نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره سوم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2018.13841.2243

ارزیابی استفاده توأم اکسین و چند ترکیب شیمیایی جهت انگیزش ریشه در قلمه‌های زیتون

طاهره یونس‌آبادی[۱]، *مهدی علیزاده[۲]، اسماعیل سیفی[۲] و مرتضی صادقی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشیار و عضو هیأت علمی گروه باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]مدیر باغبانی استان گلستان، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٦/۰۹/۰۲

چکیده

سابقه و هدف: افزونش زیتون از طریق قلمه ساقه یک روش ساده و سریع برای نگهداری یکنواختی ژنتیکی و زودباردهی نسبت به نهال‌های حاصل از بذر می‌باشد. سخت‌ریشه‌زا بودن، یکی از مشکلات این روش در برخی ارقام است که دلایل آن متفاوت می‌باشد. بنابراین به‌منظور بهبود وضعیت ریشه‌زایی دو رقم زیتون (کرونایکی و میشن)، پژوهش حاضر طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۸ تیمار و سه تکرار و دو روش کاربرد به اجرا در آمد. تیمارهای هورمونی مورد بررسی شامل اکسین (اسید ایندول بوتریک) با غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام به تنهایی یا در ترکیب با پوترسین (۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام)، فلوروگلوسینول (۱۲۵ و ۲۵۰ پی‌پی‌ام)، تیروزین (۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) بود. اعمال تیمارها به دو روش محلول‌زنی (فرو بردن قاعده قلمه‌ها در محلول) و یا به‌صورت محلول‌پاشی (اسپری کردن قلمه‌ها با تیمارهای مورد نظر) انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که واکنش دو رقم زیتون به تیمارهای اعمال‌شده متفاوت است به‌طوری‌که درصد ریشه‌زایی و طویل‌ترین طول ریشه تحت‌تأثیر رقم واقع نشد ولی بقیه صفات اندازه‌گیری‌شده در دو رقم متفاوت بود. تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر و وزن خشک ریشه در رقم میشن بیش‌تر از رقم کرونایکی بود و سطح برگ و همچنین زنده‌مانی قلمه‌های زیتون بعد از انتقال به گلدان در رقم کرونایکی نسبت به رقم میشن بیش‌تر بود. نتایج نشان داد که تمامی تیمارهای اعمال‌شده تعداد ریشه، وزن تر، وزن خشک و درصد ریشه‌زایی و همچنین سطح برگ و زنده‌مانی قلمه‌های زیتون را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند، به‌طوری‌که بیش‌ترین افزایش در تیمارهای اکسین در ترکیب با فلوروگلوسینول (۲۵۰ پی‌پی‌ام) و یا پوترسین (۲۰۰ پی‌پی‌ام) نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. صرف‌نظر از رقم زیتون مورد مطالعه، روش اعمال تیمارها نیز مهم به‌نظر می‌رسد به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد و طول ریشه، وزن تر و وزن خشک ریشه در روش محلول‌زنی مشاهده شد و بیش‌ترین سطح برگ و درصد ریشه‌زایی در روش محلول‌پاشی مشاهده شد.

* مسئول مکاتبه: mahdializadeh@gau.ac.ir

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر به وضوح نشان می‌دهد که ترکیب توأم اکسین با برخی ترکیبات شیمیایی مانند فلوروگلوسینول، پوترسین و تیروزین قادر به بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون است و کاربرد توأم آن‌ها در نهالستان‌های تجاری برای افزونش ارقام زیتون توسط قلمه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: اسید ایندول بوتریک، پوترسین، تیروزین، زیتون، فلوروگلوسینول، قلمه

مقدمه

زیتون‌ها شامل تقریباً ۲۰ گونه درختان کوچک از خانواده اولئاسه[1] بوده و در جهان کهن از حوزه دریای مدیترانه، شمال آفریقا، جنوب‌شرقی آسیا، شمال تا جنوب چین، اسکاتلند و شرق استرالیا پراکندگی گسترده‌ای داشته‌اند (۱۱). در سال‌های اخیر مصرف خوراکی زیتون و فرآورده‌های آن در ایران افزایش چشمگیری داشته که این روند افزایشی هم‌چنان در سال‌های آتی ادامه خواهد داشت. این تقاضای روز افزون برای زیتون مستلزم افزایش سطح زیر کشت باغات و توسعه برنامه‌های فعال باغداری است بنابراین وجود منبعی جهت تولید نهال به‌منظور احداث باغ‌های زیتون جدید و همچنین نوسازی و جایگزین نمودن نهال باغ‌های قدیمی فرسوده الزامی است (۱). ازدیاد گیاهان شامل یک سری اصول زیستی ویژه و فنون خاص جهت تکثیر گیاهان می‌باشد. گیاهان جدیدی که طی فرایند ازدیاد حاصل می‌شوند باید کاملاً شبیه، یا تا حد ممکن، شبیه گیاه مادری خود باشند. در زیتون تکثیر از طریق قلمه یک روش ساده و سریع برای نگهداری یکنواختی ژنتیکی و زودباردهی نسبت به نهال‌های حاصل از بذر می‌باشد (۱۱). عملکرد در گیاهانی که به‌وسیله تکثیر رویشی زیاد می‌شوند یکنواخت و پایدار است. ارقام مختلف زیتون دارای پتانسیل‌های مختلفی در ریشه‌زایی هستند و از این نظر آن‌ها را به سه گروه آسان، متوسط و سخت‌ریشه‌زا تقسیم می‌کنند (۳۵ و ۳۸) که یکی از مشکلات اصلی تکثیر زیتون سخت‌ریشه‌زایی برخی از ارقام مهم می‌باشد (۱). بنابراین انتخاب ارقامی با ریشه‌زایی بالا یکی از اهداف مهم پژوهشگران در دنیا می‌باشد. در دنیا روش‌های مختلفی برای تسهیل ریشه‌زایی به‌کار گرفته شده است و یکی از این روش‌ها استفاده از برخی از هورمون‌ها می‌باشد و برای به‌دست آوردن بیش‌ترین درصد ریشه‌زایی، قلمه‌ها را با تنظیم‌کننده‌های رشد تیمار می‌نمایند. یکی از این هورمون‌ها که به‌طور گسترده استفاده می‌شود اسید ایندول بوتریک (IBA) می‌باشد (۳، ٦، ۱۰، ۱۳، ۲۱، ۲۲، ۳۰ و ۳۵). گرچه بسیاری از منابع نشان می‌دهند که اکسین‌ها به‌ویژه IBA یکی از بهترین ترکیبات در تحریک تشکیل ریشه می‌باشند ولی در مورد ارقام سخت‌ریشه‌زا این ترکیب به تنهایی قادر به تحریک سرآغازه‌های ریشه نمی‌باشند و یا اثر بسیار کمی در ریشه‌زایی دارند (۲٦ و ۳۵). در پژوهش حاضر به‌منظور تسهیل ریشه‌زایی و بهینه‌سازی یک ترکیب مناسب ریشه‌زایی، چند ماده مختلف شامل پوترسین، فلوروگلوسینول، تیروزین در ترکیب با IBA در افزونش قلمه‌ای دو رقم زیتون شامل میشن و کرونایکی مورد ارزیابی قرارگرفت. پوترسین جزو ترکیبات پلی‌آمینی‌ست که به‌وسیله افزایش تقسیم سلولی می‌تواند ریشه‌زایی را افزایش دهد (۲۸). ترکیبات فنلی (فلوروگلوسینول) می‌تواند به‌عنوان یک سوبسترای جایگزین برای آنزیم اسید ایندول استیک اکسیداز و یا اسید ایندول استیک پراکسیداز باشد و این مورد منجر به افزایش درونی هورمون ایندول استیک اسید و در نتیجه افزایش ریشه‌زایی شود (۱۷) و اسیدهای آمینه (تیروزین) محرک فرایندهای زیستی هستند و به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک و رشد و نمو گیاه مؤثر واقع می‌شوند.

1- Oleaceae

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال‌های ۹۵-۱۳۹٤ در نهالستان خصوصی تولید نهال زیتون مهندس شاهمرادی (مشخصات جغرافیایی: ۳٦ درجه، ۵۱ دقیقه و ۳٤ ثانیه شمالی؛ ٥٤ درجه، ۳۳ دقیقه و ۳۱ ثانیه شرقی؛ ارتفاع ۱۳۱ متر) واقع در حومه شهر گرگان انجام شد. اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی گیاهان، در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت. در این آزمایش اثر استفاده توام اکسین (IBA) و چند ترکیب شیمیایی، روش کاربرد تیمارهای مختلف هورمونی (محلول‌زنی و محلول‌پاشی) بر ریشه‌زایی قلمه‌های دو رقم زیتون (کرونایکی و میشن) مورد بررسی قرار گرفت که طبق گزارشی که در کتاب راهنمای ازدیاد زیتون (۱) درج شده رقم میشن در گروه ارقام با قابلیت ریشه‌زایی بالاو کرونایکی در گروه ارقام با ریشه‌زایی متوسط قرار گرفته است. به‌منظور تهیه قلمه‌های مورد نیاز، نمونه‌ها در شهریورماه از چند اصله درخت بارده زیتون موجود در باغ سازگاری سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان تهیه شد. پس از نمونه‌گیری، شاخه‌ها در گونی مرطوب پیچیده شده تا از تبخیر آب موجود در قلمه‌ها تا حد امکان ممانعت شود. سپس شاخه‌ها به گلخانه منتقل شد. قلمه‌های کوچک (قلمه به طول ۱۲-۱۰ سانتی‌متر از سرشاخه‌های فصل جاری و قطری حدود قطر لوله داخل خودکار و دارای ۲-۳ برگ، شکل ۵) از شاخه‌های ذکر شده از هر رقم به تعداد ۱۰۰۸ قلمه تهیه گردید و پس از تیمار با ترکیب‌های مختلف شیمیایی، آماده کشت در بستر ریشه‌زایی مجهز به سیستم مه‌پاش شدند. این بررسی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۸ تیمار و سه تکرار و دو روش کار به اجرا در آمد. تیمارهای هورمونی مورد بررسی شامل اکسین (ایندول بوتریک اسید) با غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام به تنهایی یا در ترکیب با پوترسین (۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام)، فلوروگلوسینول (۱۲۵ و ۲۵۰ پی‌پی‌ام)، تیروزین (۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) بود و در هر تکرار با ۲۱ قلمه آزمون شد. تعداد کل تیمارهای آزمایشی ٤۸ تیمار و تعداد نمونه‌های مورد نیاز در هر روش ۱۰۰۸ قلمه و ارقام مورد بررسی کرونایکی و میشن بود. قلمه‌های تهیه شده ابتدا به دوگروه تقسیم شده و اعمال تیمارها به دو روش صورت گرفت. در روش اول ابتدا قاعده قلمه‌ها طبق نظریه کارشناس مدیریت حفظ نباتات سازمان جهاد کشاورزی، توسط قارچ‌کش مانکوزب ۲/۵ در هزار به‌علاوه کاربندازیم ۱/۵ در هزار ضدعفونی گردید و بعد از خشک شدن انتهای قلمه‌ها، قاعده قلمه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در تیمارهای مورد بررسی (پوترسین، فلوروگلوسینول، تیروزین) به‌جز اکسین قرار گرفت (شکل ۵) و بعد از مدتی قلمه‌ها با اکسین ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام به روش فروبری سریع (به‌مدت ۵ ثانیه) تیمار و در بستر کشت در گلخانه مه‌افشان به عمق ۳-۲ سانتی‌متر کشت شدند. در روش دوم قاعده قلمه طبق روش اول با قارچکش‌های موردنظر ضدعفونی شد و بعد از خشک شدن قاعده قلمه‌ها، تمامی قلمه‌ها به استثناء تیمار شاهد که با آب تیمار شده بود با اکسین ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌مدت ۵ ثانیه تیمار و به بستر کشت مشابه منتقل و کشت شد و سپس تیمارهای مورد نظر به‌وسیله یک سمپاش دستی در سه نوبت (به فاصله یک هفته از یکدیگر) روی برگ‌های قلمه‌ها محلول‌پاشی شدند. ۹۰ روز بعد از کشت، قلمه‌ها برداشت و صفات مربوط به ریشه‌زایی، ریخت‌شناسی و فیزیولوژی اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

به‌طورکلی در بسیاری از گزارش‌ها، ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون ضعیف ارزیابی شده است و حتی برخی منابع حصول ۳۰ تا ٤۰ درصد ریشه‌زایی را به‌عنوان یک ریشه‌زایی خوب و موفقیت‌آمیز گزارش کرده‌اند و نیز گاهی در قاعده قلمه‌ها کالوس تشکیل شده ولی ریشه‌زایی دیده نشده است (۲، ۳ و ۳٦). با

در نظر گرفتن این موارد، پژوهش حاضر به‌منظور تسهیل ریشه‌زایی قلمه‌های دو رقم زیتون انجام شد و علاوه بر IBA که معمول‌ترین ماده مورد استفاده در نهالستان‌های تجاری است از مواد دیگری مانند پوترسین، فلوروگلوسینول و تیروزین استفاده شد. بهینه‌سازی یک ترکیب مناسب ریشه‌زایی، در ترکیب با IBA نیز مورد ارزیابی قرارگرفت. نتایج تجزیه واریانس استفاده توأم اکسین و چند ترکیب شیمیایی بر برخی صفات اندازه‌گیری‌شده در قلمه‌های دو رقم زیتون در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس استفاده توأم اسید ایندول بوتریک و چند ترکیب شیمیایی بر برخی صفات اندازه‌گیری‌شده در قلمه‌های زیتون.

Table 1. Analysis of variance of IBA combined with some chemicals on certain measured parameters of cuttings of two olive cultivars.

وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	ریشه‌زایی (٪) Rooting%	تعداد ریشه Root number	درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of variations
0.00001^{ns}	0.003^{ns}	592.12^{ns}	0.092^{ns}	2	بلوک Block
0.0005**	0.033**	590.30^{ns}	3.94**	1	رقم Cultivar
0.00008**	0.004**	3829.9**	0.592**	7	تیمار Treatment
0.00004^{ns}	0.010**	3889.7**	0.030^{ns}	1	روش اعمال Application
0.00004^{ns}	0.002^{ns}	462.39^{ns}	0.327**	7	تیمار × رقم Treatment × Cultivar
0.0002^{ns}	0.014**	4258.56**	0.681**	1	رقم × روش اعمال Cultivar × Application
0.000009^{ns}	0.001^{ns}	535.05^{ns}	0.153^{ns}	7	تیمار × روش اعمال Treatment × Application
0.000007^{ns}	0.003^{ns}	226.45^{ns}	0.064^{ns}	7	هورمون × روش اعمال × رقم Treatment × Application × Cultivar
0.00002	0.0012	524/61	0.106	62	خطا Error
0.69	4.51	46.55	22.52		CV

مقایسه ارقام زیتون (تأثیر رقم): طبق گزارشی که در کتاب راهنمای ازدیاد زیتون (۱) درج شده، ارقام زیتون از نظر سهولت ریشه‌زایی قلمه با یکدیگر متفاوت بوده و به سه گروه مختلف تقسیم می‌شوند: ارقام با قابلیت ریشه‌زایی بالا که درصد ریشه‌زایی آن‌ها حدود ۱۰۰-٦٦ درصد ارزیابی‌شده، ارقام با قابلیت ریشه‌زایی متوسط (٦٦-۳۳ درصد) و ارقام با قابلیت ریشه‌زایی ضعیف (۳۳-۰ درصد). در پژوهش حاضر، رقم میشن و کرونایکی استفاده شد که طبق گروه‌بندی فوق، رقم میشن قابلیت ریشه‌زایی بالایی دارد و کرونایکی در گروه ارقام با ریشه‌زایی متوسط قرار گرفته است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر چند درصد ریشه‌زایی در رقم میشن بیش‌تر از کرونایکی است ولی از نظر آماری تفاوتی بین این دو

رقم وجود ندارد (جدول ۱). البته تعداد ریشه، وزن تر و خشک ریشه در قلمه‌های زیتون رقم میشن به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از کرونایکی ارزیابی شد. به‌طورکلی پژوهشگران زیادی نیز در مطالعات خود وجود تفاوت بین پتانسیل ریشه‌زایی ارقام را با توجه به آناتومی هر رقم گزارش داده‌اند (۱۲ و ۱۳).

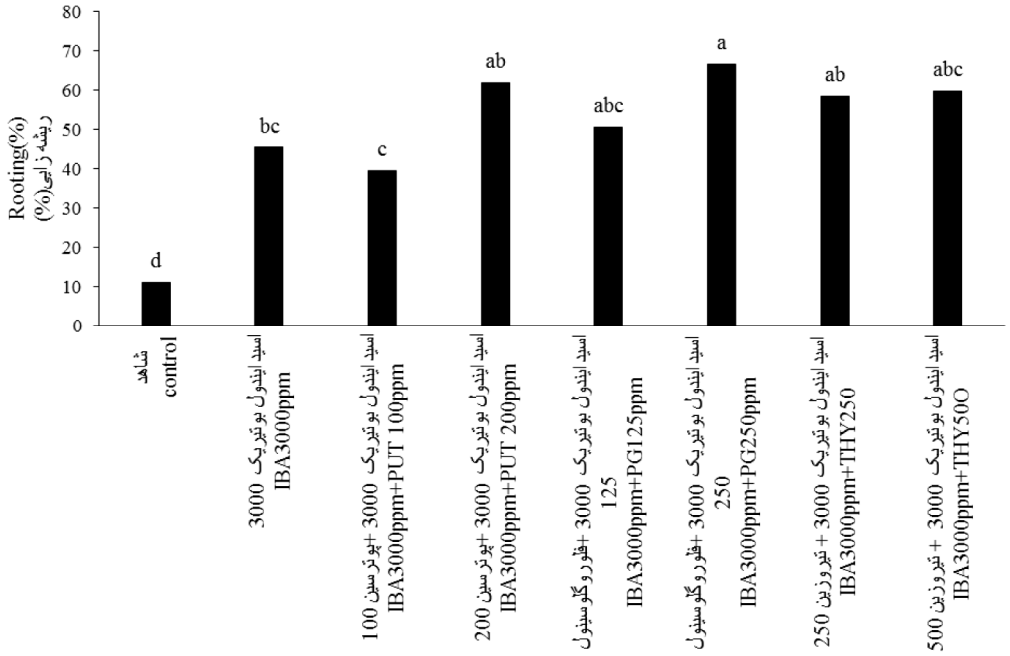
تأثیر تیمارها: تمامی پارامترهای ریشه‌زایی قلمه‌های دو رقم زیتون تحت‌تأثیر تیمارهای مورد بررسی واقع شدند و به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به شاهد بهبود پیدا کردند (جدول ۱). همچنین شکل ۱ نشان می‌دهد که تمامی تیمارهای هورمونی اعمال‌شده درصد ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون را به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. تیمارهای اکسین به‌علاوه فلوروگلوسینول ۲۵۰ پی‌پی‌ام و نیز تیمار اکسین به‌علاوه پوترسین ۲۰۰ پی‌پی‌ام به‌ترتیب بیش‌ترین افزایش درصد ریشه‌زایی را دارا بودند. همسو با نتایج این پژوهش سیهان یوستا (۳۱) نشان دادند که فلوروگلوسینول و فلوریدزین روی ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون با اسید ایندول بوتریک اثر هم‌افزایی دارد. شریفیان و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش کردند در ریزافزایی گردو، فلوروگلوسینول با غلظت ۰/۵ و یک میلی‌مولار در محیط کشت باعث افزایش ریشه‌زایی ریزنمونه‌های گردو شده است (۳۲). همچنین دیگر پژوهشگران نیز گزارش نمودند که کاربرد اصلی فلوروگلوسینول در القای ریشه‌زایی است (۲، ٤ و ۱۷). سالک‌جلالی (۲۹) در تکثیر رزهای هیبرید در محیط کشت درون‌شیشه‌ای با استفاده از فلوروگلوسینول در محیط کشت گزارش کرد که این ماده سرعت تکثیر را تا ۳۰ درصد نسبت به محیط کشت بدون فلوروگلوسینول افزایش داد. همچنین ریشه‌زایی شاخه‌ها در محیط کشت MS با یک دوم غلظت معمول حاوی فلوروگلوسینول همراه با ۱ تا ۲ میلی‌گرم IBA ریشه‌زایی را تا ۸۰ درصد افزایش داد، اما ویسمن و بلوروم (۱۹۸۱) به نقل ازکیشور و همکاران (۱۷) در ریزازدیادی هشت رقم سیب گزارش کردند که فلوروگلوسینول فقط تنها در یک رقم از هشت رقم سیب اثر تحریک‌کنندگی بر ریشه‌زایی میکروشوت‌ها را داشته است و بر بقیه ارقام یا مؤثر نبوده و یا خاصیت بازدارندگی داشته است که علت این ممانعت می‌تواند به‌دلیل مجاورت طولانی مدت میکروشوت‌ها با فلوروگلوسینول باشد. کیشور و همکاران نشان دادند که کاربرد فلوروگلوسینول در محیط کشت (اعم از جامد یا مایع) تأثیر تحریک‌کنندگی بر روی ریشه‌زایی گلابی وحشی را داشته است و مطالعات آناتومیکی ریشه‌ها نشان داد که فلوروگلوسینول نمو آوند چوبی را تحریک می‌کند (۱۷).

پژوهشگران دیگری به نام جیمز و توربون، به نقل از کیشور و همکاران (۱۷) نیز نشان دادند که میزان بالای فلوروگلوسینول درون‌زا در میکروشوت‌ها برای آغازیدن ریشه مناسب است و در این مورد با اکسین اثر هم‌افزایی دارد که این عمل می‌تواند به‌دلیل نقش حفاظتی فلوروگلوسینول بر روی اکسین باشد به این طریق که فلوروگلوسینول می‌تواند به‌عنوان یک سوبسترای جایگزین برای آنزیم اسید ایندول استیک اکسیداز و یا اسید ایندول استیک پراکسیداز باشد و این مورد منجر به افزایش درونی هورمون اسید ایندول استیک می‌شود. همسو با دیگر نتایج این پژوهش کریستوفر و همکاران (۸) بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های فندق در اثر استفاده از پوترسین و IBA را گزارش کرده‌اند. برخی منابع نشان می‌دهند که اثر القایی پوترسین در تشکیل کالوس به‌دلیل اثر تحریک‌کنندگی آن بر روی تقسیم سلولی است (٢٤) و همچنین افزایش ریشه‌زایی در لوبیا نیز با استفاده از کاربرد پلی‌آمین‌ها گزارش شده است (۳۲). تارنقی و همکاران (۳٤) نیز نشان دادند کاربرد پوترسین در ریزقلمه‌های توت‌فرنگی در شرایط درون‌شیشه‌ای، منجر به افزایش سطوح پوترسین درونی، افزایش شمار ریشه نابجا و طول ریشه شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر توام اسید ایندول بوتریک و چند ترکیب شیمیایی بر صفات مرتبط با ریشه‌زایی قلمه‌های دو رقم زیتون.

Table 2. Mean comparison of the effects of IBA combined with some chemicals on certain parameters of cuttings of two olive cultivars.

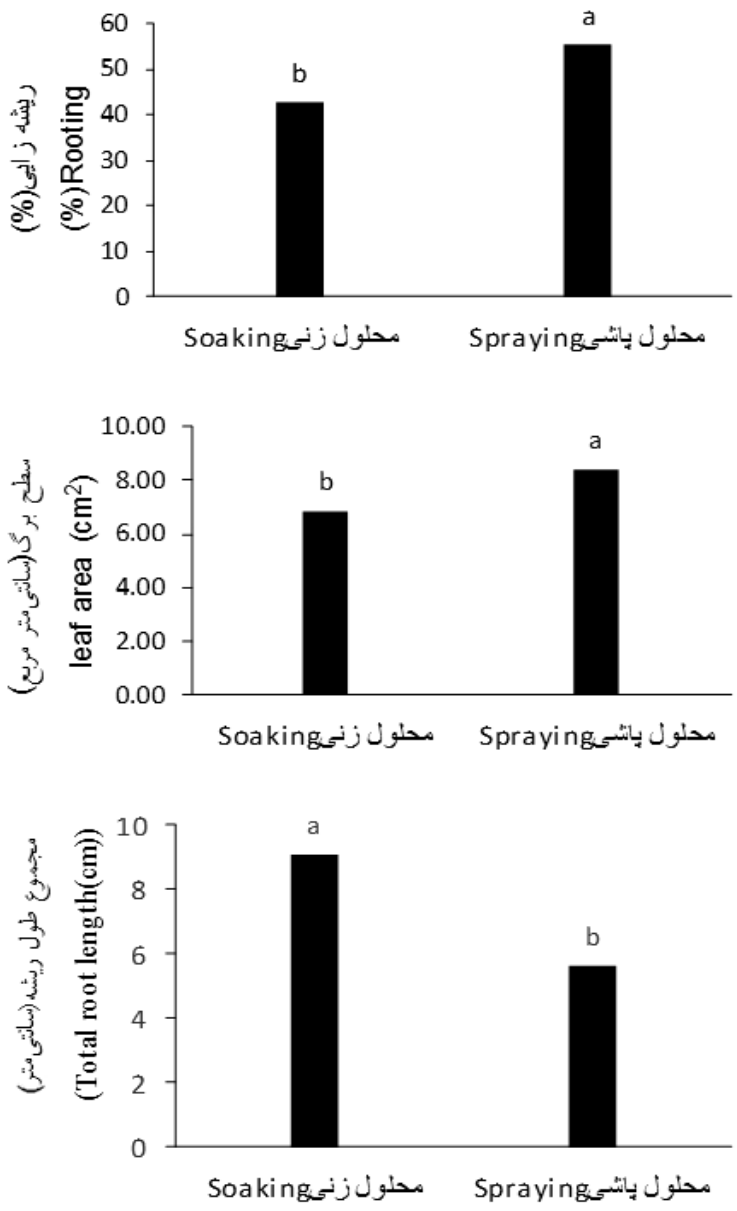
تیمارها Treatments	تعداد ریشه Root number	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	میانگین بلندترین طول ریشه Average longest root length	میانگین کوتاهترین طول ریشه Average shortest root length	مجموع طول ریشه Total Root length	تعداد برگ Number of leaves	سطح برگ Leaf area	زنده مانی ۳۰ روز پس از انتقال Survival 30 days after the transpantation	زنده‌مانی ۶۰ روز پس از انتقال Survival 60 days after the transpantation	زنده‌مانی ۹۰ روز پس از انتقال Survival 90 days after the transpantation
شاهد Control	0.45^{b}	0.023^{c}	0.002^{d}	1.03^{c}	0.54^{c}	1.90^{c}	0.154^{b}	5.92^{d}	36.08^{c}	16.66^{d}	0.00^{c}
ایندول بوتیریک ۳۰۰۰پی‌پی‌ام IBA 3000 ppm	1.57^{a}	0.11^{ab}	0.012^{ab}	3.86^{ab}	1.30^{ab}	9.90^{ab}	0.965^{a}	7.46^{bdc}	72.22^{b}	41.58^{c}	19.44^{c}
ایندول بوتیریک+ پوترسین ۱۰۰ پی‌پی‌ام IBA 3000 ppm+PUT100ppm	1.70^{a}	0.07^{ab}	0.008^{abc}	2.9^{ab}	1.01^{b}	6.62^{ab}	0.382^{ab}	6.23^{dc}	83.33^{ab}	74.99^{b}	72.22^{b}
ایندول بوتیریک + پوترسین ۲۰۰ پی‌پی‌ام IBA 3000 ppm+PUT 200ppm	2.53^{a}	0.08^{ab}	0.011^{ab}	3.50^{ab}	1.41^{ab}	9.45^{ab}	0.684^{ab}	10.77^{a}	97.22^{a}	94.44^{a}	94.44^{a}
ایندول بوتیریک+ فلوروگلوسینول ۱۲۵ پی‌پی‌ام IBA 3000ppm+PG 125ppm	1.93^{a}	0.07^{b}	0.008^{bdc}	3.19^{ab}	1.2^{ab}	7.92^{ab}	0.54^{ab}	6.52^{dc}	91.66^{a}	74.99^{b}	69.44^{b}
ایندول بوتیریک+ فلوروگلوسینول ۲۵۰ پی‌پی‌ام IBA 3000ppm+PG 250ppm	2.42^{a}	0.12^{a}	0.015^{a}	4.20^{a}	1.66^{a}	9.97^{a}	0.58^{ab}	9.80^{ab}	94.44^{a}	88.88^{ab}	80.55^{ab}
ایندول بوتیریک+ تیروزین ۲۵۰ پی‌پی‌ام IBA 3000ppm+Thyr 250ppm	1.72^{a}	0.07^{bc}	0.007^{dc}	2.71^{b}	1.34^{ab}	5.47^{b}	0.54^{ab}	6.08^{dc}	91.66^{a}	83.33^{ab}	77.78^{ab}
ایندول بوتیریک+ تیروزین ۵۰۰ پی‌پی‌ام IBA3000 ppm+Thyr 500ppm	1.92^{a}	0.09^{ab}	0.01^{bdc}	3.30^{ab}	1.44^{ab}	7.70^{ab}	0.42^{ab}	8.22^{abc}	94.44^{a}	74.99^{b}	72.22b



شکل ۱- تأثیر توام اسید ایندول بوتریک و چند ترکیب شیمیایی بر میزان ریشه‌زایی قلمه‌های دو رقم زیتون.

Figure 1. The effects of IBA combined with some chemicals on the rooting percentage of cuttings of two olive cultivars.

تأثیر روش کاربرد تیمار: روشی که در اغلب نهالستان‌های تجاری زیتون برای تیمار قلمه‌ها رایج است، بدین‌صورت است که قاعده قلمه‌ها را در مدت زمان معینی در محلول‌های تسهیل‌کننده ریشه‌زایی قرار می‌دهند (محلول‌زنی). تجربیات نشان داده که در این روش، میزان جذب محلول در همه قلمه‌ها یکسان نیست و گاهی نتایج تکرارپذیری حاصل نمی‌شود (۲ و ۱۳). در پژوهش حاضر، روش دیگری برای کاربرد تیمارها استفاده شد (محلول‌پاشی) که خود از نوآوری این پژوهش محسوب می‌شود (بخش مواد و روش‌ها را ببینید). جدول ۱ نشان می‌دهد که نوع روش کاربرد تیمارها بر درصد ریشه‌زایی و وزن تر ریشه تأثیر معنی‌دار داشت. با این وجود تعداد و وزن خشک ریشه تحت‌تأثیر نحوه اعمال تیمارهای مورد بررسی واقع نشد. صرف‌نظر از نوع رقم، نتایج نشان داد که روش محلول‌پاشی در مجموع کارایی بالاتری نسبت به روش محلول‌زنی دارد و با کاربرد این روش، درصد ریشه‌زایی بالاتری حاصل می‌شود (شکل ۲). صداقت و همکاران (۲۸) نیز نشان دادند که تیمارهای پلی‌آمین به روش محلول‌پاشی، تعداد ریشه را افزایش داده که سبب افزایش در بقای دانهال‌ها می‌شوند. هم‌چنین بررسی‌های ایشان نشان داد که اسپرمیدین در غلظت‌های مختلف در پسته 'بادامی ریز' بیش‌ترین تعداد ریشه را تولید نمود که به‌نظر می‌رسد مؤثرترین تیمار در باززایی ریشه و رشد بعدی آن می‌باشد که با نتایج به‌دست آمده این پژوهش همسو می‌باشد. واکنش دو رقم زیتون به نحوه کاربرد تیمارها نیز در شکل ۳ نشان می‌دهد که درصد ریشه‌زایی در رقم کرونایکی به‌طور معنی‌داری با محلول‌پاشی تیمارها بهبود پیدا می‌کند. البته در رقم میشن بین دو روش از نظر درصد ریشه‌زایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.



شکل ۲- مقایسه نوع روش کاربرد تیمارها بر میزان ریشه‌زایی (بالا)، سطح برگ (وسط) و مجموع طول ریشه (پایین) دو رقم زیتون.

Figure 2. The effect of treatment application types on rooting value (above), leaf area (center) and total root length (below) of two olive varieties.

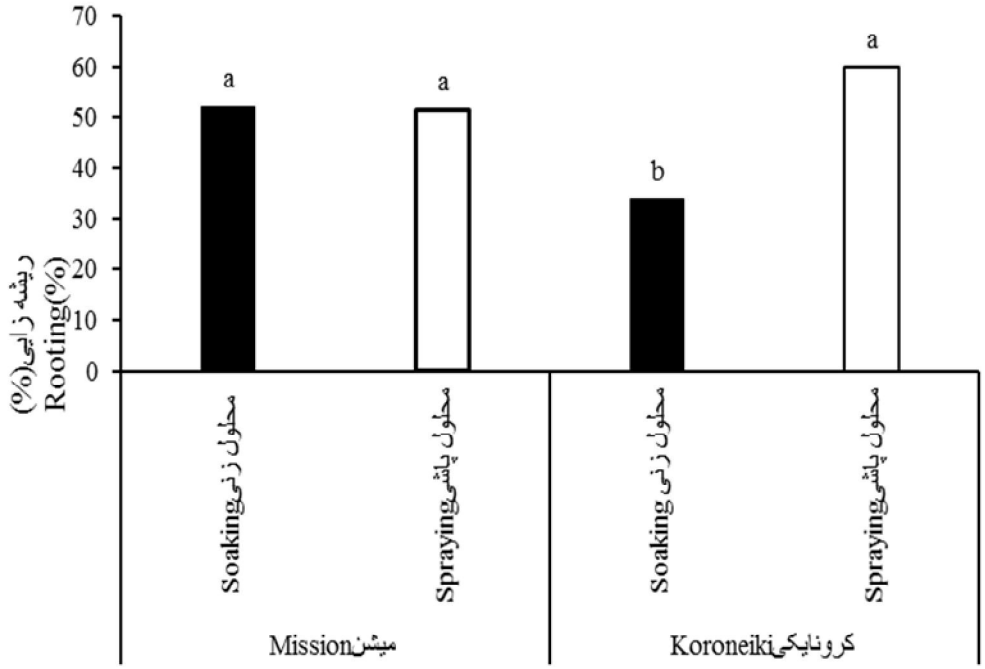
بررسی اثرات متقابل: با توجه به این‌که اثرات متقابل رقم و تیمار و نیز اثرات رقم و روش کاربرد تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در صفات مربوط به ریشه‌زایی نشان داده است (جدول ۱) در بررسی نتایج فقط این موارد تشریح می‌شوند. در جدول ۳ تأثیر تیمارهای مختلف بر تعداد ریشه به تفکیک دو رقم زیتون نشان داده شده است. هر چند تیمار قلمه‌های زیتون با اکسین منجر به انگیزش تعداد ریشه بیش‌تری نسبت به شاهد شده است ولی به وضوح نتایج بهتری در تیمارهای ترکیبی مشاهده می‌شود. مثلاً در رقم میشن وقتی اکسین در ترکیب با پوترسین (نوعی پلی‌آمین) و فلوروگلوسینول استفاده شود تعداد ریشه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج مشابهی از اثر پلی‌آمین‌ها بر پارامترهای ریشه‌زایی در گیاه

پسته نشان می‌دهد که کاربرد پلی‌آمین‌ها باعث افزایش تعداد ریشه در پایه پسته گردیده است. اسپرمیدین تعداد ریشه را در پایه پسته افزایش داد. در واقع کاربرد پلی‌آمین‌ها باعث افزایش سنتز پلی‌آمین‌های درونی در بافت گیاه می‌شود (۱۷). از طرفی، افزایش پلی‌آمین‌ها با افزایش فعالیت میتوزی و افزایش ریشه‌های اولیه و جانبی همراه است (۷ و ١٤). همچنین حضور و دخالت ژن‌ها هم مرتبط با سنتز پلی‌آمین هاست که نقش آن‌ها در توسعه ریشه در حضور پلی‌آمین‌ها صورت می‌گیرد (١٤ و ١٨). در گیاهان توسعه و ایجاد ساختار ریشه، بر پایه برهمکنش‌های بافت ریشه با محیط زیستی پیرامون آن می‌باشد (۹). حدس زده شده که ممکن است، پلی‌آمین‌ها بخشی از مبادلات بین بافت ریشه و محیط پیرامون باشند (٤). بنابراین می‌توان پلی‌آمین‌ها را به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد در نظر گرفت که در گیاهان عالی دامنه وسیعی از فرایندهای نموی را کنترل می‌کند (۱۹ و ۲۷). اثرات متقابل رقم در روش کاربرد تیمارهای شیمیایی نشان داد که در رقم میشن اختلاف معنی‌داری از نظر درصد ریشه‌زایی بین روش اعمال تیمارهورمونی مشاهده نشد ولی در رقم کرونایکی روش محلول‌پاشی به‌طور معنی‌داری درصد ریشه‌زایی بیش‌تری را نسبت به روش محلول‌زنی سبب گردید (شکل ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در تیمار بر برخی صفات مرتبط با ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون.

Table 3. Mean comparison of interaction effects of the treatment by varieties on some traits of cuttings of two olive varieties.

زنده‌مانی ٦٠ روز پس از انتقال Survival 60 days after transplantation	زنده مانی ۳۰ روز پس از انتقال Survival 30 days after transplantation	سطح برگ Leaf area	تعداد ریشه Root number	مجموع طول ریشه Total root length	رقم Cultivar	تیمارها Treatments
11.11^{h}	16.61^{e}	8.33^{abc}	0.47^{g}	1.96^{e}	Koroneiki	شاهد
22.22^{gh}	44.44^{d}	3.51^{f}	0.43^{g}	1.82^{e}	Mission	Control
38.72^{fg}	100^{a}	8.89^{ab}	1.35^{def}	8.4^{cd}	Koroneiki	ایندول بوتیریک ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام
44.44^{efg}	55.55^{cd}	6.03^{bcde}	1.80^{cdef}	11.3^{abc}	Mission	IBA 3000 ppm
94.44^{ab}	100^{a}	6.43^{bcd}	0.938^{fg}	3.61^{de}	Koroneiki	ایندول بوتیریک + پوترسین ۱۰۰ پی‌پی‌ام
55.55^{def}	66.66^{bc}	6.03^{bcde}	2.47^{bcd}	9.63^{bc}	Mission	IBA 3000 ppm+PUT100ppm
100^{a}	100^{a}	9.19^{ab}	0.99^{fg}	3.14^{de}	Koroneiki	ایندول بوتیریک + پوترسین ۲۰۰ پی‌پی‌ام
88.88^{abc}	94.44^{a}	12.36^{a}	4.07^{a}	15.76^{a}	Mission	IBA 3000 ppm+PUT 200ppm
72.22^{bcd}	100^{a}	7.6^{bcd}	1.49^{cdef}	7.88^{cd}	Koroneiki	ایندول بوتیریک + فلوروگلوسینول ۱۲۵ پی‌پی‌ام
77.77^{abcd}	83.33^{ab}	5.44^{cdf}	2.37^{bcd}	7.96^{cd}	Mission	IBA 3000ppm+PG 125ppm
88.88^{abc}	100^{a}	1.712^{bcd}	1.21^{efg}	5.38^{cd}	Koroneiki	ایندول بوتیریک + فلوروگلوسینول ۲۵۰ پی‌پی‌ام
88.88^{abc}	88.88^{a}	12.46^{a}	3.63^{ab}	14.57^{ab}	Mission	IBA 3000ppm+PG 250ppm
100^{a}	100^{a}	6.97^{bcd}	1.43^{cdef}	4.61^{cde}	Koroneiki	ایندول بوتیریک + تیروزین ۲۵۰ پی‌پی‌ام
66.66^{cde}	83.33^{ab}	5.18^{df}	2.02^{cde}	6.33^{cd}	Mission	IBA 3000ppm+Thy 250ppm
88.88^{abc}	100^{a}	8.66^{ab}	1.20^{efg}	5.70^{cd}	Koroneiki	ایندول بوتیریک + تیروزین ۵۰۰ پی‌پی‌ام
61.1^{def}	88.88^{a}	7.78^{bcd}	2.65^{bc}	9.68^{bc}	Mission	IBA3000 ppm+Thy 500ppm



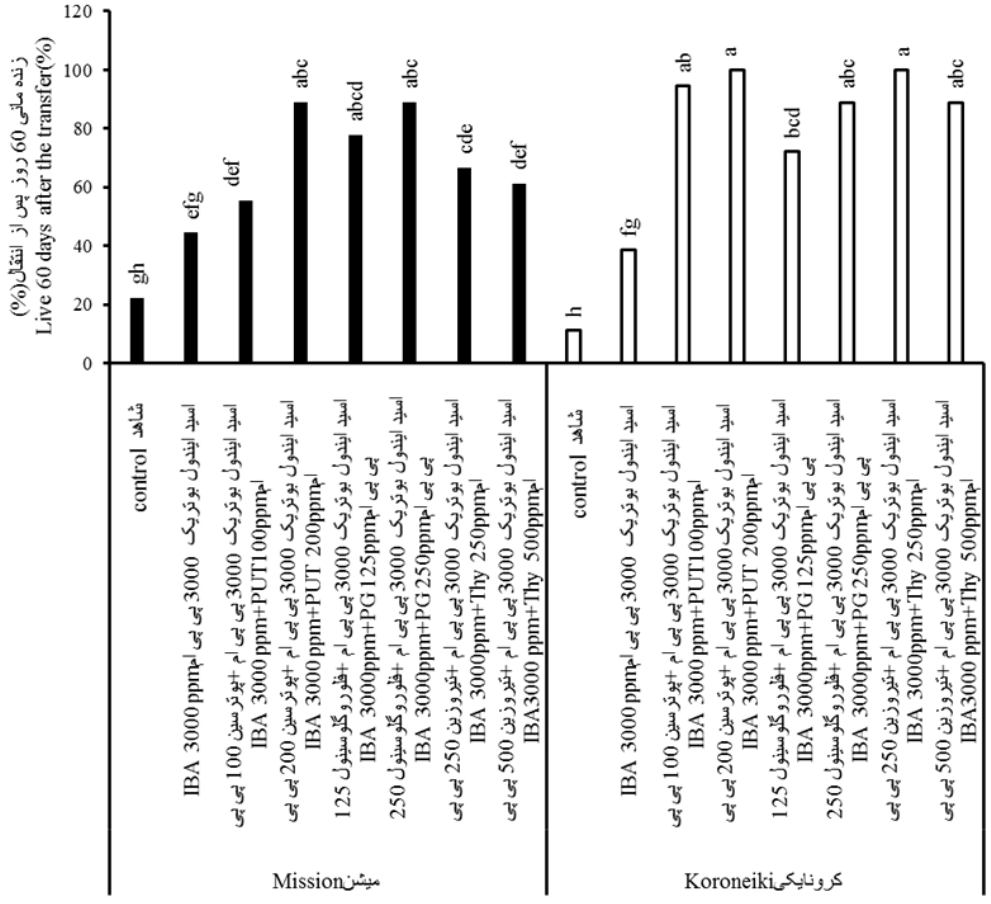
شکل ۳- مقایسه اثر متقابل رقم و روش اعمال تیمار هورمونی بر درصد ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون.

Figure 3. The interaction effects of application by varieties on the rooting percentage of cuttings of two olive varieties.

مقایسه اثر متقابل رقم و روش اعمال تیمار هورمونی بر میانگین مجموع طول ریشه قلمه‌های زیتون (شکل ۳) نیز نشان داد که اعمال تیمار هورمونی به روش محلول‌زنی روی هر دو رقم موفق‌تر از روش محلول‌پاشی بود گرچه تفاوت بین دو روش اعمال تنها در رقم میشن از نظر آماری معنی‌دار بود.

ارزیابی صفات فرعی: علاوه بر صفات اصلی ذکر شده در بالا، موارد دیگری از جمله طول ریشه (میانگین بلندترین و کوتاه‌ترین طول ریشه، مجموع طول ریشه) و نیز تعداد برگ جدید تولید شده روی هر قلمه نیز اندازه‌گیری شد که به‌دلیل اهمیت کم‌تر آن‌ها، در این‌جا به‌عنوان صفات فرعی بیان شده‌اند. مقایسه میانگین مربوط به تأثیر تیمارها بر این صفات در جدول ۲ نشان داده شده است. تعداد برگ جدید تولید شده در اغلب تیمارها با شاهد تفاوت نداشته است ولی صفات مربوط به طول ریشه در تمامی تیمارهای اعمال شده با شاهد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشته است. بیش‌ترین طول ریشه در تیمار اکسین در ترکیب با فلوروگلوسینول ۲۵۰ پی‌پی‌ام ثبت شده است. تعداد برگ‌های جدید ایجاد شده روی قلمه‌ها در بین تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشت ولی غلظت‌های بالای پوترسین، فلوروگلوسینول و تیروزین هنگامی که با اکسین به‌صورت توأم استفاده شدند، نسبت به شاهد سطح برگ بالاتری نشان دادند (جدول ۲). این صفات ممکن است در کاهش تلفات به هنگام انتقال قلمه‌ها از بستر ریشه‌زایی به خاک مؤثر باشند.

ارزیابی میزان زنده‌مانی قلمه‌های ریشه‌دار شده پس از انتقال به گلدان: یکی از مشکلات رایج در ازدیاد گیاهان با روش قلمه‌زنی، به‌ویژه در زیتون، تلفات ناشی از انتقال گیاهچه‌های کوچک ریشه‌دار از بستر ریشه‌زایی به خاک گلدان است (۳۷). طبق نتایج ثابت شد که قلمه‌های ریشه‌دار شده در تمامی تیمارها پس از انتقال به خاک زنده‌مانی بیش‌تری را نشان دادند. دلیل این امر را می‌توان به تعداد ریشه بالاتر و کاهش تنش ناشی از انتقال نسبت داد. جدول ۳ نشان می‌دهد، که ٦٠ روز پس از انتقال، بیش‌ترین درصد زنده‌مانی به‌ترتیب مربوط به تیمار اکسین ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام در ترکیب با پوترسین ۲۰۰ پی‌پی‌ام، یا فلوروگلوسینول ۲۵۰ پی‌پی‌ام و یا تیروزین ۲۵۰ پی‌پی‌ام بود. با توجه به شکل ٤ مقایسه اثر متقابل رقم در تیمار هورمونی بر درصد زنده‌مانی قلمه‌های زیتون ٦٠ روز پس از انتقال نشان داد که رقم کرونایکی به‌ترتیب تحت تیمارهای اکسین ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام در ترکیب با پوترسین ۲۰۰ پی‌پی‌ام و یا در ترکیب با تیروزین ۲۵۰ پی‌پی‌ام بیش‌ترین درصد زنده‌مانی را به خود اختصاص داد و کم‌ترین درصد زنده‌مانی در رقم کرونایکی تحت تیمار شاهد مشاهده شد.



شکل ٤- مقایسه اثر متقابل رقم در تیمار هورمونی بر درصد زنده‌مانی قلمه‌های زیتون ٦٠ روز پس از انتقال.

Figure 4. The interaction effects of chemical treatments by varieties on survival rates of olive cuttings 60 days after transplantation.

شکل ۵- تصویر دستجات قلمه‌های زیتون به هنگام فروبری در محلول (بالا، چپ)؛ تصویر یک قلمه ریشه‌دار شده زیتون (بالا، راست)؛ قلمه‌های ریشه‌دار شده با تیمار ایندول بوتریک اسید بعلاوه فلوروگلوسینول ۲۵۰ (پایین، چپ)؛ تصویری از نهالستان تجاری تولید زیتون (پایین، راست).

Figure 5. The olive cuttings during treatment (top, left). An olive rooted cutting (top, right). Rooted olive cuttings following treatment with IBA plus PG 250 ppm (down, left). The commercial olive nursery (down, right).

به‌طورکلی نتایج پژوهش حاضر به وضوح نقش مثبت تیمارهای اعمال شده را بر صفات مرتبط با ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون نشان می‌دهند. با در نظر گرفتن تمام جوانب، استفاده از اکسین در ترکیب با فلوروگلوسینول (۲۵۰ پی‌پی‌ام) و یا پوترسین (۲۰۰ پی‌پی‌ام) را می‌توان به عنوان دو ترکیب قابل اعتماد در بهبود ریشه‌زایی ارقام زیتون مورد استفاده قرار داد.

سپاسگزاری

نویسندگان از همکاری جناب آقای مهندس شاهمرادی و سرکار خانم بارانی در مراحل مختلف این پژوهش قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Alizadeh, M. 2014. Olive propagation manual (translate). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources in collaboration with Iranian Olive council (IOC). 330p. (In Persian)
2. Bartolini, G., Fabbri, A. and Tattini, M. 1986. Effects of phenolic acids and auxin on rooting of *Olea europaea* L. cuttings. Horticulture. Congress, Davis (U. S. A). Hort. Sci. 21 (3) sect. 2, 662.
3. Bartolini, G., Petruccelli, V. and Pestelli, P. 2008. Preliminary study on *in vivo* rooting of two *Olea europaea* L. genotypes. Acta Hort. 791: 191-195.
4. Baninasab, B. and Mobli, M. 2009. Effects of indole butyric acid on root regeneration and seedling survival after transplanting of Pistacia species. J. Fruit Ornam. Res. 17: 5-13.

5.Bassuk, N.L., Hunter, L.D. and Howard, B.H. 1981. The apparent involvement of polyphenol oxidase and phloridzin in the production of apple rooting co-factors. J. Hort. Sci. 56: 313-322.
6.Brhadda, N., Abousalim, A., Loudiyi, D. and Benali, D. 2003. Effect of culture medium on micropropagation of olive (*Olea europaea*) cv. Morrocan Picholine. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 7: 177-182.
7.Bultin, D., Martin-Tanguy, J., Caree, M. and Rossin, N. 1990. Polyamines hydroxyl cinnamoyl putrescines and root formation in leaf explants of tobacco cultivated in vitro: Effects of the suicide inhibitors of putrescine synthesis. Plant Physio. 93: 1398-1404.
8.Cristofori, V., Rouphae, Y. and Rugini, E. 2010. Collection time, cutting age, IBA and putrescine effects on root formation in *Corylus avellana* L. cuttings. Sci. Hort. 124: 189-194.
9.Couee, I., Hummel, I. and Amrani, A.I. 2004. Involvement of polyamines in root development. *Plant Cell Tiss.* Org. Cul. 76: 1-10.
10.Dauod, D.A., Agha, J.T., Abu-lebda, K.H. and Al-khaiat, M.S. 1989. Influence of IBA on rooting of leafy olive cuttings. Sci. Tech. 6: 27. 28-30.
11.Gerakakis, A. and Ozkaya, T. 2005. Effects of cutting size, rooting media and planting time on rooting of Domat and Ayvalik olive (*Olea europaea* L.) cultivars in shaded polyethylen tunnel. Tarim Bilimleri Dergisi. 11: 333-338.
12.Hartmann, H.T. and Loreti, F. 1964. Propagation of Olive trees by rooting of leafy cutting under Mist. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 87: 194-198.
13.Hartmann, H.T. and Kester, D.E. 1990. Plant propagation, principles and practices. Reprinted in NewJercy.
14.Hummel, I., Couee, I., Amrani, A., Tanguy, J.M. and Hennion, F. 2002. Involvement of polyamines in root development at low temeprature in the subantartic cruciferous species Pringlea. Antiscorbutica Exp. Bot. 53: 1436-1473.
15.James, D.J. and Thurbon, I.J. 1979. Rapid in vitro rooting of the apple rootstock M.9. J. Hort. Sci. 54: 309-311.
16.Jones, O.P. 1976. Effect of phloridzin and phloroglucinol on apple shoots. Nature, 262: 392-393.
17.Kishore, D.K., Sharma, S.K. and Pramanick, K.K. 2006. *Temperate horticulture: current Scenario*, New India Publishing Agency, New Delhi, India.
18.Lee, T.M. 1997. Polyamine regulation of growth and chilling tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) roots cultured in vitro. Plant Sci. 12: 111-117.
19.Liu, J.H. and Moriguchi, T. 2007. Changes in free polyamine titers and expression of polyamine biosynthetic genes during growth of peach in vitro callus. Plant Cell Rep. 26: 125-131.
20.Martin-Tanguy, J. 2001. Metabolism & function of polyamines in plants: Recent development. Plant Growth Reg. 33: 135-148.
21.Naghmouchi, S., Larbi Khouja, Nejib Rejeb, M. and Boussaid, M. 2008. Effect of growth regulators & explant origin on in vitro propagation of *Ceratonia siliqua* L. via cuttings. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 12: 251-258.
22.Ozelbaykal, S. and Gezerel, O. 2005. The effects of the different dose of IBA on the rooting performance in the reproduction of (Gmilk) and (Domat) olive trees by using the green twig procedure in the ecology of cukurova region. J. Central Eur. Agri. 6: 481-484.
23.Paschalidis, A.K. and Roubelakis – Angelakis, A.K. 2005. Sites and regulation of polyamine catabolism in the tobacco plant. Correlation with cell division / expansion, cell cycle progression and vascular development. Plant Physio. 138: 2174-2184.
24.Palavan, N. and Galston, A.W. 1982. Polyamine biosynthesis and titer during various developmental stages of *Phaseolus vulgaris*. Physiol. Plant. 55: 438-444.
25.Pio, R., Costabastos, D. and Berti, A.J. 2005. Rooting of different types of olive tree cutting using Indol butyric acid. Cienc Agrotec Lavras, 29: 562-567.
26.Rahman, N., Awan, A.A. and Nabi, G. 2002. Root initiation in hard wood cutting of olive cultivar corating using different concentration of IBA. Asian J. Plant Sci. 1: 563-564.

27. Rupinak, H.T. and Paulp, D. 1978. Inhibition of spermidine and spermine synthesis leads to growth arrest of rat embryo fibroblast in G1. Cell Physio. 94: 161-170.
28. Sedaghat, S., Rahemi, M. and Baninasab, B. 2014. The Effect of Polyamine Applications on Root Enhancement of Pistachio Seedling Rootstocks of 'Badamy-E- Riz'. JCPP. 3: 10. 113-123.
29. Salekjalali, M. 2012. Advances in environmental biology, 6: 7. 1944-1949. (In Persian)
30. Serrano, F., Serrano, M. and Amaral, E. 2002. Effect of different hormone treatments on rooting of *Olea europaea* cv. Galega vulgar cuttings. Acta Hort. 586: 875-877.
31. Seyhan Usta, S. 1999. the research on rooting ability of olive cuttings (*Olea europae* L. cv. Domat) International Society for Horticultural Science ISHS. Acta Hort. 474p.
32. Sharifian, S., Vahdati, K., Mirmasoumi, M. and Ghaem, S.A. 2009. Assessment of phloroglucinol effect on rooting of tissue cultured Persian walnut. Acta Hort. 812: 189-195.
33. Sheibani, A. 1994. Pistachio production in Iran. Pistachio Research Institute, Ministry of Agriculture, Iran. (In Persian)
34. Tarenghi, E., Carre, M. and Martin-Tanguy, J. 1995. Effects of inhibitors of polyamine biosynthesis & of polyamines on strawberry microcutting growth & development. Plant Cell Tiss. Org. Cul. 42: 47-55.
35. Ullah, S.H. and Awan, A.A. 2004. Performance of cultivated & wild olive cuttings as affected by different length & diameter. Sarhad J. Agric. 20: 367-372.
36. Unesabadi, T. 2016. Evaluation of application of Auxin combined with some chemicals to induce rooting in olive microcuttings. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
37. Yonesabadi, F. 2015. Evaluation of the effects of nutritional and anti-transpirant treatments to mitigate weaning stress in rooted olive cutting. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
38. Wiesman, Z. and Epstein, E. 1987. Metabolism and transport of 5-H-indol-butyric acid in cuttings of olive. Olea. 18: 29-33.
39. Wiesman, Z., Markus, A., Wybraniec, S., Schwartz, L. and Wolf, D. 2002. Promotion of rooting and development of cuttings by plant growth factors formulated into a controlled release system. Biol. Ferti. Soils. 36: 330-333.