Archive of SID

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۱، شماره ۴، صفحه ۵۸۶-۵۷۴ (۱۳۹۴)

بررسی اثر ایندول‌بوتیریک‌اسید (IBA) و نفتالین‌استیک‌اسید (NAA) بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)

رضا شاه‌حسینی[۱]، محمد مقدم[۲*]، داود کیانی[۳] و روح‌اله منصوری[۴]

۱- دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

پست الکترونیک: m.moghadam@ferdowsi.um.ac.ir و moghaddam75@yahoo.com

۳- دانشجوی دکترای کشاورزی، دانشگاه منابع طبیعی و کشاورزی گرگان، گرگان، ایران

۴- دانش‌آموخته کارشناسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۲ تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) گیاهی چندساله، دارویی، معطر و متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است. این گیاه به‌دلیل تنوع کاربرد در طراحی فضای سبز و همچنین استفاده مواد مؤثره آن در صنایع مختلف نظیر دارویی، آرایشی-بهداشتی و غذایی مورد توجه بسیار واقع شده‌است. این تحقیق به‌صورت دو آزمایش مجزا در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف (۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ mgl^{-1}) تنظیم‌کننده‌های رشد ایندول‌بوتیریک‌اسید (IBA) و نفتالین‌استیک‌اسید (NAA) در چهار تکرار بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه رزماری انجام شد. قلمه‌های تیمار شده در زیر سیستم مه‌پاش نگهداری و درصد و کیفیت ریشه‌زایی قلمه‌ها پس از گذشت ۷۰ روز ارزیابی گردید. اثر سطوح مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد مورد استفاده بر روی همه صفات مورد بررسی مؤثر (۱٪$\geq p$) بود. نتایج نشان داد که در IBA غلظت‌های بیشتر و NAA غلظت‌های کمتر موجب افزایش ریشه‌زایی و رشد قلمه رزماری گردیدند. در NAA با افزایش غلظت بیشتر از $2000 mgl^{-1}$ میزان رشد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به تیمار NAA $1000 mgl^{-1}$ (۸۴٪) و IBA $5000 mgl^{-1}$ (۶۶٪) بود. نتایج حاصل از ارزیابی صفات کیفی در قلمه‌ها (تعداد، قطر، طول و وزن تر و خشک ریشه‌های تولیدی، وزن و طول گیاهچه حاصل، وزن تر و خشک ساقه و برگ) نشان داد که بهترین کیفیت قلمه‌های تولیدی مربوط به تیمار IBA $4000 mgl^{-1}$ بود.

واژه‌های کلیدی: رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.)، ریشه‌زایی، قلمه نیمه‌خشبی، IBA، NAA.

مقدمه

امروزه با پیشرفت علوم و صنایع و کشف ترکیب‌ها و مواد جدید، توجه محققان و دانشمندان به طبیعت و به‌طور خاص گیاهان بیش از پیش افزایش یافته است. رزماری یکی از گیاهان دارویی ارزشمندی است که به‌دلیل تنوع کاربرد، مورد توجه خاص واقع شده است. رزماری

www.SID.ir

Archive of SID

(*Rosmarinus officinalis* L.) گیاهیست درختچه‌ای، معطر، چوبی و همیشه سبز متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) که تا ارتفاع حدود یک متر رشد می‌کند (del Bano *et al*., 2003). این گیاه از طریق بذر، قلمه و خوابانیدن هوایی تکثیر می‌شود، اما روش معمول ازدیاد این گیاه معمولاً غیرجنسی و از طریق قلمه انجام می‌شود. این روش راحت‌ترین، ارزان‌ترین و بهترین روش برای تولید گیاهان جدید بوده و مزیت بزرگ آن تولید گیاهانی شبیه پایه مادری می‌باشد (مجنون‌حسینی و دوازده امامی، ۱۳۸۶).

در تکثیر رویشی، ویژگی‌های مطلوب پایه مادری را می‌توان به آسانی به نسل بعد انتقال داد و از تفرق ویژگی‌ها که در تکثیر جنسی بوجود می‌آید دوری نمود. البته ایجاد ریشه‌های نابجا در بیشتر خانواده‌های گیاهان چوبی بسیار سخت است و عموماً پذیرفته شده‌است که وقایع اولیه فرایند تشکیل ریشه با تمایززدایی و تشکیل مکان‌های مریستمی همراه است که توسط هورمون‌های درونی مثل IAA ایجاد می‌گردد (Jarvis, 1986). استفاده از قلمه‌های چوب سخت و چوب نیمه‌سخت و یا علفی، تهیه قلمه در زمان مناسبی از دوره رشد سالانه گیاه مادری، مناسب بودن دما و رطوبت محیط ریشه‌زایی قلمه، استفاده از بستر کاشت مطلوب، انجام برخی از تیمارها پیش یا پس از تهیه قلمه، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و یافتن غلظت بهینه این مواد از عوامل مهمی هستند که برای افزایش ریشه‌زایی قلمه باید به دقت مورد توجه قرار گیرند. یکی از مهمترین موارد استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گروه اکسین‌ها، کاربرد آنها در زودتر تشکیل‌شدن ریشه‌های نابجا در قلمه‌های ساقه است (Hartman *et al*., 1997).

در زمینه تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گروه اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های گیاهان مختلف تحقیقات زیادی انجام شده است. از مهمترین اکسین‌های سنتتیک ایندول‌بوتیریک‌اسید (IBA) و نفتالین‌استیک‌اسید (NAA) می‌باشد که نسبتاً فعال‌تر از اکسین طبیعی ایندول‌استیک‌اسید (IAA) بوده و باعث تقسیم، طویل شدن و رشد سلولی گردیده و تشکیل ریشه‌های نابجا را تحریک می‌کند (Hartman *et al*., 1997).

در بررسی اثر زمان قلمه‌گیری و نوع اکسین بر ریشه‌زایی لیموشیرین، قلمه‌های اوایل فصل بهار که با IBA به غلظت $1000-2000 mgl^{-1}$ به همراه اسید آسکوربیک تیمار شده بودند بیشترین ریشه‌زایی را داشتند (ابوطالبی جهرمی و تفضلی بندری، ۱۳۸۵). کاربرد IBA با غلظت $2500-4000 mgl^{-1}$ برای ریشه‌زایی قلمه‌های چوبی نیمه‌سخت سیب، آلو و زیتون نتایج چشمگیری را درپی داشته است (Hartman *et al*., 1997). اثر IBA بر روی ریشه‌زایی قلمه‌های کاج صنوبری (*Pseudotsuga menziesii*) بسیار مؤثر بوده‌است (Copes & Mandel, 2000). به‌طوری که در افزایش درختچه‌های چوبی زینتی مانند رُز و ختمی چینی استفاده از IBA به میزان $3000-4000 mgl^{-1}$ (Bhattacharjee & Balakrishna, 1986؛ Hartman *et al*., 1997) و در زیتون $4500 mgl^{-1}$، نتایج مثبتی داشته است (رمضانی و همکاران، ۱۳۸۴).

تنظیم‌کننده رشد IBA در غلظت‌های $3000-4000 mgl^{-1}$ و همچنین NAA در غلظت‌های $2000-3000 mgl^{-1}$ بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی خرزهره اثر معنی‌داری داشتند، اما IBA اثر بهتری در ریشه‌زایی و کیفیت ریشه‌های تولیدی از خود بجا گذاشت (حبیبی کوتنایی، ۱۳۸۹). نتایج بررسی تأثیر نوع هورمون، نوع نور، طول قلمه، دانه‌بندی بستر کاشت و استفاده از عصاره قلمه بید در ریشه‌زایی قلمه سخت ریشه‌زای اُرس (*Juniperus exelsa*) نشان داد که هورمون IBA با غلظت $2500 mgl^{-1}$ همراه با نور سفید و دانه‌بندی نرم بستر تکثیر، بهترین تیمار برای ریشه‌زایی قلمه‌های این گیاه است (خوشنویس و همکاران، ۱۳۸۷).

کاربرد هورمون IBA با غلظت $5000 mgl^{-1}$ در قلمه‌های افرای گرفته‌شده در آذرماه، باعث بیشترین درصد ریشه‌زایی و بهترین کیفیت ریشه‌ها گردید (فرهادی

www.SID.ir

Archive of SID

و همکاران، ۱۳۸۶). در مطالعه اثر دو نوع هورمون IBA و NAA در ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت دورگه هلو× بادام، نتایج نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی مربوط به تیمار IBA به غلظت $1500 mgl^{-1}$ و تیمار مخلوط این دو هورمون به نسبت $1500+1500 mgl^{-1}$ می‌باشد (میرسلیمانی و راحمی، ۱۳۸۶). طی آزمایشی، حداکثر ریشه‌زایی قلمه‌های درختچه زینتی کاملیا از کاربرد مخلوط $2000+2000 mgl^{-1}$ دو تنظیم‌کننده رشد IBA و NAA بدست آمد (هاشم‌آبادی و صداقت‌حور، ۱۳۸۵).

ایجاد زخم یا شکاف کم‌عمق در قاعده قلمه‌ها موجب شکافتن حلقه اسکلرانشیمی در منطقه کورتکس شده و احتمالاً نفوذ ریشه‌های در حال توسعه را به سمت بیرون امکان‌پذیر می‌سازد (Hartman *et al.*, 1997). رمضانی و همکاران (۱۳۸۴) در مطالعات خود درباره اثرات متقابل بین هورمون IBA و عنصر ریزمغذی روی (Zn) بر روی ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی ارقام زیتون گزارش کردند که بیشترین درصد ریشه‌زایی در قلمه‌هایی که با هورمون IBA با غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار و از گیاهان مادری که با عنصر روی با غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی شده بودند، حاصل شد. شکاف‌دهی قاعده قلمه‌ها نیز تأثیر معنی‌داری در افزایش درصد ریشه‌زایی در این قلمه‌ها داشت.

وجود برگ روی قلمه‌ها برای ریشه‌زایی آنها مفید است؛ زیرا برگ‌های جوان محل ساخت اکسین و ترکیب‌های مفید دیگر ازجمله کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها و ترکیب‌های فنلی همساز با اکسین هستند که در تسریع ریشه‌زایی قلمه‌ها مهم می‌باشند. هرچند وجود این برگ‌ها سبب سهولت در ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌گردد، اما تبخیر و تعرق و از دست دادن آب از سطح آنها این خطر را دربر دارد که پیش از تشکیل ریشه‌ها، آب قلمه‌ها از دست رفته و قلمه‌ها خشک شوند. البته استفاده از سیستم مه‌پاش نوبتی و تونل پلاستیکی باعث حفظ رطوبت قلمه‌ها و جلوگیری از خشک شدن آنها می‌شود.

با توجه به شرایط محیطی و آب و هوایی حاکم بر کشور ما و براساس ویژگی‌های منحصر به فرد گیاه رزماری، چه در زمینه طراحی فضای سبز و یا کشت و کاربرد مواد مؤثره آن در صنایع مختلف دارویی، آرایشی- بهداشتی و غذایی، اهمیت توجه به تکثیر و ازدیاد این گیاه معطر بیش از پیش ضرورت می‌یابد. تاکنون مطالعه‌ای مبنی بر استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد به‌منظور بهینه‌سازی ریشه‌زایی قلمه‌های این گیاه انجام نشده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده رشد IBA و NAA بر ریشه‌زایی و شاخص‌های رشد ریشه در قلمه‌های چوب نیمه‌سخت گیاه دارویی رزماری و تعیین و گزینش غلظت مناسب این هورمون می‌باشد.

مواد و روشها

این پژوهش در دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت دو آزمایش مجزا در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. بدین منظور در هفته آخر فروردین ماه از پایه‌های مادری درختچه‌های رزماری واقع در دانشکده کشاورزی، قلمه‌های چوب نیمه‌سخت و برگ‌دار به طول ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۵-۴ میلی‌متر تهیه شد. برگ‌های دو سوم پایینی قلمه‌ها حذف و توسط قیچی یک بُرش مورب در انتهای ته قلمه‌ها اِعمال شد. سپس ۳-۲/۵ سانتی‌متر از قسمت پایینی قلمه‌ها به مدت ۱ دقیقه در محلول‌های تهیه شده IBA و NAA قرار داده شدند. پس از تیمار با اکسین، قلمه‌ها بلافاصله به بستر ریشه‌زایی منتقل و اطراف آنها به‌خوبی فشرده شد تا قلمه‌ها به‌خوبی با محیط ریشه‌زایی در تماس باشند. بستر تکثیر قلمه‌ها از ماسه شسته شده تشکیل شده بود. محیط ریشه‌زایی قلمه‌ها شامل سیستم مه‌پاش و تونل پلاستیک و تیمارهای مختلف IBA و NAA در ۵ سطح شامل محلول‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد بودند. برای هر تکرار تعداد ۳۰ قلمه رزماری مورد استفاده قرار گرفت. قلمه‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

هر دو ساعت به مدت ۱۰ دقیقه توسط سیستم مه‌پاش در زیر تونل پلاستیک رطوبت دریافت می‌کردند و رطوبت نسبی اطراف آنها در حدود بالای ۹۰٪ (نزدیک به اشباع) حفظ گردید. دمای هوا در زیر مه‌پاش ۲۰°C بود. برای کاهش دما در زیر تونل پلاستیکی در ساعاتی از روز به‌ویژه نزدیک ظهر و بعدازظهر قسمتی از پلاستیک را به مدت ۳۰-۱۵ دقیقه کنار زده تا از شدت دمای زیر تونل کاسته شود و بعد بلافاصله پلاستیک کشیده و دوباره توسط سیستم مه‌پاش رطوبت محیط تأمین می‌شد. پس از گذشت ۷۰ روز، تمامی قلمه‌ها به آرامی از بستر کاشت بیرون آورده شد. درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه، میانگین طول ریشه، قطر ریشه، طول گیاهچه از طوقه و وزن تر گیاهچه در هر قلمه اندازه‌گیری شد. سپس ریشه‌ها از قلمه جدا و وزن تر آنها و نیز وزن تر ساقه و برگ ثبت گردید. آنگاه ریشه‌ها، ساقه‌ها و برگ‌ها به‌طور جداگانه در پاکت‌های کاغذی قرار داده شدند و درون آون با دمای ۷۰°C به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. پس از آن وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه و برگ اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel و SPSSو مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

در این پژوهش اثر تنظیم‌کننده‌های رشد IBA و NAA بر همه صفات مورد مطالعه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود که در زیر به‌ترتیب بشرح نتایج حاصل پرداخته خواهد شد.

درصد ریشه‌زایی

غلظت‌های مختلف تیمارهای IBA و NAA، درصد ریشه‌زایی قلمه‌های رزماری را به‌طور قابل توجهی افزایش داد. سطوح تیمارهای تنظیم‌کننده‌های رشد IBA و NAA بر همه صفات مورد اندازه‌گیری مؤثر ($p\leq$۵٪) بود. به‌طوری که بیشترین درصد ریشه‌زایی در تنظیم‌کننده رشد IBA $5000 mgl^{-1}$ (۶۶٪) و در تنظیم‌کننده رشد NAA $1000 mgl^{-1}$ (۸۴٪) حاصل شد (جدول‌های ۱ و ۲ و شکل ۱- الف). البته کمترین درصد ریشه‌زایی (۲۲٪) متعلق به تیمار شاهد بود. با افزایش غلظت NAA از $1000 mgl^{-1}$ به بالا درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های رزماری کاهش می‌یابد (جدول ۲).

تعداد ریشه

بیشترین تعداد ریشه تولیدی مربوط به غلظت IBA $4000 mgl^{-1}$ بود. در حالی‌که بیشترین تعداد ریشه در کاربرد NAA $2000 mgl^{-1}$ دیده شد (جدول ۱ و ۲ و شکل ۱- ب). با افزایش غلظت هر دو تنظیم‌کننده رشد از مقادیر فوق تعداد ریشه‌های تولید شده کاهش یافت. کمترین تعداد ریشه نیز مربوط به قلمه‌های شاهد بود (جدول‌های ۱ و ۲).

قطر ریشه

اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد IBA و NAA بر قطر ریشه‌های تولیدی در قلمه‌های رزماری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین کاربرد این مواد با تیمار شاهد از این لحاظ وجود دارد. بیشترین میزان افزایش قطر ریشه در تنظیم‌کننده رشد IBA مربوط به غلظت $3000 mgl^{-1}$ بود. با افزایش غلظت هورمون به بیش از $3000 mgl^{-1}$ اختلاف معنی‌داری در قطر ریشه‌های تولیدی مشاهده نگردید (جدول ۱). در حالی‌که در تنظیم‌کننده رشد NAA غلظت‌های ۱۰۰۰ و $2000 mgl^{-1}$ باعث تولید بیشترین قطر ریشه شدند (جدول ۲ و شکل ۱- ج). کمترین قطر ریشه تولیدی نیز متعلق به تیمار شاهد بود.

طول ریشه

نتایج حاصل از اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده IBA بر طول ریشه‌های قلمه رزماری (جدول ۱) نشان داد که طول ریشه‌های جدید با تیمار هورمونی نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

شاهد افزایش چشمگیری داشت. از این نظر بین میانگین‌ها در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین اثر مربوط به غلظت $۴۰۰۰ mgl^{-1}$ می‌باشد و با افزایش غلظت ($۵۰۰۰ mgl^{-1}$) یک اثر بازدارندگی بر روی طول ریشه‌ها دیده می‌شود (شکل ۱- د). مقایسه میانگین نتایج اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده NAA بر طول ریشه‌های قلمه رزماری (جدول ۲) نشان داد که کاربرد این تنظیم‌کننده رشد نیز تأثیر بسزایی بر روی طول رشد ریشه‌های تشکیل شده دارد. به‌طوری که بیشترین طول ریشه در کاربرد غلظت‌های ۱۰۰۰ تا $۴۰۰۰ mgl^{-1}$ بدست آمد (شکل ۱- د) و کاربرد بیشتر این تنظیم‌کننده باعث کاهش طول ریشه‌ها گردید.

وزن تر و خشک ریشه

مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد IBA و NAA نشان داد که پاسخ قلمه‌ها به این دو نوع تنظیم‌کننده متفاوت بود. به‌طوری‌که بیشترین وزن تر ریشه مربوط به کاربرد تیمار ۴۰۰۰ و $۵۰۰۰ mgl^{-1}$ IBA بود (شکل ۱- و). هرچند که در غلظت $۵۰۰۰ mgl^{-1}$ افزایش نامحسوس در وزن تر ریشه‌ها دیده شد، اما این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. بیشترین وزن خشک ریشه قلمه‌های نیمه‌خشبی رزماری مربوط به تیمار IBA $۴۰۰۰ mgl^{-1}$ بود (شکل ۱- و) و با افزایش غلظت تنظیم‌کننده رشد، وزن خشک ریشه‌ها نیز کاهش یافت (جدول ۱). در مورد تنظیم‌کننده رشد NAA بیشترین وزن تر و خشک ریشه در غلظت $۱۰۰۰ mgl^{-1}$ مشاهده شد (شکل ۱- ن) و کاربرد بیشتر این تنظیم‌کننده اثر منفی بر روی این صفت داشت (جدول ۲).

وزن تر گیاهچه

نتایج مقایسه میانگین حاصل از اثر غلظت‌های مختلف IBA و NAA بر وزن تر کل گیاهچه به‌ترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده‌است. بر حسب نتایج حاصل، بیشترین اثر غلظت IBA بر روی این صفت مربوط به تیمار $۴۰۰۰ mgl^{-1}$ بود. در حالی‌که غلظت NAA $۱۰۰۰ mgl^{-1}$ بیشترین وزن تر کل گیاهچه را داشت. کمترین وزن تر کل گیاهچه هم مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱- ط).

طول گیاهچه از طوقه

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ نشان داد که تیمارهای مورد استفاده از نظر طول گیاهچه با هم اختلاف معنی‌داری داشتند؛ به‌طوری که کاربرد IBA در غلظت $۵۰۰۰ mgl^{-1}$ و NAA در غلظت $۲۰۰۰ mgl^{-1}$ بیشترین اثر را در افزایش طول گیاهچه داشت (جدول ۱ و ۲). کمترین طول گیاهچه مربوط به شاهد و تیمار $۱۰۰۰ mgl^{-1}$ تنظیم‌کننده IBA بود (شکل ۱- ظ).

وزن تر و خشک ساقه و برگ

بررسی اثر غلظت‌های مختلف IBA بر وزن تر و خشک ساقه و برگ قلمه‌های نیمه‌خشبی رزماری نشان داد که از این نظر بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). همان‌گونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد، بیشترین تأثیر در وزن تر ساقه و برگ مربوط به غلظت‌های $۲۰۰۰ mgl^{-1}$ و غلظت‌های بیشتر IBA است (شکل ۱- ص) و (شکل ۱- ض) و این تیمارها از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن تر ساقه و برگ نیز مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین بررسی مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بالاترین سطح تنظیم‌کننده رشد IBA بیشترین اثر را در افزایش وزن خشک ساقه و برگ داشت. مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف NAA بر وزن تر و خشک ساقه و برگ قلمه‌های نیمه‌خشبی رزماری (جدول ۲) نشان داد که بیشترین تأثیر بر این صفت در تیمار $۱۰۰۰ mgl^{-1}$ بدست آمد (شکل ۱- ص و شکل ۱- ض).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده ایندول‌بوتیریک‌اسید (IBA) بر صفات اندازه‌گیری شده در قلمه‌های رزماری

تیمارها (mgl^{-1})	درصد ریشه‌زایی	تعداد ریشه	قطر ریشه (mm)	طول ریشه (mm)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن تر کل گیاهچه (g)	طول گیاهچه از طوقه (mm)	وزن تر ساقه و برگ (g)	وزن خشک ساقه و برگ (g)
شاهد	۲۲/۵۵±۰/۳۵ f	۷/۲۹±۰/۳۴ d	۰/۸۹۵±۰/۰۴ d	۱۶۳/۳۱±۵/۲۱ d	۰/۳۵۰±۰/۰۲ c	۰/۰۸۹±۰/۰۰۷ d	۴/۲۴±۰/۰۹ d	۱۴/۴۲±۰/۰۴ d	۳/۷۱±۰/۰۹ c	۱/۲۴±۰/۰۳ e
۱۰۰۰	۳۰/۵۲±۰/۶۶ e	۹/۳۲±۰/۲۳ c	۱/۰۷±۰/۰۴ b	۲۰۴/۹۲±۴/۱۲ c	۰/۷۱۰±۰/۰۳ b	۰/۱۶۸±۰/۰۱ c	۵/۲۵±۰/۰۶ c	۱۴/۵۹±۰/۰۴ d	۴/۲۷±۰/۰۷ b	۱/۳۶±۰/۰۲ d
۲۰۰۰	۵۲/۳۹±۱/۰۹ c	۱۰/۰۶±۰/۳ bc	۱/۰۱±۰/۰۴ bc	۲۶۵/۱۴±۶/۴۵ b	۰/۷۵۷±۰/۰۲ b	۰/۲۱±۰/۰۱ b	۵/۳۶±۰/۰۶ bc	۱۵/۷۷±۰/۱۳ c	۴/۵۲±۰/۰۵ a	۱/۴۹±۰/۰۲ c
۳۰۰۰	۱/۳۸±۴۵/۲۲ d	۱۰/۶۶±۰/۱۶ b	۱/۴۶±۰/۰۶ a	۲۷۳/۴۶±۲/۵۹ b	۰/۷۷۲±۰/۰۳ b	۰/۲۲۲±۰/۰۱ b	۵/۴۵±۰/۰۵ abc	۱۶/۳۸±۰/۱۴ b	۴/۶۲±۰/۰۴ a	۱/۵۱±۰/۰۱ bc
۴۰۰۰	۱/۰۹±۵۹/۱۹ b	۱۱/۶۷±۰/۲۵ a	۱/۴۵±۰/۰۵ a	۲۸۶/۳۰±۲/۱۸ a	۰/۹۷۷±۰/۰۲ a	۰/۲۶۷±۰/۰۱ a	۵/۶۱±۰/۰۴ a	۱۶/۲۱±۰/۱ b	۴/۶۵±۰/۰۳ a	۱/۵۸±۰/۰۱ b
۵۰۰۰	۰/۶۶±۶۵/۷۱ a	۱۰/۷۱±۰/۲ b	۱/۵۱±۰/۰۴ a	۲۶۱/۸۰±۳ b	۰/۹۸۱±۰/۰۲ a	۰/۲۳۵±۰/۰۱ ab	۵/۵۷±۰/۰۷ ab	۱۸/۲۲±۰/۱ a	۴/۶۶±۰/۰۳ a	۱/۶۹±۰/۰۱ a

میانگین تیمارهای دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار باهم ندارند.

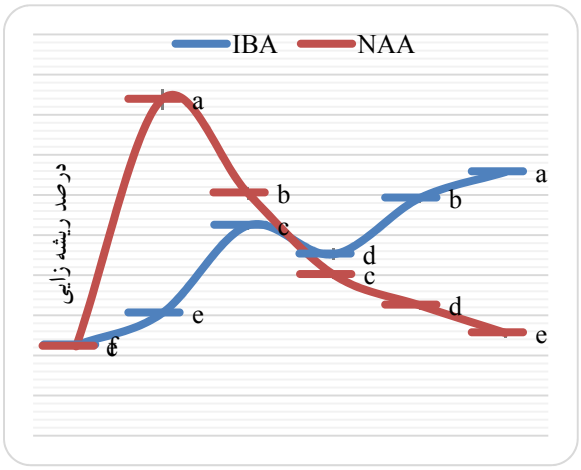
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده نفتالین‌استیک‌اسید (NAA) بر صفات اندازه‌گیری شده در قلمه‌های رزماری

تیمارها (mgl^{-1})	درصد ریشه‌زایی	تعداد ریشه	قطر ریشه (mm)	طول ریشه (mm)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	وزن تر کل گیاهچه (g)	طول گیاهچه از طوقه (mm)	وزن تر ساقه و برگ (g)	وزن خشک ساقه و برگ (g)
شاهد	۰/۴۳±۲۲/۲۵ e	۷/۶۶±۰/۱۸ d	۰/۹۳±۰/۰۶ b	۱۶۹/۱۹±۵/۹۷ b	۰/۳۵۰±۰/۰۲ c	۰/۰۶۶±۰/۰۱ d	۴/۳۲±۰/۰۳ e	۱۴/۶۱±۰/۳۱ c	۳/۸۱±۰/۰۷ c	۱/۲۴±۰/۰۱ b
۱۰۰۰	۲/۵۵±۸۳/۸۱ a	۹/۷۳±۰/۳۱ b	۱/۳۵±۰/۱۷ a	۲۱۵/۷۳±۱۰/۴۲ a	۰/۸۷۷±۰/۰۶ a	۰/۱۴۹±۰/۰۰۴ a	۵/۴۸±۰/۰۵ a	۱۷/۷۶±۰/۲۹ b	۴/۴۵±۰/۱۴ a	۱/۳۹±۰/۰۲ a
۲۰۰۰	۱/۵±۶۰/۴۵ b	۱۰/۶±۰/۲۴ a	۱/۴۳±۰/۱۴ a	۲۲۰/۵۳±۴/۴۲ a	۰/۷۰۰±۰/۰۵ b	۰/۱۲۲±۰/۰۰۳ bc	۴/۹۴±۰/۰۳ b	۱۹/۷۵±۰/۳۲ a	۴/۱۹±۰/۰۷ b	۱/۳۶±۰/۰۲ a
۳۰۰۰	۱/۱۲±۴۰/۱۲ c	۹/۴۲±۰/۲۳ b	۱/۲۱±۰/۰۸ ab	۲۱۴/۰۱±۴/۴۱ a	۰/۶۷۲±۰/۰۵ b	۰/۱۰۹±۰/۰۰۲ bc	۴/۹۲±۰/۰۲ b	۱۷/۵۴±۰/۲۲ b	۴/۱۸±۰/۰۶ b	۱/۳۵±۰/۰۱ a
۴۰۰۰	۱/۱۲±۳۲/۵۰ d	۸/۳۶±۰/۱۷ d	۱/۲۳±۰/۰۸ ab	۲۰۴/۵۳±۴/۱۷ a	۰/۷۱۵±۰/۰۵ b	۰/۱۲۹±۰/۰۰۲ ab	۴/۷۹±۰/۰۲ d	۱۷/۶۱±۰/۵۱ b	۴/۲۰±۰/۰۵ b	۱/۲۶±۰/۰۳ b
۵۰۰۰	۱/۰۴±۲۵/۶۰ e	۷/۳۷±۰/۲۵ e	۱/۰۸±۰/۰۵ ab	۱۷۱/۶۹±۳/۸۶ b	۰/۵۸۲±۰/۰۲ b	۰/۱۰۱±۰/۰۰۱ c	۴/۴۲±۰/۰۵ e	۱۶/۹۷±۰/۳۷ b	c۳/۸۵±۰/۰۵	۱/۱۷±۰/۰۱ c

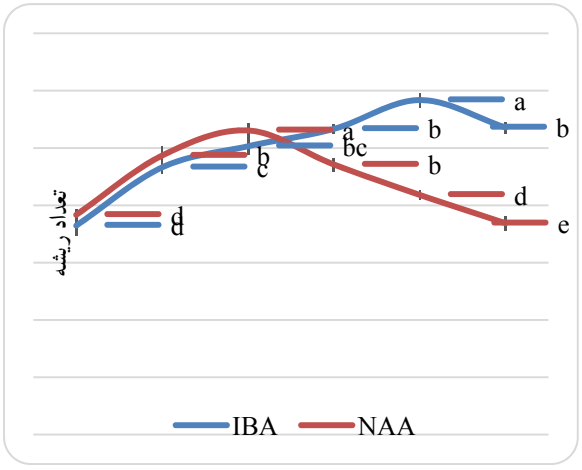
میانگین تیمارهای دارای حروف مشابه براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار باهم ندارند.

www.SID.ir

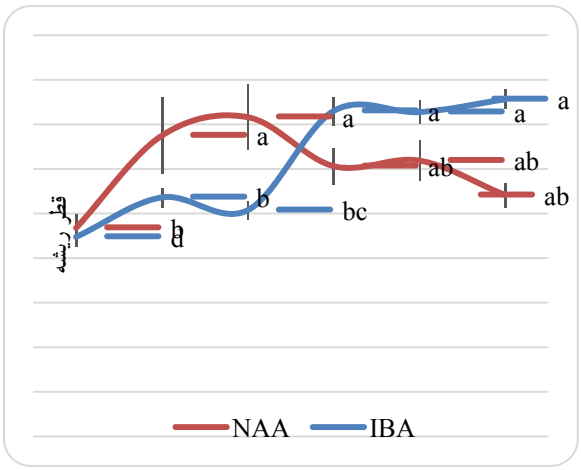
Archive of SID



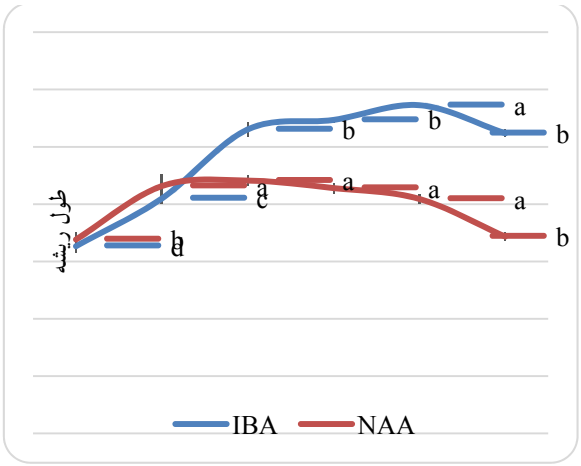
شکل ۱- الف



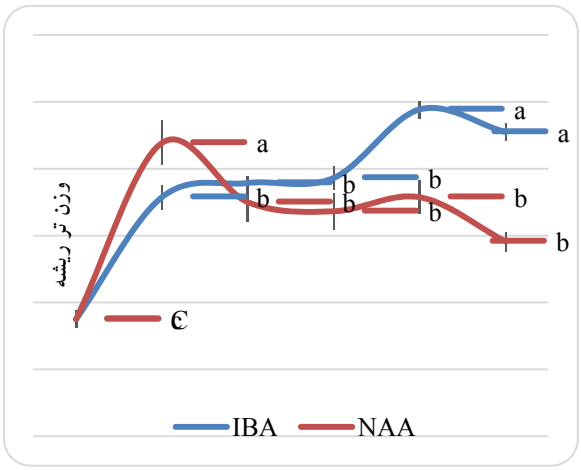
شکل ۱- ب



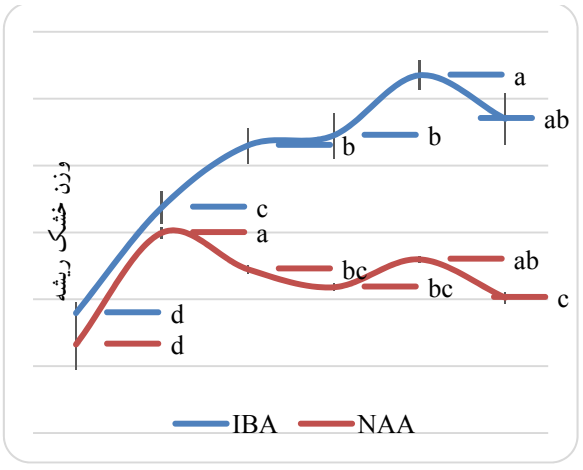
شکل ۱- ج



شکل ۱- د



شکل ۱- و



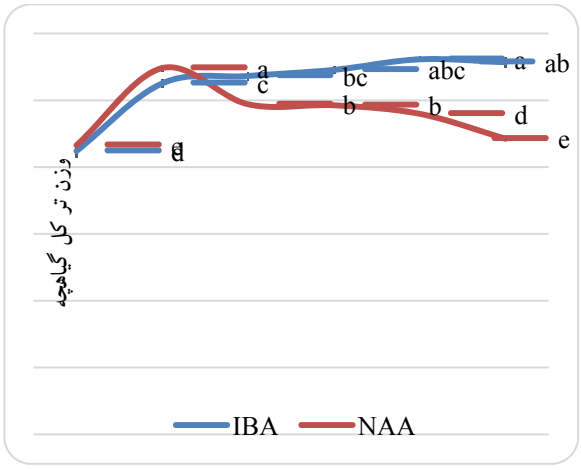
شکل ۱- ن

شکل ۱- اثرات غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد IBA و NAA بر صفات اندازه‌گیری شده رزماری

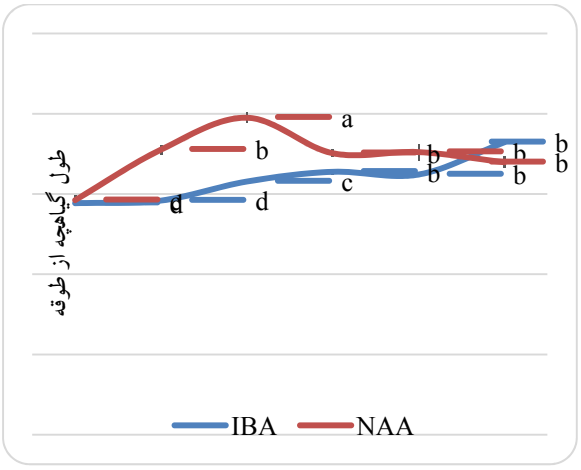
الف: درصد ریشه‌زایی، ب: تعداد ریشه، ج: قطر ریشه، د: طول ریشه، و: وزن تر ریشه، ن: وزن خشک ریشه

www.SID.ir

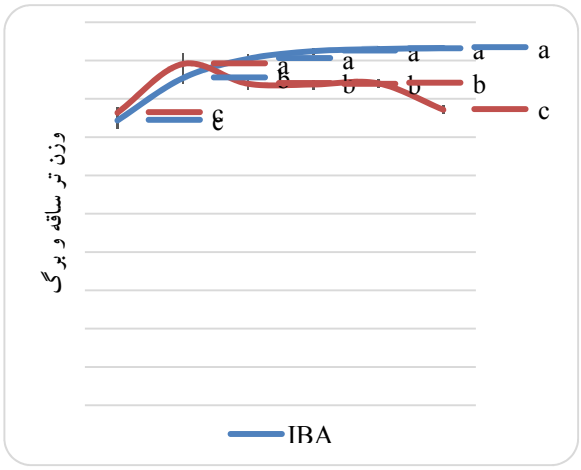
Archive of SID



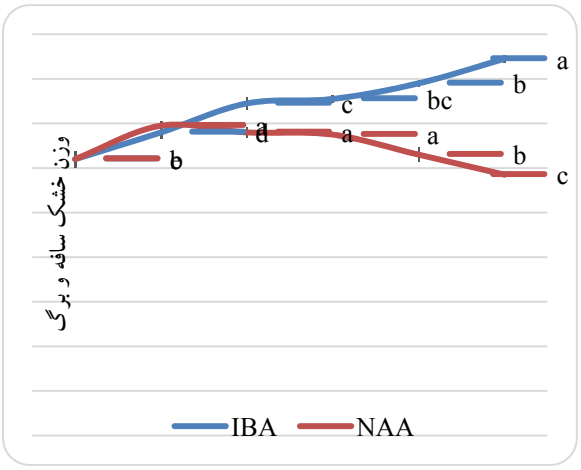
شکل ۱- ط



شکل ۱- ظ



شکل ۱- ص



شکل ۱- ض

ادامه شکل ۱-

ط: وزن تر کل گیاهچه، ظ: طول گیاهچه از طوقه، ص: وزن تر ساقه و برگ، ض: وزن خشک ساقه و برگ

بحث

در مطالعات ریشه‌زایی قلمه‌ها معمولاً از تنظیم‌کننده‌های رشد گروه اکسین استفاده می‌شود. بیشترین اکسین مورد استفاده در ریشه‌زایی قلمه‌ها IBA و NAA می‌باشد. در بیشتر مطالعات انجام شده بر روی ریشه‌زایی و کیفیت ریشه تولیدی در قلمه گیاهان مختلف، تنظیم‌کننده رشد IBA نسبت به NAA مؤثرتر و کاراتر گزارش شده‌است (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۸۴؛ میرسلیمانی و راحمی، ۱۳۸۶؛ حبیبی کوتنایی، ۱۳۸۹؛ بیابانی و شکافنده، ۱۳۹۰).

کاربرد هر دو تنظیم‌کننده رشد بر کمّیت و کیفیت ریشه‌های تولیدی در قلمه‌های رزماری تأثیر بسزایی داشت. مقایسه بین دو تنظیم‌کننده رشد نشان داد که بالاترین درصد ریشه‌زایی (۸۴٪) مربوط به تیمار NAA ۱۰۰۰mgl^{-1} بود. غلظت‌های بالای این تنظیم‌کننده رشد یک اثر بازدارندگی بر درصد و همچنین کیفیت ریشه‌های تولیدی داشت. افزایش میزان IBA از ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰mgl^{-1} باعث افزایش درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های رزماری شد (جدول ۱). تیمار IBA ۵۰۰۰ mgl^{-1} نسبت به تمامی سطوح غلظت هورمون،

www.SID.ir

Archive of SID

میزان ریشه‌زایی را به‌طور قابل قبولی افزایش داد که این نتیجه با ماهیت اکسین‌ها در رابطه با تحریک تشکیل ریشه‌های نابجا مطابقت داشت. این نتایج با نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران مبنی بر بهبود و افزایش درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها توسط کاربرد IBA و NAA همخوانی دارد (رمضانی و همکاران، ۱۳۸۴؛ میرسلیمانی و راحمی، ۱۳۸۶؛ حبیبی کوتنایی، ۱۳۸۹؛ راهداری و همکاران ۱۳۸۹؛ Kasim & Rayya, 2009). به‌طور کلی علت اثر مثبت این دو تنظیم‌کننده رشد بر ریشه‌زایی را می‌توان به تأثیر اکسین‌ها در تحریک تقسیم سلولی دانست. با افزایش غلظت IBA (تا غلظت $۵۰۰۰ mgl^{-1}$) تحریک تقسیم سلولی و به تبع آن درصد ریشه‌زایی افزایش یافته است (جدول ۱)، در حالی‌که بیشترین تحریک در تقسیم سلولی و ریشه‌زایی در غلظت NAA $۱۰۰۰ mgl^{-1}$ حاصل شد. کاربرد غلظت‌های بیشتر از $۱۰۰۰ mgl^{-1}$ این تنظیم‌کننده رشد اثر بازدارنده داشت. البته به‌غیر از اکسین عوامل درونی دیگری مانند قندها، انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به سوی ریشه، ترکیب‌های حاوی نیتروژن، ترکیبات فنلی و سایر کوفاکتورها نیز در ریشه‌زایی مؤثرند (Hartman *et al.*, 1997).

در این مطالعه تعداد ریشه‌های تولید شده با کاربرد غلظت‌های مختلف IBA و NAA نسبت به شاهد و از لحاظ آماری افزایش چشمگیری پیدا کرد. یکی از مزایای استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد اکسین افزایش تعداد ریشه در قلمه است (معلمی، ۱۳۸۰؛ هاشم‌آبادی و صداقت‌حور، ۱۳۸۵؛ حبیبی کوتنایی، ۱۳۸۹؛ راهداری و همکاران ۱۳۸۹؛ Bojarczuk, 1985). هرچند که غلظت بهینه در این دو تنظیم‌کننده رشد اثرات متفاوتی داشت ولی به‌طور کلی کاربرد غلظت‌های بالای این تنظیم‌کننده‌ها اثر بازدارنده بر تعداد و کیفیت ریشه‌های تولیدی گذاشت. بیشترین اثر هورمون در تولید ریشه‌های جدید در قلمه‌های رزماری مربوط به غلظت IBA $۴۰۰۰ mgl^{-1}$ و $۲۰۰۰ mgl^{-1}$ در لیتر NAA بود و با افزایش غلظت میزان ریشه‌زایی در این دو نوع تنظیم‌کننده رشد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که غلظت‌های بالای آنها اثر بازدارندگی بر تولید ریشه‌های جدید در قلمه رزماری داشتند. سایر محققان نیز در استفاده از غلظت‌های بالای تنظیم‌کننده رشد بر ریشه‌زایی قلمه ختمی چینی (Bhattacharjee & Balakrishna, 1986) و گیاه شیشه‌شور (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۸۴) اثر بازدارندگی را مشاهده کردند. چون قلمه‌های نیمه‌خشبی دارای هورمون اکسین می‌باشند، افزایش غلظت هورمون تعادل هورمونی گیاه را به‌هم زده و ریشه‌زایی را کاهش می‌دهد (Jull *et al.*, 1994) گرچه عده‌ای معتقدند که اکسین در غلظت‌های بالا می‌تواند سبب تخریب بافت‌های ته قلمه شود (Puri & Verma, 1996).

بررسی اثر غلظت‌های مختلف IBA و NAA بر قطر و طول ریشه‌های تولیدی در قلمه‌های رزماری نشان داد که افزایش غلظت IBA به میزان ۳۰۰۰ و $۴۰۰۰ mgl^{-1}$ باعث افزایش قطر و طول ریشه‌های تولیدی (به‌ترتیب ۱/۶۳ و ۱/۶۸ برابر نسبت به شاهد در قطر ریشه و ۱/۶۷ و ۱/۷۵ برابر در طول ریشه نسبت به شاهد) شد (جدول ۱). اگرچه در مطالعات بررسی اثر این تنظیم‌کننده بر ریشه‌زایی گیاهان مختلف فاکتور قطر ریشه کمتر مورد توجه قرار گرفته است، اما این نتایج مؤید این نکته است که افزایش IBA تا سطح $۴۰۰۰ mgl^{-1}$ باعث افزایش تعداد و طول ریشه در قلمه‌ها شده که به نظر می‌رسد به علت تأثیر این تنظیم‌کننده بر تحریک تولید ریشه‌های نابجا و انگیزش و توسعه آغازنده‌های ریشه‌های نهفته و از پیش تشکیل شده می‌باشد (Hartman *et al.*, 1997). در بررسی اثر تنظیم‌کننده NAA بیشترین قطر ریشه در غلظت‌های $۱۰۰۰ mgl^{-1}$ و ۲۰۰۰ و طول ریشه تا غلظت $۴۰۰۰ mgl^{-1}$ حاصل شد. نتایج پژوهش معلمی (۱۳۸۰) نشان داد که افزایش غلظت IBA باعث افزایش طول ریشه در قلمه گیاه دارائی شد. طی آزمایشی دیگر، تأثیر مثبت IBA در افزایش طول ریشه در قلمه درختچه زینتی کاملیا به اثبات رسید (هاشم‌آبادی و صداقت‌حور، ۱۳۸۵). در این پژوهش غلظت‌های بالای IBA و NAA علاوه بر اثر بازدارندگی بر تولید ریشه‌های جدید، تأثیر مثبتی بر قطر و طول ریشه‌های تولیدی در قلمه

www.SID.ir

Archive of SID

رزماری نداشت. این نتایج و نتایج محققان دیگر که نشان دادند افزایش بیش از حد غلظت اکسین اثر بازدارندگی بر طول و تعداد ریشه‌های تولیدی در گیاه آرالیا (راهداری و همکاران، ۱۳۸۹) و ماگنولیا (Bojarczuk, 1985) دارد. البته با افزایش غلظت هورمون به دلیل تولید اتیلن که در اثر کاربرد اکسین ایجاد می‌شود از رشد طولی ریشه‌ها کاسته شده و به تعداد آنها افزوده می‌گردد (Taiz & Zeiger, 1991).

با افزایش غلظت IBA به میزان $۴۰۰۰mgl^{-1}$ بر وزن تر و خشک ریشه تولیدی در قلمه رزماری افزوده شد و افزایش غلظت این ماده بیش از این مقدار موجب کاهش وزن تر و خشک ریشه‌ها گردید (جدول ۱). در حالی‌که بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار $۱۰۰۰mgl^{-1}$ NAA مشاهده شد (جدول ۲). نتایج سایر محققان نیز نشان می‌دهد که IBA در غلظت‌های بالا باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه‌ها می‌شود (معلمی، ۱۳۸۰؛ هاشم‌آبادی و صداقت‌حور، ۱۳۸۵؛ حبیبی کوتنایی، ۱۳۸۹؛ راهداری و همکاران، ۱۳۸۹). همزمان با تحریک ریشه‌زایی توسط اکسین‌ها، انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به سوی ریشه‌ها باعث افزایش درصد ماده خشک در ریشه‌ها می‌شود. آنچه مسلم است اثر بازدارندگی غلظت‌های بالای اکسین‌ها در ایجاد و همچنین طول و قطر ریشه‌های جدید موجب کاهش وزن تر و خشک ریشه‌ها در قلمه‌ها گردید. به‌طوری که بکارگیری غلظت بالای اکسین روی قلمه‌های نیمه‌خشبی که خود توانایی تولید اکسین و جذب بالای آن را به علت وجود سلول‌هایی که از نظر متابولیسمی فعال‌تر از بافت‌های بالغ بوده و دیواره سلولی آنها به میزان کمتری چوبی شده است دارند می‌تواند از نمو جوانه‌ها و حتی نمو شاخساره‌ها جلوگیری کند (Blythe *et al*., 2004).

در صورتی که مصرف هورمون در هنگام ریشه‌زایی بیش از حد نیاز باشد، علاوه‌بر افزایش هزینه، سبب برهم‌زدن تعادل هورمونی در گیاه می‌شود. بنابراین اهمیت تعیین بهترین غلظت هورمون برای تکثیر گونه‌های مختلف گیاهی کاملاً مشخص است (Erosy & Aydin, 2008). تنظیم‌کننده NAA نسبت به اکسین طبیعی، بسیار قوی و پایدار بوده و به نسبت ارزان قیمت است. این ماده بیشتر در غلظت‌های کمتر بکار می‌رود (Hartman *et al*., 1997).

کاربرد IBA و NAA باعث افزایش وزن تر و اندازه طول گیاهچه نسبت به قلمه‌های شاهد رزماری شد. بهبود وزن تر و اندازه طول گیاهچه در نتیجه تأثیر مثبت این تنظیم‌کننده‌های رشد در افزایش درصد ریشه‌زایی و تولید ریشه‌هایی با کیفیت در قلمه‌های نیمه‌خشبی رزماری است؛ به‌طوری‌که بیشترین وزن تر و اندازه طول گیاهچه به‌ترتیب با کاربرد تنظیم‌کننده IBA در غلظت ۴۰۰۰ و $۵۰۰۰mgl^{-1}$ و NAA در غلظت ۱۰۰۰ و $۲۰۰۰mgl^{-1}$ بدست آمد. این نتایج با گزارشهای محققان دیگر که نشان دادند افزایش غلظت اکسین تا یک حد مشخص باعث افزایش وزن و طول شاخساره در قلمه‌های دورگه هلو× بادام (میرسلیمانی و راحمی، ۱۳۸۶) و خرزهره (حبیبی کوتنایی، ۱۳۸۹) می‌شود، مطابقت دارد؛ زیرا استعمال غلظت‌های بالای اکسین می‌تواند از نمو جوانه‌ها و شاخساره‌ها جلوگیری کند (Hartman *et al*., 1997).

در این مطالعه کاربرد تنظیم‌کننده رشد IBA و NAA موجب بهبود وزن تر ساقه و برگ قلمه‌های نیمه‌خشبی رزماری نسبت به شاهد شد. به‌طور کلی کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد فوق باعث افزایش تعداد و کیفیت ریشه‌های تولیدی در قلمه‌های نیمه‌خشبی رزماری می‌شود. این امر باعث افزایش سطح جذب آب و مواد غذایی شده و از طرفی موجب افزایش سطح سایتوکنین می‌گردد که متعاقباً باعث بهبود تعداد شاخساره در گیاه می‌شود. IBA نسبت به NAA تأثیر بهتری بر کیفیت ریشه‌های تولیدی داشت. همچنین با افزایش غلظت IBA و بهبود ریشه‌زایی، بر وزن خشک ساقه و برگ (۱/۳۶ برابر نسبت به شاهد در بالاترین غلظت مورد استفاده) افزوده شد. این امر نیز به‌دلیل تأثیر مثبت این تنظیم‌کننده رشد بر درصد ریشه‌زایی و بهبود کیفیت ریشه‌های تولیدی می‌باشد. در حالی‌که کاربرد بیش از $۳۰۰۰mgl^{-1}$ NAA تأثیر منفی بر این ویژگی داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

در این مطالعه از سیستم مه‌پاشی برای آبیاری استفاده شد. آب منتشر شده در این سیستم مقدار زیادی از اکسیژن هوا را در خود حل کرده و با حداکثر اکسیژن ممکن ضمن مرطوب کردن سطح قلمه‌ها وارد بستر تکثیر شده و جذب می‌شود. همچنین استفاده از تونل پلاستیکی با حفظ رطوبت و پتانسیل آبی قلمه‌ها محیط مناسبی را برای ریشه‌زایی قلمه‌ها فراهم نمود. استفاده از سیستم مه‌پاش و تونل پلاستیکی به علت حفظ رطوبت و کاهش تبخیر و تعرق باعث افزایش پتانسیل آب قلمه‌ها و در نتیجه افزایش تعداد ریشه و درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های گیاهان مختلف ازجمله شیشه‌شور (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۸۴)، رُز و انگور (Moss & Dalgleish, 1985)، ختمی چینی و گل کاغذی می‌گردد (Mudge *et al.*, 1995).

بنابراین، در مجموع با ملاحظه جمیع فاکتورها، به‌ویژه فاکتورهایی نظیر درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه و وزن کل گیاهچه، می‌توان بیان کرد که غلظت IBA $4000 mgl^{-1}$ و NAA $1000 mgl^{-1}$ مناسب‌ترین تیمارها برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه دارویی رزماری می‌باشد. در مطالعه حاضر کاربرد تنظیم‌کننده رشد IBA باعث افزایش کیفیت قلمه‌های ریشه‌دار و بهبود ریشه‌های تولیدی در قلمه‌های رزماری شد.

منابع مورد استفاده

- ابوطالبی جهرمی، ع. و تفضلی بندری، ع.ا.، ۱۳۸۵. اثرات زمان قلمه‌گیری و اکسین در ریشه‌زایی لیموشیرین (*Citrus limetta* L.). علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۵): ۳۷-۲۹.
- بیابانی، ع. و شکافنده، ا.، ۱۳۹۰. ریشه‌زایی سرشاخه‌های انار رقم "رباب" با استفاده از ایندول‌بوتریک‌اسید و نفتالین‌استیک‌اسید در شرایط کنترل شده. علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۲(۳): ۳۰۶-۲۹۳.
- حبیبی کوتنایی، ش.، ۱۳۸۹. اثر غلظت‌های مختلف اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه خرزهره (*Nerium oleander*). پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران (پژوهش‌های علوم گیاهی)، ۵(۲): ۴۶-۳۶.
- خوشنویس، م.، علی‌احمدکروری، س.، تیموری، م.، متینی‌زاده، م.، رحمانی، ا. و شیروانی، ا.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر ریشه‌زایی قلمه *Juniperus excels*. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶(۱) : ۱۶۷-۱۵۸.
- راهداری، پ.، مهنا، م. و اسدی، م. ۱۳۸۹. اثر سولفات روی بر هورمون‌های NAA و IBA بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه آرالیا و اثرات زیست محیطی آن. علوم و فنون منابع طبیعی، ۱: ۱۰۳-۹۵.
- رمضانی، م.، طلایی، ع.ر.، اقدامی، م.ت. و بنیادی، ا.، ۱۳۸۴. بررسی برخی عوامل مؤثر در ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی ارقام سخت‌ریشه‌زای زیتون. پژوهش و سازندگی (در زراعت و باغبانی)، ۱۸(۱): ۸۱-۷۴.
- زرین‌بال، م.، معلمی، ن.ا. و دانشور م.ح.، ۱۳۸۴. اثر غلظت‌های مختلف اکسین، زمان قلمه‌گیری و شرایط محیطی بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب نیمه‌سخت شیشه‌شور. علوم و فنون باغبانی ایران، ۶(۳): ۱۳۴-۱۲۱.
- فرهادی، م.، حیدری، ح.ا.، شریفانی، م. و کوهرخی، ع.ر.، ۱۳۸۶. تأثیر زمان قلمه‌گیری و محیط کشت بر ریشه‌زایی قلمه ساقه افرا (پلت) (*Acer velutinum* Boiss.). منابع طبیعی ایران، ۶۰(۲): ۵۱۵-۵۰۵.
- مجنون‌حسینی، ن. و دوازده‌امامی، س.، ۱۳۸۶. زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۰ صفحه.
- معلمی، ن.، ۱۳۸۰. اثر تنظیم‌کننده رشد IBA بر ریشه‌دار کردن قلمه‌های دارائی (*Duranta repens* L.) در کشت زیر پلاستیک. خلاصه مقالات نخستین سمینار علمی کاربردی گل و گیاهان زینتی ایران، محلات. انتشارات دفتر امور گل و گیاهان زینتی، قارچ‌های خوراکی و دارویی معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ۱۳ شهریور: ۵۳.
- میرسلیمانی، ع. و راحمی، م.، ۱۳۸۶. اثرات دو نوع اکسین مصنوعی بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت دورگه هلو × بادام در شرایط فضای آزاد. پژوهش و سازندگی (در زراعت و باغبانی)، ۲۰(۳): ۹۶-۸۹.
- هاشم‌آبادی، د. و صداقت‌حور، ش.، ۱۳۸۵. بررسی اثر ایندول‌بوتریک‌اسید (IBA) و نفتالین‌استیک‌اسید (NAA) بر

www.SID.ir

Archive of SID

ریشه‌زایی قلمه‌های درختچه زینتی کاملیا (*Camellia Japonica* L.). دانش نوین کشاورزی، ۲(۵): ۷۶-۶۹.

- Bhattacharjee, S.K. and Balakrishna, M., 1986. Standardization of propagation of *Hibiscus rosa sinensis* L. from stem cuttings. South Indian Horticulture, 34(3): 158-166.
- 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.
- Bojarczuk, K., 1985. Propagation of magnolias from green cuttings using various factors stimulation rooting and growth of plants. Acta Horticulture, 167: 423-431.
- Copes, D.L. and Mandel, N.L. 2000. Effects of IBA and NAA treatments on rooting Douglas-fir stem cuttings. New Forests, 20: 249-257.
- del Bano, M.J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente, O., Rio, J.A., Ortuno, A., Quirin, K.W. and Gerard, D., 2003. Phenolic diterpenes, flavons and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers and Roots of *Rosmarinus officinalis* antioxidant activity. Journal Agriculture and Food Chemistry, 51: 47-53.
- Erosy, N. and Aydin, M., 2008. The effect of some hormone and humidity levels on rooting of mahaleb (*Prunus mahaleb*) soft wood top cutting. Sulyeman Demired Universitesi Ziraat Fakultesi Degisi, 3(1): 32-41.
- Hartman, H.T., Kester, D.E., Davies J.R. and Genever, R.L., 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice Hall International INC, 770p.
- Jarvis, B.C., 1986. Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings: 191-222. In: Jackson, M.B., (Ed.). New Root Formation in Plants and Cuttings. Martinus Nijhoo Publishers. Dordrecht, 265p.
- Jull, L.G., Warren, S.L. and Blazich, F.A., 1994. Rooting yoshinocryptomeria stem cutting as influenced by growth stage, branch order IBA treatment. Scientia Horticulturae, 29(12): 1532-1535.
- Kasim, N.E. and Rayya, A., 2009. Effect of different collection times and some treatments on rooting and chemical in terminal constituents of bitter almond hardwood cutting. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(2): 116-122.
- Moss, G.I. and Dalgleish, R., 1985. High humidity propagation. Acta Horticulture, 166: 67-73.
- Mudge, K.W., Mwaja, V.N., Itulya, F.M. and Ochieng, J., 1995. Comparison of four moisture management systems for cutting propagation of Bougainvillea, Hibiscus and Kei apple. Journal of the American Society for Horticultural Science, 120(3): 366-373.
- Puri, S. and Verma, R.C., 1996. Vegetative propagation of Dalbergiasissoo Roxb. using softwood and hardwood stem cuttings. Journal of Arid Environmental, 34: 235-245.
- Taiz, L. and Zeiger, E., 1991. Plant Physiology. Sperktrum Akademischer Verlag, 559p.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of different concentrations of IBA and NAA on rooting of semi-hardwood cuttings of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.)

R. Shahhoseini[1], M. Moghaddam[2*], D. Kiani[3] and R. Mansori[4]

1- Ph.D. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2*- Corresponding author, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
E-mail: m.moghadam@ferdowsi.um.ac.ir; moghaddam75@yahoo.com
3- Ph.D. Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4- Faculty of Agriculture, Esfahan University of Technology, Esfahan, Iran

Received: June 2013 Revised: March 2014 Accepted: April 2014

Abstract

Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), belonging to Lamiaceae family, is a perennial, medicinal and aromatic plant. The plant and its secondary metabolites are widely used in landscape designing and pharmaceutical, cosmetic and food industries. This research was conducted as two experiments in a RCBD (Randomized Complete Block Design) with six treatments (0, 1000, 2000, 3000, 4000 and 5000 mg l^{-1}) and four replications in order to evaluate the effects of different concentrations of IBA and NAA on rooting of semi-hardwood cuttings of rosemary. Cuttings were treated in solutions of IBA and NAA for 1 min and held in plastic tunnel under mist system. After 70 days, the percentage of rotting, number of roots, average root length, the root fresh and dry weight, length of cutting, leaves and stem fresh and dry weight were measured. The analysis of variance showed that application of IBA and NAA had a significant effect on all the parameters studied. The highest rooting percentage was obtained at concentration of 1000 mg l^{-1} NAA (84%) and 5000 mg l^{-1} IBA (66%). The concentration of 4000 mgl^{-1} IBA was the best treatment on quality and rooting of the semi-hardwood cuttings of rosemary.

Keywords: *Rosmarinus officinalis* L., rooting, semi-hardwood cuttings, IBA, NAA.

www.SID.ir