

بررسی پینه‌زایی زمستانه و مقادیر مختلف هورمون رشد بر ریشه‌زایی قلمه‌های دو رقم توت (*Morus alba*)

رضا صورتی‌زنجانی^۱، علیرضا صیداوی^۲ و عیسی ابراهیمی^{۳*}

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۷)

چکیده

ریشه‌زایی قلمه‌ها یکی از مسایل مهم در کاشت نهال است. در برخی موارد قلمه‌های کاشته شده ریشه‌دار نمی‌شوند و هزینه کاشت، نگهداری، زمین، نیروی انسانی و سایر نهاده‌ها هدر می‌رود. هدف از انجام این مطالعه بررسی نقش پینه‌زایی، تنظیم‌کننده رشد گیاهی و زمان کاشت در ریشه‌زایی قلمه‌های دو رقم توت (کن‌موچی و ایچی‌نویسه) بود. این پژوهش در سال ۱۳۹۹ در مرکز تحقیقات ابریشم کشور واقع در استان گیلان به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای بررسی ریشه‌زایی قلمه‌های دو رقم کن‌موچی و ایچی‌نویسه توت، دو زمان مختلف تهیه سرشاخه (یک اسفند و پانزدهم اسفند) و سه غلظت اسید ایندول بوتیریک (صفر، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام) در نظر گرفته شد. پس از ۶۰ روز پارامترهای تعداد برگ، وزن تر برگ، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه، طول بلندترین ریشه و تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده اندازه‌گیری شد. وزن تر ریشه در تاریخ کاشت اول و دوم به ترتیب ۶/۸ گرم و ۵/۶ گرم بود. در غلظت ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید ایندول بوتیریک در رقم کن‌موچی، وزن تر برگ در تاریخ کاشت اول و دوم به ترتیب ۶۸/۷۳ گرم و ۶۰/۰۳ گرم بدست آمد. با افزایش غلظت اسید ایندول بوتیریک وزن تر ریشه، ساقه و برگ و میزان ریشه‌زایی افزایش معنی‌داری در هر دو رقم کن‌موچی و ایچی‌نویسه نشان داد. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بین پینه‌زایی و ریشه‌زایی ارتباط نزدیکی وجود داشت بطوریکه در رقم کن‌موچی درصد ریشه‌زایی نسبت به پینه‌زایی ۹۴ درصد به دست آمد.

کلمات کلیدی: ابریشم، ایچی‌نویسه، ایندول بوتیریک اسید، قلمه، کن‌موچی

۱- دکتری زراعت، مرکز تحقیقات ابریشم کشور، گیلان، رشت، ایران.

۲- استاد گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، گیلان، رشت، ایران.

۳- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک، دانشگاه گیلان و مرکز ملی تحقیقات ابریشم کشور، گیلان، رشت، ایران.

* پست الکترونیک: Ebrahimi.soilphysic@yahoo.com

مقدمه

صنعت نوغانداری و تولید پنبه به میزان بسیار زیادی به تولید و تکثیر نهال‌های توت وابسته است (علی‌پناه^۱ و همکاران، ۲۰۲۰؛ کاپور^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). گیاه توت متعلق به خانواده موراسه (Moraceae) و جنس موروس (*Morus*) و از گونه‌های متفاوت است. از نظر تاکسونومیک، سرده *Morus* دارای ۶۸ گونه است که از بین آنها گونه‌های *M. alba*, *M. indica*, *M. nigra*, *M. latifolia*, *M. multiculis* کرم ابریشم (ویجیان^۳ و همکاران، ۲۰۰۰؛ ویجیان، ۲۰۰۹؛ ویجیان، ۲۰۱۰)، گونه‌های *M. nigra* و *M. rubra* برای استحصال میوه و گونه‌های *M. laevigata* و *M. serrata* برای تهیه الوار کشت و کار می‌شوند (ارسیلی و اورهان^۴، ۲۰۰۷؛ کادام^۵ و همکاران، ۲۰۱۹؛ کاپور و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین میوه برخی رقم‌ها در صنعت داروسازی نیز استفاده می‌شود (یوان و ژائو^۶، ۲۰۱۷؛ وانگ^۷ و همکاران، ۲۰۱۴). زمان در میزان ریشه‌زایی قلمه‌ها تأثیر بارزی دارد. در گونه‌های خزان‌دار، قلمه‌های چوبی در دوره خواب گیاه و قلمه‌های نیمه چوبی یا چوب نرم در طی فصل رشد تهیه می‌شوند (خوشخوی، ۱۳۸۲). توسعه حلقه اسکلرانشیمی بین آوندهای چوبی و کورتکس در خارج محل منشأ ریشه نابجا به طور کامل و نیز عدم تشکیل آغازنده‌های ریشه، مانعی برای ریشه‌زایی در انواع گیاهان سخت ریشه‌زا بوده در حالیکه در انواع آسان ریشه‌زا، حلقه اسکلرانشیمی به طور ناپیوسته بوده و از سلول‌های کمتری تشکیل شده و یا در آنها تشکیل آغازنده‌های ریشه صورت گرفته است (خوشخوی، ۱۳۸۲). مواد شیمیایی مختلفی برای سهولت ریشه‌دهی درختان وجود دارند که آنها را برای درخت توت نیز به کار می‌برند (جوانشیر، ۱۳۷۴). این مواد (نظیر ایندول بوتیریک اسید^۸ و نفتالین استیک اسید^۹) را به صورت محلول در غلظت‌های مختلف و در زمان‌های مختلف می‌توان به کار برد (ایلزوک و

جاسیگارد^{۱۰}، ۲۰۱۶؛ المونگی^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۸؛ نگوین^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۰).

پنبه یا کالوس بافت توموری گیاهی است که از سازمان یافتگی کمی برخوردار است که در زخم‌های بافت‌ها و اندام‌های تمایز یافته به وجود می‌آید. نوع این سلول‌ها از نوع سلول‌های پارانشیمی است، هنگامی که گیاه زخمی می‌شود در محل برش پنبه تشکیل می‌شود و به نظر نوعی پاسخ مقاومتی از طرف گیاه برای ترمیم بافت‌های تخریب شده است (عثمان^{۱۳} و همکاران، ۲۰۱۶؛ شارما^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۷). ایجاد پنبه به عوامل متعددی بستگی دارد که مهمترین آنها ژنوتیپ، نمونه و شرایط فیزیولوژیک آن، نوع محیط کشت و عناصر غذایی، عوامل فیزیکی و شرایط محیطی از قبیل نور، دما، pH، تنظیم‌کننده‌های رشد و ویتامین‌ها می‌باشد (امیدی و فرزین، ۱۳۹۱). غلظت مواد تنظیم‌کننده رشد در محیط کشت نیز برای پینه‌زایی بسیار مهم است. اکسین با غلظت متوسط تا زیاد، اولین هورمون مورد استفاده برای تولید پنبه است. در بعضی گونه‌ها غلظت زیاد اکسین و غلظت کم سیتوکینین در محیط کشت، روند تولید پنبه را ترقی می‌دهند (فارسی و ذوالعلی، ۱۳۹۴).

برای به دست آوردن بیشترین درصد ریشه‌زایی، قلمه‌ها را بایستی با تنظیم‌کننده‌های رشد تیمار نمود (دناکسا^{۱۵} و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از بهترین و معمول‌ترین موادی که در ریشه‌زایی قلمه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، ایندول بوتیریک اسید می‌باشد. این ماده اثر اکسینی ضعیفی داشته و توسط آنزیم‌های تجزیه‌کننده به گندی تجزیه می‌شود و به همین دلیل اثر زیادی در ریشه‌زایی دارد. از دیگر تنظیم‌کننده‌های رشد که در افزایش ریشه‌زایی قلمه‌ها مؤثر بوده و به کار می‌روند، اسید نفتالین استیک است (ویور^{۱۶}، ۱۹۷۲). لیتوینچزوک و جاسک^{۱۷} (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای که شامل کشت تک‌گره و سرشاخه در گیاه توت

10. Ilczuk and Jacygrad
11. Elmongy
12. Nguyen
13. Osman
14. Sharma
15. Denaxa
16. Weaver
17. Litwińczuk and Jacek

1. Alipanah
2. Kaur
3. Vijayan
4. Ercisli and Orhan
5. Kadam
6. Yuan and Zhao
7. Wang
8. Indole Buteric Acide (IBA)
9. Naphtalen Acetic Acide (NAA)

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر دو واریته توت از گونه توت^۶ (ایچی‌نویسه^۷ و کن‌موچی^۸) و دو زمان مختلف تهیه سرشاخه جهت قلمه‌زنی (یک اسفند و پانزدهم اسفند) و اثر غلظت‌های مختلف (سه غلظت صفر، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام) تنظیم‌کننده رشد گیاهی ایندول بوتیریک اسید در مزرعه پسیخان مرکز تحقیقات ابریشم کشور واقع در استان گیلان شهر رشت انجام شد. آمار بلند مدت اقلیمی نشان می‌دهد که میزان بارندگی بین ۴۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر در سال متغیر است و میانگین دمای سالانه در این منطقه نیز ۱۷ درجه سانتی‌گراد است (ابراهیمی^۹ و همکاران، ۲۰۲۲). این مطالعه به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۹ انجام شد. برداشت سرشاخه‌ها جهت تهیه قلمه از درختان دو واریته توت حداقل یک ماه قبل از کاشت قلمه در زمستان انجام شد. بدین منظور از زمستان سال قبل و پس از هرس کوتاه تا زمان برداشت سرشاخه جهت تهیه قلمه برای اجرای مطالعه حاضر، همزمان با آبیاری (با هدایت الکتریکی ۴۵۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و کوددهی (NPK) به موقع هیچگونه برداشت شاخ و برگ از آنها انجام نشد. سرشاخه‌های دارای قطر مناسب، یک دست و عاری از آفات و بیماری پس از برداشت از درختان ۱۵ ساله هر واریته، دسته‌بندی و اتیکت‌گذاری شده در انبار خنک (زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد) و بدون نور تا زمان تهیه قلمه و کاشت بعد از اعمال تیمارها در گلدان‌های آماده، طی دو مرحله یعنی یک اسفند و پانزدهم اسفند کشت شد.

برای بررسی پینه‌زایی در این مطالعه قبل کاشت قلمه‌ها در یک دوره قلمه‌های برداشت شده به صورت معکوس در بستر ماسه قرار گرفتند و نیاز آبی آنها در این دوره تأمین شد. هدف از انجام این کار (کاشت معکوس قلمه) بررسی پینه‌زایی در قلمه‌ها است. در صورتی که رأس قلمه بعد از گذشت دوره دارای پینه شد در مرحله بعد آن قلمه وارد فاز دوم شده و به

رقم کن‌موچی انجام دادند گزارش کردند که در نمونه‌های که پینه‌زایی رخ داده است، ریشه‌زایی نیز انجام شده است. پژوهشگران گزارش کرده‌اند که استفاده از مواد کمک ریشه‌زا مانند پراکسید هیدروژن، آسکوربیک اسید، پوترسین و پاکلوبوترازول به همراه ایندول بوتیریک اسید باعث افزایش ریشه‌دهی قلمه‌ها می‌شود (خطاک و وهاب^۱، ۲۰۰۱). رضانی و همکاران (۱۳۸۴) تأثیر استفاده از هورمون ایندول بوتیریک اسید به تنهایی و یا همراه با پراکسید هیدروژن روی قلمه‌های دو رقم زیتون سهل‌ریشه‌زا و سخت‌ریشه‌زا در دو فصل رویشی، مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که قلمه‌های تیمار شده با ایندول بوتیریک اسید به غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با پراکسید هیدروژن به طور معنی‌داری باعث ریشه‌دهی بیشتر نسبت به قلمه‌های تیمار شده با ایندول بوتیریک اسید تنها شدند. در پژوهش دیگر، ابوطالبی و همکاران (۱۳۸۵) اثر زمان قلمه‌گیری و استفاده از هورمون اکسین به تنهایی و یا همراه با آسکوربیک اسید به غلظت دو درصد را در ریشه‌زایی قلمه‌های لیمو شیرین مورد بررسی قرار دادند. آنها گزارش کردند که اوایل فصل بهار و استفاده از هورمون ایندول بوتیریک اسید به غلظت ۲۰۰۰ - ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه آسکوربیک اسید به غلظت دو درصد بهترین تیمار در افزایش ریشه‌زایی قلمه‌های لیمو شیرین شده است. مطالعات فراوانی در خصوص استفاده از اکسین‌ها در افزایش عملکرد ریشه‌زایی اولیه در گیاهان صورت گرفت است (هوسن^۲ و همکاران، ۲۰۱۷؛ شهزاد^۳ و همکاران، ۲۰۱۹؛ آقدايي^۴ و همکاران، ۲۰۱۹؛ کامیلا^۵ و همکاران، ۲۰۲۰).

تاکنون هیچ مطالعه‌ای در خصوص نقش پینه‌زایی و ارتباط آن با ریشه‌زایی در قلمه‌های توت در ایران صورت نگرفته است. لذا هدف از انجام این مطالعه بررسی نقش پینه‌زایی قلمه‌های دو رقم توت بر ریشه‌زایی آنها و همچنین بررسی زمان کاشت و غلظت‌های مختلف از ایندول بوتیریک اسید بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه توت بوده است.

6. *Morus alba* L.
7. Ichinose
8. Kenmochi
9. Ebrahimi

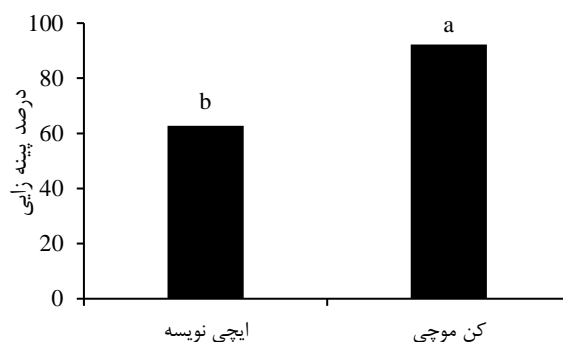
1. Khattak and Wahab
2. Husen
3. Shahzad
4. Aghdaei
5. Kamila

افزار SPSS 22 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شدند. در نهایت نمودارها در نرم‌افزار Excel 2016 ترسیم شدند.

نتایج و بحث

درصد پینه‌زایی

در شکل ۱ نتایج مربوط به مقایسه میانگین درصد پینه‌زایی در دو رقم توت مورد مطالعه نمایش داده شده است. همانگونه که مشخص است درصد پینه‌زایی در رقم کن‌موچی (۹۲/۲ درصد) بسیار بیشتر از ایچی نویسه (۶۲/۷ درصد) بوده است.



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد پینه‌زایی در دو رقم مورد مطالعه. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

معادل ۹۴/۴ درصد به دست آمد که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت بررسی پینه‌زایی در قلمه‌ها است.

ریشه‌زایی قلمه‌ها

در شکل ۳ نتایج مقایسه میانگین تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده در تیمارهای مختلف نمایش داده شده است. به طور کلی نتایج نشان داد که زمان اول اثر بیشتری بر ریشه‌زایی قلمه‌ها دارد که این موضوع در شکل ۳-۲ نیز به اثبات رسیده بود. همچنین در شکل ۳ نیز همانند شکل ۲ نشان داده شده است که رقم کن‌موچی نسبت به ایچی نویسه دارای قدرت ریشه‌زایی بیشتری است. موضوع مهم در شکل ۳ بررسی اثر مصرف ایندول بوتیریک اسید است که نتایج نشان داد با افزایش مصرف این هورمون میزان ریشه‌زایی افزایش معنی‌داری در سطح پنج درصد یافته است. همانگونه که

صورت معمول کاشته شدند. به عبارتی با بررسی این دو مرحله می‌توان رابطه بین پینه‌زایی و ریشه‌دهی در قلمه‌های توت را پیدا کرد. برای آزمون اولیه پینه‌زایی از دسته‌های بیست‌تایی قلمه برای کنترل ریشه‌زایی از بسته‌های ده تایی حاصل از بسته‌های پینه‌زایی استفاده شد. یادداشت‌برداری از وضعیت ریشه‌زایی در دو نوبت پس از گذشت ۶۰ روز از کاشت قلمه‌ها با برداشت قلمه‌های ریشه‌دار از هر تیمار در زیر شاسی‌ها یا واحدهای آزمایشی انجام گرفت. اندازه‌گیری صفات وزن تر ریشه‌ها، وزن خشک ریشه‌ها، ارتفاع و تعداد ساقه، تعداد برگ‌ها، وزن تر برگ، طول بلندترین ریشه، وزن تر و خشک ساقه و میزان ریشه‌زایی قلمه‌ها اندازه‌گیری شد. برای آنالیز اطلاعات از نرم

درصد ریشه‌زایی نسبت به پینه‌زایی

در شکل ۲ نتایج مقایسه میانگین درصد ریشه‌زایی نسبت به قلمه‌های که دارای پینه شدند، نمایش داده شده است. نتایج نشان داد در هر دو تاریخ کشت اول و دوم رقم کن‌موچی نسبت به ایچی نویسه دارای درصد ریشه‌زایی بیشتری بوده است. در این آزمایش تعداد ده قلمه‌ای که در مرحله پینه‌زایی موفق بوده‌اند در نظر گرفته شده است و نتایج ریشه‌زایی در مقایسه با ده قلمه پینه‌دار شده است. مقایسه دو تاریخ کشت نیز نشان داد ریشه‌زایی در هر دو رقم مورد مطالعه در تاریخ اول نسبت به زمان کاشت دوم بهتر بوده است. به عبارتی کاشت قلمه در یک اسفند موثرتر است. بالاترین درصد ریشه‌زایی در رقم کن‌موچی در تاریخ کاشت اول



شکل ۲- درصد ریشه‌زایی در دو رقم توت در دو دوره کشت مختلف. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

کاربرد هورمون ایندول بوتیریک اسید با غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در قلمه‌های افرای گرفته شده در آذرماه، باعث بیشترین درصد ریشه‌زایی و بهترین کیفیت ریشه‌ها گردید (فرهادی و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج پژوهش حداد (۱۳۷۹) نشان داد که قلمه واجد یک برگ-جوانه تحت تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین ریشه‌زایی را به همراه داشت. علت اثر مثبت ایندول بوتیریک اسید بر تعداد قلمه‌های ریشه‌دار و ریشه‌زایی را می‌توان به تأثیر اکسین‌ها در تحریک تقسیم اولین یاخته‌های آغازگر ریشه دانست (بلایت و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین پولات^۳ (۲۰۰۶) و هوسن و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان دادند که افزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید سبب افزایش ریشه‌زایی در گیاه توت می‌شود که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

تعداد برگ

در شکل ۴ نتایج مقایسه میانگین تعداد برگ تحت تأثیر سطح هورمون و نوع رقم توت مشاهده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سطح مصرف هورمون، تعداد برگ‌های هر دو زمان کاشت، افزایش معنی‌داری در سطح پنج درصد یافته است. بیشترین تعداد برگ در هر دو زمان کاشت در تیمار ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام هورمون در رقم کن‌موجی به دست آمده است. همچنین مشاهده شد که کمترین تعداد برگ نیز در رقم ایچی‌نویسه در تیمار شاهد هورمون (بدون مصرف هورمون) در هر دو تاریخ کاشت مشاهده شده است. نتایج

نشان داده شده است در هر دو تاریخ کاشت در سطح ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام از ایندول بوتیریک اسید در رقم کن‌موجی صد درصد قلمه‌های پینه‌دار شده ریشه‌دار شدند. در رقم ایچی‌نویسه نیز در تاریخ کاشت اول با مصرف ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام از هورمون هر ده قلمه پینه‌دار شده ریشه‌دار نیز شدند. در رقم کن‌موجی برخلاف ایچی‌نویسه بین دو غلظت ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام اختلاف معنی‌داری در درصد ریشه‌زایی وجود نداشت. مشاهده شد که در هر دو رقم مورد مطالعه غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام در هر دو زمان کاشت نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در تاریخ کاشت دوم برای رقم ایچی‌نویسه در مقدار مشابه مصرف هورمون تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده، کاهش یافت. کمترین تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده در تیمار تاریخ دوم کاشت در رقم ایچی‌نویسه بدون مصرف هورمون به دست آمد. در بیشتر مطالعات انجام شده بر روی ریشه‌زایی و کیفیت ریشه تولیدی در قلمه گیاهان مختلف، تنظیم‌کننده رشد ایندول بوتیریک اسید نسبت به نفتالین استیک اسید مؤثرتر و کارا تر گزارش شده است (بیابانی و شکافنده، ۱۳۹۰). بلایت^۱ و همکاران (۲۰۰۴) غلظت‌های مختلف نفتالین استیک اسید و ایندول بوتیریک اسید را بر روی ریشه‌زایی قلمه‌های کاملیا ژاپونیکا^۲ بررسی نمود و مشاهده کرد که غلظت کم نفتالین استیک اسید و غلظت زیاد ایندول بوتیریک اسید باعث افزایش درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها به میزان قابل توجهی شده است.

3. Polat

1. Blythe
2. *Camellia japonica*

نویسه نمایش داده شده است. همانگونه که مشاهده شد بیشترین مقدار وزن تر برگ در تیمارهای ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام هورمون در رقم کن‌موچی در هر دو زمان کاشت به دست آمده است. کمترین وزن تر برگ نیز در رقم ایچی‌نویسه بدون مصرف هورمون اندازه‌گیری شده است. در تاریخ کاشت اول و دوم با مصرف ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام هورمون در رقم کن‌موچی به ترتیب باعث افزایش ۵۷ و ۵۵ درصدی وزن تر برگ شده است که این مقدار در رقم ایچی‌نویسه معادل ۶۲ و ۶۳ درصد افزایش داشته است اما در مجموع رقم ایچی‌نویسه نسبت به کن‌موچی دارای وزن تر برگ کمتری بوده است. همچنین در تاریخ کاشت اول افزایش سطح هورمون از ۲۰۰۰ به ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام در رقم کن‌موچی باعث افزایش ۲۷ درصدی در وزن تر برگ شده است. نتایج نشان داد که وزن تر برگ در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم به صورت معنی‌داری بیشتر است.

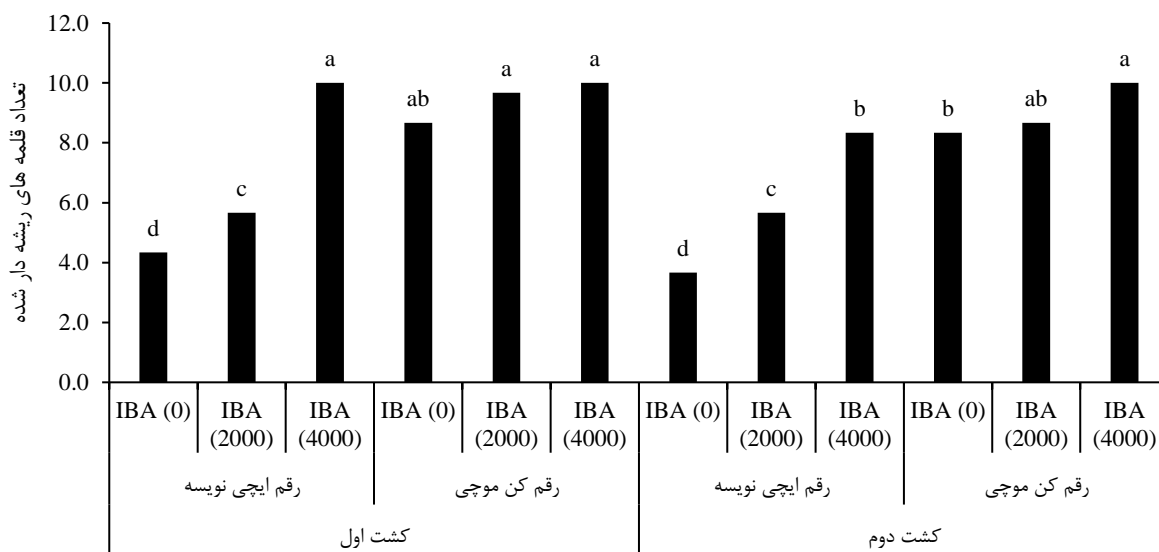
طول ساقه

در شکل ۶ نتایج مقایسه میانگین طول ساقه تحت تأثیر رقم قلمه، سطح هورمون در دو زمان کاشت نمایش داده شده است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزایش سطح هورمون در هر دو رقم سبب افزایش معنی‌داری در سطح پنج درصد در طول ساقه شده است.

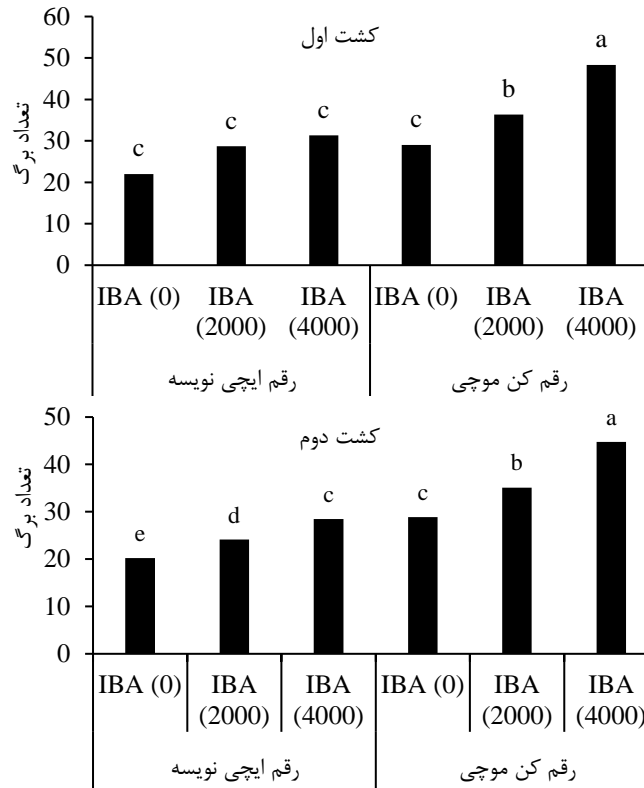
مقایسه میانگین نشان داد که در تاریخ کاشت اول در رقم ایچی‌نویسه افزایش سطح هورمون تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ نداشته است اما این موضوع در رقم کن‌موچی صادق نبود و افزایش سطح هورمون سبب افزایش معنی‌داری در تعداد برگ شده است. در تاریخ کاشت دوم افزایش هورمون در رقم ایچی‌نویسه نیز همانند کن‌موچی معنی‌دار شده و با افزایش مصرف هورمون تعداد برگ در این رقم به صورت معنی‌داری افزایش یافته است. همانگونه که در شکل ۴ نشان داده شده است تعداد برگ در تاریخ کاشت اول بیشتر از تاریخ کاشت دوم است. رضانی و همکاران (۱۳۸۴) در مطالعات خود درباره اثرات متقابل بین هورمون ایندول بوتیریک اسید و عنصر ریزمغذی روی بر روی ریشه‌زایی و میانگین تعداد برگ قلمه‌های نیمه‌خشبی ارقام زیتون گزارش کردند که بیشترین درصد ریشه‌زایی و میانگین تعداد برگ در قلمه‌هایی که با هورمون ایندول بوتیریک اسید 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.

وزن تر برگ

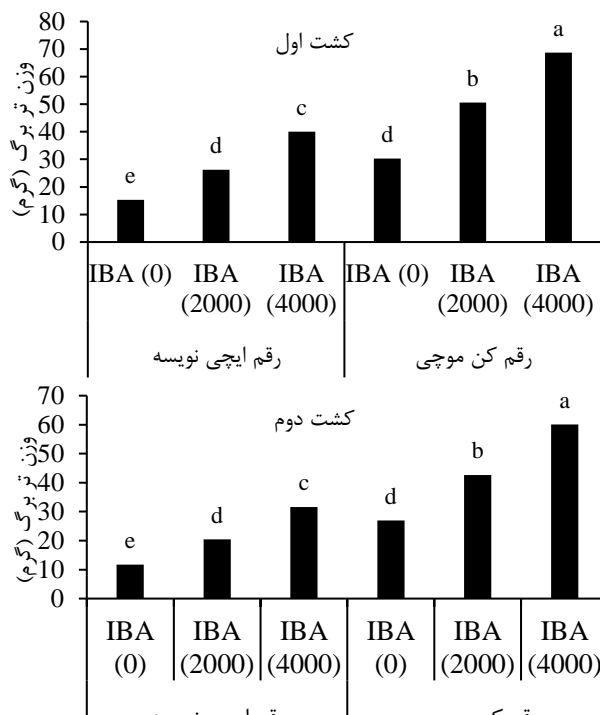
در شکل ۵ نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف هورمون در دو زمان کاشت بر وزن تر برگ ارقام کن‌موچی و ایچی



شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد قلمه‌های ریشه‌دار شده تحت تأثیر زمان کاشت و مقدار ایندول بوتیریک اسید. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



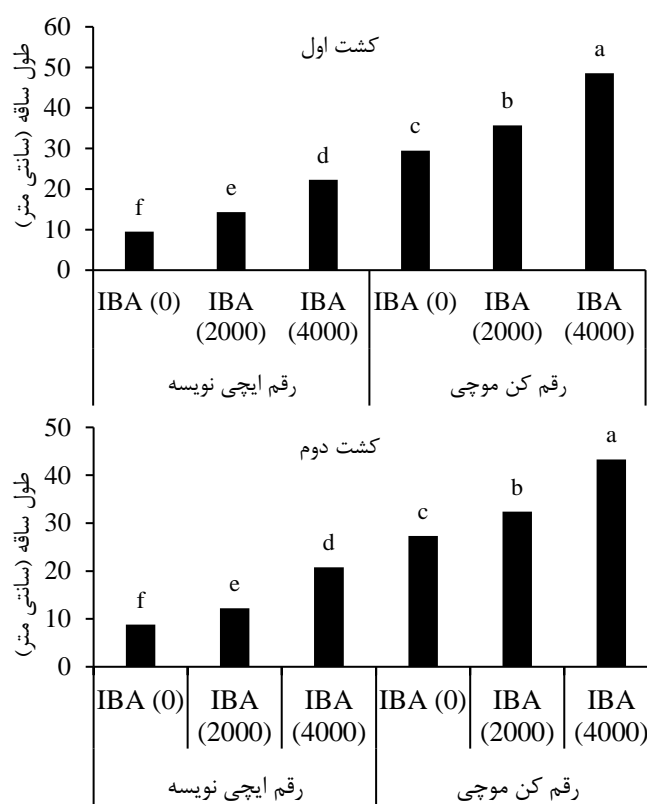
شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد برگ در سطوح مختلف ایندول بوتیریک اسید. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۵- مقایسه میانگین وزن تر برگ در سطوح مختلف ایندول بوتیریک اسید. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

ساقه در تاریخ کاشت اول ده درصد بیشتر طول ساقه در تاریخ کاشت دوم بود. غیر از اکسین عوامل دیگری در طول بلندترین ساقه و ریشه‌زایی قلمه‌ها نقش دارند. هم‌زمان با تحریک توسط اکسین، انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به سوی ریشه به طول ساقه و ریشه‌زایی کمک شایانی کرده است. به طور کلی قندها، ترکیبات حاوی نیتروژن، ترکیبات فنلی و سایر کوفاکتورها در طول ساقه و ریشه‌زایی قلمه مؤثرند (خوشخوی، ۱۳۸۲).

مشاهده شد که بیشترین طول ساقه در تاریخ اول کاشت در رقم کن‌موچی و میزان مصرف ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام از هورمون ایندول‌بوتیریک اسید معادل ۴۸ سانتی‌متر به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش طول ساقه در رقم کن‌موچی نسبت به ایچی‌نویسه به‌صورت معنی‌داری بیشتر است به نحوی که حتی بدون مصرف هورمون نیز طول ساقه بیشتری در رقم کن‌موچی به دست آمده است. در شکل ۶ نشان داده است که طول ساقه در تاریخ کاشت اول به صورت قابل توجهی بیشتر از تاریخ کاشت دوم بود. به عبارتی طول

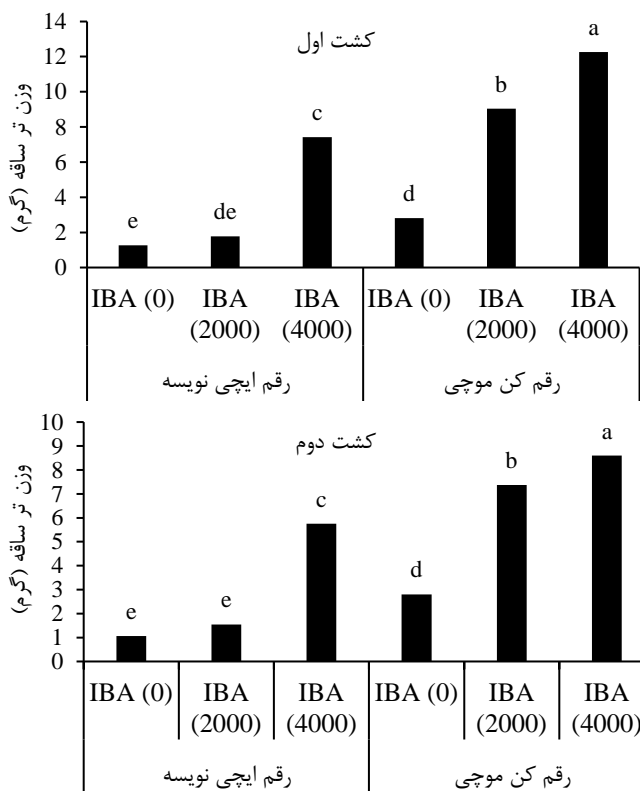


شکل ۶- مقایسه میانگین طول ساقه در سطوح مختلف ایندول‌بوتیریک اسید. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

کاشت اول، رقم کن‌موچی و سطح سوم هورمون (۴۰۰۰ پی‌پی‌ام) به دست آمد. در هر دو زمان کاشت تیمار سطح دوم هورمون در رقم کن‌موچی نسبت به تیمارهای رقم ایچی نویسه دارای وزن تر ساقه بیشتری بود. به طور کلی می‌توان با توجه به نتایج به دست آمده در شکل ۷ بیان کرد که رقم کن‌موچی نسبت به ایچی‌نویسه دارای شرایط بهتری از نظر

وزن تر ساقه

نتایج مقایسه میانگین وزن تر ساقه تحت تأثیر تیمارهای مختلف در شکل ۷ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که وزن تر ساقه تحت تأثیر معنی‌دار سطح هورمون و رقم قلمه قرار دارد. همانند سایر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در مورد وزن تر ساقه نیز مشاهده شد که بیشترین مقدار آن در تاریخ



شکل ۷- مقایسه میانگین وزن تر ساقه در سطوح مختلف ایندول بوتیریک اسید. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

تاریخ کاشت اول در تیمار مشابه سطح سوم هورمون، رقم کن‌موچی دارای ۴۰ درصد وزن خشک ساقه بیشتری از ایچی‌نویسه بود. به طور کلی با افزایش غلظت ایندول بوتیریک اسید و بهبود ریشه‌زایی بر وزن خشک ساقه و برگ نسبت به شاهد افزوده شد. این امر نیز به دلیل تأثیر مثبت این تنظیم‌کننده رشد بر درصد ریشه‌زایی و بهبود کیفیت ریشه‌های تولیدی می‌باشد (دل-بانو^۱ و همکاران، ۲۰۰۳).

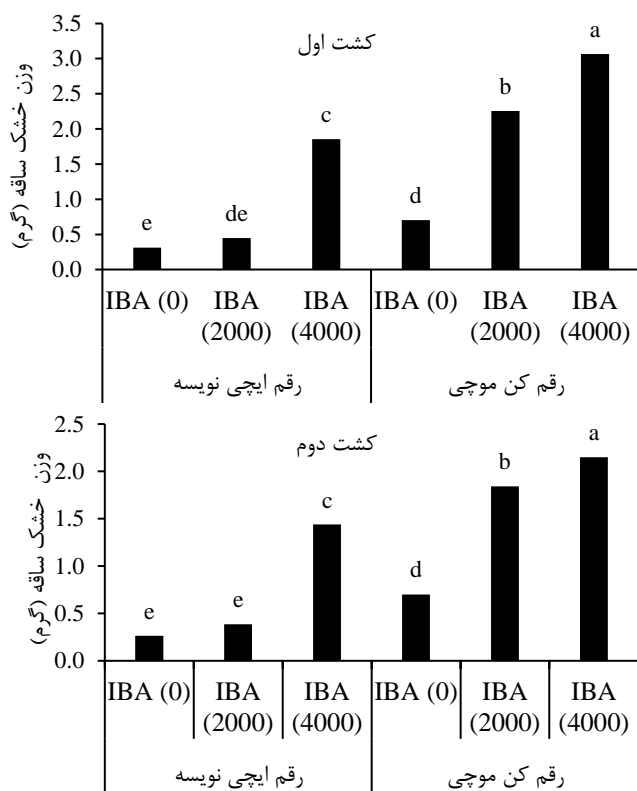
طول بلندترین ریشه

در شکل ۹ نتایج مقایسه میانگین طول بلندترین ریشه در تیمارهای مختلف نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود که با افزایش مقدار مصرف هورمون طول ریشه افزایش معنی‌داری یافته است به نحوی که در هر دو رقم مورد مطالعه بلندترین طول ریشه در غلظت ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام از هورمون ایندول بوتیریک اسید به دست آمد. در غلظت‌های مساوی از هورمون

وزن تر ساقه است که علت این موضوع را می‌توان به بهبود شرایط تغذیه و ژنوتیپ این رقم نسبت داد.

وزن خشک ساقه

در شکل ۸ نتایج مقایسه میانگین تغییرات رقم، سطح مصرف هورمون و تاریخ کشت بر وزن خشک ساقه نمایش داده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش سطح هورمون در هر دو رقم کن‌موچی و ایچی‌نویسه وزن خشک ساقه افزایش معنی‌داری یافته است. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که وزن خشک ساقه در رقم کن‌موچی نسبت به ایچی‌نویسه در تیمارهای مشابه بیشتر بود. بیشترین مقدار وزن خشک ساقه در تیمار سطح سوم هورمون در تاریخ کاشت اول در رقم کن‌موچی به دست آمد. همچنین نتایج نشان داده است که زمان کاشت نیز سبب تغییرات معنی‌داری بر وزن خشک ساقه شده است و این موضوع نشان‌دهنده اهمیت زمان کاشت قلمه را نشان داد. در



شکل ۸- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در سطوح مختلف ایندول بوتیریک اسید. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

چوبی نیمه‌سخت سیب، آلو و زیتون نتایج چشمگیری را در پی داشته است (هارتمن^۱ و همکاران، ۱۹۹۷). تنظیم‌کننده رشد ایندول بوتیریک اسید در غلظت‌های ۴۰۰۰ میلی‌گرم و همچنین نفتالین استیک اسید در غلظت‌های ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی خرزهره اثر معنی‌داری داشتند، اما ایندول بوتیریک اسید اثر بهتری در ریشه‌زایی و کیفیت ریشه‌های تولیدی از خود بجا گذاشت (حبیبی کوتنایی، ۱۳۸۹). شیرزاد^۲ و همکاران (۲۰۱۱) بیشترین درصد ریشه‌زایی و بلندترین طول ریشه را در قلمه‌های ساقه فیکوس بنجامین (*F. benjamina*) در غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تنظیم‌کننده رشد ایندول بوتیریک اسید و نیز بیشترین تعداد ریشه را در غلظت ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر همین تنظیم‌کننده در بستر کشت ماسه گزارش کردند.

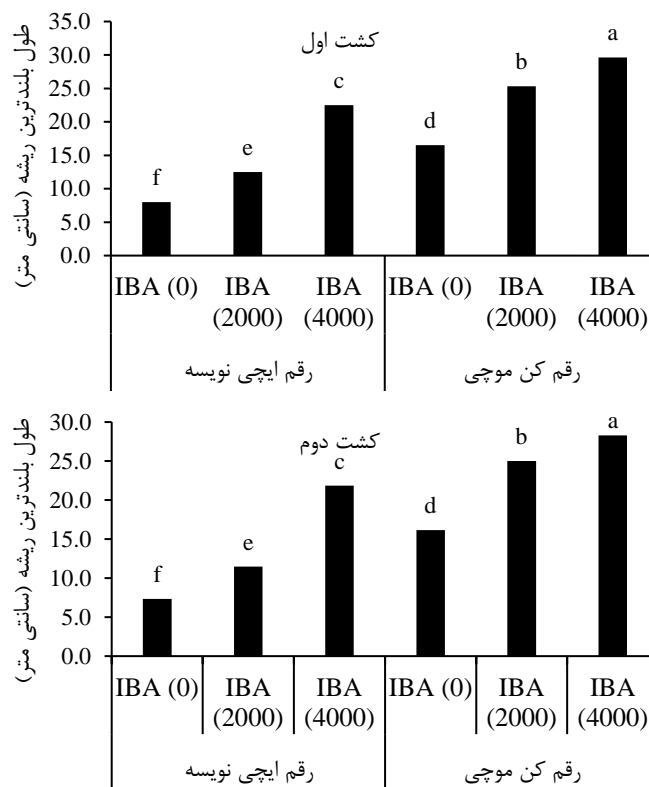
وزن تر ریشه

در شکل‌های ۱۰ نتایج مقایسه میانگین اثر رقم، سطح مصرف

رقم کن‌موجی دارای طول بیشتری در ریشه بوده است. در رقم کن‌موجی استفاده از ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام از هورمون نسبت به حالتی که از هورمون استفاده نشده سبب افزایشی در حدود دو برابر در طول ریشه شد. نتایج نشان داد که در زمان اول طول ریشه به‌صورت معنی‌داری بیشتر از زمان کاشت دوم بود. پولات (۲۰۰۶) گزارش کرد که استفاده از ایندول بوتیریک اسید سبب افزایش طول ریشه در گیاه توت شده است که با نتایج این مطالعه، مطابقت دارد. همچنین این پژوهشگر گزارش کرد که رشد ریشه به رقم گیاه توت نیز وابسته است. در بررسی اثر زمان قلمه‌گیری و نوع اکسین بر ریشه‌زایی لیموشیرین، قلمه‌های اوایل فصل بهار که با ایندول بوتیریک اسید تیمار شده بودند، بیشترین ریشه‌زایی را داشتند که با نتایج طرح حاضر متفاوت می‌باشد (ابوطالبی جهرمی و تفضلی‌بندری، ۱۳۸۵). کاربرد ایندول بوتیریک اسید با غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم برای ریشه‌زایی قلمه‌های

2. Shirzad

1. Hartman



شکل ۹- مقایسه میانگین طول بلندترین ریشه در سطوح مختلف ایندول بوتیریک اسید. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

هورمون و تاریخ کاشت بر وزن تر ریشه نمایش داده شده است. نتایج نشان داده است که وزن تر ریشه تابعی از رقم، میزان مصرف هورمون و تاریخ کاشت است و با تغییر هر کدام از این عوامل تغییرات معنی‌داری در وزن تر ریشه رخ می‌دهد. نتایج شکل ۱۰ نشان می‌دهد که با افزایش مصرف هورمون وزن تر ریشه افزایش معنی‌داری یافته است به نحوی که بالاترین مقدار وزن تر ریشه در هر دو رقم در تیمار ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. در میزان مصرف‌های مشابه هورمون در دو رقم مورد مطالعه وزن تر ریشه در رقم کن‌موجی به‌صورت معنی‌داری، بیشتر از رقم ایچی‌نویسه است. وزن تر ریشه با مصرف ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام هورمون در رقم کن‌موجی سبب افزایش وزن تر در حدود ۲/۵ برابر شد. این افزایش در رقم ایچی‌نویسه در حدود سه برابر بوده است. بابایی^۱ و همکاران (۲۰۱۴) بیشترین درصد ریشه‌زایی، میانگین طول ریشه و نیز تعداد و وزن تر ریشه را در فیکوس برگ‌بیدی

هورمون و تاریخ کاشت بر وزن تر ریشه نمایش داده شده است. نتایج نشان داده است که وزن تر ریشه تابعی از رقم، میزان مصرف هورمون و تاریخ کاشت است و با تغییر هر کدام از این عوامل تغییرات معنی‌داری در وزن تر ریشه رخ می‌دهد. نتایج شکل ۱۰ نشان می‌دهد که با افزایش مصرف هورمون وزن تر ریشه افزایش معنی‌داری یافته است به نحوی که بالاترین مقدار وزن تر ریشه در هر دو رقم در تیمار ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. در میزان مصرف‌های مشابه هورمون در دو رقم مورد مطالعه وزن تر ریشه در رقم کن‌موجی به‌صورت معنی‌داری، بیشتر از رقم ایچی‌نویسه است. وزن تر ریشه با مصرف ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام هورمون در رقم کن‌موجی سبب افزایش وزن تر در حدود ۲/۵ برابر شد. این افزایش در رقم ایچی‌نویسه در حدود سه برابر بوده است. بابایی^۱ و همکاران (۲۰۱۴) بیشترین درصد ریشه‌زایی، میانگین طول ریشه و نیز تعداد و وزن تر ریشه را در فیکوس برگ‌بیدی

وزن خشک ریشه

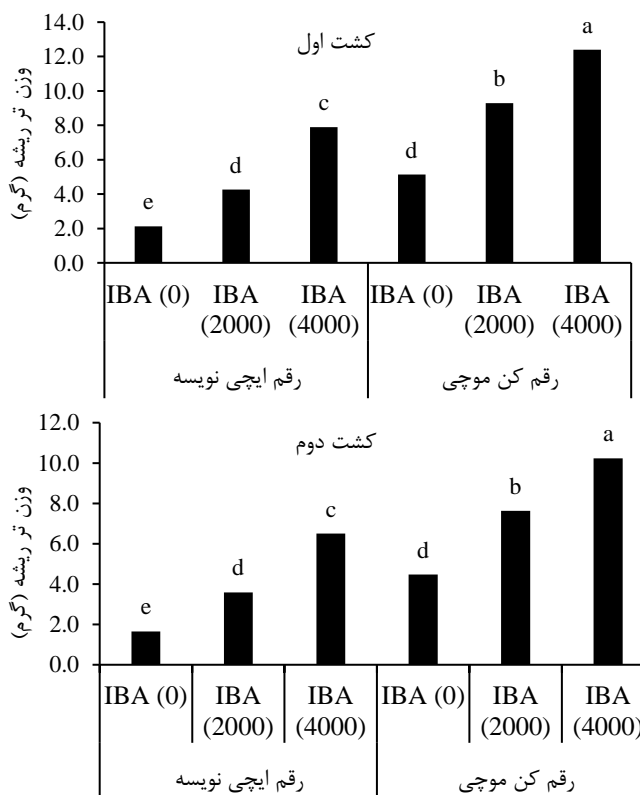
در شکل ۱۱ نتایج مقایسه میانگین اثر تنوع رقم و میزان مصرف هورمون بر وزن خشک ریشه نمایش داده شده است. همانگونه که نتایج نشان می‌دهد با افزایش میزان مصرف هورمون وزن خشک ریشه افزایش معنی‌داری پیدا کرد. در هر دو رقم مورد مطالعه بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. افزایش وزن خشک ریشه در تیمار ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام نسبت به شرایطی که از هورمون استفاده نشده است در رقم کن‌موجی و ایچی‌نویسه در حدود ۲/۵ الی ۳ برابر شده است. در تیمارهای متناظر از غلظت هورمون رقم کن‌موجی نسبت به ایچی‌نویسه دارای وزن خشک ریشه بیشتری بود، این اختلاف از نظر آماری در سطح

توصیه می‌شود. به طور کلی بیشترین حالت ریشه‌زایی در رقم کن‌موچی در سطح دوم هورمون (۴۰۰ پی‌پی‌ام) و در تاریخ کاشت اول اسفند مشاهده شد. برتری رقم کن‌موچی نسبت به ایچی‌نویسه در تمام پارامترها مشاهده شد و این موضوع به صورت کاملاً محسوسی قابل مشاهده بود. با بررسی نتایج پینه‌زایی مشاهده شد که استفاده از این شاخص برای ریشه‌دار شدن قلمه‌ها بسیار مفید است. نتایج این مطالعه نشان داد که در رقم کن‌موچی نسبت به ایچی‌نویسه درصد قلمه‌های پینه‌دار شده که ریشه‌دار شدند، بسیار بالاتر است. بدین صورت که با کاربرد ۴۰۰ پی‌پی‌ام هورمون در قلمه‌های کن‌موچی، ۱۰۰٪ قلمه‌های پینه‌دار شده، ریشه‌دار شدند. به عبارتی می‌توان بیان کرد که در هر دو رقم مورد مطالعه بین پینه‌دار شدن و ریشه‌زایی رابطه مستقیم و معنی‌داری وجود دارد. با انجام و بررسی پینه‌زایی در قلمه‌ها می‌توان درصد

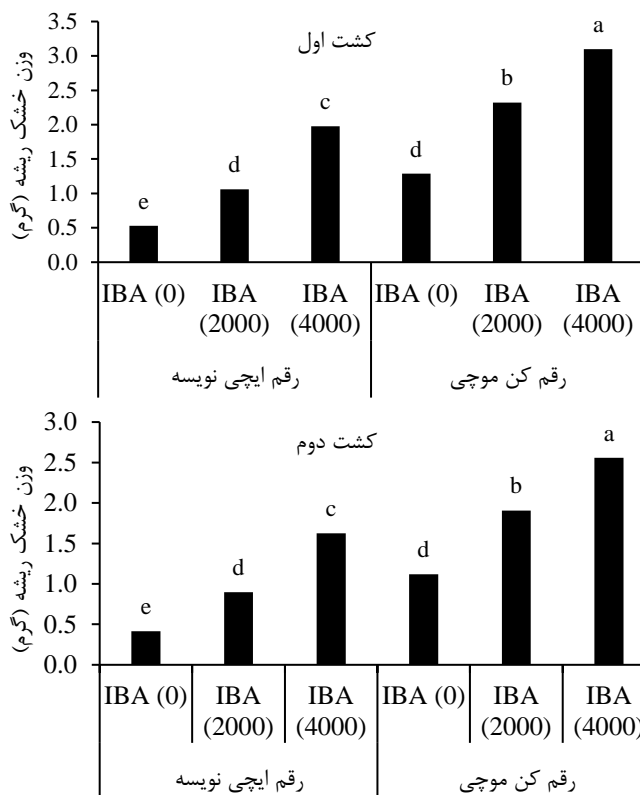
پنج درصد معنی‌داری است. همانگونه که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ دوم دارای وزن خشک بیشتری است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از هورمون رشد ایندول‌بوتیریک اسید در ریشه‌زایی قلمه‌های توت بسیار موثر بوده و سبب افزایش معنی‌داری در ریشه‌زایی شده است. با توجه به نتایج، بهترین تاریخ برای کاشت قلمه‌های توت اول اسفند بود که در این زمان تمامی خصوصیات رشدی گیاه افزایش یافت. همچنین نتایج مرتبط به رقم نیز نشان داد که در تمامی پارامترهای مورفولوژیکی مورد بررسی، رقم کن‌موچی نسبت به رقم ایچی‌نویسه دارای شرایط بهتری بود و استفاده از این رقم به باغداران، نوغانداران و پژوهشگران



شکل ۱۰- مقایسه میانگین وزن تر ریشه در سطوح مختلف ایندول بوتیریک اسید، میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.



شکل ۱۱- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه در سطوح مختلف ایندول بوتیریک اسید. میانگین‌های با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

جلوگیری کرد. به عبارتی با بررسی پینه‌زایی به روش معکوس قبل از کشت قلمه در زمین، تمامی هزینه‌ها کاهش خواهد یافت و این موضوع باعث افزایش درآمد کشاورزان و رونق صنعت نوغانداری می‌شود.

قلمه‌های نامناسب را کاهش داد و عمدتاً قلمه‌های را به باغ و زمین انتقال داد که احتمال ریشه‌زایی بسیار بالایی دارند. با این کار می‌توان از هدررفتن هزینه‌های کاشت، داشت، هزینه‌های نیروی انسانی، هزینه مصرف آبیاری، کوددهی، سمپاشی و پرت کردن فضای زمین با قلمه‌های بلااستفاده

منابع

- ابوطالبی‌جهرمی، ع. و تفضلی‌بندری، ع.ا. ۱۳۸۵. اثرات زمان قلمه‌گیری و اکسین در ریشه‌زایی لیموشیرین. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۵): ۲۹-۳۷.
- امیدی، م. و فرزین، ن. ۱۳۹۱. راهکارهای بیوتکنولوژی در افزایش کارایی گیاهان دارویی. فصلنامه علمی ژنتیک نوین، ۷(۳): ۲۰۹-۲۲۰.
- بیابانی، ع. و شکافنده، ا. ۱۳۹۰. ریشه‌زایی سرشاخه‌های انار رقم رباب با استفاده از ایندول‌بوترتیک اسید و نفتالین‌استیک اسید در شرایط کنترل شده. علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۲(۳): ۲۹۳-۳۰۶.
- جوانشیر، ک. ۱۳۷۴. توت برای ابریشم و ابریشم‌های بدون توت. چاپ اول. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۵۱۳ ص.
- حبیبی‌کوتنایی، ش. ۱۳۸۹. اثر غلظت‌های مختلف اکسین بر ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه خرزهره (*Nerium oleander* L.). گیاهی علوم‌های پژوهش فصلنامه. ۲(۱۸): ۳۶-۴۶.

- حداد، ع. ۱۳۷۹. اثر اکسین و طول قلمه در ریشه‌زایی کاملیا. خلاصه مقالات دومین کنگره علوم باغبانی. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. تهران، ۱۹۵ ص.
- خوشخوی، م. ۱۳۸۲. گیاه‌افزایی ازدیاد نباتات (مبانی و روش‌ها). جلد دوم. انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۲۲-۵۲۶.
- رمضانی، م.، طلایی، ع.ر.، اقدامی، م.ت. و بنیادی، ا. ۱۳۸۴. بررسی برخی عوامل مؤثر در ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌خشبی ارقام سخت ریشه‌زای زیتون. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۱۸(۱): ۷۴-۸۸.
- فارسی، م. و ذوالعلی، ج. ۱۳۹۴. ترجمه اصول بیوتکنولوژی گیاهی، نویسنده اچ. اس. چاولا. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۵۵۴ ص.
- فرهادی، م.، حیدری، ح.ا.، شریفانی، م. و کوه‌رخی، ع.ر. ۱۳۸۶. تأثیر زمان قلمه‌گیری و محیط کشت بر ریشه‌زایی قلمه ساقه افرا. منابع طبیعی ایران، ۶۰(۲): ۵۰۵-۵۱۵.
- Aghdaei, M., Nemati, SH., Samiee, L. and Sharifi, A. 2019. Effect of rooting medium, cutting type and auxin on rooting of pepino (*Solanum muricatum* Aiton) cutting. Applied Ecology and Environmental Research. 17(5): 10357-10369.
- Alipanah, M., Abedian, Z., Nasiri, A. and Sarjamei, F. 2020. Nutritional effects of three mulberry varieties on silkworms in torbat heydarieh. Psyche: A Journal of Entomology, 1-4.
- Babaie, H., Zarei, H., Nikdel, K. and Firoozjaji, M.N. 2014. Effect of different concentrations of IBA and time of taking cutting on rooting, growth and survival of *Ficus binnendijkii* 'Amstel Queen' cuttings. Notulae Scientia Biologicae, 6(2): 163-166.
- 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(1): 31-37.
- Del Bano, M.J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-García, O., Del Rio, J.A., Ortuño, A., Quirin, K.W. and Gerard, D. 2003. Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis* Antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(15): 4247-4253.
- Denaxa, N.K., Vemmos, S.N. and Roussos, P.A. 2012. The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings of an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europaea* L.). Scientia Horticulturae. 143: 19-28.
- Ebrahimi, E., Asadi, H., Joudi, M., Rezaei Rashti, M., Farhangi, M.B., Ashrafzadeh, A. and Khodadadi, M. 2022. Variation entry of sediment, organic matter and different forms of phosphorus and nitrogen in flood and normal events in the Anzali wetland. Journal of Water and Climate Change. 13(2): 434-450.
- Elmongy, M.S., Cao, Y., Zhou, H. and Xia, Y. 2018. Root development enhanced by using indole-3-butyric acid and naphthalene acetic acid and associated biochemical changes of in vitro Azalea microshoots. Journal of Plant Growth Regulation. 37(3): 813-825.
- Ercisli, S. and Orhan, E. 2007. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. Food Chemistry. 103(4): 1380-1384.
- Hartman, H.T., Kester, D.E., Davies, J.R. and Genever, R.L. 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice Hall International INC. PP. 770.
- Husen, A., Iqbal, M., Siddiqui, S.N., Sohrab, S.S. and Masresha, G. 2017. Effect of indole-3-butyric acid on clonal propagation of mulberry (*Morus alba* L.) stem cuttings: Rooting and associated biochemical changes. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. 87(1):161-166.
- Ilczuk, A. and Jacygrad, E. 2016. The effect of IBA on anatomical changes and antioxidant enzyme activity during the in vitro rooting of smoke tree (*Cotinus coggygria* Scop.). Scientia Horticulturae, 210: 268-276.
- Kadam, R.A., Dhumal, N.D. and Khyade, V.B. 2019. The Mulberry, *Morus alba* (L.): The medicinal herbal source for human health. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 8(04): 2941-2964.

- Kamila, P.K., Das, P.K., Mohapatra, P.K. and Panda, P.C. 2020. Effect of auxins on rooting of stem cuttings in *Hypericum gaitii*. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. 26(4): 423-434.
- Kaur, A., Brar, J.S. and Singh, K. 2020. Performance of mulberry varieties for their suitability in sericulture. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 9(9): 2524-2531
- Khattak, M.S. and Wahab, F. 2001. IBA promotes rooting in the hardwood cuttings of olive (*Olea europaea* L.) cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences. 4(6): 633-634.
- Litwińczuk, W. and Jacek, B. 2020. Micropropagation of mountain mulberry (*Morus bombycis* Koidz.) 'Kenmochi' on Cytokinin-free medium. Plants 9(11): 1533.
- Nguyen, T.Q., Nguyen, B.H., Thi, D.H.T., Duong, O., Thi, Q.N.N. and Vo, C.C. 2020. Rooted cuttings by IBA (Indole butyric acid) and NAA (Naphthalene acetic acid) in black pepper (*piper nigrum*)-A case study in Vietnam. International Journal of Chemical Studies. 8(3): 1880-1885.
- Osman, N.I., Sidik, N.J. and Awal, A. 2016. Effects of variations in culture media and hormonal treatments upon callus induction potential in endosperm explant of *Barringtonia racemosa* L. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 6(2): 143-147.
- Polat, A.A. 2006. Effect of indole butyric acid on rooting of mulberry cuttings. In XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Endogenous and Exogenous Plant Bioregulators. 774 (pp. 351-354).
- Shahzad, U., Kareem, A., Altaf, K., Zaman, S., Ditta, A., Yousafi, Q. and Calica, P. 2019. Effects of auxin and media additives on the clonal propagation of guava cuttings (*Psidium guajava* L.) Var. Chinese Gola. Journal of Agricultural Science and Food Research. 10(3): 265.
- Sharma, P., Patil, A. and Patil, D. 2017. Effect of culture media and growth hormones on callus induction in *Crataeva tapia* L. International Journal of Pharmaceutical Research. 9: 70-76.
- Shirzad, M., Sedaghatoo, S. and Hashemabadi, D. 2011. Effect of media and different concentrations of IBA on rooting of *Ficus benjamina* L. cutting. Journal of Ornamental and Horticulture Plants. 10: 130-140.
- Vijayan, K. 2009. Approaches for enhancing salt tolerance in mulberry (*Morus* L.)-A review. Plant Omics, 2(1): p.41.
- Vijayan, K. 2010. The emerging role of genomic tools in mulberry (*Morus*) genetic improvement. Tree Genetics and Genomes, 6(4): 613-625.
- Vijayan, K., Chakraborti, S.P. and Roy, B.N. 2000. Plant regeneration from leaf explants of mulberry: Influence of sugar, genotype and 6-benzyladenine. Indian Journal of Experimental Biology. 38: 504-508.
- Wang, S., Liu, X.M., Zhang, J. and Zhang, Y.Q. 2014. An efficient preparation of mulberroside a from the branch bark of mulberry and its effect on the inhibition of tyrosinase activity. PLoS One. 9(10): e109396.
- Weaver, R.J. 1972. Plant Growth Substances in Agriculture. W.H. Freeman and Co., San Francisco, 594 p.
- Yuan, Q. and Zhao, L. 2017. The Mulberry (*Morus alba* L.) Fruit a review of characteristic components and health benefits. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 65(48): 10383-10394.