



نقش ریز مغذی‌ها در بهینه‌سازی تغذیه تلفیقی در درختان زیتون

جواد سرحدی^۱، صابر حیدری^{۲*}، مهری شریف^۳

^{۱،۲،۳} بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

* نویسنده مسئول: s.heydari@areeo.ac.ir

چکیده

تبادل ناکافی عناصر غذایی در باغ‌های زیتون واقع در اقلیم‌های نیمه‌خشک، پتانسیل عملکرد را به شدت محدود کرده و با کاهش کیفیت میوه، پایداری اقتصادی تولید را تضعیف می‌کند. این مشکل ریشه در نارسایی روش‌های مرسوم کوددهی دارد که اغلب نقش حیاتی ماده آلی خاک و ریز مغذی‌ها را نادیده می‌گیرند. این پژوهش یک چارچوب علمی و کاربردی مبتنی بر مدیریت تلفیقی عناصر غذایی ارائه می‌دهد که بر پایه ترکیب بهینه کودهای شیمیایی پرمصرف و کم مصوف و کودهای آلی ضروری استوار است. برای اجرای این راهکار در باغ، گام اول، انجام آزمون خاک برای شناسایی کمبودها و نیازهای خاص باغ است. پس از آن، ترکیبی از کود دامی کاملاً پوسیده، کودهای شیمیایی اصلی جهت تامین عناصر N، P، K و Mg به ترتیب شامل سولفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و سولفات منیزیم و ریز مغذی‌های کلیدی شامل کلات آهن، سولفات منگنز و سولفات روی برای هر درخت، در اواخر زمستان و از طریق روش چالکود در محدوده توسعه ریشه درختان اعمال شد. تیمارهای اعمال شده شامل تیمار شاهد (T1) (روش مرسوم باغداران)، تیمار T2 (کود شیمیایی و دامی بدون ریز مغذی‌ها) و تیمار T3 (شامل کودهای شیمیایی، دامی و ریز مغذی‌ها) مورد ارزیابی قرار گرفت. در باغ‌های زیتون جنوب استان کرمان، نتایج قابل توجهی همچون افزایش عملکرد تا بیش از ۷۰ درصد نسبت به شاهد، بهبود معنی‌دار در ابعاد و وزن میوه و ارتقای غلظت عناصر غذایی در برگ‌ها را به دنبال داشته است. این دستاورد، راهکارهای عملی برای دستیابی به کشاورزی کارآمد، پایدار و سودآور در باغ‌های زیتون ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی: کودهای شیمیایی، کودهای آلی، تغذیه تلفیقی



بیان مساله

درخت زیتون (*Olea europaea* L.)، با قدمتی دیرینه در تاریخ کشاورزی بشر، به عنوان یکی از گونه های کلیدی و استراتژیک در بوم نظام های کشاورزی مناطق با اقلیم مدیترانه ای و نیمه خشک، از اهمیت اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی ویژه ای برخوردار است (حسینی مزینانی و همکاران، ۲۰۱۴). با این حال، در بسیاری از مناطق زیتون کاری، از جمله جنوب استان کرمان، دستیابی به عملکرد مطلوب و پایدار با چالش های جدی، به ویژه در زمینه مدیریت تغذیه، مواجهه است. شیوه های سنتی تغذیه، که اغلب شامل کاربرد نامنظم کودهای دامی و یا استفاده سطحی و بدون برنامه از کودهای شیمیایی است، بدون توجه به نیاز واقعی درخت و نتایج آزمون خاک، منجر به عدم تعادل عناصر مغذی در خاک می شود. این امر، دسترسی گیاه به مواد غذایی ضروری در مراحل حساس رشد را کاهش داده و پیامدهایی نظیر افت عملکرد کمی و کیفی، کاهش اندازه و یکنواختی میوه و کاهش درصد روغن را به دنبال دارد. علاوه بر این، درختانی که از تغذیه متعادل برخوردار نیستند، نسبت به تنش های محیطی و آفات و بیماری ها آسیب پذیرتر می شوند.

یکی از مشکلات اساسی در تغذیه باغ های زیتون، عدم توجه کافی به اهمیت و ضرورت پیاده سازی مدیریت تلفیقی عناصر غذایی (¹INM) است (زیپوری و همکاران، ۲۰۲۰). در حالی که کودهای شیمیایی، به ویژه انواع تک عنصری، قادرند به سرعت عناصر غذایی خاصی را در اختیار گیاه قرار دهند، اتکای صرف به کودهای شیمیایی، با وجود تأمین سریع برخی عناصر، می تواند در درازمدت به تخریب ساختمان خاک، کاهش ماده آلی، و برهم خوردن تعادل میکروبی خاک منجر شود. از سوی دیگر، کودهای آلی نظیر کود دامی و کمپوست، ضمن آزادسازی تدریجی عناصر، به بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک شایانی می کنند (روسوس و همکاران، ۲۰۱۷). اما ممکن است به تنهایی نتوانند تمامی نیازهای درختان پرمحصول را در کوتاه مدت برآورده سازند.

علاوه بر عناصر پرمصرف (ماکروالمنت ها) نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، نقش حیاتی و غیرقابل انکار عناصر کم مصرف (میکروالمنت ها) مانند آهن، روی، منگنز، بر و مس در فرآیندهای فیزیولوژیکی متعدد گیاه، از جمله فتوسنتز، تنفس، فعالیت آنزیمی، تولید هورمون های رشد، و مقاومت به تنش ها، غالباً نادیده گرفته می شود. کمبود این عناصر، حتی در صورت فراهمی کافی عناصر پرمصرف، می تواند به عنوان یک عامل محدودکننده جدی برای رشد رویشی، گل دهی، تشکیل میوه و کیفیت نهایی محصول عمل کند. به عنوان مثال، کمبود آهن (کلروز آهن) در خاک های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک بسیار شایع بوده و تأثیر منفی مستقیمی بر تولید کلروفیل و در نتیجه کاهش ظرفیت فتوسنتزی درخت دارد (مازه و همکاران، ۲۰۲۱).

در نتیجه، بهره وری و پایداری بسیاری از باغ های زیتون به دلیل نبود یک برنامه تغذیه ای تلفیقی یکپارچه، با چالش جدی روبرو است. یک برنامه ایده آل باید بر اساس آزمون خاک و برگ، ترکیبی بهینه و هم افزا از سه جزء کلیدی را فراهم کند، که شامل عناصر پرمصرف، ریزمغذی های ضروری و مواد آلی است. چنین رویکردی تضمین می کند که نیازهای واقعی درخت در مراحل مختلف رشد به شکلی متوازن تأمین شود. این خلاء، لزوم پژوهش های کاربردی برای ارائه و ترویج راهکارهای عملی و نوین در زمینه تغذیه باغات زیتون را برجسته می سازد (زیپوری و همکاران، ۲۰۲۰).



معرفی دستاورد یا راهکار

دستاورد ارائه شده در این نوشتار، یک نظام تغذیه‌ای یکپارچه برای باغ‌های زیتون است که با هدف بهینه‌سازی پایدار عملکرد و ارتقای شاخص‌های کیفی میوه، بر مبنای اصول علمی و یافته‌های پژوهشی مستند تدوین گردیده است. این راهکار، با ارائه یک برنامه جامع و متناسب با نیازهای واقعی درخت، بر محدودیت‌های روش‌های سنتی و پراکنده کوددهی فائق می‌آید. اهمیت بنیادین این دستاورد در ظرفیت آن برای ایجاد یک تعامل هم‌افزا (سینرژیک) میان مؤلفه‌های مختلف کودی (عناصر پرمصرف، ریزمغذی‌ها و مواد آلی) و تأثیرات مثبت و چندجانبه آن بر سلامت و پویایی اکوسیستم خاک و بهبود فرآیند جذب عناصر غذایی توسط درختان زیتون نهفته است (هادوی و همکاران، ۲۰۲۱). این پژوهش شامل سه تیمار اصلی بود: (۱) تیمار شاهد (T1) که معرف روش مرسوم باغ‌داران (استفاده محدود از کود حیوانی در سالیان قبل و عدم کوددهی در سال‌های آزمایش) بود، (۲) تیمار T2 شامل کاربرد کودهای شیمیایی عناصر ماکرو (نیترژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم) به همراه کود دامی پوسیده، و (۳) تیمار T3 که علاوه بر ترکیبات تیمار T2، شامل کودهای حاوی عناصر ریزمغذی ضروری (آهن، روی و منگنز) نیز بود.

دستورالعمل گام به گام پیاده‌سازی راهکار تغذیه بهینه تلفیقی (بر اساس تیمار T3)

- **ارزیابی تخصصی و آزمون خاک:** قبل از هرگونه اقدام کودی، انجام نمونه‌برداری اصولی از خاک باغ (توصیه می‌شود از دو عمق متفاوت، به‌عنوان مثال ۰-۳۰ سانتی‌متر و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر) و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه معتبر برای تجزیه دقیق و تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن، امری ضروری است. این تجزیه باید شامل مواردی نظیر بافت خاک، اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، درصد کربن آلی (OC)، و غلظت عناصر غذایی پرمصرف (فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل تبادل) و ریزمغذی‌های کلیدی (آهن، روی، منگنز قابل استخراج) باشد (جدول ۱). هم‌چنین، بررسی کیفیت آب مورد استفاده برای آبیاری نیز در تدوین برنامه کودی مؤثر خواهد بود (جدول ۲).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مورد مطالعه

عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (شوری)	ماده آلی (درصد)	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی
			ds.m ⁻¹					میلی‌گرم بر کیلوگرم	
۰-۳۰	لومی	۷/۷	۰/۵۴	۰/۳۸	۱۱/۶	۲۰۰	۳/۱	۲/۵	۱/۵
۳۰-۶۰	لوم شنی	۷/۹	۰/۴۷	۰/۱۲	۷/۱	۸۰	۲/۲	۱/۴	۰/۴

جدول ۲- نتایج تجزیه آب مورد استفاده برای آبیاری

اسیدیته	هدایت الکتریکی (شوری)	کلر	مجموع کلسیم و منیزیم
		Cl	Ca+Mg
	dS/m		mg/L
۷/۱۲	۰/۷۵	۳/۳	۲/۵



- **احداث چالکود:** در اواخر فصل زمستان (معمولاً بهمن‌ماه)، برای هر درخت بارور (به‌عنوان نمونه، درختان ۱۰ الی ۱۲ ساله)، تعداد سه چاله با ابعاد تقریبی ۴۰ سانتی‌متر در طول، ۴۰ سانتی‌متر در عرض و ۴۰ سانتی‌متر در عمق، در محدوده سایه‌انداز درخت (منطقه‌ای که بیشترین تراکم ریشه‌های فعال را دارد) حفر گردد (سرحدی و همکاران، ۱۳۹۸) (شکل ۱).
- **کاربرد کود دامی کاملاً تجزیه‌شده:** به ازای هر درخت، مقداری حدود ۱۵ کیلوگرم کود گاوی که به طور کامل پوسیده و تجزیه شده باشد (و ترجیحاً از نظر محتوای عناصر غذایی و عدم آلودگی به بذور علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا مورد بررسی قرار گرفته باشد)، به طور یکنواخت در چاله‌های حفر شده توزیع شود.
- **تأمین کودهای شیمیایی پرمصرف:** بر اساس نتایج دقیق آزمون خاک و با در نظر گرفتن توصیه‌های کودی تخصصی برای منطقه و رقم زیتون مورد نظر، مقادیر محاسبه‌شده از کودهای شیمیایی تأمین‌کننده عناصر پرمصرف شامل نیتروژن (از منبع سولفات آمونیوم به میزان ۲۵۰۰ گرم برای هر درخت)، فسفر (از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۰۰۰ گرم برای هر درخت) و پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۵۰۰ گرم برای هر درخت) و همچنین منیزیم (از منبع سولفات منیزیم به میزان ۵۰۰ گرم برای هر درخت) به چالکودها افزوده شود.
- **تکمیل برنامه با ریزمغذی‌های ضروری:** به منظور اطمینان از تأمین همه‌جانبه نیازهای تغذیه‌ای درختان و پیشگیری از کمبودهای پنهان، ریزمغذی‌های حیاتی از منبع کلات آهن (به میزان ۲۰ گرم برای هر درخت)، از منبع سولفات روی (به میزان ۱۰۰ گرم برای هر درخت) و از منبع سولفات منگنز (به میزان ۱۰۰ گرم برای هر درخت) نیز به ترکیب کودی موجود در چاله‌ها اضافه گردند.
- **اختلاط و پوشاندن چالکودها:** تمامی کودهای افزوده شده (اعم از آلی، شیمیایی پرمصرف و ریزمغذی‌ها) به دقت با خاک موجود در کف و دیواره‌های چالکود مخلوط شوند تا توزیع یکنواخت‌تری صورت پذیرد. سپس، چاله‌ها با کود دامی پوشانده شوند.
- **آبیاری و مدیریت مستمر سالانه:** پس از اتمام عملیات کوددهی، انجام یک نوبت آبیاری مناسب به منظور کمک به حل شدن و جابجایی اولیه عناصر غذایی در خاک توصیه می‌شود. تکرار این برنامه تغذیه‌ای جامع به صورت سالانه، ضمن برآورده ساختن نیازهای غذایی درخت در طول فصل رشد آتی، به بهبود تدریجی حاصل‌خیزی و سلامت خاک و مشاهده اثرات مثبت تجمعی در بلندمدت کمک شایانی خواهد نمود.

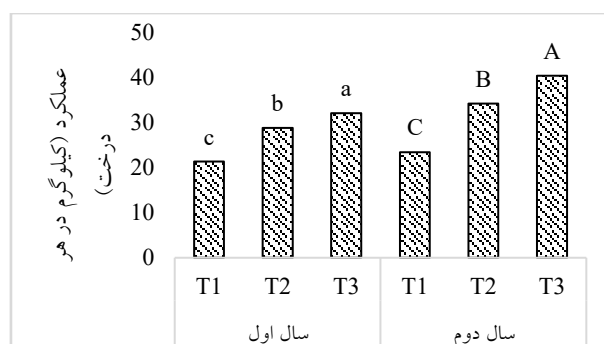


شکل ۱- تصاویری از محل و روش اجرای پروژه



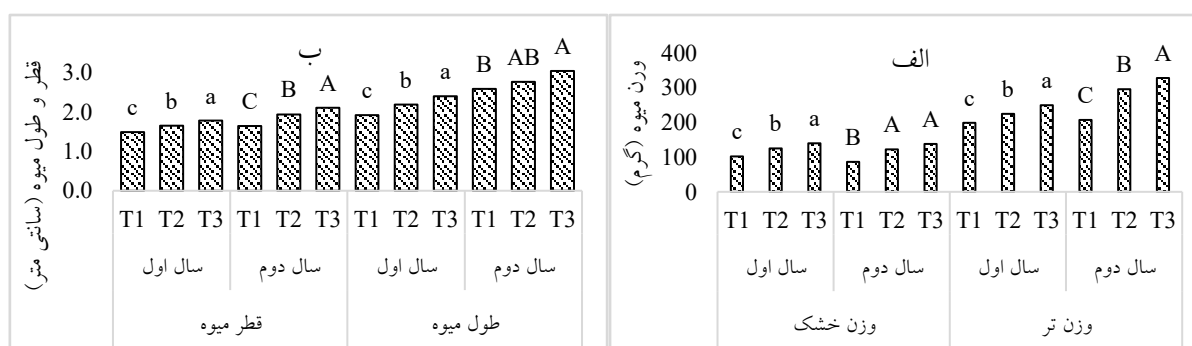
نتایج راهکار تغذیه بهینه تلفیقی (تیمار T3): اجرای دقیق و اصولی این مراحل، همان‌گونه که نتایج تحقیقات علمی نشان داده است، به شکل قابل توجهی بر شاخص‌های کمی و کیفی محصول زیتون تأثیرگذار است:

- **افزایش عملکرد:** نمودار عملکرد میوه (شکل ۲) به وضوح نشان داد که تیمار T3 (تغذیه تلفیقی کامل) در هر دو سال آزمایش، بالاترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داد. این افزایش در سال اول به میزان ۵۰/۷ درصد و در سال دوم به میزان ۷۲/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد (T1) بود. دستیابی به چنین افزایشی، اهمیت تامین متوازن عناصر پرمصرف به ویژه نیتروژن و هم‌چنین ریزمغذی‌ها را نشان می‌دهد (فرناندز هرناندز و همکاران، ۲۰۱۴). حتی در مقایسه با تیمار T2 (کود شیمیایی و آلی بدون ریزمغذی‌ها)، تیمار T3 برتری محسوسی در افزایش عملکرد داشت (۱۱/۶ درصد در سال اول و ۱۸/۱ درصد در سال دوم).



شکل ۲- تأثیر تیمارهای کودی بر عملکرد زیتون در سالهای مختلف

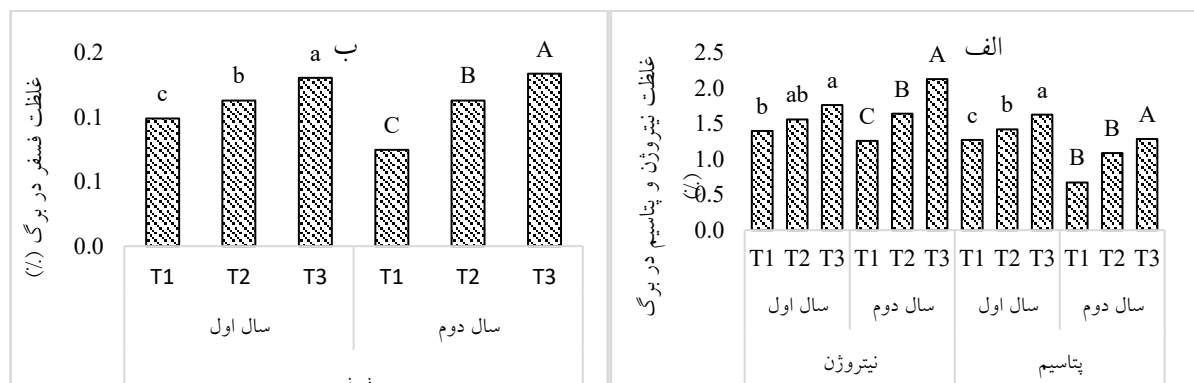
- **بهبود خصوصیات میوه رقم سبز:** بررسی نمودارهای مربوط به وزن تر و خشک میوه و هم‌چنین طول و قطر آن (شکل ۳) حاکی از تأثیر مثبت تیمار T3 بر این صفات بود. میوه‌های حاصل از درختانی که با این روش تغذیه شده بودند، به طور معنی‌داری درشت‌تر و سنگین‌تر بودند که نشان‌دهنده تجمع بهتر زیست‌توده و کیفیت بازاری‌سندتر محصول است (هابرمن و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ۳- تأثیر تیمارهای کودی بر خصوصیات میوه (الف- وزن خشک و تر میوه. ب- قطر و طول میوه) در سالهای مختلف



- **افزایش غلظت عناصر غذایی در برگ:** تجزیه برگ درختان و بررسی نمودارهای غلظت عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم - شکل ۴) و ریزمغذی‌ها (آهن، روی، مس و منگنز - شکل ۵) نشان داد که تیمار T3 منجر به جذب و تجمع بیشتر این عناصر حیاتی در برگ‌ها شده است. این امر نشان‌دهنده بهبود وضعیت تغذیه‌ای کلی درخت و فراهمی بهتر عناصر برای فرآورده‌های رشد و نمو است (عباس زاده و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۴- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت عناصر برگ (الف- نیتروژن و پتاسیم. ب- فسفر) در سالهای مختلف



شکل ۵- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر غلظت عناصر میکرو در برگ در سالهای مختلف

این نتایج، گواهی بر کارایی تغذیه هوشمند تلفیقی در بهینه‌سازی تولید زیتون است. این راهکار، نه تنها بهره‌وری کوتاه‌مدت باغ‌ها را به شکل قابل توجهی افزایش می‌دهد، بلکه با تمرکز بر سلامت بلندمدت خاک، گامی مؤثر در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست در عرصه تولید زیتون محسوب می‌شود (روحی و همکاران، ۱۴۰۳).

توصیه ترویجی

بهبود عملکرد و کیفیت محصول، مستلزم به‌کارگیری رویکردهای علمی و مدیریت دقیق تغذیه در باغ‌های زیتون است. راهبرد تغذیه هوشمند و تلفیقی، یک چارچوب مؤثر برای ارتقای بهره‌وری و کیفیت محصول زیتون ارائه می‌دهد. اجرای یک برنامه کودی متعادل و هدفمند، که با اتکا به نتایج تجزیه خاک و بر اساس نیازهای واقعی باغ طراحی شده باشد و هم‌چنین بهره‌گیری از ترکیب مناسب کود دامی کاملاً پوسیده، کودهای شیمیایی به میزان توصیه شده و ریزمغذی‌های ضروری، می‌تواند به بهبود وضعیت تغذیه‌ای درختان، افزایش سلامت و رشد آن‌ها و در نهایت افزایش باردهی و کیفیت میوه کمک شایانی نماید.



مطالعه انجام شده در جنوب کرمان، نشانگر تأثیر مثبت این شیوه تغذیه بر افزایش عملکرد و بهبود شاخص‌های کیفی میوه بوده است. بنابراین، توصیه می‌شود با همکاری و مشاوره کارشناسان کشاورزی و متخصصین تغذیه گیاهی، این راهبرد علمی را با در نظر گرفتن شرایط اکولوژیکی و مدیریتی خاص باغ، مورد استفاده قرار داده و از نتایج مثبت آن در جهت تولید اقتصادی‌تر، با کیفیت‌تر و پایدارتر بهره‌مند شد.

فهرست منابع

- سرحدی، ج.، حیدری، ص. و شریف، م. ۱۳۹۸. تأثیر سوپرچادز و مدیریت تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی بر کاهش سمیت بور در نهال نارنج (*Citrus aurantium*). تحقیقات کاربردی خاک، ۱۰(۲): ۵۴-۶۵.
- روحی ویشکائی، ز.، سلیمانی، ع.، قاسم نژاد، م. و حسنی، ا. (۱۴۰۳). تأثیر کاربرد برگی منابع مختلف کودی نانو کلات (نیتروژن و پتاسیم) و کودهای شیمیایی (اوره و نترات پتاسیم) بر عملکرد و خواص کیفی روغن زیتون رقم زرد. علوم باغبانی، ۳۸(۱): ۱۶۴-۱۴۷.
- عباس زاده، ب.، اسدی صنم، س. و لایق حقیقی، م. (۱۳۹۸). تغییرات ویژگیهای مورفوفیزیولوژیک و ترکیبات فنلی برگ زیتون (*Olea europaea* L.)، با کاربرد خاکی کودهای شیمیایی و آلی. پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۶(۳): ۱۷۹-۱۹۸.
- Fernández-Hernández, A., Roig, A., Serramiá, N., Civantos, C. G.-O. & Sánchez-Monedero, M. A. 2014. Application of compost of two-phase olive mill waste on olive grove: Effects on soil, olive fruit and olive oil quality. Waste Management, 34, 1139-1147.
- Haberman, A., Dag, A., Shtern, N., Zipori, I., Erel, R., Ben-Gal, A. & Yermiyahu, U. 2019. Long-Term Impact of Potassium Fertilization on Soil and Productivity in Intensive Olive Cultivation. Agronomy, 9, 525.
- Hadawi, I., Safari, M. & Arji, I. 2021. Effects of Different Organic Manures and Chemical Fertilizers on Yield and Yield Component of Olive (*Olea europaea* L.) cv Zard In Kermanshah Province 2. 1, 61-70.
- Hosseini-Mazinani, M., Mariotti, R., Torkzaban, B., Sheikh-Hassani, M., Ataei, S., Cultrera, N. G. M., Pandolfi, S. & Baldoni, L. 2014. High Genetic Diversity Detected in Olives beyond the Boundaries of the Mediterranean Sea. PLoS ONE, 9, e93146.
- Mazeh, M., Almadi, L., Paoletti, A., Cinosi, N., Daher, E., Tucci, M., Lodolini, E. M., Rosati, A. & Famiani, F. 2021. Use of an Organic Fertilizer Also Having a Biostimulant Action to Promote the Growth of Young Olive Trees. Agriculture, 11, 593.
- Roussos, P. A., Gasparatos, D., Kechrologou, K., Katsenos, P. & Bouchagier, P. 2017. Impact of organic fertilization on soil properties, plant physiology and yield in two newly planted olive (*Olea europaea* L.) cultivars under Mediterranean conditions. Scientia Horticulturae, 220, 11-19.
- Zipori, I., Erel, R., Yermiyahu, U., Ben-Gal, A. & Dag, A. 2020. Sustainable management of olive orchard nutrition: A review. Agriculture, 10, 11.