

اثر غلظت‌های مختلف IBA و IAA بر ریشه‌زایی قلمه‌های آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus* Boiss.)

فرزانه بهادری^{۱*} و ابراهیم شریفی عاشورآبادی^۲

۱- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سمنان، ایران، پست الکترونیک: farbahadori@gmail.com

۲- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۵

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۴

چکیده

به منظور مطالعه روش‌های تکثیر غیرجنسی گیاهان آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus* Boiss.)، تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد اکسینی بر تغییرات مورفولوژیک و ریشه‌زایی قلمه‌های ساقه این گیاه در شرایط گلخانه بررسی شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و ۲۰ مشاهده در هر تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل: دو سطح تنظیم‌کننده رشد اکسینی (ایندول بوتریک اسید و ایندول استیک اسید) و فاکتور دوم شامل غلظت‌های گوناگون (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بودند. ویژگی‌های بررسی شده شامل طول و تعداد ریشه، درصد ریشه‌زایی و وزن خشک ریشه و تعداد جوانه تازه در قلمه‌ها بود. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد غلظت‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از مواد اکسینی، بالاترین کیفیت ریشه‌زایی را در گیاه آویشن کوهی در پی داشته است. به گونه‌ای که به ترتیب کاربرد ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از اکسین‌ها سبب ۳/۶ و ۳/۲۵ برابر افزایش در وزن خشک ریشه و ۱۵۰٪ و ۹۰٪ افزایش در طول ریشه در مقایسه با گیاهان شاهد (عدم کاربرد مواد اکسینی) شدند. بیشترین تعداد و طول ریشه و همچنین تعداد جوانه تازه در قلمه شاخه آویشن کوهی در اثر کاربرد ایندول استیک اسید در مقایسه با ایندول بوتریک اسید حاصل شد. با توجه به یافته‌های این پژوهش، تیمار قلمه‌های آویشن کوهی با ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از ایندول استیک اسید در سطح اقتصادی می‌تواند سبب تولید قلمه‌های ریشه‌دار با کیفیت برتر شود.

واژه‌های کلیدی: اکسین، قلمه ساقه، ازدیاد رویشی، همگروه، آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus* Boiss.).

مقدمه

اسانس می‌باشد. اسانس این گیاه زرد رنگ بوده و مقدار آن بین ۱-۲ درصد متغیر است. این گیاه در بیشتر مناطق معتدله به ویژه شمال، غرب و مرکز ایران مانند مازندران؛ دره لار در ارتفاع ۲۴۵۰-۲۵۵۰ متری؛ گیلان؛ دره سفید در نزدیکی رودبار (در ارتفاع ۳۰۰ متری)؛ آذربایجان؛ در ۱۱ کیلومتری جنوب میانه در ارتفاع ۱۲۲۰ متری؛

آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus*) گیاهی است پایا با بوته‌های کوچک، در بُن چوبی، پرشاخه و منشعب با انشعاب‌هایی به طول ۱۲-۶ سانتی‌متر و کرک‌دار با کرک‌هایی که در طول و شکل متفاوت از هم می‌باشند. بیکر رویشی آویشن کوهی حاوی مواد مؤثره و از نوع

صحيح از تنظيم‌کننده‌های رشد به‌منظور افزايش همگروه‌های (clones) ارزشمند به ویژه در برنامه‌های به‌نژادی بسيار ضروری است و از آنجا که گونه‌های متفاوت یک جنس واکنش‌های گوناگونی نسبت به تیمارهای هورمونی نشان می‌دهند، بنابراین بررسی واکنش‌های هر گونه و یافتن بهترین غلظت‌های تنظيم‌کننده‌های رشد اکسینی برای ریشه‌زایی باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد (Arteca, 1996). در آزمایشی Khoshkhoui و همکاران (۲۰۰۴) اثر اکسین را بر ریشه‌زایی و گلدهی دو رقم میخک بررسی کردند، نتایج پژوهش آنان نشان داد که بیشترین تعداد ریشه در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر نفتالین استیک اسید و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول بوتریک اسید و بیشترین طول ریشه، در ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نفتالین استیک اسید و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول بوتریک اسید بدست آمد. در آزمایش‌های انجام شده بر روی قلمه‌های دو توده بومی گل محمدی (*Rosa damascena*) نتایج نشان داد که حداکثر درصد ریشه‌زایی و بیشترین وزن خشک ریشه در غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از ایندول بوتریک اسید حاصل شد (Kashefi et al., 2014a,b). نتایج یافته‌های Farhadi و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که ریشه‌زایی قلمه ساقه افرا (*Acer velutinum*) با استفاده از ایندول بوتریک اسید با غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سبب افزایش معنی‌دار درصد ریشه‌زایی نسبت به سایر تیمارها شد. در پژوهشی Khoshnevis و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر تیمارهای مختلف بر ریشه‌زایی قلمه *Juniperu sexcelsa* را بررسی کرده و گزارش کردند که ایندول بوتریک اسید با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ریشه‌زایی ۳/۳۲٪، بیشترین ریشه‌زایی را ایجاد کرد. ارزیابی روش‌های مختلف تکثیر گیاه *T. kotschyanus* در داخل و خارج کشور انجام نشده است. وجود رویشگاه‌های طبیعی گیاه آویشن کوهی در استان سمنان و برداشت غیرعلمی از عرصه‌های طبیعی که باعث تخریب این رویشگاه‌ها می‌شود ضرورت بررسی روش‌های مناسب

۷۰ کیلومتری شرق تهران در ارتفاع ۲۶۰۰-۲۲۰۰ متری گزارش شده است (Zargari, 1997). از مناطقی که به‌عنوان موطن *Thymus kotschyanus* در ایران مورد شناسایی قرار گرفته، می‌توان از استان‌های کردستان، کرمانشاه، لرستان و کوه‌های البرز و اطراف تهران نام برد (Ghahreman, 1994). در آزمایشی Sefidkon و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی اسانس گونه *T. kotschyanus* پرداختند. براساس این مطالعات، اسانس مذکور عمدتاً حاوی کارواکرول (carvacrol)، تیمول (thymol)، گاما-ترپینن (terpinene-)، پارا-سیمن (cymene-) و بورنئول (borneol) بود. کارهای انجام شده بر روی *T. vulgaris* نشان می‌دهد که این گونه آویشن از طریق بذر، قلمه و تقسیم بوته ازدیاد می‌شود (Rey, Hornok, 1992; Bernath, 1993). تکثیر از طریق قلمه ساقه، روشی مناسب برای تکثیر تجاری گیاهان مختلف است و دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد، ضمن اینکه می‌توان تعداد زیادی گیاه را در فضایی محدود و از تعداد کمی پایه مادری ایجاد کرد، گیاهان حاصل دارای یکنواختی بالایی بوده و فاقد هر گونه تغییر ژنتیکی نسبت به گیاه والد می‌باشد؛ بدین ترتیب گیاهان جدید همان ژنوتیپ گیاه مادری را بدون هیچگونه تغییری دریافت خواهند کرد (Ruchala et al., 2002). مطالعات (Dewayne & Yeager, 2003) همکاران (۱۹۷۵)، Devries و Dubois (۱۹۸۸) و Liu و Reid (۱۹۹۲) نشان دادند که اکسین‌ها می‌توانند تشکیل ریشه نابجا را در قلمه‌ها تحریک کنند. یافته‌های Gaskell (۱۹۸۸) گویای آن بود که در ازدیاد رویشی قلمه‌های *T. vulgaris* استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشدی مانند ایندول بوتریک اسید و نفتالین استیک اسید هریک به مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در شرایط مه‌افشان (mist system) در یک بستر سبک در افزایش ریشه‌زایی تا ۹۰٪ مؤثر بود. آزمایش Scalon (۲۰۰۳) نیز نشان‌دهنده کارایی ایندول بوتریک اسید در دستیابی به قلمه‌هایی با ریشه‌های بزرگتر و تعداد بیشتر بود. استفاده

کشت سبک شامل (ماسه شسته، خاک سبک و خاک برگ ۱:۱:۱) در گلخانه کاشته شدند. روش آبیاری استفاده از سیستم مه افشان بود. رطوبت نسبی گلخانه ۷۵-۸۰٪، دمای روز گلخانه 25 ± 2 و دمای شب 18 ± 2 درجه سلسیوس بود. قلمه‌ها ۳۰ روز پس از کشت برای بررسی از بستر کشت خارج شدند. ویژگی‌های مورد مطالعه شامل تعداد ریشه، طول ریشه، درصد ریشه زایی، وزن تر و خشک ریشه و تعداد جوانه تازه در قلمه‌های ریشه‌دار بود. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

وزن خشک ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر غلظت اکسین بر میانگین وزن خشک ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد، اما نوع اکسین و اثر متقابل غلظت و نوع اکسین بر وزن خشک ریشه معنی‌دار نشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که کاربرد غلظت‌های کم اکسین، سبب افزایش معنی‌دار در وزن خشک ریشه نسبت به گیاهان شاهد و گیاهان تیمار شده با غلظت‌های بالای اکسین شد، به طوری که بیشترین وزن خشک ریشه به ترتیب با ۰/۶۳، ۰/۵۷ و ۰/۴۴ گرم در قلمه، مربوط به کاربرد غلظت‌های ۱۰۰، ۳۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اکسین بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دیگر از جمله شاهد (۰/۱۷۵ گرم) نشان دادند.

طول ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر نوع اکسین مصرف شده بر طول ریشه قلمه در سطح ۱٪ و تأثیر غلظت بر صفت مذکور در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. اما اثر متقابل نوع و غلظت اکسین بر طول ریشه معنی‌دار نشد. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین طول ریشه در اثر کاربرد ایندول استیک اسید

کشت و تولید آویشن کوهی را نشان می‌دهد. وجود تنوع فراوان در جمعیت‌های بومی این گونه، مانند تفاوت در شروع گلدهی، ارتفاع گیاه، عملکرد اندام هوایی، میزان اسانس، در رویشگاه‌های کشور و نیاز به کارهای اصلاحی، ضرورت تکثیر رویشی این گیاه را نشان داد. تولید پایه‌های یکسان (همگروه) از نظر ژنوتیپی، علاوه بر حفظ خصوصیات ژنتیکی امکانات لازم را برای به‌نژادگران برای تولید ارقام زراعی پرمحصول و با کیفیت بالا فراهم می‌کند. از آنجا که تاکنون مقایسه روش‌های ازدیاد این گیاه با هدف کشت و اهلی کردن آن بررسی نشده‌است، بنابراین ارزیابی روش‌های تکثیر غیرجنسی آن به منظور تأمین مواد اولیه (همگروه) در برنامه‌های به‌نژادی مهمترین هدف این طرح را تشکیل داد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی و غلظت آنها بر استقرار قلمه‌های آویشن کوهی، آزمایشی در شرایط گلخانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار و بیست مشاهده در هر تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل دو نوع اکسین (ایندول بوتریک اسید و ایندول استیک اسید) و فاکتور دوم شامل غلظت‌های آنها (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بودند. قلمه‌های نیمه‌خشبی آویشن کوهی از مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان واقع در منطقه شه میرزاد از ارتفاع ۱۹۰۰ متری در آذرماه سال ۱۳۸۸ جمع‌آوری و پس از انتقال به گلخانه تیمارهای اکسینی برای قلمه‌ها انجام شد. در محلول‌های اکسینی رقیق (کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) به صورت خیس کردن ۱-۲ سانتی‌متر از انتهای قلمه به مدت ۲۴ ساعت و برای محلول‌های غلیظ (بیشتر از ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) ۲ به مدت ۵ ثانیه داخل محلول قرار گرفت (Balzich, 1989). در آخر همه قلمه‌ها قبل از کاشت به مدت ۵ ثانیه نیز در محلول دو در هزار قارچ‌کش قرار گرفته و بعد در محیط

بدست آمد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که بیشترین طول ریشه گیاه با ۸/۷۶ سانتی‌متر مربوط به کاربرد اکسین با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین آن به ترتیب با ۳/۴ و ۳/۵۲ سانتی‌متر مربوط به شاهد و غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از اکسین بود.

تعداد ریشه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر نوع اکسین بر تعداد ریشه قلمه در سطح ۵٪ و اثر غلظت بر آن در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند، اما اثر متقابل نوع و غلظت اکسین بر تعداد ریشه قلمه معنی‌دار نشد. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین تعداد ریشه در قلمه با ۳/۲۶ عدد در اثر کاربرد ایندول استیک اسید حاصل شد که نسبت به ایندول بوتریک اسید با ۲/۶۶ عدد ریشه اختلاف معنی‌دار نشان داد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مشخص کرد که بیشترین تعداد ریشه با ۴/۰۶ و ۳/۸۸ (عدد در قلمه) به ترتیب مربوط به غلظت‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها و شاهد نشان داد.

درصد ریشه‌زایی

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نوع اکسین بکار رفته و اثر متقابل غلظت و نوع اکسین بر درصد ریشه‌زایی آویشن کوهی معنی‌دار نشد اما اثر غلظت اکسین بر درصد ریشه‌زایی در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد با افزایش غلظت مصرفی اکسین از درصد ریشه‌زایی کاسته می‌شود.

تعداد جوانه تازه بر روی قلمه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر نوع اکسین بر تعداد جوانه تازه، در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. اما اثر غلظت و اثر متقابل نوع اکسین و غلظت آن بر تعداد جوانه تازه معنی‌دار نشد. با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) ایندول استیک اسید با ۵/۵۸ عدد جوانه در قلمه سبب افزایش معنی‌دار در تعداد جوانه جدید نسبت به کاربرد ایندول بوتریک اسید شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نوع و غلظت اکسین و اثرات متقابل آن بر ویژگی‌های ریشه‌زایی قلمه گیاه

Thymus kotschyanus

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	میانگین مربعات		تعداد جوانه تازه در قلمه
			تعداد ریشه	طول ریشه	
تکرار	۲	۰/۰۵۰ ns	۱/۱۷۰ ns	۱/۵۳۷ ns	۱/۱۷۰ ns
نوع اکسین	۱	۰/۰۱۵ ns	۱۳/۲۵۳ ***	۹۴/۶۵۰ ***	۱۳/۲۵۳ ***
غلظت اکسین	۶	۰/۲۶۱ ***	۲/۹۵۱ ns	۱۹/۹۶۶ *	۲/۹۵۱ ns
نوع اکسین × غلظت آن	۶	۰/۰۱۰ ns	۱/۷۸۵ ns	۷/۴۳۲ ns	۱/۷۸۵ ns
خطا	۲۶	۰/۰۱۱	۱/۸۶۰	۷/۱۴۲	۱/۸۶۰
CV%		۱۲	۱۸	۱۴	۱۲
			۲۰	۹	

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، * و **: به ترتیب در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار است.

جدول ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف اکسین بر تعدادی از ویژگی‌های ریشه‌زایی قلمه گیاه *Thymus kotschyanus*

درصد ریشه‌زایی	تعداد ریشه	طول ریشه (سانتی‌متر)	وزن خشک ریشه (گرم)	صفات مورد اندازه‌گیری
				غلظت اکسین
۸۱/۳۳ ab	۲/۲۵۰ b	۳/۴۰۰ b	۰/۱۷۵۰ c	۰
۹۰/۸۳ a	۴/۰۶۷ a	۸/۷۶۷ a	۰/۶۳۰۰ a	۱۰۰
۷۸/۸۳ abc	۳ ab	۵/۶۵۰ ab	۰/۴۴۱۷ b	۲۰۰
۹۴/۵۰ a	۳/۸۸۳ a	۶/۴۸۳ ab	۰/۵۷۰۰ a	۳۰۰
۶۴/۱۷ bc	۲/۵۰۰ b	۵/۶۸۳ ab	۰/۲۲۰۰ c	۱۰۰۰
۵۶ bc	۲/۵۳۳ b	۵/۵۱۷ ab	۰/۱۹۵۰ c	۲۰۰۰
۵۳ c	۲/۵۱۷ b	۳/۵۲۵ b	۰/۱۱۳۳ c	۳۰۰۰

در هر ستون بین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۳- تأثیر نوع اکسین بر ویژگی‌های ریشه‌زایی قلمه گیاه *Thymus kotschyanus*

تعداد ریشه	طول ریشه (سانتی‌متر)	تعداد جوانه تازه در قلمه	نوع اکسین
			۲/۶۶۲ b
۳/۲۶۷ a	۷/۰۷۶ a	۵/۵۸۱ a	این‌دول استیک اسید

در هر ستون بین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

بحث

آویشن کوهی در پی داشت. احتمالاً کاربرد غلظت‌های کم اکسین سبب افزایش رشد ریشه و متعاقب آن جذب بهتر آب و مواد غذایی در اندام هوایی شد و وزن خشک گیاه را افزایش داد، این در حالی بود که غلظت‌های بالاتر اکسین‌ها اثرات بازدارندگی را بر درصد ریشه‌زایی از خود نشان دادند. مطالعات قبلی نشان داده که گاهی غلظت‌های خیلی زیاد اکسین روی طویل شدن ریشه اثر منفی دارد اما تیمار قلمه‌ها با اکسین‌ها در محدوده غلظت بهینه برای گیاه از طریق تحریک آغازنده‌های ریشه و افزایش انتقال کربوهیدرات به انتهای قلمه در افزایش درصد قلمه‌های ریشه‌دار شده و همچنین در سرعت و یکنواختی ریشه‌دهی نقش مهمی را ایفا می‌کند (Khoshkhoi et al., 2004). القای ریشه در

با توجه به اهمیت و استفاده روزافزون آویشن در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی، شناسایی گونه‌های بومی و معرفی آنها برای تولید اقتصادی ضروریست. تکثیر جنسی گیاهان جنس آویشن (*Thymus*) به علت دگرگشتی، تفرق ژنتیکی بذر را به همراه دارد، وجود تیپ‌های شیمیایی متعدد در رویشگاه‌های کشور و نیاز به کارهای اصلاحی، تکثیر رویشی این گیاه را الزامی کرد. تولید پایه‌های یکسان (همگروه) از نظر ژنوتیپی، شناخت و کاربرد تیمارهای مختلف را برای حصول قلمه‌هایی با حداکثر کیفیت ضروری کرده است. در این پژوهش کاربرد غلظت‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از مواد اکسینی، بالاترین کیفیت ریشه‌زایی را در گونه

توجه به زمان برداشت و کاشت قلمه، غلظت مناسب باید انتخاب شود. در پژوهشی بر روی ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون، Gautem و Chauhan (۱۹۹۲) بررسی غلظت‌های مختلف اکسین‌ها را برای افزایش تأثیر در ریشه‌زایی قلمه‌های گیاهان ضروری دانستند. بدیهی است که اکسین در غلظت مناسب از طریق القاء و تحریک تقسیم سلولی و تمایز ریشه‌ها سبب افزایش درصد ریشه‌زایی می‌گردد. در آزمایشی Coggeshall (۲۰۰۲) گزارش کرد که قلمه درختچه‌های یاس با بکار بردن ایندول بوتریک اسید با غلظت ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر برای مدت ۲۴ ساعت کیفیت ریشه‌زایی بهتری داشت و با افزایش غلظت اکسین از کیفیت ریشه‌زایی کاسته شد. با افزایش غلظت اکسین از ۲۰۰۰ به ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های نیمه‌خشبی گیاه خرزهره گزارش شد (Habibi Kotenaei, 2010). یافته‌های این پژوهش نشان‌دهنده اثر معنی‌دار غلظت اکسین‌های بکار رفته در شاخص‌های کیفی ریشه‌زایی قلمه بوده و حداکثر رشد و کیفیت ریشه‌زایی را با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در این گونه آویشن به‌دنبال داشت. با وجود گزارش‌های متعدد در مورد اثربخشی ایندول بوتریک اسید، در این پژوهش اثر ایندول استیک اسید بیشتر از ایندول بوتریک اسید بود که می‌تواند به اکسین داخلی بیشتر و حساسیت قلمه‌های این گونه آویشن مرتبط باشد. در این مورد نیز گاهی یافته‌های منتشر شده گویای آن بوده که استفاده از غلظت‌های بالای اکسین روی قلمه‌های ساقه از نمو جوانه جلوگیری کرده و با وجود ریشه‌های کافی شاخه جدیدی در قلمه تشکیل نشده است (Arteca, 1996). البته اثربخشی بیشتر ایندول استیک اسید در مقایسه با ایندول بوتریک اسید در گزارش‌های منتشره توسط Kan و همکاران (۲۰۰۲) بر روی گیاه *Capparis ovate* و در مطالعات Avci و همکاران (۲۰۱۰) روی گیاه

قلمه به‌طور مشخصی به میزان بالای اکسین اولیه در گیاه بستگی دارد که با اکسین بکار برده شده اثر هم‌افزایی داشته و منجر به ساخت ریبونوکلیئیک اسید (ribonucleic acid) شده، در نتیجه سبب القای تقسیم در آغازی‌های ریشه خواهد شد. البته خارج شدن غلظت اکسین از حد بهینه آن اثراتی را به دنبال دارد، به نحوی که غلظت‌های بالای اکسین اثر بازدارندگی بر این امر داشته و گاهی غلظت‌های کم اکسین در تحریک رشد جوانه‌های از قبل تشکیل شده نقش مؤثرتری داشته‌اند (Arteca, 1996). مطالعات Liu و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که کاربرد اکسین، بر روی افزایش ریشه‌زایی قلمه‌ها، میانگین تعداد ریشه، میانگین طول ریشه و وزن تر ریشه گیاه زینتی *Michelia martini* اثر داشت. اثر غلظت ایندول بوتریک اسید بر وزن خشک ریشه قلمه‌های بنت‌القنوسول در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (Ahmadpour & Nasabpour, 2011). نتایج این تحقیق با یافته‌های Ahmadpour و Nasabpour (۲۰۱۱) هماهنگی دارد. یافته‌های Iapichino و همکاران (۲۰۰۶) گویای آن بود که در اثر کاربرد اکسین خارجی کیفیت و میزان ریشه‌زایی قلمه‌های گونه‌های مختلف آویشن (*T. serpyllum*، *T. capitatus* و *T. vulgaris*) افزایش چشمگیری نشان داد. تحقیقات Scaloni (۲۰۰۳) روی قلمه‌های رزماری نیز کارایی ایندول بوتریک اسید را در دستیابی به قلمه‌هایی با ریشه‌های بزرگ‌تر و بیشتر نشان داد. در تحقیقی بر روی گیاه میخک، Khoshkhoui و Panahi (۲۰۰۹) گزارش کردند که بیشترین تعداد ریشه و بیشترین وزن تر و خشک ریشه از غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ایندول بوتریک اسید بدست آمد. در آزمایشی Bartolini و همکاران (۱۹۸۶) در بررسی ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون گزارش کردند که اثر ریشه‌زایی غلظت‌های مختلف مواد اکسینی مورد استفاده تحت تأثیر میزان هورمون اکسین موجود در قلمه بوده و با

- Ahmadpour, A. and Nasabpour, M., 2011. Evaluation of cutting time and IBA concentrations on rooting of *Euphorbia pulcherrima* in Jiroft area. 7th Congress of Iranian Horticultural Science. Isfahan University of Technology, 21-24 October: 165-168.
- Arteca, R.N., 1996. Plant Growth Substances: Principles and Applications. New York: Chapman and Hall. Chicago Press, 345p.
- Balzich, F.A., 1989. Mineral nutrition and adventitious rooting: 61-69. In: Davis, T.D., Haissig, B.E. and Sankhla, N., (Eds.). Adventitious Root Formation in Cuttings. Dioscorides Press, Portland, 268p.
- Bartolini, G., Fabbri, A. and Tathini, M., 1986. Effects of phenolic acids and auxin on rooting of *Olea europaea* L. cuttings. Horticultural science, 21(3): 662-626.
- Bernath, J., 1993. Wild Growing and Cultivated Medicinal Plants. Mezzo Gazda press. Budapest, 150p.
- Coggeshall, R.C., 2002. Hybrid lilacs from softwood cuttings. American Nursery, 115: 5-7.
- Devries, D.P. and Dubois L.A.M., 1988. The effect of BAP and IBA on sprouting and adventitious root formation of "Amanda" Rose single node softwood cuttings. Scientiae Horticulture, 34: 115-121.
- Dewayne, L.I. and Yeager, T.H., 2003. Propagation of Landscape Plants. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, CIR579, 15p.
- Farhadi, M., Heidari, H., Sharifani, M. and Kohrokhi, A., 2007. Influence of cutting time of stem and medium on rooting of maple (*Acer velutinum* Boiss.). Journal of the Iranian Natural Research, 60(2): 505-515.
- Ghahreman, A., 1994: Plant Systematics: Cormophytes of Iran (Vol. 3). Tehran University Press, Iran, 172p.
- Gaskell, M., 1988. Production of fresh culinary herbs in Central America for commercial export. The Herb, Spice, and Medicinal Plant Digest, 6(2): 1-10.
- Gautem, D.R. and Chauhan, J.S., 1992. Standardization of IBA concentrations and season on rooting of wild olive cuttings under intermittent mist. Horticultural Abstracts, 62: 111-113.
- Habibi Kotenaei, Sh., 2010. Effect of Auxin different concentrations on rooting of the semi-hardwood cutting in oleander plant. Journal on Plant Science Researches, 18(2): 36-46.
- Hartman, H.T., Kester, D.E. and Davies, F.T., 1975. Plant propagation principles and practices. Prentice Hall, Inc. Newjersey, 470p.
- Hornok, L., 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plants. Academy Press, Budapest, 402p.

Onobrychis viciifolia نیز مشاهده شد. نتایج این تحقیق با یافته‌های Kan و همکاران (۲۰۰۲) و Avci و همکاران (۲۰۱۰) هماهنگی دارد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت یافته‌های این پژوهش گویای آن بود که کاربرد اکسین خارجی کیفیت و میزان ریشه‌زایی قلمه‌های آویشن کوهی را افزایش می‌دهد. در این پژوهش کاربرد غلظت‌های کم مواد تنظیم‌کننده رشد اکسینی سبب افزایش رشد ریشه و متعاقب آن جذب بهتر آب و مواد غذایی در اندام هوایی شد و وزن خشک گیاه را افزایش داد. این در حالی بود که غلظت‌های بالای هورمون‌های اکسینی نه تنها در افزایش کیفیت ریشه‌زایی اثربخش نبودند، بلکه گاهی اثرات بازدارندگی در درصد ریشه‌زایی از خود نشان دادند. در میان غلظت‌های کم اکسین‌ها، حداقل غلظت (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) با توجه به ملاحظات اقتصادی و نتایج بدست‌آمده به‌عنوان برترین غلظت انتخاب شد. بیشترین تعداد و طول ریشه و همچنین تعداد جوانه تازه در قلمه شاخه آویشن کوهی در اثر کاربرد ایندول استیک اسید حاصل شد که می‌تواند به حساسیت قلمه‌های این گونه به اکسین‌های مصنوعی مرتبط باشد. بنابراین تولید همگروه یکسان از پایه‌های مادری گزینش شده آویشن کوهی با استفاده از نتایج این پژوهش امکان‌پذیر می‌باشد.

سپاسگزاری

لازم می‌دانم از همکاران بخش تحقیقات جنگل و مرتع مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان، به‌ویژه جناب آقای مهندس محمد امیرجان برای همکاری صمیمانه‌شان در اجرای این پروژه قدردانی کنم.

منابع مورد استفاده

- Avci, S., Cocu, S., Aasim, M., Sancak, C. and Ozcan, S., 2010. Effects of treating with auxin solutions on rooting of cuttings of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). Tropical Grasslands, 44: 123-127.

- Juniperus excelsa* cutting. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(1): 158-167.
- Liu, J., Zhang, D., Zhang, B., Cao, J., Yang, Y. and Huang, H., 2010. Influence of different rooting hormone on cutting propagation of *Michelia martini*. Northern Horticulture, 5: 546-550.
 - Liu, J. and Reid, D.M., 1992. Adventitious rooting in hypocotyls of sunflower (*Heliantus annuuse*) seedlings. VI. The role of change in endogenous free and conjugated indole-3-acetic acid. Physiology Plant Molecular Biology, 41: 455-496.
 - Rey, C., 1995. Direct field sowing of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Horticultural Abstracts, 65(8): 1375.
 - Ruchala, S.L., Zhang, D., Mitchell, W. and Jianhau, L., 2002. Improving vegetative Propagation Techniques of Sweet Fern (*Comptonia peregrina*). Proceedings of the International Plant Propagator^s Society, 52: 381-387.
 - Scalon, S., 2003. Auxins and boron on length of the biggest root and number of rooted cuttings of rosemary in two periods of planting. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 5(2): 71-76.
 - Sefidkon, F., Jamzad, Z., Yavari, R., Nouri-Sharg, D. and Dabiri, M., 1999. Essential oil composition of *Thymus kotschyanus* Boiss. et Hohen. from Iran. Journal of Essential Oil Research, 11: 459-460.
 - Zargari, A., 1997. Medicinal Plant (Vol. 4). Institute of Tehran University Press, 580p.
 - Iapichino, G., Arnone, C., Bertolino, M. and Amico Roxas, U., 2006. Propagation of three *Thymus* species by stem cuttings. Acta Horticulturae, 723: 411-414.
 - Kan, Y., Kivrak, N. and Kan, A., 2002. The effect of some growth regulators on the rooting of caper (*Capparis ovate* Desf. Var. *canescens* (cross) Heywood) cutting. Suleyman Demirel University, Agriculture Faculty Research, 16(30): 56-58.
 - Kashеfi, M., Zarei, H. and Bahadori, F., 2014a. The regulating effect of the growth of indole butyric acid and the time of stem cutting preparation on proliferation of damask rose ornamental shrub. Journal of Ornamental Plants, 4(4): 49-55.
 - Kashеfi, M., Zarei, H. and Bahadori, F., 2014b. The effect of indole butyric acid and the time of stem cutting preparation on propagation of damask rose ornamental shrub. Journal of Ornamental Plants, 4(4): 237-243.
 - Khoshkhoi, M. and Panahi, R., 2009. Effect of auxin on rooting and flowering of *Dianthus caryophyllus* L. Journal of Horticultural Science and Technology, 1(3-4): 91-108.
 - Khoshkhoi, M., Sheibani, B., Rouhani, A. and Tafazoli, E., 2004. A Principal of Horticulture. Center of Shiraz University, 490p.
 - Khoshnevis, M., Kprori, S.A.A., Teimouri, M., Matinizadeh, M., Rahmani, A. and Shirvany, A., 2008. The effect of different treatments on rooting of

Effects of different concentrations of IBA and IAA on rooting of *Thymus kotschyanus* Boiss. Cuttings

F. Bahadori^{1*} and E. Sharifi Ashorabadi²

1*- Corresponding author, Department of Natural Resources, Semnan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Semnan, Iran, E-mail: farbahadori@gmail.com

2- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: September 2015

Revised: August 2016

Accepted: September 2016

Abstract

In order to investigate the morphological reactions of *Thymus kotschyanus* Boiss. cutting to auxins (IAA and IBA) in different concentrations, an experiment was conducted in 2009 at the greenhouse conditions of Semnan Agriculture and Natural Resources Research Station. This research was conducted as a factorial experiment in a randomized complete block design with 3 replications and 20 observations per replication. The treatments included A: two types of auxin (Indole-acetic acid (IAA) and Indole-3-butyric acid (IBA)) and B: concentrations of auxin, (0, 100, 200, 300, 1000, 2000 and 3000 ppm). The traits studied were the root length and number, the percentage of rooting and dry root weight and new buds in plants. Results showed that the highest root dry weight and the root length were observed in the cuttings treated with 100 and 300 ppm of auxins. These concentrations (100 and 300 ppm) of auxins respectively stimulated root dry weight by about 3.6 and 3.25 times higher than control plants and increased the root length by about 150 and 90 percent more than control cuttings. The highest root length, root number, and number of new buds in the cuttings of *Thymus kotschyanus* were obtained due to the application of IAA as compared with IBA. Our findings confirm that the cuttings treated with 100 ppm of IAA can produce the highest quality transplants at commercial scale.

Keywords: Auxin, stem cutting, vegetative propagation, clone, *Thymus kotschyanus* Boiss.