

اثر زمان جمع‌آوری و تیمارهای اکسینی بر ریشه‌زایی و تولید نهال از قلمه‌های چوب‌سخت محلب (*Cerasus mahaleb* L.)

غلامرضا گودرزی^{۱*}، وحیده پیام‌نور^۲، مصطفی جعفری^۳ و علیرضا علی‌عرب^۴

* نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
پست الکترونیک: goodarzi44@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۰۱

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲۶

چکیده

محلب (*Cerasus mahaleb* L.) به دلیل پراکنش اکولوژیک محدود، تجدید حیات طبیعی ضعیف و مشکلات تکثیر نهال در معرض تهدید قرار دارد. به منظور یافتن شیوه‌نامه مناسب برای ریشه‌زایی و تولید نهال این گونه از طریق قلمه چوب‌سخت با تیمارهای اکسینی در دو زمان آذر و اسفند، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در بستر شاسی گرم انجام شد. تیمارها شامل کاربرد ایندول بوتیریک اسید (IBA) با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نفتالین استیک اسید (NAA) با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بودند. پس از ریشه‌زایی، قلمه‌های ریشه‌دار شده به عرصه باز در جوی‌پشته‌هایی با فاصله ۷۰ سانتی‌متر انتقال یافتند و پس از گذشت یک فصل رویش و خارج کردن پنج نهال، مشخصه‌های مورد نظر ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر NAA در هر دو زمان آذر و اسفند مطلوب‌ترین تیمار از نظر مشخصه‌های مورد مطالعه (ریشه‌زایی، وزن خشک کل، سطح ریشه، سطح برگ، ارتفاع، محتوای نسبی آب برگ و کلروفیل) بود. غلظت زیاد اکسین‌ها سبب کاهش مطلوبیت کلیه مشخصه‌های مورد مطالعه شد. ریشه‌زایی و کلروفیل در تیمارهای اکسین به‌طور معنی‌داری در آذر بیشتر از اسفند بودند. در مجموع، بهترین تیمار برای ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی محلب، هورمون IBA با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، سطح ریشه، کلروفیل، هورمون.

مقدمه

کشورهایی نظیر پاکستان، ترکیه، عراق و ایران است. در ایران این گونه در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، کردستان، همدان، لرستان، چهارمحال بختیاری، یزد، البرز و مرکزی پراکنش دارد (Sabeti, 2008). قسمت‌های مختلف این گونه دارای ارزش باغبانی، جنگل‌کاری و فضای سبز،

محلب (*Cerasus mahaleb* L.) متعلق به جنس *Cerasus* از خانواده Rosaceae با بیش از ۴۰۰ گونه در دنیا است. این گونه بومی مناطق مدیترانه، اروپای جنوبی و مرکزی، شمال غربی آفریقا و جنوب غربی آسیا از جمله

سخت در این گونه به واسطه ظرفیت‌های ژنتیکی و فیزیولوژیک نامناسب برای تشکیل ریشه، بسیار مشکل است (Badenes & Byrne, 2012). توانایی ریشه‌زایی قلمه محلب به شدت تحت تأثیر عامل‌هایی چون زمان برداشت، سن، ژنوتیپ و تنش‌های محیطی است. بررسی‌ها در مورد قلمه‌های نرم چهار رقم محلب (SL-64, P-1, IK-M9 و T-36) نشان داد که ریشه‌دار کردن قلمه‌های این گونه با هورمون‌های گیاهی ممکن است و در تیمار شاهد فقط کالوس و یا تک‌ریشه ایجاد شده است (Christov & Koleva, 1995). Özyurt و همکاران (۲۰۱۲) در ترکیه، ۱۹ ژنوتیپ قلمه‌های برگ‌دار محلب را تحت تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA قرار دادند که به طور متوسط ریشه‌دهی ژنوتیپ‌ها از ۳/۳ تا ۶۱/۶ درصد متغیر بود.

محل‌ب به دلیل پراکنش اکولوژیک محدود، تجدید حیات طبیعی ضعیف و مشکلات تکثیر نهال در معرض تهدید قرار دارد. تاکنون مطالعه‌ای در مورد ریشه‌زایی قلمه‌های سخت محلب در داخل و خارج کشور گزارش نشده است. بررسی اثر تیمارهای مختلف اکسین با غلظت‌های مختلف بر ریشه‌دار کردن قلمه سخت و تولید نهال محلب در دو زمان مختلف بسیار ارزشمند بوده و در راستای توسعه جنگل‌کاری‌ها و حفاظت ژنتیکی مؤثر است. پژوهش پیش‌رو به دنبال یافتن شیوه‌نامه مناسب تکثیر و تولید نهال این گونه از طریق قلمه‌گیری در دو زمان آذر و اسفند است تا نتایج آن در بخش‌های اجرایی، خصوصی و مراکز پژوهشی به‌ویژه در استان‌های مرکزی، غرب و شمال کشور مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

جمع‌آوری قلمه‌ها از منطقه شول‌آباد استان لرستان با عرض جغرافیایی ۳۳°۱۲' شمالی و طول جغرافیایی ۴۹°۱۲' شرقی و متوسط ارتفاع ۱۶۳۰ متر، متوسط بارندگی ۶۸۳ میلی‌متر، میانگین دما ۱۳ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۴۹/۱ درصد و اقلیم منطقه نیمه‌مرطوب سرد

خوراکی، صادراتی، تولید محصولات فرعی (زدو)، متابولیت‌های ثانویه و مواد خام صنعتی برای صنایع دارویی- پزشکی، رنگرزی و تهیه مواد آرایشی و تزئینی می‌باشد. این گونه به‌عنوان پایه پیوند برای گیلاس‌های ترش و شیرین و پناهگاهی برای حیات وحش است. به خشکی، سرما و گرما بردبار و مقاوم به انواع آفات بوده و در خاک‌های ضعیف از نظر تغذیه‌ای و آب استقرار می‌یابد (Jazirehi & Ebrahimi Rostaghi, 2003).

محل‌ب هم از طریق جنسی (بذر) و هم غیر جنسی (قلمه نرم و پیوند) تکثیر می‌شود. جوانه‌زنی بذرهای گونه‌های مختلف گیلاس به دلیل دارا بودن آندوکارپ استخوانی و خواب دوگانه فیزیکی و فیزیولوژیک و وجود اسید آبسسیک در تستا، مواد فنلی و سایر ترکیبات موجود در مغز بذر مشکل و دوره خواب آن‌ها طولانی است (Hartmann et al., 1997). امروزه ازدیاد از طریق قلمه به دلایل آسان و راحت‌تر بودن تکثیر، گزینش و نگهداری کلن‌ها، کوتاه کردن زمان رشد زایشی، حفاظت از پایه‌های نخبه، امکان احداث باغ بذر، کنترل مراحل رشد و ریخت‌شناسی نسبت به تکثیر زایشی گیاهان برتری دارد. زمان قلمه‌گیری، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و یافتن غلظت بهینه آنها از عامل‌های مهمی هستند که باید برای افزایش ریشه‌زایی قلمه مورد توجه قرار گیرند. زمان قلمه‌گیری با شرایط فیزیولوژیک گیاه رابطه نزدیکی دارد که مرتبط با مسایل ژنتیکی و آناتومیک هر گیاه است (Selby et al., 1992). İsfendiyaroğlu و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که قلمه‌های تهیه شده از زیتون (*Olea europaea* L.) در اواسط زمستان ریشه‌زایی بیشتری داشتند، در حالی‌که در فندق (*Corylus avellana* L.) قلمه‌های تهیه شده در پاییز ریشه‌زایی بیشتری داشتند (Tajbakhsh et al., 2009).

نتایج مطالعه پنج رقم قلمه سخت‌چوب جنس *Prunus* نشان داد که مقدار جذب IBA، زمانی که قلمه‌ها از اواخر اکتبر (آبان) تا اواخر فوریه (اسفند) گرفته شده بودند، کاهش یافت (Sandor et al., 2010). ریشه‌دهی قلمه‌های نرم محلب به آسانی انجام می‌گیرد، اما ریشه‌دهی قلمه‌های

و کوهستانی (Sohrabi *et al.*, 2009) انجام شد.

روش پژوهش

جمع‌آوری قلمه سخت با تعداد ۶۶۰ عدد (برای هر تیمار سه تکرار ۱۰ تایی) به طول ۱۵ سانتی‌متر و قطر حدود یک سانتی‌متر با حداقل سه جوانه جانبی از شاخه یک‌ساله درختان ۱۰ ساله (با قطر برابر سینه ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر) در دو زمان ۱۰ آذر و پنج اسفند ۱۳۹۱ انجام شد. قلمه‌ها پس از برداشت به گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی منتقل شدند. قلمه‌ها پس از شستشوی سطحی با آب، با محلول قارچ‌کش بنومیل با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۱۰ دقیقه گندزدایی و دوباره با آب شستشو داده شدند. با استفاده از چاقوی جراحی، در پایین هر قلمه (درست زیر یک جوانه) و روی پوست یک بریدگی به صورت مورب به طول دو سانتی‌متر و ضخامت دو میلی‌متر ایجاد شد. پس از فروبری انتهای قلمه‌ها در تیمارها، قلمه‌ها بلافاصله در شاسی گرم با بستر مخلوط استریل شده ماسه: پرلیت: کوکوپیت به نسبت حجمی ۱:۱:۲ کشت شدند. تیمارهای اعمال شده بر قلمه‌ها بدین صورت بود: الف) شاهد (فقط کشت در بستر)، ب) فرو بردن انتهای قلمه به مدت ۱۰ ثانیه در IBA با غلظت‌های (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و NAA با غلظت‌های (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر).

آزمایش در گلخانه مجهز به سیستم مه‌پاش با فاصله زمانی ۸ صبح تا ۱۸ غروب هر ۱۰ دقیقه با مدت زمان پاشش پنج ثانیه و شرایط رطوبتی ۸۰ تا ۹۰ درصد و دمای حدود ۲۵ درجه سانتی‌راد در روز و ۱۶ درجه سانتیگراد در شب برای یک فصل رویش انجام شد. دمای سیستم پاگرمایی لوله‌های آب گرم روی ۲۱ درجه در داخل بسترهای شاسی، فاصله قلمه‌ها در هر ردیف پنج سانتی‌متر و بین ردیف‌ها ۱۲ سانتی‌متر تنظیم شد. شدت نور به وسیله نورسنج (USA, Li250, LI-COR) سنجیده شد. آبیاری قلمه‌ها هر دو روز در هفته انجام شد. برای بررسی تأثیر تیمارهای اعمال شده در طی یک فصل رویش، نهال‌های

باقیمانده از تیمارهای مرحله گلخانه‌ای به عرصه باز شخم خورده که خاک آن با ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده مخلوط شده بود انتقال داده شد و بر روی جوی پشته‌ها کشت شد. آبیاری به صورت روزانه به مدت ۱۰ روز به منظور اطمینان از استقرار نهال‌ها و سپس هر چهار روز یک‌بار انجام شد.

برای ارزیابی مشخصه‌های مورد بررسی پس از گذشت یک فصل رویش، در تاریخ‌های پنج فروردین و اول خرداد نسبت به خارج کردن پنج نهال از نهال‌های به دست آمده از به ترتیب قلمه‌های جمع‌آوری شده در آذر و اسفند اقدام شد. صفات مورد ارزیابی در این پژوهش شامل درصد ریشه‌زایی، وزن خشک ریشه از روش توزین با ترازوی دیجیتالی، حجم ریشه از طریق غوطه‌ور کردن ریشه در آب و اندازه‌گیری میزان جابجایی آب در استوانه مدرج بر حسب سانتی‌متر مکعب به دست آمد. سطح ریشه از رابطه ۱ (Alizadeh, 2004)، سطح برگ و طول ریشه با استفاده از دستگاه دلتاتی اسکن، وزن خشک نهال و ارتفاع و همچنین پارامترهای بیوشیمیایی محتوای نسبی آب برگ (Dhopte & Manuel, 2002) و مقدار کلروفیل کل (Lichtenthaler & Wellburn, 1983) تعیین شد.

$$A = 2 (V \cdot \pi \cdot L)^{0.5} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن: A سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)، V حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب) و L طول ریشه (سانتی‌متر) است تجزیه و تحلیل داده‌ها

نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-سمیرنوف و اختلاف آماری داده‌ها تحت تیمارهای غلظت‌های مختلف اکسین و تلقیح باکتریایی با آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. برای مقایسه میانگین‌ها در صورت همگنی واریانس‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در صورت عدم همگنی واریانس‌ها از آزمون دانت تی ۳ و برای مقایسه دو زمان جمع‌آوری قلمه

از آزمون T جفتی استفاده شد.

مختلف IBA بود. بیشترین مقدار تمامی صفات به جز سطح برگ در هر دو زمان آذر و اسفند در تیمار قرار دادن انتهای قلمه در محلول ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA مشاهده شد (جدول ۱). کمترین مقدار تمامی مشخصه‌های مورد مطالعه به جز وزن خشک کل و کلروفیل در تیمار شاهد مشاهده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده معنی‌داری تمامی صفات مورد مطالعه در تیمارهای نهال‌های یک‌ساله قلمه‌های ریشه‌دار شده محلب تحت تأثیر غلظت‌های

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مشخصه‌های رشد، ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی نهال‌های یک‌ساله قلمه‌های ریشه‌دار شده محلب

تحت تأثیر غلظت‌های مختلف IBA

زمان جمع‌آوری قلمه	غلظت IBA (میلی‌گرم در لیتر)	ریشه‌زایی (درصد)	وزن خشک کل (گرم)	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع بر گرم)	ارتفاع (سانتی‌متر)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	کلروفیل (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)
آذر	F	۱۴/۸۵**	۱۴/۵۲**	۲۰/۵**	۱۶/۰۴**	۱۵/۰۳**	۱۹/۰۲**	۱۱/۱۸**
	صفر (شاهد)	۱۱/۶۷ ^d	۷۱/۰۴ ^d	۱۰۹/۳۲ ^f	۲۷۷۷ ^d	۴۱/۲ ^c	۷۳/۲۸ ^c	۵/۶ ^b
	۵۰۰	۱۶/۶۷ ^{cd}	۷۸/۷۸ ^{cd}	۱۶۲ ^{bc}	۲۶۶۸/۷ ^d	۷۵/۳ ^b	۷۹/۴۴ ^b	۶/۰۸ ^b
	۱۰۰۰	۳ ^{bc}	۱۰۲/۳۶ ^b	۱۷۹/۷ ^{ab}	۳۲۶۶ ^{bc}	۸۳ ^b	۸۵/۹۴ ^a	۶/۹۷ ^a
	۲۰۰۰	۶۳/۳۳ ^a	۱۲۰/۲۹ ^a	۱۹۶/۸ ^a	۳۶۲۰/۳ ^b	۱۰۹ ^a	۸۷/۹۹ ^a	۷/۷۳ ^a
	۳۰۰۰	۵۳/۳۳ ^a	۹۱/۷۵ ^{bc}	۱۳۲/۳ ^{de}	۴۲۵۱/۷ ^a	۸۵/۳ ^b	۸۹/۹۵ ^a	۷/۶ ^a
	۵۰۰۰	۵۶/۶۷ ^a	۸۴/۷۷ ^{cd}	۱۵۱/۸ ^{cd}	۲۷۱۲/۳ ^d	۷۵/۳ ^b	۸۱/۲۷ ^b	۷/۱۵ ^a
	۸۰۰۰	۳۶/۶۷ ^b	۷۲/۱۵ ^d	۱۲۶/۹ ^{ef}	۳۰۸۵/۳ ^{cd}	۷۴/۷ ^b	۸۱/۵۷ ^b	۵/۷۳ ^b
اسفند	F	۲۴/۱۱۸**	۹/۳۸۵**	۳۱/۷۶۱**	۷/۰۶**	۴۱/۳۷**	۱۷/۷۶**	۲۹/۲۲۱**
	صفر (شاهد)	۵ ^c	۷۰/۴۶ ^c	۱۰۶/۶۷ ^c	۳۲۰۷ ^c	۴۷/۴۷ ^d	۷۰/۱۸ ^c	۵/۳۶ ^c
	۵۰۰	۶/۶۷ ^c	۷۴/۵۴ ^{bc}	۱۳۴/۹۴ ^b	۴۳۶۵ ^{ab}	۵۷/۱ ^{bc}	۸۳/۹۷ ^b	۵/۷۷ ^c
	۱۰۰۰	۲۰ ^b	۷۶/۶۴ ^{bc}	۱۵۶/۷۷ ^a	۴۴۲۸/۳ ^{ab}	۶۲/۲۳ ^b	۸۴/۷۶ ^{ab}	۶/۴۶ ^b
	۲۰۰۰	۴۶/۶۷ ^a	۹۲/۱۸ ^a	۱۶۳/۵۷ ^a	۴۸۵۳/۳ ^{ab}	۹۶/۰۷ ^a	۸۸/۴۲ ^a	۶/۸۹ ^a
	۳۰۰۰	۴۰ ^a	۸۲/۷۵ ^{ab}	۱۶۶/۶ ^a	۵۰۴۶ ^a	۸۹/۵۷ ^a	۹۰/۱ ^a	۶/۵۳ ^{ab}
	۵۰۰۰	۴۳/۳۳ ^a	۷۳/۵۲ ^{bc}	۱۴۴/۱۳ ^b	۴۳۷۳ ^{ab}	۶۶/۴۳ ^b	۸۸/۳۵ ^{ab}	۵/۶۲ ^c
	۸۰۰۰	۲۳/۳۳ ^b	۵۷/۷۹ ^d	۱۴۱/۶ ^b	۴۱۸۷/۶۷ ^b	۴۹ ^{cd}	۷۵/۲۹ ^c	۴/۸۹ ^d

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد. حروف لاتین مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار است.

میلی‌گرم در لیتر NAA در هر دو زمان آذر و اسفند مطلوب‌ترین تیمار از نظر تمامی مشخصه‌های مورد مطالعه بود و هر چه غلظت NAA بیشتر می‌شد، از مطلوبیت تمامی مشخصه‌های مورد مطالعه کاسته می‌شد (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس تحت تأثیر غلظت‌های مختلف NAA نشان‌دهنده معنی‌داری تمامی صفات مورد مطالعه به جز محتوای نسبی آب برگ در تیمارهای نهال‌های یک‌ساله قلمه‌های ریشه‌دار شده محلب بود. غلظت ۱۰۰۰

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مشخصه‌های رشد، ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی نهال‌های یک‌ساله قلمه‌های ریشه‌دار شده محلب

تحت تأثیر غلظت‌های مختلف NAA

زمان جمع‌آوری قلمه	غلظت NAA (میلی‌گرم در لیتر)	ریشه‌زایی (درصد)	وزن خشک کل (گرم)	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع بر برگ (گرم)	ارتفاع (سانتی‌متر)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	کلروفیل (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)
	F	۱۴/۰۹**	۱۱۹/۱۶**	۳۷/۰۹**	۳۵/۶۶**	۲۳/۱۷**	۱۶/۷**	۴/۴۱*
	صفر (شاهد)	۱۱/۶۷ ^c	۷۱/۰۴ ^c	۱۰۹/۳ ^d	۲۷۷ ^b	۴۱/۲ ^c	۳۷/۲۷ ^b	۵/۶ ^b
	۵۰۰	۳ ^b	۶۰/۳۱ ^d	۱۹۲/۷ ^c	۲۳۷۹/۳ ^b	۸۹/۷ ^a	۸۵/۰۶ ^a	۵/۶۵ ^b
آذر	۱۰۰۰	۵۳/۳۳ ^a	۱۲۳/۸ ^a	۲۸۹/۷ ^a	۲۵۴۹ ^b	۱۰۷/۳ ^a	۸۷/۱۹ ^a	۶/۴ ^{ab}
	۲۰۰۰	۵۳/۳۳ ^a	۸۰/۰۴ ^b	۲۳۱/۱ ^b	۴۵۱۶/۷ ^a	۹۱/۳ ^a	۸۵/۰۵ ^a	۷ ^a
	۳۰۰۰	۴۶/۶۷ ^a	۷۱/۳ ^c	۱۷۰/۵ ^c	۲۴۷۵ ^b	۶۲/۵ ^b	۸۲/۳۵ ^a	۶/۰۲ ^b
	۴۰۰۰	۲ ^{bc}	۶۱/۴۳ ^d	۱۰۹/۱ ^d	۱۸۰۳ ^c	۴۷/۵ ^{bc}	۷۳/۷ ^b	۵/۴۳ ^b
	F	۲۲/۳۸**	۸/۵۲**	۱۵/۶**	۳/۴۱*	۱۱/۷۸**	۲/۳ ^{ns}	۴/۰۳*
	صفر (شاهد)	۵ ^c	۷۰/۴۶ ^{bc}	۱۰۶/۶۷ ^{de}	۳۲۰۷ ^{ab}	۴۷/۴۷ ^b	۷۰/۱۸ ^a	۵/۳۶ ^a
	۵۰۰	۲۶/۶۷ ^b	۷۱/۷۸ ^b	۱۹۷/۱۹ ^{bc}	۳۳۴۹ ^{ab}	۹۳ ^a	۸۲/۱ ^a	۵/۵ ^a
اسفند	۱۰۰۰	۴۶/۶۷ ^a	۱۲۳/۰۱ ^a	۲۶۹/۱۴ ^a	۳۷۹۲/۳ ^a	۱۰۴/۶۷ ^a	۸۶/۱۷ ^a	۵/۸۵ ^a
	۲۰۰۰	۵ ^a	۸۸/۷۵ ^b	۲۳۴/۹۳ ^{ab}	۴۶۲۹ ^a	۱۰۰/۳ ^a	۸۷/۰۶ ^a	۶/۱۳ ^a
	۳۰۰۰	۴ ^a	۶۹/۷۷ ^{bc}	۱۵۲/۱۹ ^{cd}	۴۱۸۵ ^a	۸۲/۵ ^a	۸۳/۹۷ ^a	۵/۳۵ ^a
	۴۰۰۰	۱۰ ^c	۴۰/۶۹ ^c	۷۷/۹۲ ^e	۲۰۵ ^b	۳۴/۴۷ ^b	۸۴/۱۵ ^a	۲/۷۴ ^b

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار. حروف لاتین مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

نتایج آزمون T جفتی نشان داد که ریشه‌زایی، وزن خشک کل، ارتفاع و کلروفیل در تیمار IBA و ریشه‌زایی و NAA در آذر بیشتر از اسفند بود، در حالی که سطح برگ در اسفند بیشتر از آذر بود (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون T جفتی و مقایسه میانگین مشخصه‌های رشد، ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی نهال‌های یک‌ساله قلمه‌های محلب تحت تأثیر

تیمارهای مختلف

تیمار	زمان جمع‌آوری قلمه	ریشه‌زایی (درصد)	وزن خشک کل (گرم)	سطح ریشه (سانتی‌متر مربع)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع بر برگ (گرم)	ارتفاع (سانتی‌متر)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	کلروفیل (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)
	t	۸/۷۷۱**	۴/۶۳**	۱/۱۰۸ ^{ns}	-۹/۴۴۶**	۳/۲۰۲**	-۰/۲۳۵ ^{ns}	۵/۵۷۸**
IBA غلظت (میلی‌گرم در لیتر)	آذر	۳۸/۳۳ ^a	۸۸/۷۴ ^a	۱۵۱/۲۶ ^a	۳۱۹۷/۳۲ ^b	۷۷/۷ ^a	۸۲/۷۸ ^a	۶/۶۹ ^a
	اسفند	۲۶/۴۳ ^b	۷۵/۴۱ ^b	۱۴۴/۹ ^a	۴۳۵۱/۴۸ ^a	۶۶/۸۴ ^b	۸۳/۰۱ ^a	۵/۹۳ ^b
	t	۳/۲۵۶**	۰/۱۵۲ ^{ns}	۱/۶۳۷ ^{ns}	۳/۷۳۷**	۱/۱۶۵ ^{ns}	۱/۱۳۲ ^{ns}	۲/۶۰۹*
NAA غلظت (میلی‌گرم در لیتر)	آذر	۳۵/۸۳ ^a	۷۷/۹۹ ^a	۱۸۳/۷۶ ^a	۲۷۵ ^b	۷۳/۲۵ ^a	۸۱/۱۱ ^a	۶/۰۱ ^a
	اسفند	۲۹/۷۲ ^b	۷۷/۴۱ ^a	۱۷۳/۰۱ ^a	۳۵۳۷ ^a	۷۷/۰۷ ^a	۷۶/۲۷ ^a	۵/۱۶ ^b

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار. حروف لاتین مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

بحث

در پژوهش پیش‌رو تولید نهال محلب از طریق قلمه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تحت تأثیر نوع اکسین‌ها، درصد ریشه‌زایی قلمه، وزن خشک کل، ارتفاع و کلروفیل نهال‌ها در زمان جمع‌آوری آذر نسبت به اسفند بیشتر بود و فقط مشخصه سطح برگ در نهال‌های جمع‌آوری شده در اسفند مقدار بیشتری را نشان داد. Koyuncu و Senel (۲۰۰۳) در مورد *Morus nigra* اختلافات در ریشه‌زایی را به شرایط مختلف فیزیولوژیک، ژنتیکی و خصوصیات آناتومیک قلمه در زمان‌های مختلف ارتباط دادند. برای هر گونه گیاهی زمان گرفتن قلمه بر موفقیت ریشه‌زایی تأثیر می‌گذارد. تغییرات فصلی در مقدار ترکیب فنلی و تعادل مناسب بین تحریک کننده‌های درونی، بازدارنده‌ها و کربوهیدرات در تشکیل ریشه و رشد قلمه مؤثرند. بیشترین مقدار فنل و کربوهیدرات و یا کوفاکتورهای ریشه‌زایی در اواخر تابستان در شاخه‌ها ذخیره می‌شوند و تا آذر در شاخه‌ها باقی می‌مانند که با آزاد کردن اکسین‌های درونی و تشکیل کووالانس اکسی فنل ریشه‌زایی را افزایش می‌دهند (Husen & Pal, 2007). نتایج پژوهش پیش‌رو با مطالعات پیشین که نوامبر را بهترین زمان برای جمع‌آوری قلمه‌های سخت‌چوب هیبرید *P. Prunus persica × P. amygdalus* (Tsipouridis et al., 2005) و پایه 5 Gisela (*P. avium* L.) (Exadaktylou et al., 2009) ذکر کردند، مطابقت دارد. تشکیل ریشه در قلمه‌ها مرتبط با پارامترهای فیزیولوژیک نظیر کربوهیدرات و نشاسته به دلیل تأمین ذخایر انرژی و سپس رشد سلولی و مقدار نیتروژن از طریق تأثیر بر جذب سایر عناصر معدنی، مقدار کلروفیل و وزن خشک قلمه ریشه‌دار شده می‌باشد (Aslmoshtaghi & Shamsavar, 2010). اوایل آذر تا اواخر دی بهترین زمان برداشت قلمه چوبی است و در این محدوده زمانی جوانه‌ها به تقریب در اواخر خفتگی فیزیولوژیک خود هستند و جوانه‌ها مرحله بحرانی خواب را سپری کرده‌اند و با کمی تأخیر بیشتر جوانه‌ها می‌توانند بشکفند. این در حالی است که مریستم ثانویه یعنی کامبیوم، خواب نداشته و با فعالیت

خود کالوس و آغازش ریشه را ایجاد می‌کند (Erez, 1984). در پژوهش پیش‌رو نهال‌های قلمه‌های آذر و اسفند به ترتیب در فروردین و خرداد به عرصه منتقل شدند و احتمالاً چون در خرداد نهال‌ها با مقدار نور زیادی مواجه بودند، سطح برگ در آنها نسبت به اسفند ماه بیشتر شد. زمان جمع‌آوری نامناسب قلمه بر فعالیت‌های فیزیولوژیک و تنظیم اسمزی از طریق تجزیه پروتئین تأثیر می‌گذارد و با کاهش پتانسیل اسمزی و تولید انواع اکسیژن فعال سبب تخریب ماکرومولکول‌های عمده سلولی می‌شود. این تغییرات بر تمام مشخصه‌های ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی تأثیر منفی می‌گذارد و با کاهش فعالیت فتوسنتزی موجب افزایش سطح برگ می‌شود (Husen & Pal, 2007) که احتمالاً یکی دیگر از دلایل افزایش سطح برگ در نهال‌های به‌دست‌آمده از قلمه‌های اسفند بود.

در پژوهش پیش‌رو بیشترین مقدار تمام مشخصه‌های مورد مطالعه در تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA و غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر NAA در هر دو زمان آذر و اسفند بود. توانایی ساقه برای ریشه دادن به اثر متقابل فاکتورهای درونی سلول‌های ساقه و مواد قابل انتقال تولید شده در برگ‌ها و جوانه‌ها همانند کربوهیدرات‌ها، اکسین‌ها، ترکیبات نیتروژنی و ویتامین‌ها بستگی دارد. تیمار اکسین موجب افزایش تقسیم و توسعه سلولی در پوست، آوند آبکش و لایه زاینده می‌شود که منجر به شکسته شدن حلقه اسکلرانشیمی و تولید ریشه می‌شود (Hakeem Kontoh, 2016). در محلب، سخت ریشه‌زایی مربوط به تعداد سلول کم در پیش‌آغازنده‌های ریشه است (Christov & Koleva, 1995). در پژوهش پیش‌رو کاربرد اکسین‌ها در غلظت مناسب، ریشه‌زایی را نسبت به شاهد افزایش داد. احتمالاً تولید مواد محرک رشد و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و ازت تثبیت شده، منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های مربوط به رشد و سپس تبدیل مواد اندوخته‌ای به مواد انتقالی شده و از این طریق سطح برگ، مقدار کلروفیل برگ و عملکرد گیاه را افزایش داده است (Esitken et al., 2003). غلظت و نوع اکسین در ریشه‌زایی قلمه تأثیر

- Endogenous soluble sugars, starch contents and phenolic compounds in easy and difficult-to-root olive cuttings. *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 4: 83-86.
- Badenes, M.L. and Byrne, D.H., 2012. *Fruit Breeding*. Springer-Verlag, New York, 64p.
 - Christov, C. and Koleva, A., 1995. Stimulation of root initiation in hardwood sweet and sour cherry rootstocks (*Prunus mahaleb* L.). *Bulgarian Journal of Physiology*, 21(1): 68-72.
 - Dhopte, A.M. and Manuel, L.M., 2002. *Principles and Techniques for Plant Scientists*. Agrobios India Press, Odhpur, 373p.
 - Erez, A., 1984. Improving the rooting of peach hardwood cuttings under out door winter conditions. *HortScience*, 19: 245-247.
 - Esitken, A., Ercisli, S., Sevik, I. and Sahin, F., 2003. Effect of indole-3-butyric acid and different strains of *Agrobacterium rubi* on adventive root formation from softwood and semi-hardwood wild sour cherry cuttings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 37-42.
 - Exadaktylou, E., Thomidis, T., Grout, B., Zakynthinos, G. and Tsiouridis, C., 2009. Methods to improve the rooting of hardwood cuttings of the 'Gisela 5' cherry rootstock. *Hort Technology*, 19(2): 254-259.
 - Hakeem Kontoh, I., 2016. Effect of growth regulators and soil media on the propagation of *Voacanga africana* stem cuttings. *Agroforestry Systems*, 90: 479-488.
 - Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. and Geneve, R.L., 1997. *Plant Propagation Principles and Practices*. Prentice Hall Eng. Cliffs Press, New Jersey, 115p.
 - Husen, A. and Pal, M., 2007. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. F. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. *New Forests*, 33: 309-323.
 - İsfendiyaroğlu, M., Özeker, E. and Başer, S., 2009. Rooting of 'Ayvalik' olive cuttings in different media. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(1): 165-172.
 - Jazirehi, M.H. and Ebrahimi Rostaghi, M., 2003. *Silviculture in Zagros*. University of Tehran Press, Tehran, 560p (In Persian).
 - Koyuncu, F. and Senel, E., 2003. Rooting of black mulberry (*Morus nigra* L.) hardwood cuttings. *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 4: 83-86.
- به‌سزایی دارد و سبب تمایز سلولی، تجزیه نشاسته، تنظیم بیان ژن و حرکت کربوهیدرات‌ها و عناصر تغذیه‌ای به انتهای قلمه می‌شود، ولی در غلظت‌های بیشتر، نقش بازدارنده را دارد (Ahmadloo *et al.*, 2016).
- اکسین ارتباط بین IAA درونی و اسیدهای آمینه را به‌وجود می‌آورد که سبب سنتز پروتئین‌های خاص ضروری برای تشکیل ریشه‌های اولیه می‌شود. Sulusoglu و Cavusoglu (۲۰۱۰) غلظت ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA را بر ریشه‌زایی، تعداد ریشه و طول ریشه *Prunus laurocerasus* L. مناسب گزارش کردند. در پژوهش پیش‌رو هر چه غلظت اکسین بیشتر شد، از مطلوبیت تمامی مشخصه‌های مورد مطالعه کاسته شد. غلظت زیاد هورمون‌های ریشه‌زایی ممکن است اثر بازدارنده داشته باشد که در گونه‌های مختلف، این آستانه متفاوت است. غلظت زیاد اکسین سبب افزایش مداوم تقسیم سلولی می‌شود و سبب اختلال متابولیک، ریزش برگ، کاهش رشد و تنش در قسمت بالای قلمه می‌شود (Thimann, 2008).
- در این پژوهش، علاوه بر کاهش درصد ریشه‌زایی در غلظت‌های بیشتر از ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اکسین، مشخصه‌های رشد، وزن خشک و کلروفیل نیز کاهش یافت که نشان می‌دهد این غلظت‌ها برای گیاه شرایط نامطلوبی را ایجاد کرده بود. با توجه به کسب ۶۳ درصد ریشه‌زایی، لازم است این گونه از طریق قلمه سخت در آذر با تیمار غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌منظور تکثیر تجاری تولید شود.

References

- Ahmadloo, F., Tabari Kouchaksaraei, M. and Goodarzi, Gh.R., 2016. Effects of IBA, bacterial and mycorrhizal treatments on the rooting of *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark cuttings. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(2): 344-355 (In Persian).
- Alizadeh, A., 2004. *The Relationship of Water, Soil and Plant*. 4th Edition, Imam Reza Press, Mashhad, 470p (In Persian).
- Aslmoshtaghi, E. and Shahsavari, A.R., 2010.

- Sohrabi, S.R., Sagheb Talebi, K.H. and Khademi, K., 2009. Site demands and some silvicultural characteristic of Caucasian false walnut (*Pterocarya fraxinifolia* Spach.) in Lorestan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(3): 343-353 (In Persian).
- Sulusoglu, M. and Cavusoglu, A., 2010. Vegetative propagation of Cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) using semi-hardwood cuttings. African Journal of Agricultural Research, 5(23): 3196-3202.
- Tajbakhsh, M., Korkan, M. and Ghiyasi, M., 2009. Effect of timing on callus formation and rooting ability in IBA treated hardwood stem cuttings of Persian walnut, hazelnut and apple. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37(1): 103-107.
- Thimann, K.V., 2008. Auxin and the inhibition of plant growth. Biological Reviews, 14: 314-337.
- Tspouridis, C., Thomidis, T. and Michailides, Z., 2005. Influence of some external factors on the rooting of GF677 peach and nectarine shoot hardwood cuttings. Australian Journal of Experimental Agriculture, 45(1): 107-113.
- cuttings. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 11: 53-57.
- Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b in leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591-592.
- Özyurt, K.I., Akca, Y. and Demirsoy, H., 2012. Propagation of some mahaleb genotypes (*Prunus mahaleb* L.) and reference rootstock SL64 with cuttings. Scientific Journal of Gaziosmanpaşa University, 1: 90-96.
- Sabeti, H., 2008. Forests, Trees and Shrubs of Iran. Yazd University Press, Yazd, 886p (In Persian).
- Sándor, G., Bodor, P., Jócsák, I., Brunori, A., Tóth, M. and Végvári, G., 2010. Hardwood cuttings preparation timing and effect on the IBA uptake and metabolism in *Prunus* rootstocks. Propagation Ornamental Plants, 10(2): 75-80.
- Selby, C. and Kennedy, S.J., 1992. Adventitious root formation in hypocotyl cuttings of *Picea sitchensis*: the influence of plant growth regulators. New Phytologist, 120: 453-457.

Effect of collection time and auxin treatments on the rooting and seedling production of hardwood cuttings of mahaleb cherry (*Cerasus mahaleb* L.)

G.R. Goodarzi^{1*}, V. Payam Nour², M. Jafari³ and A. Aliarab⁴

1* - Corresponding author, Ph.D Student Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan, Iran. E-mail: goodarzi44@yahoo.com

2- Associate Prof., Department of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan, Iran

3- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4- Assistant Prof., Department of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Forest Sciences, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan, Iran

Received: 22.10.2016

Accepted: 15.01.2017

Abstract

Mahaleb cherry (*Cerasus mahaleb* L.) is endangered due to its limited ecological distribution, weak natural regeneration and seedling propagation problems. In order to determine suitable methods for rooting and seedling production of *C. mahaleb* by hardwood cuttings with treatments of auxin in November and March, an experiment was carried out in a complete randomized design. Treatments were application of Indole Butyric Acid (IBA) at concentrations (0 as control, 500, 1000, 2000, 3000, 5000, and 8000 mg l⁻¹) and Naphtaline Acetic Acid (NAA) at concentrations (0 as control, 500, 1000, 2000, 3000 and 4000 mg l⁻¹). After rooting, rooted cuttings were transferred to the field condition in pure rows with 70 cm distance. After one season of growth, five seedlings were excluded of the substrate and assessed for characteristics. Results showed that concentration of 2000 mg l⁻¹ IBA and 1000 mg l⁻¹ NAA in both of November and March are the best treatments for the percentage of rooting, total seedling dry weight, root area, leaf area, height, relative water content, and chlorophyll characteristics. High auxins concentration caused a decrease in all the characteristics studied. Percentage of rooting and chlorophyll were significantly higher in November than to March in auxin treatments. It is concluded dipping in 2000 mg l⁻¹ IBA is the best treatment for rooting of its hardwood cuttings.

Keywords: Chlorophyll, hormones, leaf area, root area.