منجیل، طارم و جمال‌آباد و حروف A, B, C و D به ترتیب نشان‌دهنده رقم‌های 'ماری'، 'زرد'، 'شنگه' و 'روغنی' است.

## به‌شادی گیاهان زراعی وبانگی

## بحث

وجود اختلاف معنی‌دار تأییدکننده قدرت تشخیص صفات کمی به‌کار برده شده، جهت شناسایی ارقام مختلف زیتون است [۴]. در دیگر مطالعات، اختلاف معنی‌دار بین همه صفات کمی مورد بررسی گزارش شده است [۵ و ۱۷] و بالاترین میزان ضریب تنوع به صفت وزن میوه اختصاص داشت [۱۷]. بنابراین بین افراد از لحاظ این صفات بیشترین میزان تنوع وجود داشت. صفات عرض و شاخص شکل برگ در نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، صفات مربوط به برگ دارای ضریب تنوع پایینی بودند و همبستگی آنها با سایر صفات پایین و یا غیرمعنی-دار بود. این صفات در گروه‌بندی و تفکیک ارقام میزان تأثیر کمتری از سایر صفات داشتند. در پژوهش دیگر، توانایی بالای صفات کیفی مربوط به میوه و هسته در تفکیک ارقام مشاهده شد. دلیل تأثیر کمتر صفات مربوط به برگ در تفکیک ارقام را شرایط متنوع ریزاقلیمی و عوامل کشاورزی دانسته‌اند که احتمالاً این عوامل می‌توانند روی ریخت‌شناسی برگ مؤثر باشند [۱۲].

همبستگی بالای صفت وزن میوه با صفت نسبت گوشت به هسته گزارش شده و چنین نتیجه گرفته‌اند که میوه‌های با وزن بیشتر دارای افزایش بیشتر در میزان گوشت هستند تا افزایش در وزن هسته [۱۹]. صفت میزان گوشت همبستگی بالایی با صفت وزن میوه نشان داد، درحالی‌که همبستگی معنی‌داری با صفت وزن هسته نداشت. همچنین بین صفات اندازه میوه (طول، قطر و نسبت گوشت به هسته) همبستگی بالایی وجود داشت [۱۳]. چنانکه از جدول ضرایب همبستگی مشاهده می‌شود، صفات درون هر مؤلفه با هم همبستگی بالا و معنی‌داری دارند.

بنابراین می‌توان گفت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توانسته است به خوبی صفات را گروه‌بندی کند. نتایج

حاصل از گروه‌بندی ارقام به وسیله تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای با هم مطابقت داشتند. می‌توان گفت که صفاتی که در این دو مؤلفه وجود دارند، مؤثرترین صفات در گروه‌بندی ارقام هستند و در واقع تجزیه به مؤلفه‌های اصلی توانسته است به خوبی صفات مؤثر را شناسایی و بدین ترتیب باعث کاهش تعداد صفات شود.

از میان صفات کیفی، صفات شکل نوک میوه، شکل نوک هسته و شکل قاعده هسته از جمله مهمترین صفات در تفکیک ارقام از یکدیگر بودند. شکل نوک میوه در رقم 'ماری' شکلی برجسته داشت، درحالی‌که در سایر ارقام شکل نوک میوه به صورت گرد بود. شکل قاعده هسته در رقم 'زرد' به صورت تخت و در رقم 'ماری' به صورت برجسته و ارقام 'شنگه' و 'روغنی' شکل قاعده‌ای گرد داشتند. ارقام 'ماری' و 'زرد' جزو ارقام تجاری هستند که به نظر می‌رسد عملیات اصلاحی و انتخاب درختان برتر از نظر عملکرد و سپس تکثیر غیرجنسی آنها باعث ایجاد یکنواختی بیشتر این ارقام شده باشد. رقم 'ماری' دارای جمعیتی نسبتاً همگون با میوه‌هایی کشیده که مصرف کنسروی دارد [۱]. رقم‌های مورد بررسی از مهمترین ارقام بومی استان‌های گیلان و زنجان هستند.

نام‌گذاری در درختان زیتون براساس صفات مورفولوژی آنها صورت گرفته است و از آنجا که ارقام 'شنگه' و 'روغنی' دارای پیچیدگی و تنوع زیاد در بروز صفات مورفولوژی می‌باشند، شاید علت وجود اشتباهات زیاد در نام‌گذاری آنها همین باشد و نیز به دلیل تعداد کم درختان شنگه در باغ ایستگاه تحقیقات زیتون طارم این درختان نیز نزدیکی زیادی با رقم روغنی نشان داده‌اند. همچنین رقم 'ماری' در خوشه‌ای مجزا، درحالی‌که ارقام 'گلوله'، 'روغنی' و 'شنگه' در خوشه‌های مختلف توزیع شدند و نتوانستند خوشه‌های مجزا تشکیل دهند [۲۳]. آنها

زیتون ایرانی با مطالعه صفات ریخت‌شناسیک و نشانگرهای مولکولی RAPD. زیست‌شناسی ایران. ۲۴(۶): ۸۷۹-۸۶۸.

۲. بی‌نام (۱۳۸۶) دستورالعمل‌های ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری در زیتون. کارگروه تخصصی زیتون. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال. ۲۵ ص.

۳. ترک‌زبان ب، عطایی س، صبوراغ، عظیمی م و حسینی مزینانی س م (۱۳۸۹) بررسی تنوع برخی ژنوتیپ‌های ناشناخته زیتون در کلکسیون ایستگاه تحقیقات طارم با استفاده از مارکرهای ریخت‌شناسیک. زیست‌شناسی ایران. ۲۳(۴): ۵۳۱-۵۲۰.

۴. دستکار ا، سلیمانی ع، جعفری ح و نقوی م ر (۱۳۹۱) تجزیه تابع تشخیص و خوشه‌ای رقم‌های زیتون براساس توصیف‌نامه IOC. علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۳(۳): ۲۷۰-۲۵۹.

۵. سیستانی ف، رمضان‌پور س، سلطانلو ح و سیفی ا (۱۳۹۱) تجزیه خوشه‌ای و تجزیه واریانس در ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های زیتون برای صفات کمی. ویژه‌نامه دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران. صص. ۵-۱.

۶. صادقی ح (۱۳۸۱) کاشت، داشت و برداشت زیتون. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی. معاونت امور باغبانی. ۴۱۴ ص.

7. Abdelhamid S, Grati-kamiun N, Marra F and Caruso T (2011) Genetic similarity among Tunisian cultivated olive estimated through SSR markers. Scientia Agricola. 70(1): 33-38.

8. Bartolini G, Prevost G, Messeri C and Carignani G (1999) Olive cultivar names and synonyms and collections detected in a literature review. Acta Horticulturae. 474: 159-162.

علت این امر را وجود تنوع ژنتیکی بالا و یا وجود اشتباهات در نام‌گذاری دانستند. عدم تشکیل خوشه‌های مجزا براساس ارقام و مناطق، می‌تواند به دلیل قابل تلاقی بودن آنها و یا به واسطه جد مشترک بین ارقام و ارتباط خویشاوندی آنها باشد [۸].

باتوجه به نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای و دیاگرام پراکنش افراد براساس دو مؤلفه اصلی اول، مناطق طارم، گیلوان و منجیل مشابهت زیادی با هم نشان دادند که باتوجه به دمای پایین‌تر و همین‌طور خصوصیات خاک این مناطق، شاید این مشابهت‌ها را توجیه نمود. دو منطقه علی-آباد و جمال‌آباد دارای آب و هوای گرم‌تر بودند، ولی منطقه علی‌آباد منطقه‌ای مرتفع‌تر و دارای بافت خاک شنی و تنها باغ دارای سیستم آبیاری قطره‌ای بود (باغ اتکای منجیل نیز دارای آبیاری قطره‌ای در برخی از قطعات جز قطعه مورد بررسی در تحقیق حاضر بود). میزان آب در دسترس و همین‌طور میزان بارندگی بر روی صفات مورفولوژی و فنولوژی درختان مؤثر است [۶]. به نظر می‌رسد عوامل زراعی و اقلیمی متفاوت در این منطقه، باعث جدایی این منطقه از سایر مناطق باشد. به عنوان مثال، در منطقه علی‌آباد به دلیل کمبود میزان آب در دسترس و همین‌طور بالا بودن میزان تعرق، مشاهده می‌شود که تعداد عدسک (که در تعرق میوه نقش دارد) و وزن میوه و هسته در درختان این منطقه، کمتر از سایر مناطق است. در مجموع میزان یکنواختی در باغ زیتون مادری علی‌آباد بیش از سایر باغ‌ها بود. باغ علی‌آباد باغ مادری است و در احداث آن سعی شده است که افراد هر رقم به صورت کلون باشد.

## منابع

۱. ابدالی ا، حسینی مزینانی م، عطایی س، حسینی س م و نقوی م ر (۱۳۹۰) بررسی میزان تنوع در چهار رقم

9. Besnard G and Berville A (2000) Multiple origins for Mediterranean olive (*Olea europaea* L.-ssp. *europaea*) based upon mitochondrial DNA polymorphisms. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Sciences de la Vie – Life Sciences*. 323: 173-181.
10. Besnard G, Khadari B, Baradat P and Berville A (2002) *Olea europaea* (oleaceae) phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism. *Theoretical and Applied Genetics*. 104: 1353-1361.
11. Contento A, Ceccarelli M, Gelati M.T, Maggini F, Baldoni L and Cioninin PG (2002) Diversity of *Olea* genotypes and the origin of cultivated olives. *Theoretical and Applied Genetics* 104: 1229-1238.
12. D'Imperio M, Viscosi V, Scarano M-T, D'Andrea M, Zullo BA and Pilla F (2011) Integration between molecular and morphological markers for the exploitation of olive germplasm (*Olea europaea*). *Scientia Horticulturae*. 130: 229-240.
13. Fanizza G (1982) Genetic variability and fruit character association in table olives (*Olea europaea*). *Riv. Ortoflorofruit*. 66: 115-120.
14. Green PS (2002) A revision of *Olea* L. (Oleaceae). *Kew Bulletin*. 57: 91-140.
15. Hosseini- Mazinani SM and Samaee M (2004) Evaluation of olive germplasm in Iran on the basis of morphological traits: Assessment of Zard and Roghani cultivars. *Acta Hort*. 634: 145-151.
16. Hosseini- Mazinani SM and Samaee M (2004) Multivariate analyses of intra-cultivar variation of a local olive cultivar in the Northern part of Iran using morphological traits. *Acta Horticulture*. 791: 65-71.
17. Ibtissem L and Messaoud M (2014) Phenotypic diversity of some olive tree progenies issued from a Tunisian breeding program. *European Scientific Journal*. 10(6): 292-313.
18. International Olive Oil Council [IOOC] (2003) Trade standard applying to olive oil and olive pomace oil. Available at: <http://www.internationaloliveoil.org> [Accessed Dec. 5, 2003].
19. Leon L, Martin LM and Rallo L (2004) Phenotypic correlations among agronomic traits in olive progenies. *American Society for Horticultural Science*. 129(2): 271-276.
20. Lumaret R, Ouazzani N, Michaud H and Villemur P (1997) Cultivated olive and oleaster: two very closely connected partners of the same species (*Olea europea*). Evidence from enzyme polymorphism. *Bocconea*. 7: 39-42.
21. Milotic A, Setic E, Persuric D, Poljuha D, Sladonja B and Brscic K (2005) Identification and characterization of autochthonous olive varieties in Istria (Croatia). *Annales*. Pp. 251-256.
22. Mulas M and Deidda P (1998) Domestication of woody plants from Mediterranean maquis to promote crops for mountain lands. *Acta Horticulturae*. 457: 295-301.
23. Noormohammadi Z, Hosseini-Mazinani M, Trujillo I, Rallo L, Blaj A and Sadeghizadeh M (2007) Identification and classification of main Iranian olive cultivars using microsatellite markers. *Horticultural Science*. 42(7): 1545-1550.
24. Rotondi A and Magli M (1999) Valutazione comparativa della sensibilità a minime temperature critiche di cultivar di olive della Romagna. *Olive & Oil*. 1: 48-54.
25. Rotondi A, Magli M, Riccionini C and Baldoni L (2003) Morphological and molecular analyses for the characterization of a group of Italian olive cultivars. *Euphytica*. 132: 129-137.

26. Rouppevander Voort JN, Van Eck AM, Draaistravan J, Zandvoort PM, Jacobsen E and Bakker K (1998) An online catalogue of AFLP markers covering the potato genome. *Molecular Breeding*. 4: 73-77.
27. U.P.O.V. (1985) Principes directeurs pour la conduit de lexamen des carateres distinctifs, de l'homogeneite et de la stabilite de l' Olivier *Olea europaea* L. Union international pour la protection des Obtentions Vegetales (UPOV). 21p.
28. Zohary D and Spiegel-Roy P (1975) Beginning of fruit growing in the old world. *Science*. 187: 319-327.