نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 30، شماره 3، پاییز 1395، ص. 528-520
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 3, Fall 2016, P. 520-528
ISSN: 2008 - 4730

اثر دو نوع اکسین ایندول بوتریک اسید، نفتالین استیک اسید و بسترهای کاشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های رز مینیاتوری (*Rosa hybrida*)

اعظم رنجبر[1]- نوراله احمدی[2*]

تاریخ دریافت: 1394/04/11
تاریخ پذیرش: 1394/09/07

چکیده

گل رز مینیاتوری یکی از محبوب‌ترین گیاهان زینتی در جهان است که در سراسر دنیا به عنوان گیاه گلدانی و یا در فضای سبز پرورش داده می‌شود. تکثیر تجاری این گیاه عمدتاً از طریق قلمه می‌باشد. به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتریک اسید، نفتالین استیک اسید و بسترهای کاشت مختلف بر ریشه‌زایی قلمه‌های رز مینیاتوری، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار و 40 تیمار با 360 قلمه اجرا گردید. در این تحقیق فاکتور اول تنظیم کننده رشد ایندول بوتریک اسید در چهار سطح (0، 1000، 2000 و 3000 میلی‌گرم در لیتر)، فاکتور دوم تنظیم کننده رشد نفتالین استیک اسید در پنج سطح (0، 500، 1000، 1500 و 2000 میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور سوم بسترهای متفاوت ریشه‌زایی شامل مخلوط حجمی از پرلایت، کمپوست ضایعات چای و ماسه به نسبت 2:2:1، پرلایت، پیت و ماسه به نسبت 2:2:1 بود. آنالیز آماری داده‌ها با نرم افزار SAS از روش مدل خطی تعمیم‌یافته GLM و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد انجام شد. نتایج نشان داد که بالاترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در تیمار 2000 میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید بدست آمد، در حالی‌که اثر تیمار نفتالین استیک اسید و بسترهای متفاوت ریشه‌زایی بر درصد ریشه‌زایی معنی‌دار نبود. اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارها بر سایر صفات اندازه‌گیری شده از جمله تعداد ریشه اولیه، تعداد ریشه ثانویه و قطر ریشه معنی‌دار بود. اثرات متقابل دوگانه تیمار NAA و بستر ریشه‌زایی بر صفت تعداد ریشه اولیه معنی‌دار نبود. بیشترین میانگین تعداد ریشه در قلمه‌ها و قطر ریشه در بستر پرلایت، کمپوست ضایعات چای و ماسه به نسبت 2:2:1 و در تیمار ترکیبی تنظیم کننده‌های مصنوعی وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: ازدیاد، پیت، تنظیم کننده رشد، قلمه نیمه‌خشبی، کمپوست ضایعات چای

مقدمه

گل رز مینیاتوری متعلق به تیره Rosaceae زیر تیره Rosoideae و جنس *Rosa* است که از گیاهان زینتی و تجاری با کاربردهای زیاد به خصوص در طراحی فضای سبز می‌باشد. بر خلاف واریته‌های تجاری مهم رز شاخه بریده که حاصل پیوندهای گوناگون می‌باشند رز مینیاتوری حاصل تکثیر از طریق قلمه و ریشه‌دار شدن قلمه‌ها است (35). امروزه تکثیر تجاری رزهای مینیاتور به میزان بیش از یکصد میلیون گلدان در سال در گلخانه‌های صنعتی کشورهای اروپایی از جمله دانمارک و آلمان از طریق قلمه (3 و 14) صورت می‌پذیرد. بکارگیری تنظیم کننده رشد گیاهی نظیر اکسین‌های طبیعی یا مصنوعی، پیش نیازی برای آغازیدن ریشه نابجا روی ساقه است و در واقع ثابت شده است که تقسیم اولین سلول‌های آغازنده ریشه، به وجود اکسین درونی و یا اکسین مصنوعی، وابسته است (25). روش‌های بکارگیری این مواد و غلظت‌های مورد استفاده، به عوامل مختلفی از جمله رقم گیاه، زمان تهیه قلمه و شرایط تکثیر بستگی دارد. روش‌های کاربرد IBA شامل غوطه‌وری، فروبری سریع و محلول‌پاشی است. این تنوع در کاربرد تنظیم کننده‌ها به علت روش‌های متفاوت حفظ و استفاده از IBA توسط بافت گیاهی است (51). برای قلمه گیاهان علفی، گرمسیری، گلخانه‌ای و رز غلظت ایندول بوتریک اسید 1500-500 میلی‌گرم در لیتر، برای داوودی 500-150 میلی‌گرم در لیتر، قلمه‌های چوب نرم 1000 میلی‌گرم در لیتر، قلمه‌های چوب سخت 2000 میلی‌گرم در لیتر و برای قلمه‌های

1 و 2- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس
(*- نویسنده مسئول: Email: ahmadin@modares.ac.ir)

بسیار سخت ریشه‌زا غلظت 20000-5000 میلی‌گرم در لیتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (22). تیمار قلمه‌های رز با IBA تشکیل ریشه و تعداد ریشه‌های جانبی را فزایش می‌دهد (48). عده‌ای از محققان NAA را بهترین ماده تنظیم کننده برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های بامبو معرفی و غلظت 100 میلی‌گرم در لیتر را توصیه نمودند (26). همچنین عملکرد ریشه یعنی تعداد ریشه و درصد ریشه‌زایی تا حد زیادی ممکن است تحت تأثیر نوع بستر ریشه‌زایی قرار گیرد (27). محیط کشت مناسب باعث استقرار قلمه‌ها شده، دستیابی به رطوبت مناسب و نفوذپذیری هوا را میسر می‌سازد و بر وجود مواد مختلف و واکنش آن‌ها در ریشه‌زایی قلمه‌ها تأثیر زیادی دارد (9). در گلگاری به ندرت از یک ماده به عنوان بستر کشت استفاده می‌شود، مواد با ارزشی مانند خاک، پیت، ماسه، پرلایت و ورمیکولایت به عنوان بستر در ظروف تولید گیاه استفاده می‌شوند (45) که این مواد اصلی به دلیل دستیابی به مزایای زیست محیطی، جلوگیری از آسیب به اکوسیستم و به حداقل رساندن اثرات بقایای آن‌ها و همچنین منافع اقتصادی ممکن است با زباله‌های آلی مانند پوسته برنج، کنف، پوست درخت کاج، ضایعات چای جایگزین شوند (2 و 49). یافتن روشی برای استفاده از مواد زاید به عنوان بستر رشد که اغلب به صورت محلی تولید می‌شوند، از اهداف مهم مطالعات متعدد، خصوصا به عنوان جایگزین پیت برای بستر گیاهان گلدانی زینتی است (1). ارزیابی ضایعات کشاورزی به عنوان بستر کشت و معرفی مواد مناسب به عنوان جایگزین پیت می‌تواند به طور موفقیت آمیزی مورد اقبال قرار گیرد. ضایعات چای تولید شده در کارخانه های تولید چای شمال ایران می‌تواند یک بستر مناسب برای گیاهان زینتی باشد (24)، بر همین اساس هدف از انجام این آزمایش تعیین اثرات دو نوع تنظیم کننده رشد و ترکیب بستر بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی رز مینیاتوری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال 1392 در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس با پوشش پلاستیک انجام شد. قلمه‌های نیمه‌خشبی ساقه رز مینیاتوری (به طول 15 سانتی‌متر با حداقل دو جوانه فعال) از بخش میانی شاخه‌های سال جاری تهیه شد. قبل از انتقال قلمه‌ها به بستر، قلمه‌ها به مدت 15 دقیقه در محلول قارچکش بنومیل یک در هزار ضد عفونی شدند. برای تهیه محلول IBA و NAA ابتدا مقادیر مورد نظر با ترازوی حساس توزین و در چند قطره سدیم هیدروکسید (NaOH) حل گردید و سپس با آب مقطر به حجم مورد نظر رسید. تیمار قلمه‌ها با هورمون ایندول بوتریک اسید 1000، 2000 و3000 میلی‌گرم در لیتر و هورمون نفتالین استیک اسید 500، 1000، 1500 و2000 میلی‌گرم در لیتر به روش فروبری سریع صورت گرفت. نمونه‌های شاهد فقط با آب مقطر تیمار شدند. کشت قلمه‌ها در بسترهای پرلایت، کمپوست ضایعات چای و ماسه به نسبت 2:2:1 ، پرلایت، پیت و ماسه به نسبت 2:2:1 صورت گرفت. دمای گلخانه در طول شبانه روز 24-21 درجه سانتیگراد و شدت نور در طول دوره آزمایش حدود 14000- 11000 لوکس بود رطوبت نسبی 80-60 درصد فضای گلخانه بوسیله سیستم مه افشان نوبتی تامین می‌گردید. پس از گذشت 45 روز از قرار گرفتن قلمه‌ها در بسترهای کشت، صفات مورفولوژیکی از جمله درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه اولیه و ثانویه و قطر ریشه اندازه‌گیری شد. آنالیز آماری داده‌ها با نرم افزار SAS از روش مدل خطی تعمیم‌یافته GLM و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که تیمارIBA بر درصد ریشه‌زایی اثر معنی‌داری داشت اما سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر درصد ریشه‌زایی نداشتند. اثرات تیمار بر صفت تعداد ریشه های اولیه در سطح یک درصد معنی‌دار بوده اما در مورد اثرات متقابل دوگانه NAA و بستر کشت معنی‌دار نبود. تیمار IBA، NAA، بستر و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارها بر تعداد ریشه‌های ثانویه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. در مورد قطر ریشه بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت و اثر تیمارها بر روی قطر ریشه در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود.

درصد ریشه‌زایی

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که تیمارIBA بر درصد ریشه‌زایی اثر معنی‌داری داشت اما سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر درصد ریشه‌زایی نداشتند.

شکل1- نشان می‌دهد که بین تیمارها در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت به طوری که بیشترین درصد ریشه‌زایی در غلظت 2000 میلی‌گرم بر لیتر IBA و کمترین آن در تیمار شاهد و غلظت‌های 1000 و 3000 میلی‌گرم در لیتر IBAدیده شد.

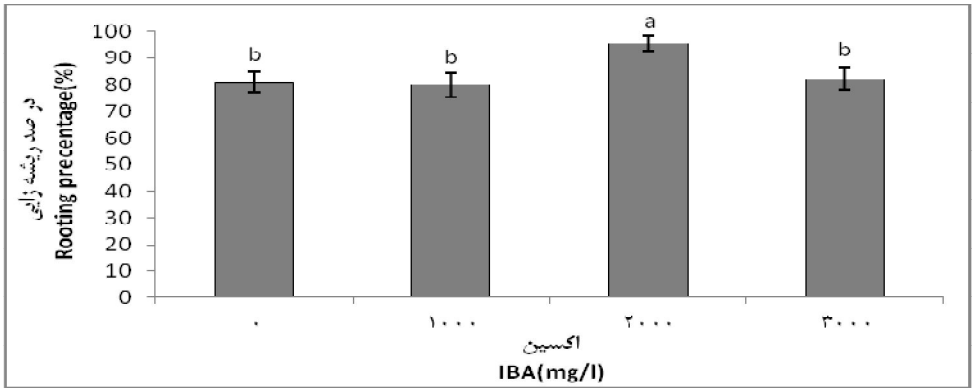
جدول 1- تجزیه واریانس اثر عوامل آزمایشی بر درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه‌های اولیه، تعداد ریشه‌های ثانویه و قطر ریشه قلمه‌های رز مینیاتوری

Table1- ANOVA of the experimental factors effects on rooting percentage, number of primary roots, number of secondary roots and root diameter in miniature rose cuttings

منبع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات در صد ریشه‌زایی MS of rooting precentage	درجه آزادی DF	میانگین مربعات تعداد ریشه اولیه MS of primery root number	درجه آزادی DF	میانگین مربعات تعداد ریشه ثانویه MS of secondary root number	درجه آزادی DF	میانگین مربعات قطر ریشه MS of root diameter
IBA ایندول بوتریک اسید	3	1588.39**	3	24.60*	3	1165.69*	3	0.071*
NAA نفتالین استیک اسید	4	186.12^{ns}	4	43.70*	4	869.81*	4	0.027*
Rooting medium بستر ریشه زایی	1	9.26^{ns}	1	108.12*	1	1332.76*	1	0.029*
NAA x IBA ایندول بوتریک اسید xنفتالین استیک اسید	12	372.40^{ns}	12	5.61*	12	907.67*	12	0.024*
Rooting xIBA medium ایندول بوتریک اسیدxبستر ریشه زایی	3	751.18^{ns}	3	21.21*	3	1489.29*	3	0.044*
Rooting xNAA medium نفتالین استیک اسیدx بستر ریشه زایی	4	843.75^{ns}	4	2.86^{ns}	4	892.86*	4	0.014*
Rooting xNAAxIBA medium ایندول بوتریک اسیدxنفتالین استیک اسیدxبستر ریشه زایی	12	286.01^{ns}	12	9.51*	12	776.80*	12	0.018*
خطای آزمایشی Experimental error	80	454.27	79	1.62	77	114.026	78	0.001
ضریب تغییرات% Coefficient of Variation	25.14	-	16.12	-	14.46	-	13.54	-

* ، **و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری است

* , ** and ns, significant at the 5% and 1% probability levels and non-significant respectively



شکل 1- اثر غلظت‌های مختلف IBA بر درصد ریشه‌زایی. حروف مشترک در بالای ستون‌ها نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار میانگین تیمارها در سطح احتمال 5 درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشد

Figure 1- The effect of IBA concentrations on rooting percentage of miniature rose cuttings. Similar letters above columns indicate no significant differences based on LSD test at %5 probablely levels

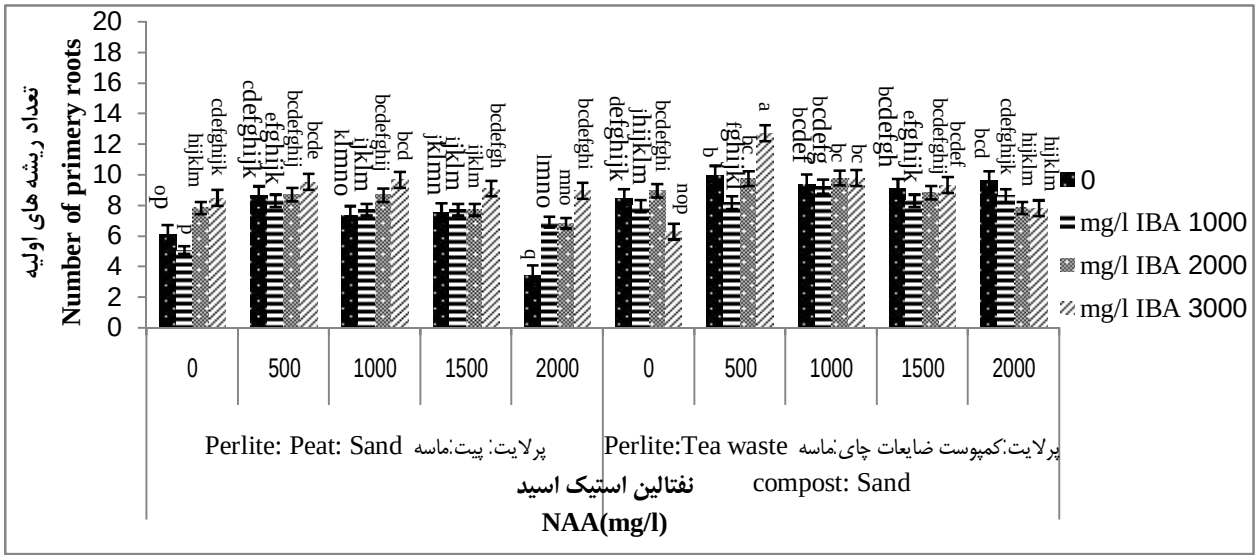
کاربردIBA در این تحقیق افزایش تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده را به دنبال داشت که به علت پایداری بیشتر هورمون ایندول بوتریک اسید و حساسیت کمتر آن به آنزیم‌های تجزیه‌کننده اکسین است (17 و 38) و این می‌تواند یکی از دلایل قابل ذکر برای تأثیر بهتر ایندول بوتریک اسید به تنهایی در مقایسه با ترکیب هورمون‌های مختلف اکسین بر صفت در صد ریشه‌زایی باشد. این نتایج مطابق با یافته‌های محققان دیگر بود که مشاهده کردند به ازای افزایش غلظت IBA، ریشه‌زایی قلمه‌های *Camellia japonica* به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد (10). نتایج تحقیقات در مورد قلمه‌های رز نیز نشان داد که هورمون IBA موفقیت ریشه‌زایی را افزایش می‌دهد (39). کاهش درصد ریشه‌زایی در غلظت 3000 میلی‌گرم در لیتر IBA نیز با برخی پژوهش‌ها مطابقت دارد با این استنباط که بکارگیری اکسین‌های سنتز شده با غلظت زیاد روی قلمه ساقه از نمو جوانه‌ها جلوگیری می‌کند (13). در این موارد به دلیل به هم خوردن تعادل هورمونی درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده کاهش می‌یابد. اثر کاهنده اکسین بر درصد ریشه‌زایی در غلظت‌های بسیار بالا ممکن است ناشی از آسیب یاخته‌ها باشد (44). نتایج نشان می‌دهد که کاربرد IBA نسبت به NAA موثرتر بوده که با نتایج برخی از پژوهش‌ها در گل کاغذی (*Bougainvillea spectabillis*) و ختمی چینی (*Hibiscus rosa-sinensis*) همسو است (18 و 50) عدم وجود اختلاف معنی‌دار در درصد ریشه‌زایی بین سطوح مختلف تیمار هورمونی نفتالین استیک اسید نیز با نتایج برخی پژوهشگران هماهنگی دارد (41).

عدم تاثیر بسترهای کاشت بر ریشه‌زایی قلمه‌های رودودندرون (*Rhododendron* sp.)، قلمه‌های مورد (*Myrtus communes*) و زرشک زینتی (*Berberis thunbergii*) نیز گزارش شده است (12 و 36). نتایج متعدد نشان می‌دهد که بسترهای ریشه‌زایی در توسعه ریشه‌های ظاهر شده نسبت به القای ریشه نقش بیشتری دارند (30).

تعداد ریشه اولیه

نتایج تجزیه واریانس (جدول 1) نشان می‌دهد که اثر تیمارها بر تعداد ریشه‌های اولیه در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثرات متقابل دوگانه NAA و بستر کشت معنی‌دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین تیمارها از نظر تعداد ریشه‌های اولیه (شکل 2) نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. به طوری که بیشترین تعداد ریشه اولیه در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 در گیاهان تحت تیمار 3000 میلی‌گرم در لیتر اکسینIBA همراه با غلظت 500 میلی‌گرم در لیتر اکسینNAA مشاهده شد و کمترین آن در بستر پرلایت: پیت: ماسه به نسبت 2:2:1 مربوط به تیمار 2000 میلی‌گرم در لیتر اکسین NAA بدون اکسینIBA بود.



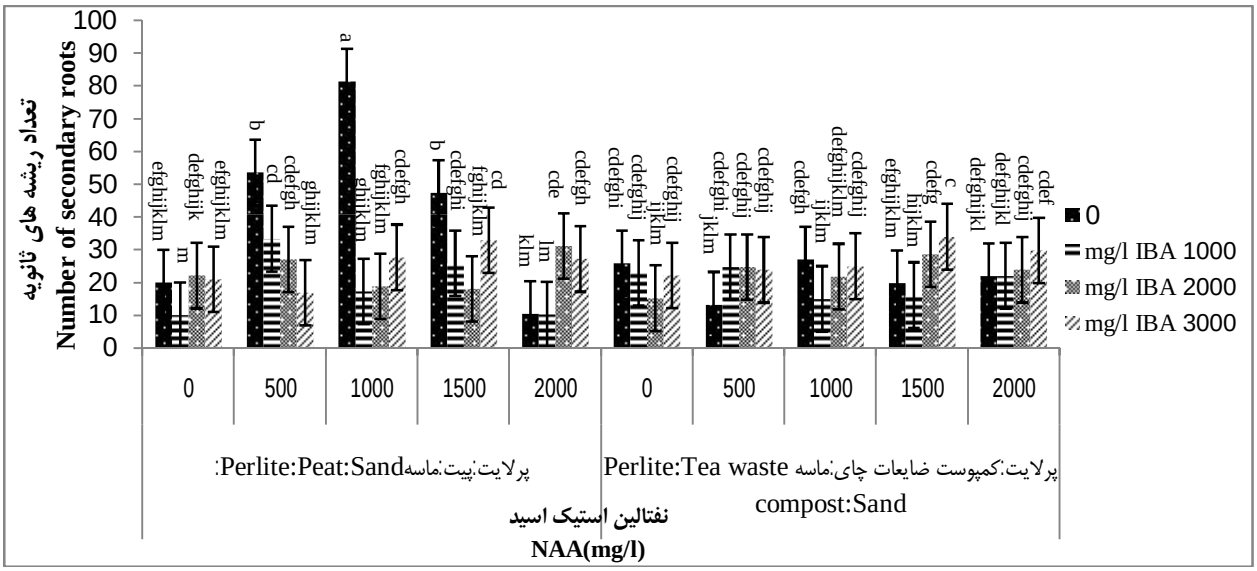
شکل 2- اثر متقابل سه گانهIBA ×NAA × بسترکاشت بر میانگین (± خطای استاندارد) تعداد ریشه اولیه قلمه رز مینیاتوری. تیمارهای دارای حروف مشابه براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Figure 2- Interaction effects of IBA × NAA × rooting medium on the means (± standard error) of the number of primary roots of miniature rose cuttings. Similar letters above columns indicate no significant differences based on LSD test at %5 probablely levels.

تعداد ریشه ثانویه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول 1) نشان می‌دهد که اثر تیمار IBA، NAA، بستر و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارها نیز بر تعداد ریشه‌های ثانویه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد.

مقایسه میانگین (شکل 3) اثر متقابل غلظت‌های اکسین IBA، اکسینNAA و بستر کشت نشان داد که در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 بیش‌ترین تعداد ریشه‌های ثانویه درغلظت 3000 میلی‌گرم در لیتر اکسین IBA در ترکیب با غلظت 1500 میلی‌گرم در لیتر اکسینNAA و کمترین تعداد ریشه‌های ثانویه در غلظت 1000 میلی‌گرم در لیتر اکسین NAA در ترکیب با غلظت 1000 میلی‌گرم در لیتر اکسین IBA مشاهده گردید. بیش‌ترین تعداد ریشه‌های ثانویه در بستر پرلایت: پیت: ماسه با نسبت 2:2:1 مربوط به تیمار 1000 میلی‌گرم در لیتر NAA بدون اکسینIBA بود و کم‌ترین تعداد ریشه مربوط به تیمار شاهد NAA و غلظت 1000 میلی‌گرم در لیتر اکسین IBAدر ترکیب با غلظت 2000 میلی‌گرم در لیتر اکسین NAA بود.



شکل 3- اثر متقابل سه گانه IBA × NAA × بسترکاشت بر میانگین(± خطای استاندارد) تعداد ریشه ثانویه قلمه رز مینیاتوری، تیمارهای دارای حروف مشابه براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Figure 3- Interaction effects of IBA × NAA × rooting medium on the mean (± standard error) of the secondary roots number of miniature rose cuttings. Similar letters above columns indicate no significant differences based on LSD test at %5 probablely levels

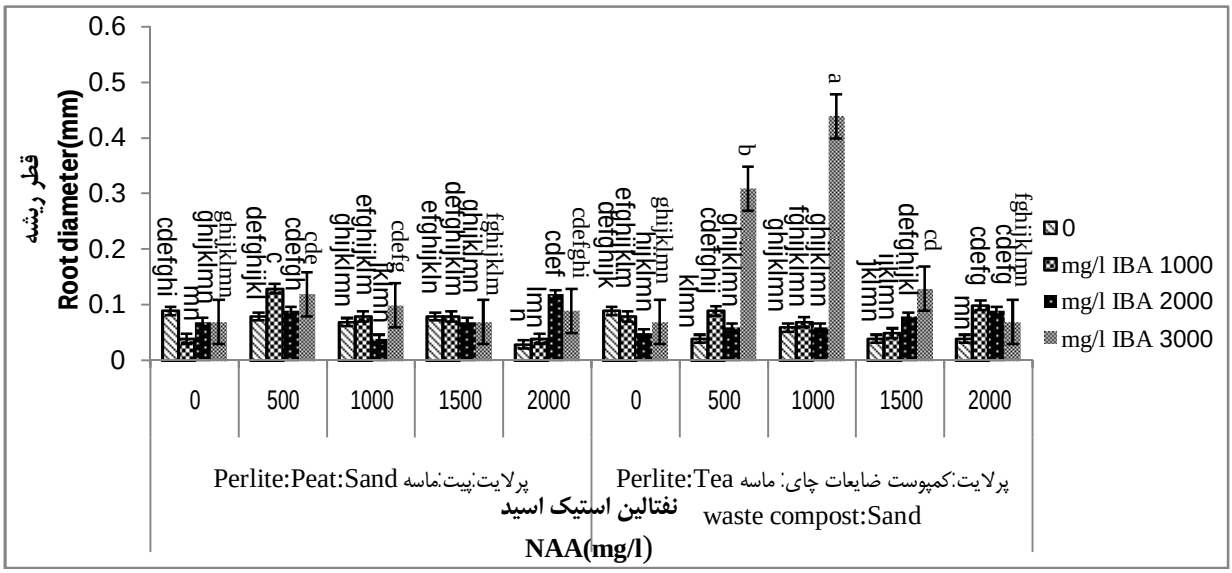
پس از درصد ریشه‌زایی، عامل مهم دیگر در ارزیابی میزان ریشه‌زایی میانگین تعداد ریشه در قلمه است، کیفیت نهال تولیدی به تعداد و طول ریشه و نبود کالوس در قاعده ساقه بستگی دارد که این موارد نقش مهمی در سازگاری گیاه بعد از انتقال به زمین اصلی دارند. در این آزمایش نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 تعداد ریشه‌های اولیه بیشتر و همچنین در این بستر به غلظت بالاتری از تنظیم کننده‌های رشد برای به وجود آمدن تعداد ریشه بیشتر نیاز است. در این بستر بیشترین تعداد ریشه ثانویه نیز در غلظت‌های بالاتر اکسین IBA در ترکیب با اکسینNAA بدست آمد که احتمالا به دلیل اثر گذاری اکسین در آغازیدن ریشه‌های نابجا و وابستگی تقسیم سرآغازه‌های ریشه به مقدار اکسین درون زا و برون زا است. این موضوع به اثبات رسیده است که اکسین تشکیل ریشه نابجا در قلمه‌های ساقه را از طریق تحریک فعالیت آغازنده‌های ریشه و افزایش انتقال کربوهیدرات به انتهای قلمه تسهیل می‌کند و افزایش تعداد ریشه در قلمه‌ها به نظر می‌رسد تا حدودی به واسطه افزایش هیدرولیز ذخایر غذایی تحت تاثیر اکسین‌ها باشد (5، 21 و 32). همچنین بر اساس پژوهش‌های دیگر افزایش هیدرولیز کربوهیدرات‌ها در اثر کاربرد خارجی هورمون‌ها افزایش ریشه‌دهی در قلمه‌های تیمار شده با اکسین را توجیه می‌کند (37). در بستر پرلایت: پیت: ماسه با نسبت 2:2:1 تعداد ریشه اولیه کمتر از بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 است.

گزارش شده است که خاک‌های تیمار شده با کمپوست دارای pH پایین‌تر بوده و سبب افزایش مواد آلی، مواد مغذی اولیه و نمک‌های محلول می‌شوند (11). عده‌ای از محققان بیان کردند که در کمپوست‌ها به دلیل فراوانی مواد غذایی و فعالیت بالای جمعیت میکروبی در منطقه ریزوسفر ریشه رشد افزایش می‌یابد (15). همچنین سطوح بالای مواد هیومیکی می‌تواند به عنوان محرک رشد عمل کند (28) که از مهم‌ترین آثار بیولوژیک مواد هیومیک می‌توان به تحریک تجمع نیتروژن، تحریک جذب عناصر غذایی معدنی و تحریک تجمع بیومس گیاهی اشاره کرد (52). مواد هیومیکی جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATPآز را در غشا پلاسمایی سلول‌های ریشه افزایش می‌دهند و به نظر می‌رسد فعال شدن پمپ پروتون غشا سبب جذب عناصر غذایی گردد (40). مطالعات قبلی نیز نشان دادند که کمپوست مواد آلی راندمان مصرف نیتروژن را به علت آزاد سازی تدریجی آن افزایش می‌دهند (6). مواد هیومیک سبب افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز می‌شوند و در قابلیت دسترسی عنصر فسفر به عنوان عنصر موثر در رشد و توسعه سیستم ریشه نقش موثری خواهند داشت (33). از سوی دیگر افزایش فعالیت آنزیم‌های ذکر شده سبب افزایش تنفس ریشه و رشد بیشتر خواهد گردید. مواد هیومیک اثرات شبه هورمونی مانند اکسین و سایتوکنین نیز دارند که بر رشد و متابولیسم گیاه اثر گذار است (8). در حقیقت بستر آلی نسبت به بسترهای معدنی موجب عملکرد بالاتری می‌گردد (23)، با این حال استفاده از پرلایت در مخلوط خاکی به دلیل هوادهی بهتر، می‌تواند به طور مؤثری در رشد و توسعهٔ گیاه نقش ایفا کند (43). از بسترهای معمول در ریشه‌زایی قلمه ماسه است اما فاقد مواد غذایی بوده و معمولاً واکنش خنثی داشته و قادر به جلوگیری از تغییر اسیدیته و ظرفیت تبادل کاتیونی بستر نیست و در ترکیب با بسترهای دیگر توصیه می‌گردد (19). در برخی مطالعات هنگامی که گیاهان در بستر پیت رشد کرده اند، حفظ تعادل غذایی و تهویه مطلوب مشکل بوده است (20)، به نظر می‌رسد در این پژوهش کاهش تعداد ریشه اولیه در بستر پرلایت: پیت: ماسه با نسبت 2:2:1 در مقایسه با بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 به علت تهویه نامناسب در این بستر باشد. مطابق با نتایج این پژوهش مشاهده شده است که عملکرد رویشی کاهو (*Lactuca sativa* cv. Great Leack) در کمپوست ضایعات چای نسبت به کمپوست پوست درخت بیشتر بود (34).

قطر ریشه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول 1) نشان می‌دهد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد و اثر تیمارها بر روی قطر ریشه در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شده است.

همان‌طور که در نتایج مقایسه میانگین (شکل 4) مشاهده شد، بیشترین قطر ریشه در تیمار 3000 میلی‌گرم در لیتر اکسین IBA و در ترکیب با 1000 میلی‌گرم در لیتر NAAدر بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 بدست آمد. کمترین قطر ریشه در بستر پرلایت: پیت: ماسه با نسبت 2:2:1 در شرایط استفاده یا عدم استفاده از اکسین IBA و NAA مشاهده گردید.



شکل 4- اثر متقابل سه گانه IBA × NAA × بسترکاشت بر میانگین (± خطای استاندارد) قطر ریشه قلمه رز مینیاتوری، تیمارهای دارای حروف مشابه براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند

Figure 3- Interaction effects of IBA × NAA × rooting medium on the mean (± standard error) of the root diameter of miniature rose cuttings. Similar letters above columns indicate no significant differences based on LSD test at %5 probablely levels

در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 در غلظت بالای هورمون اکسین بیشترین قطر ریشه حاصل می‌گردد. زمانی که از کمپوست ضایعات چای در ترکیب با مواد دیگر به عنوان بستر کشت استفاده می‌شود قطر ریشه افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از حفظ قابلیت بالای جذب آب و مواد معدنی در این بستر باشد (47).کمپوست، محصول نهایی تخریب بقایای آلی است که به طور کلی خواص فیزیکی خاک مانند شکل گیری و ثبات دانه‌های خاک، نفوذ آب، تخلخل، مقاومت در برابر فشردگی و در دسترس بودن مواد مغذی را بهبود می‌بخشد (16 و 42)، همچنین ویژگی‌های بیولوژیکی خاک را بهبود بخشیده (29) و در نتیجه، اختلاط کمپوست به خاک می‌تواند رشد، عملکرد و کیفیت محصول را افزایش دهد. شواهدی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد کمپوست‌ها برخلاف پیت دارای تنظیم کننده‌های رشد گیاهی‌اند (3 و 7). در طول کمپوست، میکروب ها مانند قارچ، باکتری، مخمر، اکتینومیست، جلبک و غیره، قادر به تولید اکسین، جیبرلین و غیره، به مقدار قابل توجهی هستند (4). در واقع کمپوست‌ها با تحریک فعالیت‌های میکروبی سبب تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و در نتیجه رشد و نمو بهتر گیاه می‌شوند (46).

به طور کلی با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که جهت تسریع ریشه‌دار کردن قلمه‌های رز مینیاتوری بهتر است این قلمه‌ها با تیمار هورمون مصنوعی و در بستر پرلایت: کمپوست ضایعات چای: ماسه با نسبت 2:2:1 تحت سیستم مه‌افشان نوبتی کشت گردند. مواد آلی علاوه بر احیاء خاک، محیط ریشه را فعال می‌نماید و در تامین عناصر غذایی قابل جذب، استقرار ریشه، افزایش ظرفیت زراعی مزرعه، کاهش تبخیر از سطح خاک، کاهش هزینه‌ها نقش اساسی بر عهده دارند. بنابراین استفاده دقیق از این ترکیبات به منظور دستیابی به عملکرد بهتر تاکید می‌گردد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر احمد معینی و مسئولین محترم گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس آقایان مهندس پاکیده و مهندس مقدم که در اجرای این پروژه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی میگردد.

منابع

1. Abad M., Nouguera P., and Bures S. 2001. Nattional inventory of organic waste for use as growing media for ornamental potted plant production: Case study in Spain. Bioresource Technology, 77: 197-200.
2. Abad M., Noguera P., Puchades R., Maquieira A., and Noguera V. 2002. Physico-chemical properties of some coconut dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. Bioresource Technology, 82: 241–245.
3. Ahmadi N. 2012. Rooting and growth of cuttings from ethylene-low or ethylene-high sensitive miniature rose genotypes under mist condition. Acta Horticulturae, 952: 893-898.
4. Arancon N Q., Edwards C. A., Bierman P., Welch C., and Metzer J. D. 2004. 'Influence of vermicomposts on field strawberries: effect on growth and yields'. Bioresource Technology, 93: 145–153.
5. Arteca R. N. 1996. Plant growth substances: principles and applications. Chapman and Hall, PP. 332.
6. Asghar H. N., Ishaq M., Zahir Z. A., Khalid M., and Arshad M. 2006. Response of radish to integrated use of nitrogen fertilizer and recycled organic waste. Pakistan Journal of Botany, 38(3): 691-700.
7. Atiyeh R. M., Edwards C. A., Subler S., and Metzger J. D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physiochemical properties and plant growth. Bioresource Technology, 78: 11-20.
8. Atiye R. M., Lee S., and Edwards C. A. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology, 84: 7-14.
9. Awang Y., Shaharom A. S., Mohammad R. B., and Selamatm A. 2009. Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of *Celosia cristata*. Agriculture and Biological Sciences, 4(1): 63-71.
10. Beretta D., Vanoli M., and Eccher T. 1988. The influence of glucose, vitamins and IBA on rooting of Camellia shoots in vitro. Acta Horticulturae, 227: 473 – 475.
11. Bevacqua R. F., and Mellano V. 1993. Sewage sludge compost's cumulative effects on crop growth and soil properties. Compost Science and Utilization. Spring, 1993: 34-37.
12. Bilderback T. E., and Lorscheider M. R. 1992. A comparison of physical properties of double processed pine bark to other selected propagation substrates and their effects on rooting response of three ornamentals. NCAN Nursery Notes. 25(1): 35-38.
13. Blythe E. K., sibley J. L., Ruter J. M., and Tilt K. M. 2004. Cutting propagation of foliage crops using a foliar application of auxin . Scientia Horticulturae. 103: 31-37.
14. Carelli B. P., and Echeverrigaray S. 2002. An improved system for the in vitro propagation of rose cultivars.

Scientia Horticulturae. 92(1): 69-74.
15. Chen Y., Inbar Y., and Hadar Y. 1988. Composted agricultural wastes as potting media for ornamental plants. Soil Science, 145: 298-303.
16. Clik I., Ortas I., and Likik S. 2004. Effect of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research, 78 (1): 59-67.
17. Epstein E., and Ludwig-Müller J. 1993. Indole-3-butyric acid in plants: occurrence, synthesis, metabolism and transport. Physiologia plantarum, 88(2): 382-389.
18. Gupta V. N., and Kher M. A. 1989. Studies on the rooting of Dombeya natalensis by semihardwood cutting under intermittent mist with the aid of auxins. C. A. B International. 3 p.
19. 19- Jalili M. 1997. Study the effects of medium on root formation of grape cutting. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 1 (2): 31-38. (in Persian).
20. Jankauskiene J., and Brazaityte A. 2008. Lithuanian Institute of Horticulture Kauno. 27 (2) : 285-294.
21. Hartman H. T., Kester D. E., and Davies F. T. 1975. Plant propagation principles and practices. Prentice Hall Inc Newjersey.
22. Hartman H.T., Kester D.E., and Davies F.T. 1990. Plant Propagation: Principles and Practices ,5th Edition. Englewood Cliffs, Prentice Hall Inc Newjersey. 647p.
23. Ikeda H., Tan Y. A., and Oda M. 2001. Effects of soilless medium on the growth and fruit yield of tomatoes supplied with urea and/or nitrate. Acta Horticulturae. 548: 157-164.
24. khaligi A., and padasht-Dehkayee M. N. 2000. Iranian Jornal Agricultural Sciences. 31 (3): 557-565 (in Persian).
25. Khosh khoi M. 2003. Multiplication plant (plant propagation) Principles and Practices (Volume II). Shiraz University Press, P ; 100. (in Persian).
26. Kigomo B. 2007. Guidelines for Growing Bamboo, Kenya Forestry Research Institute. PP.13
27. Leakey R., Mesén J., Tchoundjeu Z., Longman K., Dick Jmcp N. A., Matin A., Grace J., Munro R., and Muthoka P. 1990. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. Commonwealth Forestry Review, 69: 247-257.
28. Lee Y. S., and Bartlett R. J. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. Soil Science Society of America Journal, 40: 876-879.
29. Lee J. J., Park R. D., Kim Y. W., Shim J. H., Chae D. H., Rim Y. S., Sohn B. K., Kim T. H., and Kim K. Y. 2004. Effect of food waste compost on microbial population, soil enzyme activity and lettuce growth. Bioresource Technology, 93:21-28.
30. Long J. C. 1932. The influence of rooting media on the character of roots produced by cuttings. American Society for Horticultural Science, 29(3): 352-355.
31. Lumsden R. D., Millner P. D., and Lewis J. A. 1986. Suppression of lettuce drop caused by Sclerotinia minor with composted sewage sludge. Plant Disease, 70(3): 197-201.
32. Macdonald B. 1990. Practical woody plant propagation for nursery growers. Timber press, PP. 670.
33. Malcolm R. E., and Vaghuan D. V. 1979. Humic substances and phosphatase activies in plant tissues. Soil Biology and Biochemistry, 11:253-259.
34. Mastouri F., Hassandokht M. R., and Dehkaei M. P. 2005. The effect of application of agricultural waste compost on growing media and greenhouse lettuce yield. Acta Horticulturae, 697, 153.
35. McCann S. 1985. Miniature roses for home and garden: ARCO.
36. Mohammed S., and Kanimarani S. A. 2013. Effect of soil media on the rooting of Myrtus communes and Berberis thunbergii semi-hardwood cuttings. IOSR J. Agriculture and Veterinary Science, 5(4): 55-60.
37. Nanda K. K., and Anand V. K. 1970. Seasonal changes in auxin effects on rooting of stem cuttings of *Populus nigra* and its relationship with mobilization of starch. Physiology Plantarum, 23: 99-107.
38. Nordstrom A. C., Jacobs F. A., and Eliasson L. 1991. Effect of exogenous indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid on internal levels of the respective auxins and their conjugation with aspartic acid during adventitious root formation in pea cuttings. Plant Physiology, 96: 856–861.
39. Pati P. K., Prakash O., Sharma M., Sood A., and Ahuja P. S. 2004. Growth Performance of Cuttings Raised from in vitro and in vivo Propagated Stock Plants of Rosa damascena Mill. Biologia plantarum, 48(4): 609-611.
40. Pinton R., Cesco S., Iacolettig G., Astolfi S., and Varanini Z. 1999. Modulation of NO3-uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H+ATPase. Plant and Soil, 215: 155 - 161.
41. Puri S., and Verma R. C. 1996. Vegetative propagation of Dalbergia sissoo Roxb using softwood and hardwood stem cuttings. Journal of Arid Environments, 34(2): 235-245.
42. Quedraogo E., Mndo A., and Zombre N. P. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. Agriculture, Ecosystem and Environment, 84: 259-266.
43. Smith C. A., and Hall D. A. 1994. The development of perlite as a potting substarate for ornamental plants. Acta Horticulturae, 361: 159-166.
44. Tchoundjeu Z., and Leakey R. R. B. 1998. Vegetative propagation of Prunus africana, effect of rooting medium,

auxin concentration and leaf area and cutting length. New Forest, 11: 125–136.
45. Tinus R. W., and McDonald S. E. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. General Technical Report Rm–60. Washington, DC: Rocky Mountain Forest and Range Experimental.Station, USDA Forest Service.
46. Tomati U., Grappelli A., and Galli E. 1988. The hormone-like effect of earthworm cast on plants growth. Biology of Fertility Soils, 5: 288–294.
47. Toor R. K., and Savage G. P. 2005. Antioxidant activities in different fractions of tomato. Food Research International, 38: 487-494.
48. Van de pol Peter A. 2000. Promotion of root formation with other effects, Rhizophon.
49. Webber C. L., Whitworth J., and Dole J. 1999. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) core as a containerized growth medium component. International Crops Production, 10: 97–105.
50. Widiastoety D., and Soebijanto. 1988. Rooting of stem cuttings of Hibiscus rosa-sinensis. Buletin Penelition Horticultura, 16: 73-83.
51. Wise F. C., Blazich F. A., and Hinesley L. E. 1985. Propagation of Abies fraseri by softwood stem cuttings. Canadian Journal of Forest Research, 15(6): 1172-1176.
52. Zachariakis M., Tzorakakis E., Kritsotakis I., Siminis C. I., and Manios V. 2001. Humic substances stimulate plant growth and nutrient accumulation in grapevine rootstocks. Acta Horticulturae, 549: 131-136.