مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال نهم، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۶
ص ۵۴۱-۵۵۳

تأثیر نوع بافت قلمه و تیمار هورمونی در ترکیب با مواد کمک‌ریشه‌زا بر صفات ریشه‌زایی سرخدار (*Taxus baccata* L.)

مهناز کریمی[1*] و حسین مرادی[1]

[1] استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۳)

چکیده

سرخدار از گونه‌های بومی ارزشمند با کاربرد بسیار وسیع در فضای سبز است. به‌منظور بررسی تاثیر نوع بافت قلمه (چوب نرم، نیمه‌سخت و سخت) و میزان هورمون ایندول بوتیریک اسید (۰،۵۰۰،۲۵۰۰،۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در ترکیب با مواد کمک‌ریشه‌زا (پراکسید هیدروژن سه درصد و پوترسین یک میلی‌مولار)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار به‌اجرا درآمد. پس از پنج ماه از زمان قلمه‌گیری، درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه، طول بزرگ‌ترین ریشه، تعداد دسته‌های برگچه‌ای، کلروفیل کل، فنل کل و تعداد قلمه‌های کالوس‌زده بررسی شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده اثر نوع بافت، تیمار و برهمکنش آنها بر بیشتر صفات مورد ارزیابی معنی‌دار بود. ایندول بوتریک اسید (IBA) ۵۰۰۰ + پراکسید هیدروژن ۳ درصد بهترین تیمار در افزایش درصد ریشه‌زایی، تعداد ریشه، طول ریشه و تولید دسته‌های برگچه‌ای در قلمه‌های نیمه‌سخت بود و مقدار فنل کل در قلمه‌های نیمه‌سخت کمتر از قلمه‌های نرم بود. در تیمار شاهد، قلمه‌ها کالوس تولید کردند، اما ریشه‌زایی صورت نگرفت. در بین مواد کمک‌ریشه‌زا، پراکسید هیدروژن در مقایسه با پوترسین بهتر عمل کرد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده استفاده از IBA در غلظت‌های زیاد به‌همراه استفاده از پراکسید هیدروژن برای تسهیل در ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌سخت سرخدار، به‌دلیل برتری معنی‌دار نسبت به شاهد توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ریشه‌زایی، سرخدار، فنل کل، قلمه، هورمون.

مقدمه

سرخدار (*Taxus baccata*) از درختان جنگلی همیشه‌سبز شمال ایران است که مصارف زینتی نیز دارد و گونه‌ای کندرشد با دیرزیستی بسیار طولانی است (Plaisance, 1979; Konemann, 2006). تاکسول استخراج‌شده از درختان سرخدار در درمان تومورهای سرطانی به‌کار می‌رود و اهمیت دارویی این گیاه، در سه دههٔ گذشته علاقه مندی بسیاری از محققان را به خود جلب کرده و شرکت‌های بزرگ در آمریکا و اروپا به تکثیر و پرورش این گونه به‌منظور استخراج تاکسول پرداخته‌اند (Hamada et al., 1996; Kongsen, 2004). بهره‌برداری غیرقانونی و قطع درختان سرخدار با توجه به رشد خیلی کند و بذرآوری طولانی و نامنظم، زیستگاه‌های طبیعی آن را به‌شدت تهدید می‌کند و به همین دلیل در فهرست گونه‌های در معرض خطر انقراض جهان قرار گرفته است. در بیشتر کشورهایی که این درخت انتشار دارد، آن را در دستهٔ گیاهان حفاظتی قرار داده‌اند (Mosadegh, 2004).

* نویسندهٔ مسئول
شماره تماس: ۰۹۸۹۱۱۵۷۰۱۰۷۰+
ایمیل: karimi@sanru.ac.ir

درختان سرخدار از ۳۰ سالگی شروع به تولید بذر می‌کنند (Dallimore & Jackson, 1967). بذرها از قوهٔ نامیهٔ خوبی برخوردارند، اما دورهٔ خفتگی بسیار طولانی تا حدود یک سال دارند و سبز شدن آن به‌طور معمول بیش از یک سال به‌طول می‌انجامد (Chadwick & Dallimore, 1976). زادآوری این گیاه در جنگل‌ها نادر است و به‌علت رشد بسیار کند، نهال‌ها نمی‌توانند به‌طور طبیعی رشد کنند و بیشتر مورد چرای دام یا وحوش قرار می‌گیرند (Habibi & Lesani, 1364)؛ بنابراین شناخت روش‌های تکثیر غیرجنسی این گیاهان به‌منظور تولید انبوه نهال‌های آنها اهمیت ویژه‌ای دارد. تکثیر غیرجنسی به‌عنوان برنامهٔ حفاظت از ذخایر ژنتیکی گیاهان به‌کار می‌رود. پژوهش دربارهٔ روش‌های ازدیاد گونه‌های مهم و باارزش بومی به‌ویژه از طریق قلمه که صفات ژنی پایه‌های مادری به‌طور کامل منتقل می‌شود، از گام‌های اساسی برای حفاظت و توسعهٔ این گیاهان است. استفاده از قلمه‌های سخت، نیمه‌سخت و نرم، تهیهٔ قلمه در زمان مناسبی از دورهٔ رشد سالانهٔ گیاه مادری، مناسب بودن دما و رطوبت محیط ریشه‌زایی قلمه، استفاده از بستر کاشت مطلوب، انجام برخی تیمارها پیش یا پس از تهیهٔ قلمه، کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و یافتن غلظت بهینهٔ این مواد، از عوامل مهمی‌اند که برای افزایش ریشه‌زایی قلمه باید به‌دقت لحاظ شوند (Hartman et al., 1997). از مهم‌ترین موارد استفاده از اکسین‌ها، کاربرد آنها در زودتر تشکیل شدن ریشه‌های نابجا در قلمه‌های ساقه است. در پژوهش روی قلمه‌های صنوبر (*Populus deltoides*) و کبوده (*Populus nigra*)، بیشترین درصد ریشه‌زایی در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید مشاهده شده است (Karimi & Maleki, 2015). استفاده از ایندول بوتیریک اسید سبب تسریع در ریشه‌زایی قلمه‌های نرم و سخت ارس خزنده (*Juniperus horizontalis*) می‌شود (Karimi & Shiri, 2015). کاربرد اکسین‌های طبیعی یا مصنوعی لازمهٔ آغازش ریشه‌های نابجا در قلمه‌های ساقه است و تقسیم اولین یاخته‌های آغازندهٔ ریشه به‌وجود اکسین بستگی دارد. در پژوهشی نقش فیتوهورمون‌های گیاهی مانند اسید جیبرلیک، ایندول ۳- استیک اسید، ایندول بوتیریک اسید و نفتالین استیک اسید در ریشه‌زایی قلمه‌های سرخدار بررسی شد. بیشترین درصد ریشه‌زایی در قلمه‌هایی مشاهده شد که با غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید تیمار شده بودند (Singh, 2006). در بررسی ساختار تشریحی ریشه‌زایی و نیز علل سخت ریشه‌دهی در قلمه‌های سرخدار هورمون ایندول بوتیریک اسید ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در افزایش درصد ریشه‌زایی مؤثر بود (Assareh et al., 2007). نتایج بررسی روی قلمه‌های نرم و سخت درخت انجیلی (*Parotia persica*) نشان داد که نوع قلمه تأثیر معنی‌داری در ریشه‌زایی دارد. در این تحقیق قلمه‌های تهیه‌شده از شاخه‌های نرم، ریشه‌دار شدند (Karimi & Yaghobi, 2016). ترکیب تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی با مواد کمک‌ریشه‌زا[1] (مانند پوترسین، پراکسید هیدروژن و پاکلوبوترازول) درصد ریشه‌زایی را در برخی گیاهان افزایش داد (Khattak &Wahab, 2001; Ramazani Malakroudi et al., 2005). مواد کمک‌ریشه‌زا یا کوفاکتورهای ریشه‌زایی، به‌طور طبیعی در گیاهان وجود دارند و به‌ظاهر به‌صورت همساز با ایندول بوتیریک اسید عمل می‌کنند (Khoshkhooy, 2012). در قلمهٔ سخت زیتون غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA در ترکیب با پراکسید هیدروژن ۳/۵ درصد بیشترین تأثیر را در ریشه‌زایی داشت (Attarzadeh et al., 2017). با توجه به اهمیت درخت سرخدار به‌عنوان گونهٔ بومی و در حال انقراض، تکثیر رویشی آن به‌منظور تولید انبوه حائز اهمیت

[1] Rooting-cofactors

است. این تحقیق اولین تجربه در مورد استفاده از مواد کمک‌ریشه‌زا، غلظت‌های زیاد هورمون ایندول بوتیریک اسید و مقایسهٔ نوع بافت قلمهٔ سرخدار در ایران است.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

قلمه‌ها از درختان سرخدار واقع در روستای کارمزد شهر سوادکوه به‌دست آمدند. این روستا در ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا در ۵۲ درجه و ۵۲ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵ دقیقهٔ عرض شمالی واقع شده است.

شیوه اجرای پژوهش

به‌منظور بررسی نقش تیمار هورمونی در ترکیب با مواد کمک‌ریشه‌زا، در بهبود صفات ریشه‌زایی در قلمه‌های نرم، نیمه‌سخت و سخت سرخدار آزمایشی به‌صورت فاکتوریل دوعامله در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار (هر تکرار با ۱۵ قلمه) به‌اجرا درآمد. فاکتور اول شامل نوع بافت قلمه در سه سطح (نرم، نیمه‌سخت و سخت) و فاکتور دوم شامل تیمارهای ریشه‌زایی (غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید در ترکیب با پراکسید هیدروژن ۳ درصد و پوتریسین یک میلی‌مولار) در ۱۰ سطح بود (جدول ۱). طول قلمه‌ها ۲۰-۱۰ سانتی‌متر بود. برگ‌های پایینی حذف شدند و انتهای قلمه‌ها در تیمارهای مختلف هورمونی به‌صورت فروبری سریع به‌مدت ۵ ثانیه قرار گرفتند (Hartman et al., 1997). سپس به‌مدت ۳۰ ثانیه در داخل مواد کمک‌ریشه‌زا قرار گرفتند. پس از تیمار، قلمه‌ها به داخل گلدان‌های پلاستیکی (با قطر دهانهٔ ۲۰ سانتی‌متر) حاوی پرلیت+پیت (به‌نسبت حجمی مساوی) منتقل شدند. به‌منظور جلوگیری از شیوع بیماری‌های قارچی بستر ریشه‌زایی با قارچ‌کش بنومیل یک در هزار ضدعفونی شد. در طول آزمایش نیز ضدعفونی هر ماه دو بار انجام می‌گرفت. گلدان‌ها در گلخانهٔ شیشه‌ای با دامنهٔ دمایی ۱۸ تا ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰- ۸۵ درصد قرار گرفتند. از سیستم مه‌پاش نوبتی به‌منظور آبیاری قلمه‌ها و افزایش رطوبت محیط استفاده شد. قلمه‌ها پنج ماه پس از اعمال تیمار به‌آرامی از بستر ریشه‌زایی خارج شدند و پس از حذف بقایای مواد بستر از روی قلمه‌ها، طول ریشه، درصد ریشه‌زایی، درصد قلمه‌های کالوس‌زده، تعداد دسته‌های برگچه‌ای، تعداد ریشه، کلروفیل کل و فنل کل ثبت شد. درصد ریشه‌زایی براساس نسبت تعداد قلمه‌های ریشه‌دار به کل قلمه‌ها محاسبه شد (Ramazani Malakroudi et al., 2005). به‌منظور اندازه‌گیری مقدار محتوای کلروفیل، نیم میلی‌گرم از بافت برگ در هشت میلی‌لیتر متانول ۱۰۰ درصد به‌مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس مقدار جذب با استفاده از دستگاه اسپکترومتری (UNICO,UV-2100,USA) در دو طول موج ۶۵۲ و ۶۶۵ نانومتر قرائت شد (Porra et al., 1989). بیشترین طول ریشه با کولیس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فنل کل نیم میلی‌لیتر عصارهٔ برگ به‌دست‌آمده با پنج میلی‌لیتر فولین سیوکالتیو (یک به ده رقیق‌شده با آب مقطر) مخلوط و ۴ میلی‌لیتر کربنات سدیم یک مولار اضافه شد. محلول حاصل پس از ۱۵ دقیقه قرار گرفتن در تاریکی در طول‌موج ۷۶۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر خوانده شد. در نهایت داده‌ها با استفاده از منحنی استاندارد برحسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱ گرم عصارهٔ خشک بیان شد.

روش تحلیل

داده‌های حاصل برای فاکتورهای مختلف در طول آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD (حداقل تفاوت معنی‌دار) تجزیه‌وتحلیل شدند.

جدول ۱- ترکیب تیمارهای هورمونی و مواد کمک‌ریشه‌زا (IBA میلی‌گرم در لیتر، H_2O_2 ۳ درصد، پوترسین ۱ میلی‌مولار)

T0	تیمار شاهد	T5	IBA ۲۵۰۰+ پوترسین
T1	H_2O_2 +۵۰۰ IBA	T6	IBA ۵۰۰۰+ پوترسین
T2	H_2O_2 +۲۵۰۰ IBA	T7	IBA ۵۰۰
T3	H_2O_2 +۵۰۰۰ IBA	T8	IBA ۲۵۰۰
T4	IBA ۵۰۰+ پوترسین	T9	IBA ۵۰۰۰

نتایج

نتایج این پژوهش حاکی از نقش مؤثر نوع بافت بر صفات ریشه‌زایی سرخدار بود، به‌طوری‌که پنج ماه پس از قلمه‌گیری و بررسی صفات مربوط به ریشه‌زایی، قلمه‌های سخت ریشه‌دار نشده بودند. به‌دلیل نبود ریشه‌زایی در قلمه‌های سخت، داده‌های مربوط به قلمهٔ نرم و نیمه‌سخت، تجزیه‌وتحلیل آماری شد.

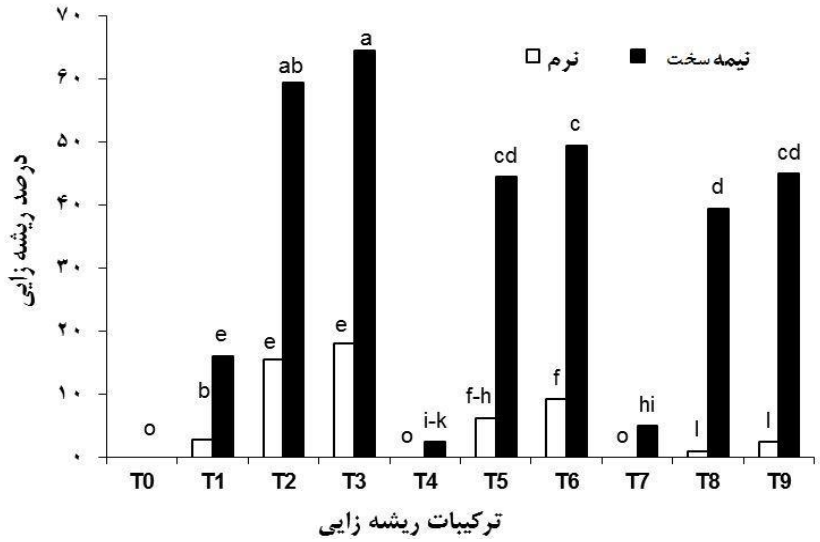
درصد ریشه‌زایی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد اثر نوع بافت (نرم و نیمه‌سخت)، تیمار و برهمکنش آنها بر درصد ریشه‌زایی معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) بود (جدول ۲). بیشترین درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های نیمه‌سخت مشاهده شد. ریشه‌زایی در غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA در ترکیب با سه درصد پراکسید هیدروژن (T3) در قلمه‌های نیمه‌سخت در بیشترین درصد (۶۴) بود (شکل ۱). تفاوت معنی‌داری بین این تیمار با غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم IBA در ترکیب با پراکسید هیدروژن (T2) وجود نداشت. در قلمه‌های چوب نرم نیز، بیشترین درصد ریشه‌زایی با میانگین ۱۸ درصد، مربوط به تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA در ترکیب با ۳ درصد پراکسید هیدروژن (T3) بود. در قلمه‌های نرم و نیمه‌سخت تیمارنشده (شاهد) ریشه‌زایی صورت نگرفت. تیمار پوترسین تأثیر کمتری نسبت به غلظت ۳ درصد پراکسید هیدروژن داشت. با این حال اثر این ماده در ریشه‌زایی، در مقایسه با قلمه‌هایی که تنها با غلظت‌های مختلف ایندول بوتریک اسید تیمار شده بودند، معنی‌دار بود (شکل‌های ۱ و ۲).

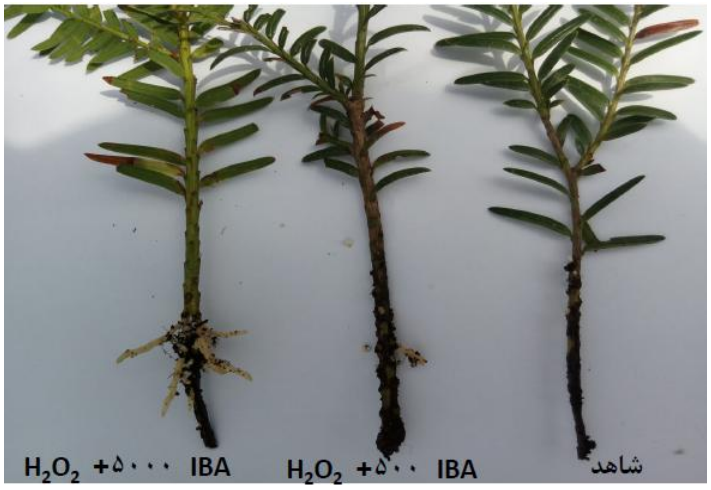
جدول ۲- تجزیهٔ واریانس صفات مورد بررسی در قلمه‌های نیمه‌سخت و نرم سرخدار

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات صفات						
		درصد ریشه‌زایی	درصد قلمه‌های کالوس‌زده	طول بزرگ‌ترین ریشه	تعداد ریشه	تعداد دسته‌های برگچه‌ای	محت ای کلروفیل	فنل کل
تیمار (A)	۹	۱۸۲۲/۷۸**	۳۳۶/۶۷**	۹۰۴/۶۸**	۱۴/۹۰**	۸/۲۲**	۳۳/۳۷**	۴/۳۰**
بافت (B)	۱	۱۴۶۶۱/۱۱**	۱۶۰۲/۰۵**	۹۵۴۸/۴۵**	۱۳۲/۶۱**	۳۱/۲۵**	۸۲/۰۱**	۱/۰۵**
A*B	۹	۷۴۳/۵۸**	۵۵/۱۶**	۷۹۲/۸۶**	۱۰/۳۹**	۵/۰۲**	۱/۳۷^{ns}	۰/۰۸*
خطا	۵۹	۱/۱۱	۱/۰۰	۶/۵۸	۰ ۱	۰/۱۷	۱/۰۶	۰/۰۳۳
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۵۵	۶/۶۵	۲۱/۳۴	۱۶/۳۲	۱ ۸۵	۱۰/۵۵	۹/۷

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ^{ns} نبود تفاوت معنی‌دار



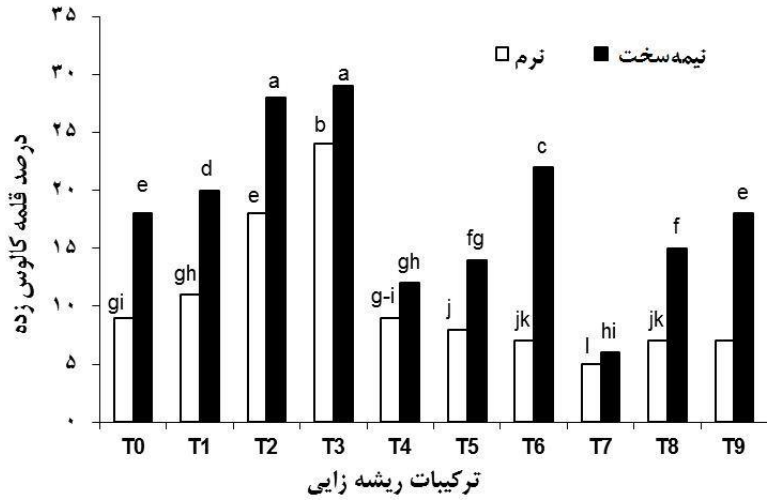
شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و مواد کمک‌ریشه‌زا بر درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های نیمه‌سخت و نرم سرخدار. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل ۲- مقایسهٔ ریشه‌زایی در برخی قلمه‌های تیمارشده و شاهد

درصد قلمه‌های کالوس‌زده

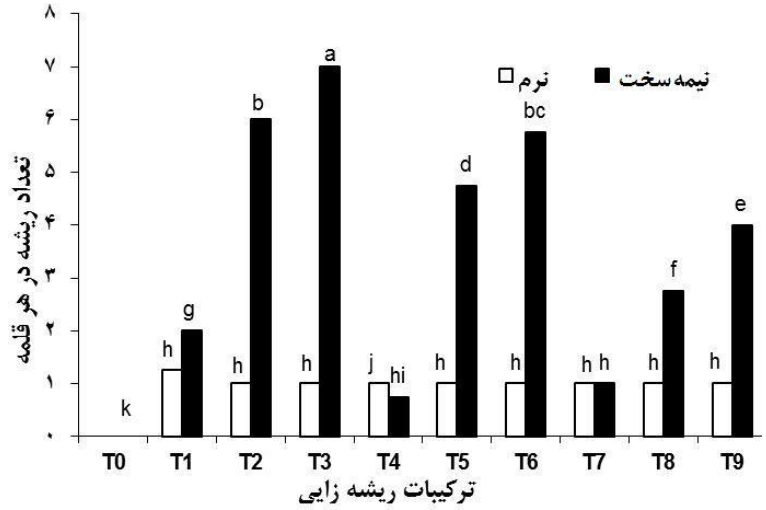
پس از پنج ماه اعمال تیمار، در برخی قلمه‌هایی که ریشه تولید نشده بود، کالوس وجود داشت. براساس جدول تجزیهٔ واریانس، اثر تیمار، نوع بافت و برهمکنش آنها بر درصد کالوس‌زایی نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). قلمه‌های نرم و نیمه‌سخت در تیمار شاهد (T0) نیز کالوس تولید کرده بودند که این مقدار برای قلمه‌های نرم و نیمه‌سخت به‌ترتیب ۹ و ۱۸ درصد بود. مقایسهٔ میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌همراه ۳ درصد پراکسید هیدروژن (T3) روی قلمه‌های نیمه‌سخت و نرم به‌ترتیب با ۲۹ و ۲۴ درصد دارای بیشترین تأثیر بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و مواد کمک‌ریشه‌زا بر درصد قلمه‌های کالوس‌زده در قلمه‌های نیمه‌سخت و نرم سرخدار. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

تعداد ریشه در هر قلمه

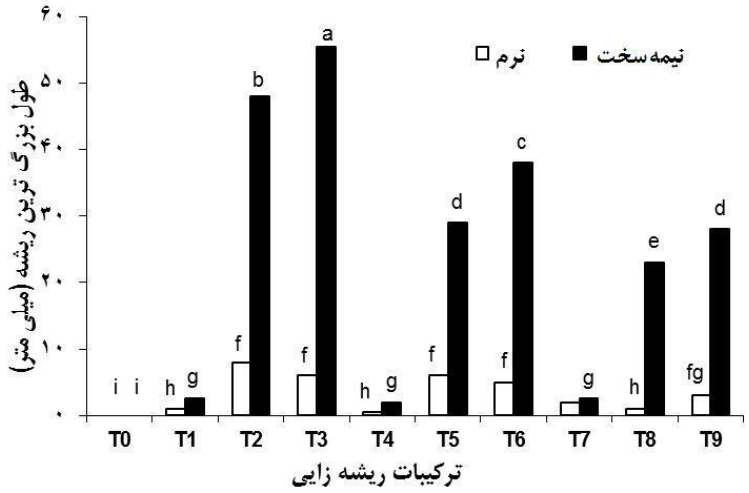
نتایج حاصل از اثر تیمار، بافت و برهمکنش آنها بر تعداد ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد ریشه (هفت عدد) مربوط به قلمه‌های نیمه‌سخت بود که با ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌همراه ۳ درصد پراکسید هیدروژن (T3) تیمار شده بودند (شکل ۳). تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌همراه ۳ درصد پراکسید هیدروژن (T2) و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA به‌همراه ۱ میلی‌مولار پوترسین (T6) در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. در قلمه‌های نرم که با غلظت‌های مختلف هورمونی و مواد ریشه‌زا تیمار شده بودند، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در بین غلظت‌های مختلف هورمون ایندول بوتیریک اسید کمترین تعداد ریشه مربوط به تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (شکل ۴).



شکل ۴- اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و مواد کمک‌ریشه‌زا بر تعداد ریشه در قلمه‌های نیمه‌سخت و نرم سرخدار. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

طول بزرگ‌ترین ریشه

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس اثر تیمارهای مختلف و بافت قلمه حاکی از معنی‌دار بودن بافت، تیمار و برهمکنش آنها بر طول ریشه است. بیشترین طول ریشه در همهٔ قلمه‌های تیمارشده مربوط به قلمه‌های نیمه‌سخت بود، به‌طوری‌که بزرگ‌ترین طول ریشه با میانگین ۵۵ میلی‌متر مربوط به قلمه‌های تیمارشده با ۵۰۰۰ ایندول بوتیریک اسید و ۳ درصد پراکسید هیدروژن (T3) بود. در تیمار ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA با ۳ درصد پراکسید هیدروژن نیز طول ریشه در مقایسه با دیگر تیمارها بیشتر بود (T2). تیمار پوترسین در ترکیب با ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ IBA نیز تأثیر معنی‌داری بر این صفت داشته است (T5 و T6). کمترین طول ریشه در غلظت‌های ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید به‌تنهایی یا در ترکیب با مواد کمک‌ریشه‌زا مشاهده شد (شکل ۵).



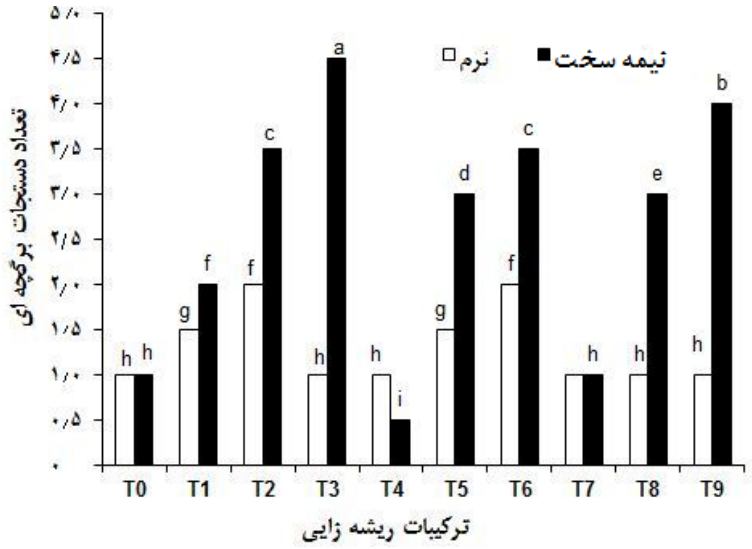
شکل ۵- اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و مواد کمک‌ریشه‌زا بر طول بزرگ‌ترین ریشه در قلمه‌های نیمه‌سخت و نرم سرخدار. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

تعداد دستجات برگچه‌ای

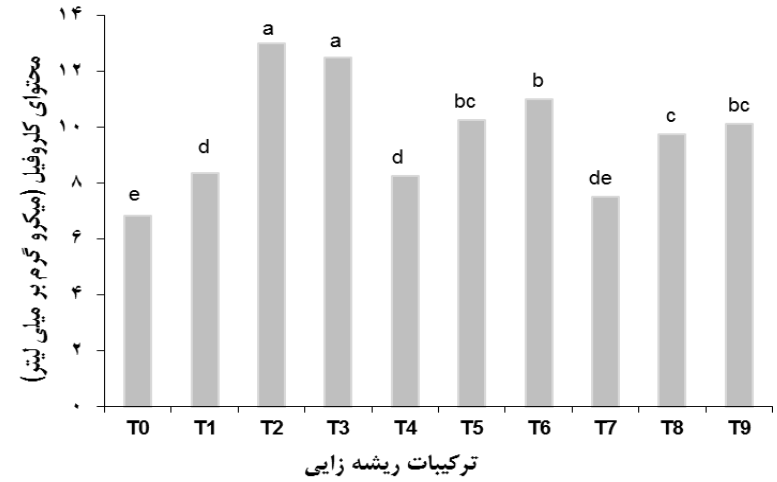
بررسی تعداد برگچه‌های ظاهرشده در قلمه‌های نرم و نیمه‌سخت تیمارشده با مواد هورمونی و کمک‌ریشه‌زا نشان داد که بافت قلمه و ترکیبات هورمونی و کمکی در تولید دسته‌های برگچه‌ای مؤثر است (شکل ۶). بیشترین تعداد برگ ظاهرشده مربوط به قلمه‌های نیمه‌سخت بود. در بین تیمارهای مورد استفاده نیز ایندول بوتیریک اسید ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نقش مؤثرتری در تولید برگ داشته است. بیشترین تعداد دسته‌های برگچه‌ای در قلمه‌های نیمه‌سخت تیمارشده با ۵۰۰۰ ایندول بوتیریک اسید و ۳ درصد پراکسید هیدروژن (T3) مشاهده شد (شکل ۶).

محتوای کلروفیل برگ

اثر نوع بافت و تیمار هورمونی بر محتوای کلروفیل برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، اما برهمکنش آنها معنی‌دار نبود. بیشترین محتوای کلروفیل مربوط به تیمار ۲۵۰۰ ایندول بوتیریک اسید و ۳ درصد پراکسید هیدروژن (T2) بود. تفاوت معنی‌داری بین تیمار مذکور و ۵۰۰۰ ایندول بوتیریک اسید و ۳ درصد پراکسید هیدروژن مشاهده نشد (شکل ۷). بیشترین محتوای کلروفیل با میانگین ۱۰/۷۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر مربوط به قلمه‌های نیمه‌سخت و کمترین آن با میانگین ۸/۷۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر مربوط به قلمه‌های نرم بود.



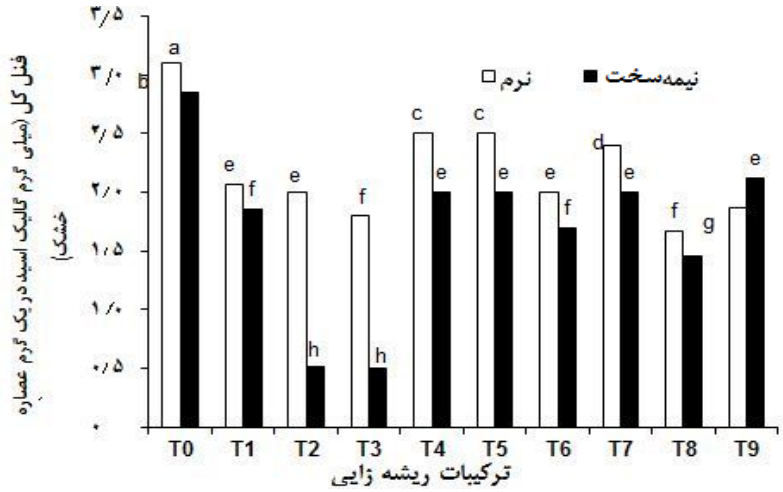
شکل ۶- اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و مواد کمک‌ریشه‌زا بر تعداد دستجات برگچه‌ای در قلمه‌های نیمه‌سخت و نرم سرخدار. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۷- اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و مواد کمک‌ریشه‌زا بر محتوای کلروفیل.
میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

فنل کل

براساس جدول تجزیهٔ واریانس اثر تیمارهای مختلف و بافت قلمه در سطح احتمال ۱ درصد و برهمکنش آنها در سطح احتمال۵ درصد بر مقدار فنل کل معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین فنل کل در تیمار شاهد و کمترین آن در قلمه‌های نیمه‌سخت تیمارشده با ۵۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید در ترکیب با پراکسید هیدروژن ۳ درصد مشاهده شد (T1، T2). در تمامی تیمارها مقدار فنل کل در قلمه‌های نرم بیشتر از قلمه‌های نیمه‌سخت بود (شکل ۸).



شکل ۸- اثر غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید و مواد کمک‌ریشه‌زا بر فنل کل در قلمه‌های ریشه‌دارشدهٔ نیمه‌سخت و نرم سرخدار. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بحث

گیاهان بومی، عناصر گیاهی باارزش و ذخایر ژنتیکی گیاهی کشورند. بنابراین شناخت عوامل مؤثر در ازدیاد سریع این گیاهان می‌تواند در تولید انبوه آنها کارامد باشد. سرخدار از گیاهان سخت‌ریشه‌زاست که به‌طور معمول بدون استفاده از هورمون درصد ریشه‌زایی قلمه‌های آن کاهش می‌یابد (Konman, 2006; Assareh et al., 2007). ریشه‌زایی، فرایند ریخت‌زایی پیچیده و شامل چرخهٔ متابولیسمی بزرگ است. اگرچه اکسین‌ها عوامل اولیهٔ دخیل در القای ریشه‌زایی هستند، عوامل درون‌زا و برون‌زای دیگر نیز فرایند تشکیل ریشه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. گزارش شده است عواملی مانند غلظت محیط پایه، مواد مغذی کربوهیدراتی، مواد کمک‌ریشه‌زا، نور، تاریکی و درجهٔ حرارت از عوامل مؤثر در ریشه‌زایی‌اند. ایندول بوتیریک اسید از گروه هورمون‌های اکسینی است که برای تحریک ریشه‌زایی قلمه‌های گروه وسیعی از گونه‌های گیاهی استفاده می‌شود (Khoshkhoo, 2012). علت اثر مثبت این تنظیم‌کنندهٔ رشد بر ریشه‌زایی را نقش مؤثر آن در القای آغازنده‌های ریشه، تحریک تقسیم سلولی، افزایش انتقال کربوهیدرات به انتهای قلمهٔ ریشه‌دارشده، تسریع در آغازیدن ریشه و یکنواختی ریشه‌دهی است (Hartmann et al., 1997). مطابق با نتایج آزمایش حاضر در پژوهش‌های متعددی روند افزایش درصد ریشه‌زایی طی تیمار هورمونی و استفاده از مواد کمک‌ریشه‌زا گزارش شده است. بررسی ریشه‌زایی قلمه‌های نیمه‌سخت شیشه‌شور نشان داد که با افزایش مقدار IBA از ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه در هر قلمه افزایش می‌یابد (Singh, 1992). در گزارش‌های مختلفی استفاده از مواد کمک‌ریشه‌زا سبب افزایش درصد ریشه‌زایی شده است (Khattak & Wahab, 2001; Attarzadeh et al., 2017). ترکیب تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی با مواد کمک‌ریشه‌زا (پراکسید هیدروژن و پاکلوبوترازول) درصد ریشه‌زایی را در برخی گیاهان افزایش داده است (Khattak & Wahab, 2001; Ramazani Malakroudi, 2005). نتایج آزمایش حاضر نشان داد که استفاده از تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید در ترکیب با ۳ درصد پراکسید هیدروژن مؤثرترین تیمار در بهبود صفات

ریشه‌زایی در سرخدار بوده است. در پژوهشی روی قلمه‌های شیشه‌شور (*Callistemon viminalis*) غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تأثیر معنی‌داری در درصد و تسریع زمان ریشه‌زایی داشت، به‌طوری که درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های نرم و سخت به‌ترتیب ۶۲ و ۹۰ درصد بود (Karimi & siavashy, 2016). در سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) قلمه‌های نرم انتهایی در مدت زمان کوتاه‌تری ریشه‌دار شدند. بهترین ریشه‌زایی در قلمه‌هایی مشاهده شد که با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتریک اسید تیمار شده بودند. درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های چوب نیمه‌سخت ۷۸ درصد و در قلمهٔ چوب نرم ۹۰ درصد بود (Karimi & Kafi, 2015). در آزمایش حاضر ترکیب ایندول بوتیریک اسید سبب افزایش تعداد ریشه در قلمه‌های نرم و نیمه‌خشبی شد و بیشترین تعداد ریشه مربوط به قلمه‌های تیمارشده با ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA با ۳ درصد پراکسید هیدروژن به‌دست آمد. در پژوهشی روی درخت انجیلی نیز استفاده از هورمون ایندول بوتیریک اسید موجب افزایش تعداد ریشه در قلمه‌های نرم شد (Karimi & Yaghobi, 2016). نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است، قلمه‌هایی که دارای بیشترین تعداد ریشه بودند، تولید برگ بیشتری داشتند که احتمالاً به‌دلیل جذب بهتر آب، تولید برگ بیشتری اتفاق افتاد. بررسی‌های اندکی در مورد نقش فنل درون‌زاد بر ریشه‌زایی وجود دارد. در پژوهشی روی ریشه‌زایی سه رقم زیتون، بیشترین فنل کل در رقم سخت‌ریشه‌زا مشاهده شد و کمترین آن مربوط به رقمی بود که دارای درصد ریشه‌زایی بیشتری بود (Aslmoshtaghi & Shahsavar, 2005). در نتایج حاصل از آزمایش حاضر نیز کمترین فنل کل مربوط به تیمارهایی بود که دارای بیشترین درصد ریشه‌زایی بودند. در مقدار کلروفیل کل برهمکنش تیمار و نوع قلمه معنی‌دار نبود، اما اثر سادهٔ تیمار و نوع قلمه بر محتوای کلروفیل معنی‌دار بود. تمامی تیمارهای به‌کاررفته موجب حفظ کلروفیل برگ شدند و تیمارهایی که بیشترین تعداد ریشه را داشتند، دارای بیشترین کلروفیل بودند که احتمالاً به‌دلیل جذب بهتر آب، زرد شدن و تجزیهٔ کلروفیل برگ‌ها صورت نگرفت.

در بررسی انجام‌گرفته روی قلمه‌های زیتون استفاده از غلظت ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ایندول بوتیریک اسید به‌همراه ۳/۵ درصد پراکسید هیدروژن تأثیر معنی‌داری در افزایش درصد ریشه‌زایی داشته است (Attarzadeh et al., 2017). اثر پوترسین روی ریشه‌زایی گونه‌های گیاهی کاملاً متفاوت است. پوترسین در ترکیب با IBA ریشه‌زایی فندق را بهبود بخشید (Hartmann et al., 1997). به‌نظر می‌رسد افزایش ریشه‌زایی توسط این مواد فقط در حضور اکسین اتفاق می‌افتد (Hartmann et al., 1997). در پژوهش حاضر تیمار پوترسین نیز اثر معنی‌داری در بهبود صفات ریشه‌زایی، به‌ویژه افزایش درصد ریشه‌زایی در مقایسه با تیمار شاهد داشت. در این آزمایش قلمه‌های سخت ریشه‌دار نشدند و بیشترین درصد ریشه‌زایی در قلمه‌های نیمه‌سخت مشاهده شد. در برخی گیاهان قلمه‌های چوب نرم و در شماری دیگر قلمه‌های چوب سخت یا نیمه‌سخت برای ریشه‌دهی، مناسب‌ترند. با این حال در گیاهان آسان‌ریشه‌زا هر نوع قلمه‌ای به‌آسانی ریشه می‌دهد (Khoshkhooy, 2012). وجود برگ‌های جوان و جوانه‌های فعال و همچنین وجود سلول‌هایی که از نظر متابولیسمی فعال‌تر از بافت‌های بالغ‌اند و دیوارهٔ سلولی آنها به‌مقدار کمتری چوبی شده، موجب جذب بیشتر هورمون‌های مصنوعی، آب و مواد غذایی می‌شوند و به‌همین دلیل پتانسیل ریشه‌زایی بیشتر می‌شود (Taiz & Zeiger, 1991). در پژوهشی قلمه‌های سخت انجیلی (*Parotia persica*) ریشه‌دار نشدند و استفاده از تیمار هورمونی نیز نقشی در ریشه‌دار شدن آنها نداشت. اما در قلمه‌های نرم انتهایی غلظت‌های مختلف هورمونی تأثیر معنی‌داری

در ریشه‌زایی داشتند (Karimi & Yaghobi, 2016). استفاده از نوع قلمه تأثیر معنی‌داری بر مدت زمان ریشه‌زایی و طول بزرگ‌ترین ریشه در سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) داشت. قلمه‌های نرم انتهایی در مدت زمان کوتاه‌تری ریشه‌دار شدند (Karimi & kafi, 2015).

نتایج این آزمایش نشان داد که نوع بافت قلمه نقش مؤثری در افزایش درصد ریشه‌زایی داشته است. در قلمه‌های نیمه‌سخت درصد ریشه‌زایی، تعداد دسته‌های برگچه‌ای، طول ریشه و تعداد آن بیشتر بود. تیمار هورمونی به‌ویژه در غلظت‌های زیاد، تأثیر زیادی در مقایسه با تیمار شاهد در افزایش صفات مربوط به ریشه‌زایی داشت. استفاده از مواد کمک-ریشه‌زا به‌همراه مواد هورمونی نیز سبب افزایش درصد ریشه‌زایی در مقایسه با تیمار هورمون بدون مواد کمک‌ریشه‌زا شد. پراکسید هیدروژن در مقایسه با پوترسین بهتر عمل کرد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از ایندول بوتیریک اسید در غلظت‌های زیاد به‌همراه استفاده از پراکسید هیدروژن برای بهبود صفات ریشه‌زایی در قلمه‌های نیمه‌سخت سرخدار، به‌دلیل برتری معنی‌دار نسبت به شاهد توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

از مساعدت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در اجرای این پژوهش قدردانی می‌شود.

References

Assareh, M.H., Nikvash, N., Ghorbanli, M., & Ghamarizare, A. (2007). Investigation on anatomical structure of yew cuttings rooting and reasons of their hard and late rooting. *Pajouhesh & Sazandgi*, *74*, 114-123.

Aslmoshtaghi. A., & Shahsavar, A. (2010). Endogenous Soluble Sugars, Starch Contents and Phenolic Compounds in Easy - and Difficult – to – Root Olive Cuttings. *Journal of Biodiversity & Environmental Sciences*, *4*(11),83-86.

Attarzadeh, M., Aboutalebi, A., & Attarzadeh, M. (2017). Effect of different hormonal treatments and rooting-cofactors on rooting of olive cultivars (Fishomi and Shiraz), *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, *7*(25), 49-57.

Chadwick, L.C., & Keen, R.A. (1976). A study of the genus Taxus. Res. Bull. 1086. Wooster, OH: Ohio Agricultural Research and Development Center, 56p.

Dallimore, W., & Jackson, A.B. (1967). A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae. 4th ed. 4 [rev. by SG Harrison], 729p. New York: St. Martin's Press

Hamada, K., Manhaelen, H., Jaziri, M., Zhiri, A., Cuo, Y., & Dupont, J. (1996). Taxus sp. cell tissue and organ cultures as alternative sources for taxoids production: A literature survey. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, *46*, 59-75.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., & Geneve, R.L. (1997). Plant Propagation, Principles and Practices. Sixth edition. Prentice-Hall,Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.

Karimi, M., & Yaghobi, S. (2016). Effects of different concentrations of indole butyric acid and type of cutting on rooting of parrotia cutting (*Parrotia persica*). *Journal of Forest and Wood Product*, *69* (2), 269-275.

Karimi, M., & Siavashy, A. (2016). The effect of cutting time and auxin on rooting *Callistemon viminalis*. National Conference on the impact of climate change on plant production. Aug. 9. Sari agricultural Science and Natural Resources University, Iran.

Karimi, M., & Shiri, K. (2015). Effect of indole butyric acid on rooting *Juniperus horizontalis cv. Plumosa* cutting. 9th Congress of Iranian Horticultural Science. Janu. 25-28. Shahid chamran university, Iran, Pp. 398

Karimi, M., & Maleki, M. (2015). Compare rooting of hardwood cuttings in *Populus deltoides* and Populus nigra. Agricultural development & Health Earth. Janu. 20. Tehran university. Iran.

Karimi, M., & Kafi, A. (2015). The effect of hormonal treatment and type of stem cutting on the ability of rooting in Arizona Cypress (*Cupressus arizonica*). Congress of Agricultural development & Health Earth. Janu. 20. Tehran University. Iran.

Khattak, M.S., & 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.

Khoshkhooy, M. (2012). plant propagation (Basis and Methods). Shiraz University Press, 905p.

Konemann, E. (2006). Trees and Shrubs (Botanica's Pockets). Gorden Cheers. Pp.1007.

Mosadegh, A. (2004). Yew Tree. Environmental Studies, *28*, 73-84.

Habibi. H., Lesani., M. (1364). Study of Soil Status and Quality of Yew Forest Lumber in Iran. J. Iran. Natu. Res. *36*,13-27.

Plaisance, G. (1979). L lf (*Taxus baccata*) Fort Prive. *126*, 34-47.

Porra, R.J., Thompson W.A., & Kriedeman, P.E. (1989). Determination of accurate. Extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with for different solvents: verifications by atomic absorption spectroscopy, *Biochim Biophycica Acta, 975*, 384 – 394.

Ramazani Malakroudi, M.R., Talaie, A., Eghdami, M. T., & Bonyadi, I. (2005). Study of effected factors on rooting on semi-hardwood cuttings of difficult rooting olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Pajouhesh & Sazandegi*, *66*, 74-81

Singh, S.P. (2006). Effect of phyto-hormones on propagation of Himalayan Yew (*Taxus baccata* L.) through stem cutting, *Bulletin of Arunachal Forest Research*, *22*, 1-2.

Singh, S. (1992). Influence of auxins and planting time on carbohydrate and nitrogen fractions in semi-hardwood cuttings of Callistemon lanceolatus at root emergence-II, *Advances in Horticultural Science*, *2*,165-171.

Taiz, L. & Zeiger, E. (1991). Plant Physiol. Sperkturm Akademischer Verlag. 559.

Iranian Journal of Forest
Vol. 9, No. 4, Winter 2018
pp. 541-553

The effect of Cutting texture type and hormonal treatment with combination rooting cofactors on rooting of yew (*Taxus baccata* L.)

M. Karimi[1*], and H. Moradi[1]

[1] Associate Prof., Department of Horticultural science, Faculty of Agronomy Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, I. R. Iran

(Received: 7 August 2016, Accepted: 24 October 2017)

Abstract

Taxus baccata L. is one of the native and valuable species of Hyrcanian forest which is used in large scale in landscaping. In order to investigate the type of tissue cuttings (softwood, semi-hardwood and hardwood) and indole butyric acid hormones (four levels 5000, 2500, 500.0 mg L^{-1}) in combination with rooting-cofactors (hydrogen peroxide 3% and putrescine 1 MM), a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with four replicates. After five months from the time of cuttings, rooting percentage, root number, length of the largest root, leaf number, total chlorophyll, total phenol and number of callus cuttings were investigated. According to the results, the effect of tissue type, hormonal treatments and their interaction on the studied traits was significant. Treatment with Indole Buteric Acid (IBA) at a concentration of 5000 mg L^{-1} + hydrogen peroxide 3% was the best treatment in increasing the rooting rate, number of roots, root length and leaflet production in semi-hardwood cuttings. The total phenol content in the hardened cuttings was less than that of soft cuttings. In the control (distilled water) treatment, cuttings produced calluses, but rooting did not take place. Among the rooting promoter materials, hydrogen peroxide was better than putrescine. The highest percentage of rooting and number of roots were related to semi-hardwood cuttings. Therefore, according to the results, the use of indole butyric acid in high concentrations and the use of hydrogen peroxide to facilitate the rooting of semi-hardwood cuttings of yew are recommended because of superiority to the control.

Key words: Rooting, hormone, cutting, Total phenol, Yew.

∗Corresponding author Tel: +989115701070 Email: karimi @sanru.ac.ir