مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ص ۱۱-۱

مطالعه ریشه‌زایی و رشد قلمه در برخی ژنوتیپ‌های رز متحمل و حساس به اتیلن

نوراله احمدی [۱]

(E-mail: ahmadin@modares.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۸ و تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۰

چکیده

اتیلن به عنوان یکی از هورمون‌های گیاهی نقش‌های متعددی را در فرایندهای فیزیولوژیکی شامل جوانه‌زنی بذر، ریشه‌زایی قلمه، پیری و ریزش اندام‌های گیاهی ایفا می‌کند. طی مطالعات گذشته، پنج ژنوتیپ متحمل و بسیار حساس به اتیلن از میان بیش از ۲۰۰ ژنوتیپ رز براساس ریزش اندام‌های برگ و جوانه گل شناسایی شدند. در این تحقیق، ریشه‌زایی و رشد قلمه‌های ژنوتیپ‌های انتخابی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر ریشه‌زایی قلمه‌های دو سانتی‌متری اختلاف آماری معنی‌دار وجود نداشت، در حالی که ژنوتیپ‌ها از نظر ریشه‌زایی قلمه‌های یک سانتی‌متری اختلاف آماری معنی‌داری را نشان دادند. تیمار ایندول بوتیریک اسید اثری بر میزان ریشه‌زایی قلمه‌ها نداشت. بیشترین و کمترین میانگین زمان ریشه‌زایی به ترتیب در ژنوتیپ ۷۶/۶۷ و رقم ونیلا به دست آمد. وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مختلف مورد اندازه‌گیری از قبیل میزان رشد جوانه جانبی، وزن خشک ریشه و وزن اندام‌های هوایی، می‌تواند به ویژگی‌های فردی هر ژنوتیپ نسبت داده شود. داده‌های این تحقیق نشان داد که ریشه‌زایی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تحت تأثیر میزان حساسیت آنها به اتیلن نمی‌باشد.

کلمات کلیدی: ایندول بوتریک اسید، رز، قلمه، زمان ریشه‌زایی، هورمون

---

۱ - استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران

مقدمه

گل رز *Rosa hybrida* L. یکی از مهمترین گل‌های زینتی است که به صورت گلدانی و یا شاخه بریده در ایران و دیگر کشورها استفاده می‌شود. به دلیل احترام و علاقه ایرانیان به این گل، مقدمه کتاب 'BOTANICA'S ROSES: THE ENCYCLOPEDIA OF ROSES' با ابیاتی از شاعر ایرانی، به احتمال قوی فریدالدین عطار نیشابوری، قرن ششم و اوایل قرن هفتم آغاز شده است (۹ و ۱۳).

در حدود ۱۴۰ گونه مختلف گل رز *Rosa hybrida* L. شناسایی شده‌اند که به طور طبیعی در نیم‌کره شمالی پراکنده بوده و توسط عوامل محیطی و انسانی به نیم‌کره جنوبی منتقل شده‌اند. از این تعداد، ۹۵ گونه منشاء آسیایی، ۱۸ گونه منشاء آمریکای شمالی و بقیه منشاء اروپایی و شمال آفریقا دارند (۱۵). انواع گل‌های رزی که در گل‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، از رزهای هیبرید تی[1]، فلوریباندا[2] و پلی آندا[3] می‌باشند که تکثیر آنها به طور عمده از طریق بذر، قلمه‌زنی و پیوند انجام‌پذیر است. روش تکثیر جنسی با استفاده از بذر بیشتر برای تولید ارقام جدید در برنامه اصلاحی و تکثیر تعداد زیاد گیاه برای ایجاد پارک‌های جنگلی به کار برده می‌شود. پیوند زدن به منظور استفاده از خصوصیات مناسب برخی از گونه‌ها در جذب مواد غذایی و مقاومت بخشی به برخی از شرایط نامساعد محیطی و بیماری‌ها صورت می‌گیرد. برای این منظور، پیوند جوانه[4] و یا پیوند چوب[5] روی برخی از گونه‌ها مانند *R. canina* و *R. chinensis* به عنوان پایه توصیه شده است (۱۳ و ۱۴). هرچند که سیستم‌های ریزازدیادی برای تکثیر رز توسعه یافته‌اند، اما امروزه تکثیر رزهای مینیاتوری به صورت تجاری در گلخانه‌های صنعتی کشورهای اروپایی چون دانمارک و آلمان، از طریق قلمه و پیوند می‌باشد (۶).

اتیلن به عنوان یک هورمون گیاهی نقش مهمی در فرایندهای وسیع فیزیولوژیکی همچون پیری گل و برگ، ریزش اندام‌های گیاهی، رسیدن میوه و جوانه‌زنی بذر دارد. تحقیقات وسیعی جهت ارزیابی نقش اتیلن روی انگیزش و توسعه ریشه‌های نابجا انجام شده که نتایج متفاوتی را به همراه داشته است. اگرچه گزارش‌های زیادی به نقش اتیلن در تحریک ریشه‌زایی اشاره می‌کنند، ولی برخی از محققین نیز به این نتیجه رسیده‌اند که هورمون اتیلن اثری بر ریشه‌زایی ندارد و یا حتی می‌تواند اثر بازدارنده داشته باشد (۱۷ و ۱۹). آزمایشات نشان داد که اتیلن به طور مستقیم نقشی در ظهور و بروز ریشه‌های نابجا در قلمه‌های گرفته شده از هیپوکوتیل لوبیا سبز *Vigna radiata* ندارد (۳). در حضور بازدارنده‌های تولید اتیلن نظیر AOA[6]، IB[7]، AVG[8] و کلرید کبالت ($CoCl_2$)، تشکیل ریشه‌های خوشه‌ای[9] در قلمه‌های *Casuaring glauca* متوقف گردید. تیوسولفات نقره که بازدارنده عمل اتیلن است نیز چنین اثری را بروز داد (۲۱). در مطالعه دیگر، نقش AOA و AIB بر ریشه‌زایی قلمه‌های بسیار کوچک رز رقم Starina بررسی شده است. کاربرد AOA سبب کاهش ریشه‌زایی گردید، درحالی‌که AIB در حضور IAA هیچ‌گونه اثری بر ریشه‌زایی نداشت (۱۸).

در گیاهان تراریخت اطلسی[10] که حامل ژن موتانت غالب *etr1-1* بودند در مقایسه با گیاهان غیرتراریخت کاهش تشکیل ریشه نابجا مشاهده شد (۷). ژن *etr* یکی از گیرندگان[11] اتیلن محسوب می‌شود که موتاسیون غالب در جایگاه[12] آن سبب جلوگیری از پاسخ گیاه به اتیلن می‌گردد (۴). در گیاه گوجه‌فرنگی، رقم Never ripe (NR) که نسبت به اتیلن غیرحساس است، در مقایسه با واریته وحشی Pearson، تعداد بیشتری ریشه‌های نابجا در زیر خاک و تعداد کمتری ریشه نابجا در سطح خاک تولید نمود. کاربرد

1 - Hybrid tea
2 - Floribunda
3 - Polyantha
4 - Budding
5 - Grafting
6 - Aminooxy acetic acid
7 - α-aminoisobutyric acid
8 - Aminoethoxy vinyl glycine
9 - Cluster roots
10 - Petunia
11 - Receptors
12 - Locus

اکسین روی قلمه‌های واریته وحشی Pearson سبب افزایش ریشه‌های نابجا گردید ولی اکسین روی رقم NR اثری محسوسی نداشت (۷). این مطالعات نشان می‌دهند که یک مسیر سیگنالی که با مداخله اتیلن فعال می‌گردد در تشکیل ریشه نقش دارد (۷ و ۲۱).

بر اساس مطالعات قبلی در رز مینیاتوری، تعدادی از ژنوتیپ‌های رز مقاوم و حساس به اتیلن شناسایی شدند. ژنوتیپ‌های حساس تحت تأثیر تیمار اتیلن، بیشترین میزان ریزش برگ و گل را از خود نشان دادند (۲). به علاوه برای اولین بار مشخص گردید که بیان ژن لاکیز در دمگل ژنوتیپ‌های حساس تیمار شده با اتیلن خارجی، ۱۰۰ تا ۸۰۰ برابر بیشتر از شاهد بود، درحالی‌که این ژن دارای بیان بسیار جزیی در ژنوتیپ‌های نسبتا مقاوم بود (۱ و ۲). با توجه به نقش اتیلن در انگیزش ریشه و نیز عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی متفاوت ژنوتیپ‌های رز مینیاتوری به تیمار اتیلن، هدف از انجام این تحقیق، مطالعه پدیده ریشه‌زایی در قلمه‌های ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به اتیلن و بررسی رشد جوانه قلمه پس از ریشه‌زایی می‌باشد.

مواد و روشها

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل گیاهان مادری رز مینیاتوری رقم لاوندر[1] و رقم وانیلا[2] و پنج ژنوتیپ حاصل از تلاقی این دو رقم بودند. سه ژنوتیپ به دست آمده از تلاقی رقم لاوندر (والد مادری) و رقم ونیلا (والد پدری) با کد ۴۲ نشان داده شده‌اند که عبارتند از ژنوتیپ‌های ۴۲/۵۰، ۴۲/۱۳۱ و ۴۲/۴۸. دو ژنوتیپ دیگر از تلاقی رقم ونیلا (والد مادری) و رقم لاوندر (والد پدری) حاصل شدند که با کد ۷۶ مشخص گردیده‌اند و شامل ژنوتیپ‌های ۷۶/۶۷ و ۷۶/۷۴ می‌باشند. بر اساس مطالعات قبلی ژنوتیپ‌های ۴۲/۱۳۱، ۴۲/۴۸ و ۷۶/۶۷ دارای حساسیت نسبتاً پایین و ژنوتیپ‌های ۷۶/۷۴ و ۴۲/۵۰ دارای حساسیت خیلی بالا به تیمار اتیلن بودند (۲).

1 - Lavender

2 - Vanilla

گیاهان مادری در گلخانه دانشکده علوم زیستی دانشگاه هانوفر تحت شرایط دمایی ۲ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد قرار گرفتند. نور تکمیلی روزانه جهت رشد و نمو گیاهان با استفاده از لامپ سدیمی فشار بالا[3] به مدت ۱۶ ساعت تأمین گردید. قلمه‌های تک گره به طول یک و دو سانتی‌متر حاوی یک جوانه و یک برگ، از قسمت میانی ساقه تهیه شدند. به علت کوتوله بودن عادت رشدی[4] ژنوتیپ‌های ۷۶/۷۴ و ۴۲/۵۰، از این دو ژنوتیپ فقط قلمه‌هایی به طول یک سانتی‌متر فراهم گردید.

برای تهیه محلول ایندول بوتیریک اسید (IBA, Duchefa, Haarlem, The Netherlands)، با افزودن قطره به قطره محلول یک مول KOH، پودر IBA کاملاً حل گردید و سپس با اضافه نمودن مقدار لازم آب مقطر محلول یک میلی‌مول IBA فراهم گردید. بطری حاوی IBA دارای پوشش فویل آلومینیم تا زمان استفاده در یخچال (دمای چهار درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردید. برای تیمار قلمه‌ها، ۰/۵ سانتی‌متر قاعده آنها به مدت پنج ثانیه در محلول یک میلی‌مول IBA فرو برده شدند و بلافاصله پس از تیمار با IBA، قلمه‌ها در چاهک سینی کشت[5] حاوی پیت نشاء شدند. انتهای قلمه‌های شاهد نیز بدون دریافت IBA، به مدت پنج ثانیه در آب مقطر قرار گرفت. برای هر ترکیب تیماری ۱۲ قلمه و با احتساب چهار تکرار مجموعاً ۴۸ قلمه تهیه شد (جدول ۱).

سینی‌های حاوی قلمه در اتاقک گلخانه مجهز به سیستم مه‌افشان[6] با دمای ۲ ± ۲۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. با ملاحظه قلمه‌ها هر دو روز یک بار، تعداد روزها تا شروع رشد جوانه جانبی ثبت گردید. با توجه به هم‌زمانی ظهور ریشه‌های نابجا و شروع رشد جوانه جانبی، میانگین زمان ریشه‌زایی قلمه‌ها محاسبه گردید (۱۱).

$$t = \frac{\Sigma n_i \cdot t_I}{\Sigma n} \text{ (روز)} \qquad (۱$$

3 - High-pressure sodium lamps (Philips Co., SON-T lamps, Osram, 400W, 350 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$)

4 - Compact

5 - Netpot

6 - Mist

در این رابطه، t میانگین زمان ریشه‌زایی، n_i تعداد قلمه‌های ریشه‌دار در زمان مورد نظر (t_i) و n تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده می‌باشد.

جدول ۱ - تیمارهای اعمال شده روی قلمه‌های ژنوتیپ‌های رز

تیمار	ژنوتیپ	IBA (M)	اندازه قلمه	تیمار	ژنوتیپ	IBA (M)	اندازه قلمه
۱	۴۲/۴۸	$۱۰^{-۳}$	۱	۱۳	Lavender	$۱۰^{-۳}$	۱
۲	۴۲/۴۸	$۱۰^{-۳}$	۲	۱۴	Lavender	$۱۰^{-۳}$	۲
۳	۴۲/۴۸	۰	۱	۱۵	Lavender	۰	۱
۴	۴۲/۴۸	۰	۲	۱۶	Lavender	۰	۲
۵	۴۲/۱۳۱	$۱۰^{-۳}$	۱	۱۷	Vanilla	$۱۰^{-۳}$	۱
۶	۴۲/۱۳۱	$۱۰^{-۳}$	۲	۱۸	Vanilla	$۱۰^{-۳}$	۲
۷	۴۲/۱۳۱	۰	۱	۱۹	Vanilla	۰	۱
۸	۴۲/۱۳۱	۰	۲	۲۰	Vanilla	۰	۲
۹	۷۶/۶۷	$۱۰^{-۳}$	۱	۲۱	۴۲/۵۰	$۱۰^{-۳}$	۱
۱۰	۷۶/۶۷	$۱۰^{-۳}$	۲	۲۲	۴۲/۵۰	۰	۱
۱۱	۷۶/۶۷	۰	۱	۲۳	۷۶/۶۷	$۱۰^{-۳}$	۱
۱۲	۷۶/۶۷	۰	۲	۲۴	۷۶/۶۷	۰	۱

درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها پس از ۳۵ روز از شروع آزمایش محاسبه شد و قلمه‌های فاقد ریشه و اندام‌های هوایی به عنوان قلمه خشک محسوب گردیدند. ارتفاع جوانه رشد کرده و وزن خشک اندام‌های تمامی ژنوتیپ‌ها، به غیر از ژنوتیپ ۷۶/۶۷ که به علت تأخیر در شروع رشد جوانه جانبی و ریشه‌زایی از مقادیر بسیار کمی برخوردار بودند، اندازه‌گیری شدند. پس از خشک کردن اندام‌ها در اجاق تهویه‌دار[1] با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌های اصلی با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنو و از طریق نرم‌افزار Minitab 14 انجام گرفت. برای نرمال نمودن داده‌های درصد ریشه‌زایی از تبدیل Arcsin استفاده گردید. سپس تجزیه واریانس داده‌های آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 13 انجام گرفت. مقایسه میانگین تیمارهای مورد استفاده از طریق آزمون دانکن انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس برای درصد ریشه‌زایی قلمه‌های یک سانتی‌متری نشان داد که ژنوتیپ‌ها (والدین و هیبریدها) در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌داری هستند، درحالی‌که ریشه‌زایی قلمه‌های دو سانتی‌متری ژنوتیپ‌ها هیچ گونه اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲). تیمار IBA هیچ‌گونه اثر معنی‌داری بر درصد ریشه‌زایی قلمه‌های یک سانتی‌متری و یا دو سانتی‌متری نداشت. میانگین زمان ریشه‌زایی قلمه‌های یک سانتی‌متر در سطح احتمال ۰/۱ درصد تحت تأثیر ژنوتیپ و تیمار IBA بوده است درحالی‌که اثر ژنوتیپ و تیمار IBA بر میانگین زمان ریشه‌زایی قلمه‌های

1 - Ventilated oven

دو سانتی‌متری به ترتیب در سطح ۰/۱ درصد و پنج درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲).

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها با آزمون دانکن نشان داد که قلمه‌های یک سانتی‌متری ژنوتیپ ۷۶/۶۷ با ۹۳/۸ درصد ریشه‌زایی کمترین میزان ریشه‌زایی را در بین ژنوتیپ‌ها داشته و ژنوتیپ‌های ۴۲/۴۸ و ۴۲/۱۳۱ بالاترین میزان ریشه‌زایی را نشان دادند (جدول ۳). بیشترین میانگین زمان ریشه‌زایی قلمه‌های یک سانتی‌متر با ۲۰/۸ روز در ژنوتیپ ۷۶/۶۷ مشاهده شد و کمترین مدت زمان ریشه‌زایی ۸/۲ روز بود که در رقم وانیلا به دست آمد. در قلمه‌های دو سانتی‌متری بیشترین میانگین زمان ریشه‌زایی ۱۹/۱ روز در ژنوتیپ ۷۶/۶۷ مشاهده شد و ارقام ونیلا و لاوندر با ۶/۶ روز کمترین میانگین زمان ریشه‌زایی را نشان دادند (جدول ۳). شکل‌های (۱) و (۲) به ترتیب درصد و میانگین زمان ریشه‌زایی ژنوتیپ‌های مختلف را نشان می‌دهند.

جدول ۲ - تجزیه واریانس درصد ریشه‌زایی و میانگین زمان ریشه‌زایی قلمه‌های یک و دو سانتی‌متری ژنوتیپ‌های رز

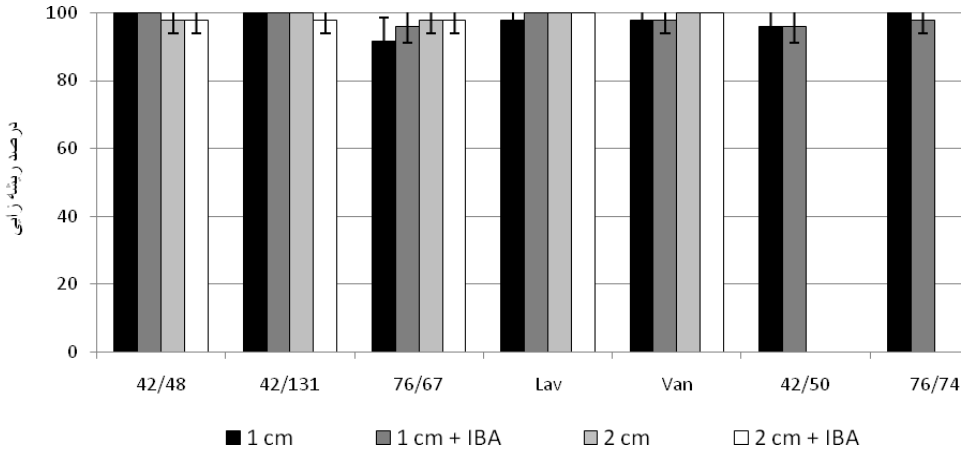
منابع تغییرات	درجه آزادی	MS	
		درصد ریشه‌زایی	میانگین زمان ریشه‌زایی
قلمه‌های ۱ سانتی‌متری			
ژنوتیپ	۶	۰/۰۹ **	۱۵۰/۴۸ ***
اکسین	۱	۰/۰۱ ns	۲۴/۰۹ ***
ژنوتیپ × اکسین	۶	۰/۰۱ ns	۱/۴۴ *
اشتباه	۴۲	۰/۰۳	۰/۵۹
قلمه‌های ۲ سانتی‌متری			
ژنوتیپ	۴	۰/۰۲ ns	۲۲۵/۲۵ ***
اکسین	۱	۰/۰۰ ns	۳/۴۰ *
ژنوتیپ × اکسین	۴	۰/۰۰ ns	۰/۴۸ ns
اشتباه	۳۰	۰/۰۲	۰/۵۲

* و *** - به ترتیب در سطوح ۵ و ۰/۱ درصد معنی‌دار هستند.

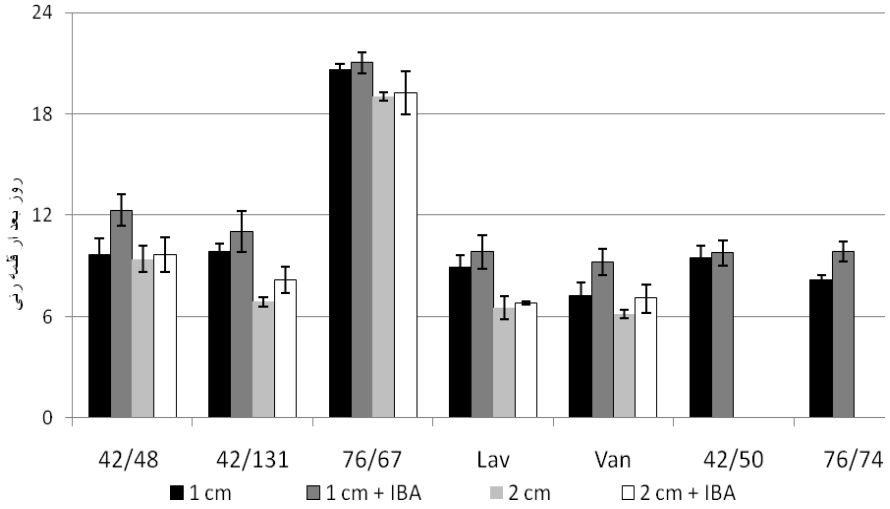
جدول ۳ - مقایسه میانگین‌های درصد ریشه‌زایی و زمان ریشه‌زایی ژنوتیپ‌های رز

ژنوتیپ	۴۲/۴۸	۴۲/۱۳۱	۷۶/۶۷	Lavender	Vanilla	۴۲/۵۰	۷۶/۷۴
قلمه‌های ۱ سانتی‌متری							
ریشه‌زایی (٪)	۱۰۰/۰ a	۱۰۰/۰ a	۹۳/۸ c	۹۹/۰ ab	۹۷/۹ abc	۹۵/۸ bc	۹۹/۰ ab
میانگین زمان ریشه‌زایی (روز)	۱۱/۰ b	۱۰/۴ b	۲۰/۸ a	۹/۴ c	۸/۲ d	۹/۶ c	۹/۰ cd
قلمه‌های ۲ سانتی‌متری							
ریشه‌زایی (٪)	۹۷/۹ a	۹۹/۰ a	۹۷/۹ a	۱۰۰/۰ a	۱۰۰/۰ a		
میانگین زمان ریشه‌زایی (روز)	۹/۵۳ b	۷/۵۲ c	۱۹/۱۵ a	۶/۶۷ d	۶/۶۳ d		

* - میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.



شکل ۱ – درصد ریشه‌زایی قلمه‌های یک و دو سانتی‌متری ژنوتیپ‌های رز تیمار شده با IBA به غلظت صفر و یک میلی مولار



شکل ۲ – میانگین مدت زمان ریشه‌زایی قلمه برخی ژنوتیپ‌های رز حساس و متحمل به اتیلن

میانگین مربعات ارتفاع جوانه جانبی رشد کرده، وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن خشک ریشه در جدول (۴) آمده است. در تمامی قلمه‌ها اثر ژنوتیپ بر صفات فوق در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. اثر IBA نیز در صفات ارتفاع جوانه جانبی و وزن خشک اندام‌های هوایی معنی‌دار بود ولی هیچ گونه اثری بر وزن خشک ریشه نداشت.

در طبقه‌بندی و مقایسه صفات با استفاده از آزمون دانکن از میان ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های ۴۲/۴۸ و ۴۲/۱۳۱ بیشترین ارتفاع و وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه را داشتند (جدول ۵). در قلمه‌های دو سانتی‌متری، بیشترین میزان وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی به ژنوتیپ ۴۲/۴۸ تعلق داشت. رقم ونیلا کمترین میزان وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه را داشتند، هر چند که از نظر آماری با بقیه ژنوتیپ‌ها در یک سطح قرار گرفت.

جدول ۴ – تجزیه واریانس صفات رشدی اندازه‌گیری شده قلمه‌های رز تیمار شده با هورمون اکسین IBA

منابع تغییرات	درجه آزادی	MS		
		وزن خشک ریشه	وزن خشک شاخه	ارتفاع جوانه جانبی
قلمه‌های ۱ سانتی‌متری				
ژنوتیپ	۵	۱۶/۳۴ ***	۳۶۷۶/۱۱ ***	۲۷/۱۸ ***
اکسین	۱	۰/۵۲ ns	۲۲۰۹/۷۴ *	۴۲/۰۰ ***
ژنوتیپ × اکسین	۵	۲/۰۵ *	۲۳۵/۰۴ ns	۱/۲۷ ns
اشتباه	۲۶	۰/۷۷	۲۷۴/۷۲	۱/۲۸
قلمه‌های ۲ سانتی‌متری				
ژنوتیپ	۳	۰/۲۴ ***	۵۶۹۰/۰۳ ***	۴۳/۷۴ ***
اکسین	۱	۰/۰۲ ns	۳۵۳۸/۵۱ ***	۵۷/۲۷ ***
ژنوتیپ × اکسین	۳	۰/۰۲ ns	۷۰۴/۳۹ ns	۱/۸۵ ns
اشتباه	۲۴	۰/۰۳	۴۹۸/۳۷	۳/۴۸

* و *** – به ترتیب در سطوح ۵ و ۰/۱ درصد معنی‌دار هستند.

جدول ۵ – مقایسه میانگین‌های ارتفاع، وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه قلمه‌های ژنوتیپ‌های رز *

ژنوتیپ	۷۶/۶۷	۴۲/۵۰	Vanilla	Lavender	۴۲/۱۳۱	۴۲/۴۸
قلمه‌های ۱ سانتی‌متری						
ارتفاع جوانه رشده کرده (سانتی‌متر)	۵/۶۴ b	۳/۷۶ c	۶/۰۴ b	۳/۷۱ c	۷/۵۶ a	۸/۱۰ a
وزن خشک اندام‌های هوایی (میلی‌گرم)	۵۳/۷۵ b	۳۵/۹۹ c	۵۰/۷۲ bc	۳۳/۲۸ c	۷۹/۳۴ a	۸۴/۳۴ a
وزن خشک ریشه (میلی‌گرم)	۲۶/۴۵ c	۲۲/۱۰ cd	۳۱/۶۶ c	۲۰/۲۶ cd	۵۵/۰۷ b	۶۳/۱۹ a
قلمه‌های ۲ سانتی‌متری						
ارتفاع جوانه رشده کرده (سانتی‌متر)			۶/۱۰ b	۵/۶۱ b	۶/۵۰ a	۱۰/۶۹ a
وزن خشک اندام‌های هوایی (میلی‌گرم)			۴۰/۵۶ b	۵۲/۲۵ b	۵۷/۹۷ b	۱۰۱/۵۹ a
وزن خشک ریشه (میلی‌گرم)			۳۳/۲۳ b	۳۲/۰۱ b	۶۰/۱۷ a	۷۱/۶۵ a

* – میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

بحث

در این تحقیق، ریشه‌زایی قلمه‌های ژنوتیپ‌های رز مینیاتوری بسیار حساس و مقاوم به اتیلن مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان ریشه‌زایی قلمه‌های دو سانتی‌متری در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت ولی ریشه‌زایی قلمه‌های یک سانتی‌متری ژنوتیپ‌ها اندکی با هم تفاوت داشت که این اختلاف متأثر از عکس‌العمل آنها نسبت به اتیلن نبود. به‌طورکلی، ریشه‌زایی این ژنوتیپ‌ها بدون دریافت هر گونه تیمار IBA بسیار موفقیت‌آمیز بود. در برخی از مطالعات گزارش شده است که تیمار IBA سبب افزایش ریشه‌زایی قلمه برخی از گیاهان می‌گردد، ولی در این آزمایش IBA هیچ گونه اثر مثبتی بر ریشه‌زایی قلمه‌های رز نداشت که این نتیجه گزارش دیگر محققین بر روی رز مینیاتوری را در این خصوص تأئید می‌نماید (۵، ۸ و ۱۲). آنها گزارش کردند که غلظت یک میلی‌مولار IBA باعث تقویت تشکیل ریشه در قلمه‌های بسیار کوچک (۰/۵ سانتی‌متری) گردید و بر ریشه‌زایی قلمه‌های بلند اثری نداشت. به علاوه اثرگذاری تیمار IBA هم به اندازه قلمه و هم به دمای محیط بستگی داشته است. اکسین در دماهای کمتر از ۲۴ درجه سانتی‌گراد سبب افرایش ریشه‌زایی در قلمه‌های کمتر از ۰/۵ سانتی‌متر گردید ولی در قلمه‌های بلندتر اثری بر ریشه‌زایی نداشت، به عبارت دیگر تیمار اکسین در قلمه‌های کوچک می‌تواند جایگزین دمای بالا گردد (۵).

طی این آزمایش‌ها، ظهور ریشه هم‌زمان با شروع رشد جوانه جانبی مشاهده گردید. به عبارت دیگر، با شروع رشد جوانه جانبی، ریشه‌زایی و رشد ریشه‌های نابجا نیز آغاز گردید و تأخیر در رشد جوانه جانبی همراه با شروع دیر هنگام ریشه‌زایی بود. ظهور ریشه‌های نابجای قلمه هم‌زمان با شروع رشد جوانه جانبی نیز قبلاً گزارش شده است (۵). مدت زمان میانگین ریشه‌زایی قلمه‌ها، بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به طور معنی‌داری اختلاف داشت، به‌طوری‌که کمترین و بیشترین متوسط زمان ریشه‌زایی قلمه‌های یک سانتی‌متری ۸/۲ و ۲۰/۸ روز به ترتیب به رقم ونیلا و ژنوتیپ ۷۶/۶۷ تعلق داشت (شکل ۲). قلمه‌های بلندتر میانگین ریشه‌زایی کمتری را نشان دادند و زودتر از قلمه‌های کوتاه‌تر ریشه‌دار شدند. از آنجا که دو ژنوتیپ مقاوم به اتیلن میانگین زمان ریشه‌زایی تقریباً همسانی (۴۲/۴۸ و ۴۲/۱۳۱) با ژنوتیپ‌های حساس به اتیلن دارند، تأخیر در ریشه‌زایی ژنوتیپ ۷۶/۶۷ می‌تواند به ویژگی‌های ژنتیکی آن نسبت داده شود. افزایش مدت زمان ریشه‌زایی و شروع رشد جوانه جانبی ژنوتیپ ۷۶/۶۷ را احتمالاً می‌توان به میزان قدرت غالبیت جوانه انتهایی و نیاز به زمان بیشتر برای رهایی از این غالبیت مربوط دانست (۱۰ و ۲۰).

داده‌های این تحقیق نشان داد که ریشه‌زایی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تحت تأثیر میزان حساسیت آنها به اتیلن نیست، اگرچه با مطالعه گیاهان موتانت، نقش و وجود مسیر سیگنالی که با مداخله اتیلن فعال می‌گردد، در تشکیل ریشه محرز گردیده است (۷ و ۲۱). عدم تفاوت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در درصد ریشه‌زایی را می‌توان به مکانیسم متفاوت آنها در عکس‌العمل نسبت به اتیلن تعمیم داد. ژنوتیپ‌های بسیار حساس به اتیلن (۴۲/۵۰ و ۷۶/۷۴) دارای تیپ رشدی از نوع فشرده[1] هستند، درحالی‌که ژنوتیپ‌های متحمل، تیپ رشدی مرتفع[2] دارند. وضعیت رشدی می‌تواند ریزش و یا تأخیر در ریزش اندام‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. در ارتباط با نقش اتیلن در تسریع پدیده ریزش شکی نیست، ولی وضعیت تعادلی هورمون‌های اکسین و اتیلن در شروع مرحله ریزش تعیین‌کننده است. در این مرحله، سطح هورمون اکسین کاهش می‌یابد ولی میزان هورمون اتیلن افزایش می‌یابد و این اختلاف در تعادل هورمونی باعث افزایش حساسیت سلول‌ها و بافت‌ها می‌گردد و نهایتاً ریزش اندام‌ها بروز می‌نماید (۲۰). تحقیقات نشان داده است که کاربرد همزمان بازدارنده‌های انتقال اکسین به همراه اتفن[3] (منبع رهاکننده اتیلن) سبب افزایش ۵۰ درصدی ریزش برگ در لوبیا سبز گردید که بیانگر بهم خوردن تعادل هورمونی در طی تیمار گیاه با اتفن به عنوان یک منبع تولید اتیلن خارجی می‌باشد (۱۶). در ژنوتیپ‌های متحمل میزان غالبیت جوانه انتهایی و تولید بیشتر میزان اکسین می‌تواند سبب بازدارندگی و یا تأخیر زمانی در به‌هم خوردن این تعادل هورمونی در طی تیمار گیاه با اتیلن

1 - Compact

2 - Upright

3 - Ethephon

خارجی گردد. احتمالاً ژنوتیپ‌های خیلی حساس با عادت رشدی فشرده از توانایی کمتری در حفظ این تعادل هورمونی برخوردارند و زودتر به مرحله ریزش وارد می‌شوند. بر این اساس، می‌توان انتظار داشت که هیچ‌گونه اختلافی در میزان ریشه‌زایی ژنوتیپ‌های مقاوم و بسیار حساس به اتیلن وجود نداشته باشد، زیرا میزان عکس‌العمل آنها به اتیلن ناشی از اختلال و یا نقص در سیستم انتقال سیگنال اتیلن آنها نمی‌باشد. میزان رشد جوانه جانبی، وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن خشک ریشه در ژنوتیپ‌های ۴۲/۴۸ و ۴۲/۱۳۱ نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. این تفاوت نیز می‌تواند متأثر از تیپ رشدی این ژنوتیپ‌ها باشد.

به‌طور خلاصه، ریشه‌زایی قلمه رز ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بسیار بالاست، به‌طوری‌که بدون نیاز به استفاده از هورمون‌های ریشه‌زایی امکان تکثیر آنها وجود دارد. استفاده از قلمه‌های بلند (دو سانتی‌متر) درمقایسه با قلمه‌های کوتاه برای ریشه‌زایی موفقیت‌آمیز توصیه می‌گردد. به علاوه قلمه‌های بلند نسبت به قلمه‌های کوتاه‌تر میانگین زمانی ریشه‌زایی کمتری را خواهند داشت. اختلاف در میانگین زمان ریشه‌زایی، میزان وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشاهده شد که می‌تواند به ویژگی‌های رشدی ژنوتیپ‌ها مربوط باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از آقایان قاسم کریم‌زاده و حمید حاتمی ملکی قدردانی می‌گردد.

References

1 . Ahmadi N, Mibus H and Serek M (2008) Isolation of an ethylene induced putative nucleotide laccase in miniature roses (*Rosa hybrida* L.). Plant Growth Regulation. 27: 320-330.

2 . Ahmadi N, Mibus H and Serek M (2009) Characterization of ethylene-induced organ abscission in F_1 breeding lines of miniature roses (*Rosa hybrida* L.). Postharvest Biology and Technology. 52: 260-266.

3 . Batten DJ and Mullins MG (1978) Ethylene and adventitious root formation in hypocotyl segments of etiolated mung bean. Planta. 138: 193-197.

4 . Bleecker AB, Estelle MA, Somerville C and Kende H (1988) Insensitivity to ethylene conferred by a dominant mutation in *Arabidopsis thaliana*. Science. 241: 1086-1089.

5 . Bredmose N, Kristiansen K and Nielsen B (2004) Propagation temperature, PPFD, auxin treatment, cutting size and cutting position affect root formation, axillary bud growth and shoot development in miniature rose (*Rosa hybrida* L.) plants and alter homogeneity. Horticultural Science and Biotechnology. 79: 458-465.

6 . Carelli BP and Echeverrigaray S (2002) An improved system for the in vitro propagation of rose cultivars. Scientia Horticulturae. 92: 69-74.

7 . Clark DG, Gubrium EK, Barrett JE, Nell TA and Klee HJ (1999) Root formation in ethylene-insensitive plants. Plant Physiology. 121: 53-60.

8 . Copes PL and Mandel NL (2000) Effect of IBA and NAA treatments on rooting Douglas-fir stem cuttings. New Forest. 20: 249-257.

9 . Dodd D (2011) Rose. University of California Santa Cruz, Art department, Retrieved January 15, Online: http://artsites.ucsc.edu/GDead/agdl/rose.html

10 . Dubois LAM and de Vries DP (1991) Variation in adventitious root formation of softwood cuttings of Rosa chinensis minima (Sims) Voss cultivars. Scientia Horticulturae. 47: 345-9.

11 . Fett-Neto AG, Fett JP, Goulart LWV, Pasquali G, Termignoni RR and Ferreira AG (2001) Distinct

effects of auxin and light on adventitious root development in *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus globulus*. Tree Physiology. 21: 457-464.

12 . Fogaça CM, Fett-Neto AG (2005) Role of auxin and its modulators in the adventitious rooting of *Eucalyptus* species differing in recalcitrance. Plant Growth Regulation. 45: 1-10.

13 . Harkness P (1998) Botanica's Roses, The Encyclopedia of Roses. Pp. 16-31.

14 . Hartmann HT, Kester DE and Davies FT (1990) Plant propagation principles and practices (5th Ed.). Pearson Prentice Hall.

15 . Mattock J (1998) The rose and its heritage. In: Botanica's Roses, The Encyclopedia of Roses. Pp. 24-32.

16 . Pedersen MK, Burton JD and Coble HD (2006) Effect of cyclanilide, ethephon, auxin transport inhibitors, and temperature on whole plant defoliation. Crop Science. 46: 1666-1672.

17 . Phatak SC, Jaworski CA and Liptay A (1981) Flowering and adventitious root growth of tomato cultivars as influenced by ethephon. HortScience. 16: 181-182.

18 . Podwyszyńska M and Goszczyńska D (1998) Effect of inhibitors of ethylene biosynthesis and action, as well as calcium and magnesium on rose shoot rooting, shoot-tip necrosis and leaf senescence in vitro. Acta Physiologia Plantarum. 20: 91-98.

19 . Robbins JA, Kays SJ and Dirr MA (1983) Enhanced rooting of wounded mung bean cuttings by wounding and ethephon. American Society Horticulture Science. 108: 325-329.

20 . Taiz L and Zeiger E (2006) Ethylene: The Gaseous Hormone. In: Plant Physiology. Sinauer Assoc. Sunderland, MA. Pp. 571-591.

21 . Zaid H, El Morabet R, Diem HG and Arahou M (2003) Does ethylene mediate cluster root formation under iron deficiency? Annals of Botany. 92: 673-677.

An investigation on rooting and growth of stem cuttings of rose genotypes show high and low sensitivity to exogenous ethylene treatment

N. Ahmadi [1]

(E-mail: ahmadin@modares.ac.ir)

Abstract

Ethylene as a plant hormone plays various functions in a variety of physiological phenomena including seed germination, root initiation on stem cutting, senescence and organs abscission. In our previous investigation, five rose genotypes were identified showing high-sensitivity or low-sensitivity to exogenous ethylene treatment. The purpose of this study was to evaluate the rooting capacity and bud growth in stem cuttings of these genotypes. Although significant differences were found in rooting ability of 1-cm cuttings but 2-cm cuttings did not show any difference. IBA treatment did not affect root formation in low sensitive or high sensitive plants. The highest and lowest mean rooting time belong to genotypes '76.67' and 'Vanilla' respectively. There were significant differences in plant height and dry weight of shoots and roots of genotypes. This study showed that the rooting capacity was not affected by degree of plant sensitivity to ethylene.

Keywords: IBA, Hormone, Rooting time, Rose, Stem cutting

1 – Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modares, Tehran - Iran