اثر منشاء قلمه و هورمون بر تحریک جوانه قلمه خشبی نمدار برگ درشت (*Tilia platyphyllos* Scop.)

آرش امینی[۱]، مسعود طبری کوچکسرایی[*]، سید محسن حسینی[۳] و حامد یوسف زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۲۰

چکیده

در این تحقیق اثر منشاء قلمه خشبی نمدار برگ درشت *Tilia platyphyllos* Scop. (حاصل از پایه دانه‌زاد، و پاجوش)، و هورمون IBA (۰، ۱۰۰۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر تحریک جوانه آن در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و ۳ تکرار صورت گرفت. آزمایش از اواخر اسفند به مدت ۴۷ روز در یک محیط مُسَقّف در جلگه تنکابن انجام شد. نتایج نشان داد اثر منشاء قلمه روی تحریک جوانه (درصد سبز شدن جوانه)، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی، و اثر غلظت هورمون روی سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بوده است. تحریک جوانه در هر دو منشاء قلمه پس از ۲۴ روز از کاشت آغاز شد و طی سه هفته خاتمه یافت. قلمه‌های پایه دانه‌زاد آغشته به ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و قلمه‌های پایه شاخه‌زاد آغشته به ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب ۹۱/۶۶ و ۱۰۰ درصد سبز شدن جوانه‌ها را موجب شدند. صرف‌نظر از اثر هورمون، قلمه‌های حاصل از پاجوش از نظر تمامی صفات مورد بررسی، و صرف‌نظر از منشاء قلمه، قلمه‌های آغشته به غلظت‌های ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از سرعت جوانه‌زنی مطلوب‌تری برخوردار بودند. در طی مدت آزمایش، در قلمه‌ها ریشه‌زایی اتفاق نیفتاد. پیشنهاد می‌شود برای ریشه‌دار شدن قلمه نمدار (به‌ویژه قلمه منشاء پاچوش)، رطوبت و دمای محیط خاک و گلخانه توسط پژوهشگران آتی مورد مداقه بیشتر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اکسین، جست، سرعت جوانه‌زنی، نمدار برگ درشت

---

[۱] - دانشجوی دکترای جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور

[۲]- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور

* نویسنده مسئول، ایمیل: mtabari@modares.ac.ir

[۳]- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور

[۴]- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور

مقدمه

درخت نمدار برگ درشت،[1] *Tilia platyphyllos*.Scop، از تیره *Tiliaceae* در جنگل‌های راش و بلوط شمال کشور به‌صورت تک پایه در گرادیان ارتفاعی ۱۰۰ تا ۱۶۰۰ متر و گاهی تا بالای ۲۰۰۰ متر (۲۴۰۰ متر از سطح دریا)، و در قفقاز در دره‌های مرطوب و سایه‌دار در کنار راش و بلوط همراه با درختان ون و ملج تا ارتفاع ۲۲۰۰ متر زیست می‌کند (۳). در شمال آناتولی زیرگونه‌های نمدار در توده‌های آمیخته پهن‌برگ و سوزنی‌برگ (پیسه‌آ و نراد) در ارتفاع ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا گسترش دارند. در قسمت‌های مرکزی و جنوبی اروپا، مناطق کوهستانی بین دریای سیاه و دریای خزر با اقلیم بحری و به‌صورت انفرادی و پراکنده در جوامع جنگلی متفاوت حضور دارد و رویشگاه-هایی با اقلیم مرطوب را ترجیح می‌دهد. نمدار طالب خاک‌های عمیق، غنی، بافت لومی و آهکی با هوا دیدگی خوب و زهکشی مناسب است، در چنین شرایطی به ارتفاع ۳۵ متر و قطر ۲ متر می‌رسد (۸). جست‌های جوان دارای رویش زیگزاگی و جوانه‌های زمستانه کاملاً آشکار هستند. در جوانی ریشه‌های نمدار ابتدا به‌صورت عمیق در خاک نفوذ کرده و سپس ریشه‌های جانبی آن در خاک گسترش می‌یابد (۷).

تکثیر نمدارها عموما با بذر بوده اما به دلیل مشکلات جوانه زنی بذر (۱۷)، گزارش‌هایی در ارتباط با تکثیر غیر جنسی آن منتشر شده است. در این راستا در برخی گونه‌های این جنس به اثر نوع قلمه (علفی، نیمه خشبی و خشبی) و تیمارهای هورمونی روی ریشه زایی و تولید نهال آن توجه شده است. در تحقیق Peterson و همکاران (۱۹۶۰)، قلمه‌های خشبی نمدار آمریکایی *T. Americana* پس از قرارگیری در پودر "rootone" (با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) و نگهداری در خزه اسفاگنوم مرطوب در اواخر مارس کاشته شدند و بعد از سه هفته جوانه‌ها شروع به بازشدن کردند که ریشه‌دهی آن ۱/۱ درصد بود. در پژوهش Becker (۱۹۸۰)، قلمه-های نیمه خشبی نمدار برگ کوچک *T. cordata*[2] حدود ۷۰ درصد ریشه‌دهی داشتند.

در تحقیق Schmidt (۱۹۸۰) روی *T.argentea*، استفاده از هورمون‌های نفتالین استیک اسید (NAA) و ایندول بوتریک اسید (IBA) ریشه-دهی را افزایش داد اما اتیوله کردن[2]یا تاریک رویی، یعنی نمو گیاه یا اندامی از آن در تاریکی) برگ‌های توسعه نیافته، شاخه‌های طویل و فقدان کلروفیل را موجب شد و در نتیجه رنگ گیاه به زرد مایل به سفید تغییر کرد. همچنین غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون IBA (به مدت ۵ ثانیه) سبب افزایش ریشه‌دهی از ۵ به ۷۵ درصد شد. نتایج تحقیق Kalmukov و Broshchilov (۱۹۸۸) نشان داد که بهترین قلمه‌های *T. tomentosa* از نوع نیمه خشبی

[1] . large-leaf linden= large-leaved lime= broad-leaf lime

[2] . little-leaf linden= small-leaved lime

[2]. Etiolation

بوده است. در تحقیق Magherini و Nin (۱۹۹۳) درصد ریشه‌دهی با تیمار هورمونی IBA برای قلمه‌های پایه دانه‌زاد گونه‌های *T. platyphyllis*، *T. tomentosa*، *T. rubra* و *T. cordata* در غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب، ۲۷/۷، ۳۱/۸، ۳۴/۶ و ۶۰/۹ درصد و برای قلمه تهیه شده از پاجوش *T. tomentosa* به میزان ۴۶/۸ درصد (در شرایط مه‌پاش[2]) گزارش شد. در مطالعه Qiang (۲۰۰۴) غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون IBA در قلمه-های حاصل از پایه‌های دانه زاد ۳-۲ ساله *T. mandshurica*، نرخ ریشه‌دهی را بیش از ۸۰ درصد بهبود بخشید. Wen- Feng و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند بهترین تیمار قلمه‌های *T. mongolica* در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون IBA بود که نرخ ریشه‌دهی یک افزایش ۸۲ درصدی را نشان داد و دوره ریشه‌دهی نسبت به گروه شاهد ۵ روز کمتر بود. در تحقیقی Chen (۲۰۱۱) روی قلمه‌های *T. miqueliana* بیشترین نرخ ریشه‌دهی متعلق به قلمه‌های نیمه خشبی و آغشته به غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون IBA (۶۶/۹۸ درصد) بود. همچنین، در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهترین کیفیت ریشه‌دهی (تعداد ۱۰، طول ۵/۲ سانتی‌متر و ضخامت ۲/۴ میلی‌متر) مشاهده شد. برای *T. amurensis*، استفاده از قلمه‌های نیمه خشبی پایه ۳ تا ۴ ساله و آغشته به غلظت ۰/۰۰۰۱ میلی‌گرم در لیتر هورمون IAA (به مدت ۱۶ ساعت) و رشد یافته در بستر شنی (مخلوط شن‌رودخانه‌ای، پرلیت و ورمیکولیت)، بهترین نرخ ریشه‌دهی (۶۳/۳ درصد) را به دنبال داشت (۱۶).

با توجه به اینکه نمدار *T. platyphyllos* از گونه-های مهم شمال کشور می‌باشد که راندمان تولید نهال آن از طریق تکثیر جنسی (بذر) ضعیف است (۱۷) و تکثیر غیر جنسی آن از طریق قلمه نیز به دلیل سخت ریشه‌زایی با مشکلاتی مواجه است، این تحقیق در صدد است تا با مطالعه اثر منشاء قلمه خشبی زمستانه حاصل از پایه‌های دانه‌زاد و شاخه زاد (پاجوش)، و سطوح مختلف هورمون IBA، صفات جوانه‌زنی آن را بررسی کند.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کاملاً تصادفی با دو نوع قلمه (قلمه‌های حاصل از درخت دانه‌زاد و قلمه‌های حاصل از پاجوش درخت)و پنج سطح هورمون IBA (۰ یا شاهد، ۱۰۰۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و با سه تکرار ۸ تایی در یک مکان مُسَقّف در جلگه تنکابن انجام گرفت.

قلمه‌های خشبی نمدار به‌طول ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۵ میلی‌متر و دارای حداقل ۳ جوانه از پایه‌های پاجوش و دانه‌زاد در اواسط اسفند از جنگل چالک رود شرقی واقع در شهرستان تنکابن تهیه گردید و در محیط یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد.

2.Mist

قلمه‌ها در گلدان‌های پلاستیکی (۲۰×۱۵×۱۵ سانتی‌متر)، شن و لاشبرگ حاوی مواد غذایی با هم کاملاً مخلوط و با قارچ کش کوپراکسی کلراید ۳۵ درصد (۲ گرم در ۱۰۰۰ میلی لیتر) ضدعفونی گردید. سپس در هر گلدان، تا دو سانتی‌متر از لبه فوقانی، از مخلوط حاصله پر شد. برای تهیه غلظت‌های ۰، ۱۰۰۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون IBA به دلیل اینکه این هورمون به راحتی در آب حل نمی‌شود محلول یک نرمال از هیدروکسید سدیم (NaOH) که یک حلال IBA است با اضافه کردن ۴ گرم به ۱۰۰ میلی لیتر تهیه و با دستگاه هات پلیت (هم‌زن مغناطیسی) به‌طور کامل مخلوط گردید. آنگاه برای آماده کردن غلظت‌های ذکر شده هورمون IBA، به‌ترتیب ۰، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ و ۱ گرم IBA با چند قطره محلول یک نرمال هیدروکسید سدیم مخلوط و حجم آن با اضافه کردن آب مقطر به صد میلی لیتر رسانده شد. به دنبال این کار، قلمه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه در محلول قارچ‌کش کوپراکسی کلراید با غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر ضدعفونی و به‌مدت۳۰ دقیقه در هوای آزاد خشک شدند. سپس برای اعمال تیمار هورمونی، انتهای قلمه‌ها به مدت ۲۰ ثانیه در غلظت‌های هورمونی مورد نظر قرار گرفته و سپس از محلول خارج و در هر گلدان یک عدد قلمه کشت گردید.

روند جوانه‌زنی قلمه‌های تیمار شده، از ۲۳ اسفند (تاریخ کاشت) تا ۹ اردیبهشت (پایان آزمایش) به‌مدت ۴۷ روز مورد بررسی قرار گرفت. شمارش جوانه‌ها از زمان آغاز سبز شدن، تقریباً هر دو روز یک بار تا پایان آزمایش انجام شد.

- اندازه‌گیری‌ها

برای محاسبه صفات درصد سبز شدن (GP)، سرعت جوانه‌زنی (GS)، میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) و قدرت جوانه‌زنی (GE) از روابط ذکر شده در جدول ۱ استفاده گردید.

جدول- ۱ فرمول محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی

صفات مورد مطالعه	نحوه محاسبات صفات	منبع
درصد جوانه زنی (درصد سبز شدن)	$GR= (n/N)\times100$	(۱۱)
سرعت جوانه‌زنی (قلمه‌در روز)	$GS= \sum(ni/ti)$	(۶)
میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	$MGT= \sum(ni\times ti)/\sum n$	(۶)
قدرت جوانه‌زنی (درصد)	$GE= Mcgr/(N\times100)$	(۱۱)

n= تعداد کل قلمه‌های جوانه‌زده در طی دوره، N= تعداد قلمه‌های کاشته شده در هر تکرار،

ni= تعداد قلمه‌های جوانه‌زده در یک فاصله زمانی مشخص، ti= تعداد روزها پس از جوانه‌زنی
Mcgr= حداکثر درصد تجمعی قلمه‌های جوانه‌زده

آنالیز داده‌ها

تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (Ver. 16) انجام شد. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مشخص شد. سپس برای تعیین اختلاف آماری داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس دوطرفه و برای مقایسه میانگین‌ها درصورت همگنی واریانس‌ها، از آزمون t مستقل و آزمون چند دامنه‌ای دانکن و درصورت عدم همگنی واریانس‌ها از آزمون من‌ویتنی استفاده شد. رسم شکل‌ها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تیمار منشاء قلمه و غلظت هورمون IBA نشان داد منشاء قلمه روی تمام صفات جوانه‌زنی تأثیر معنادار داشت ولی غلظت هورمون تنها روی سرعت جوانه‌زنی موثر بود. اثر متقابل منشاء قلمه و غلظت هورمون روی هیچ کدام از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تیمار منشاء قلمه و غلظت هورمون IBA

منابع تغییرات		درصد جوانه‌زنی (درصد سبز شدن)	سرعت جوانه‌زنی (قلمه در روز)	میانگین زمان جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی (درصد)
منشاء قلمه	F	۴/۵۴	۱۶/۶۸	۹/۸۹	۹/۵۴
	P	۰/۰۴۶*	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۶**
غلظت هورمون	F	۲/۳۴	۴/۲۸	۰/۹۳	۱/۸۸
	P	۰/۰۹^{ns}	۰/۰۱۲*	۰/۰۴۶^{ns}	۰/۱۵۲^{ns}
منشاء قلمه × غلظت هورمون	F	۰/۳۴	۰/۳۶	۱/۱۲	۴۰/۳۲
	P	۰/۸۴^{ns}	۰/۸۲^{ns}	۰/۳۷^{ns}	۲/۲۲^{ns}

^{ns}، * و** به ترتیب معرف عدم اختلاف معنی دار، معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ و در سطح ۰/۰۱ است.

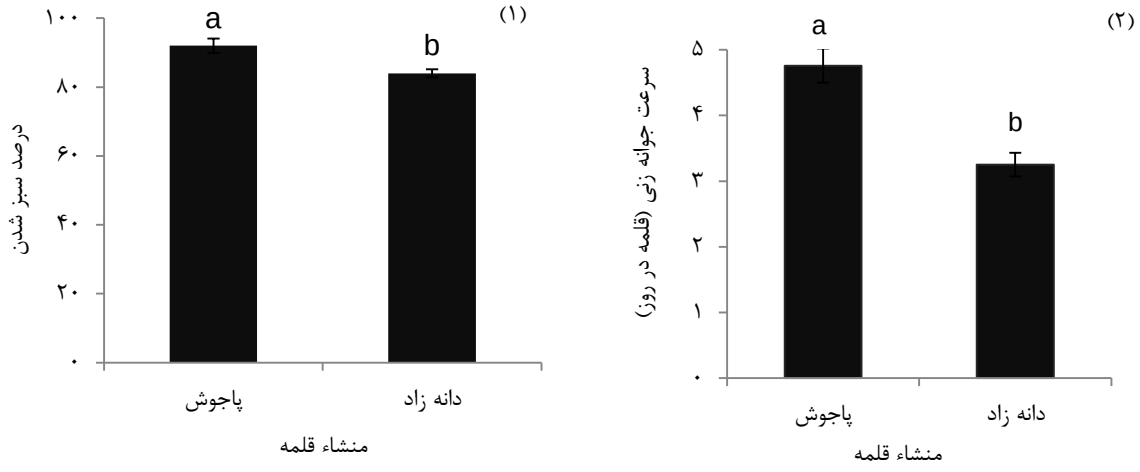
نتایج آزمون من ویتنی مربوط به عامل منشاء قلمه روی درصد جوانه‌زنی (درصد سبز شدن) و آزمون t مستقل مربوط به عامل منشاء قلمه روی صفات سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی که حاکی از اختلاف میانگین قلمه‌های حاصل از پاجوش و دانه‌زاد می‌باشد در جدول ۳ ارائه شده است. مقایسه میانگین‌ها،

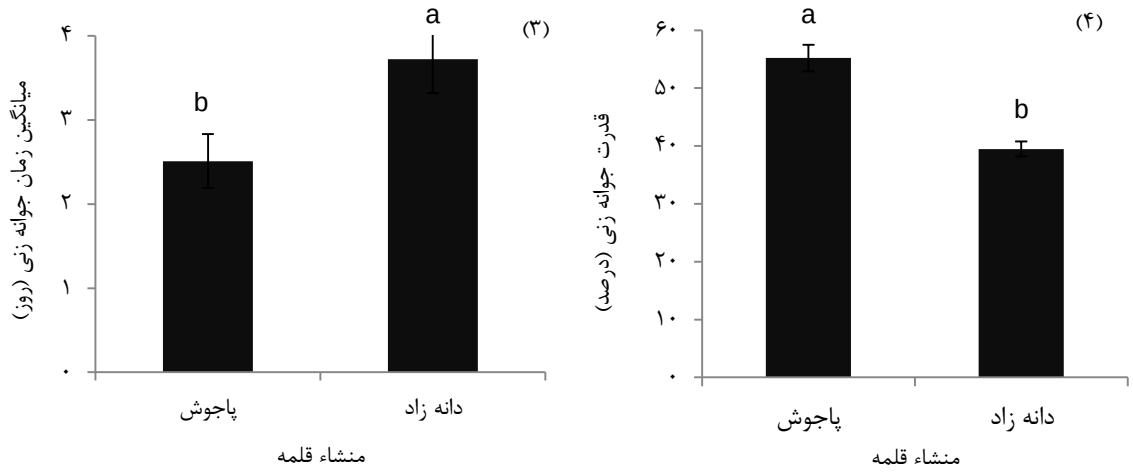
نشان‌دهنده درصد سبز شدن، سرعت جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی بالاتر و میانگین زمان جوانه-زنی کمترِ قلمه‌های حاصل از پاجوش در مقایسه با قلمه‌های حاصل از پایه دانه‌زاد است (شکل۱).

جدول ۳- نتیجه آزمون من ویتنی مربوط به عامل منشاء قلمه روی درصد سبز شدن و نتیجه آزمون t مستقل مربوط به عامل منشاء قلمه روی سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی

مولفه جوانه‌زنی	مربع کای	درجه آزادی	t	P
درصد سبز شدن	۱/۱	-	-	۰/۰۳۱*
سرعت جوانه‌زنی	-	۲۸	-۳/۴۷	۰/۰۰۲**
میانگین مدت جوانه‌زنی	-	۲۸	۳/۱۳	**۰/۰۰۴
قدرت جوانه‌زنی	-	۲۸	-۲/۷	*۰/۰۱۱

* معرف عدم اختلاف معنی دار معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ است. ** معرف عدم اختلاف معنی دار معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۰/۰۱ است. اعداد داخل پرانتز معرف اشتباه معیار هستند.





شکل ۱- اثر منشاء قلمه بر درصد سبز شدن (۱)، سرعت جوانه‌زنی (۲)، میانگین زمان جوانه‌زنی (۳) و قدرت جوانه‌زنی (۴)، (صرف‌نظر از غلظت هورمون)

مقایسه میانگین اثر غلظت هورمون IBA بر سرعت جوانه‌زنی حاکی از اختلاف معنی‌دار غلظت‌های ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد به نحوی که کمترین میانگین سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۳). میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی در تیمارهای اثر متقابل منشاء قلمه و غلظت هورمون که روی هیچ کدام از پارامترهای مورد بررسی معنی‌دار نبود، در جدول ۴ ارائه گردید.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت هورمون IBA بر سرعت جوانه‌زنی (صرف‌نظر از منشاء قلمه)

غلظت هورمون (میلی گرم در لیتر)	۰	۱۰۰۰	۳۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰
سرعت جوانه‌زنی (قلمه در روز)	۲/۹ (۰/۲)ab	۴/۷ (۰/۴)ab	۴/۸ (۰/۴)a	۴/۹ (۰/۳)a	۳/۲ (۰/۳)b

- اعداد داخل پرانتز، اشتباه معیار هستند.

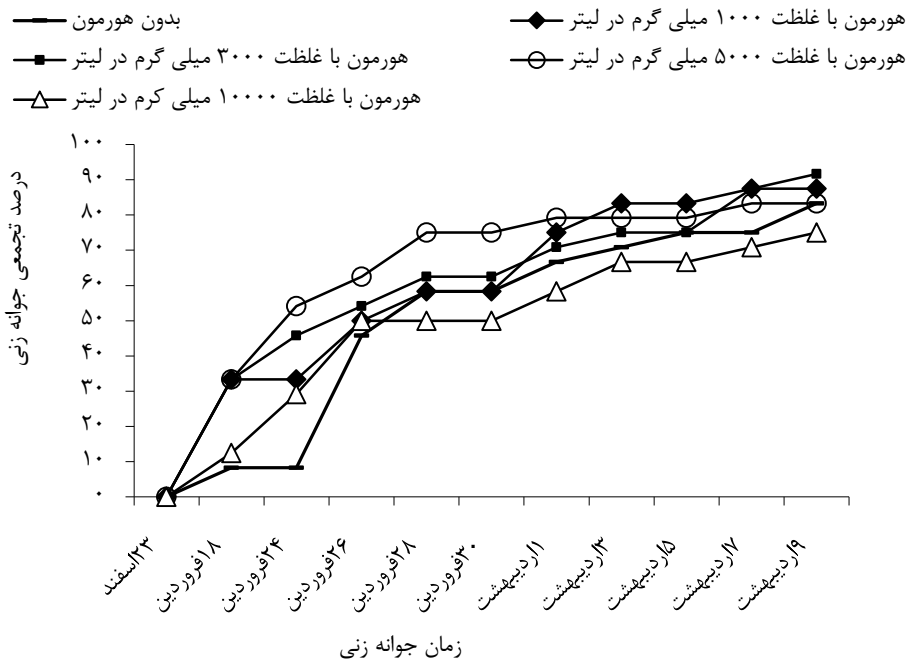
جدول۴ - میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی در تیمارهای اثر متقابل نوع قلمه و غلظت هورمون

نوع قلمه	غلظت هورمون (میلی گرم در لیتر)	درصد سبز شدن	سرعت جوانه‌زنی (قلمه در روز)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	قدرت جوانه‌زنی (درصد)

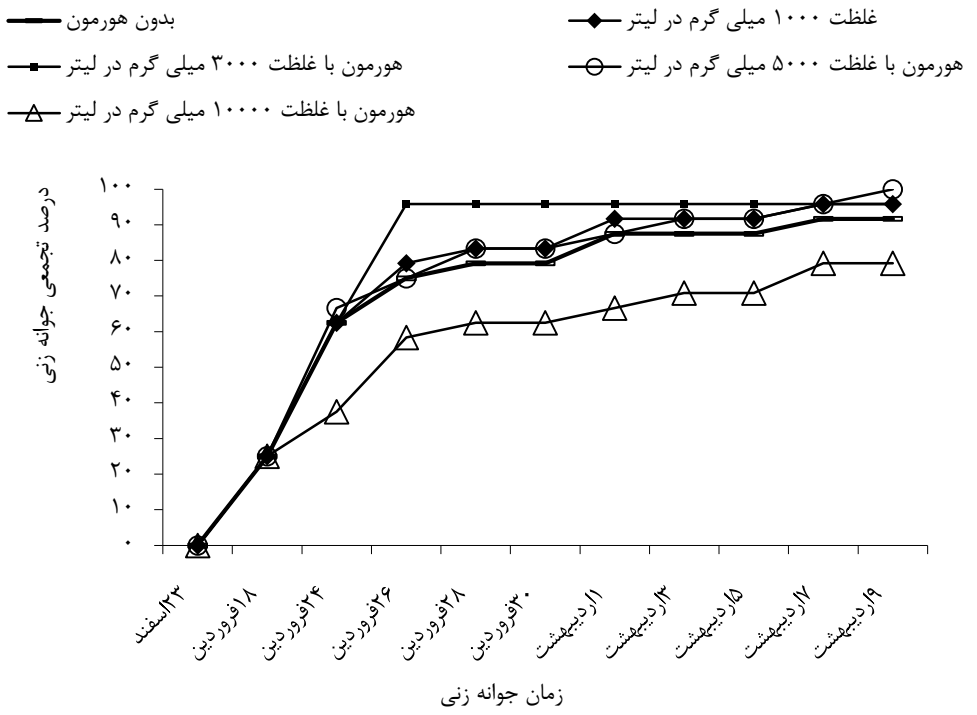
دانه زاد	۰	۸۳/۳۳(۱/۲)	۲/۱۷(۰/۴)	۴/۴۲(۰/۸۱)	۵۸/۶۶(۱/۴۶)
	۱۰۰۰	۸۷/۵۰(۱/۳)	۳/۶۲(۰/۷)	۳/۷۶(۰/۷۲)	۳۳/۳۳(۱/۷)
	۳۰۰۰	۹۱/۶۶(۲/۲)	۳/۸۵(۰/۷۳)	۳/۸۶(۰/۷۳)	۴۲(۲/۵)
	۵۰۰۰	۸۳/۳۳(۱/۲)	۴/۱۴(۰/۸۰)	۲/۵۷(۰/۵۳)	۳۳/۶۶(۱/۷۱)
	۱۰۰۰۰	۷۵(۲/۴)	۲/۵۰(۰/۳۲)	۴/۰۱(۰/۷۸)	۲۹/۶۶(۱/۲۵)
پاجوش	۰	۹۱/۶۶(۲/۱۲)	۴/۳۷(۰/۸۸)	۲/۵۰(۰/۳۳)	۴۶(۲/۵۵)
	۱۰۰۰	۹۵/۸۳(۲/۳)	۵/۱۶(۱/۵۶)	۲/۳۹(۰/۲۹)	۵۰/۳۳(۲/۶۵)
	۳۰۰۰	۹۵/۸۳(۲/۳)	۵/۵۵(۱/۶۹)	۱/۷۵(۰/۱)	۷۵(۱/۸)
	۵۰۰۰	۱۰۰(۳)	۵/۳۹(۱/۶۵)	۲/۷۱(۰/۴۲)	۵۴/۳۳(۰/۵۵)
	۱۰۰۰۰	۷۹/۱۶(۲/۵)	۳/۳۵(۰/۵۸)	۳/۲۱(۰/۴۶)	۵۰/۳۳(۲/۷)

- اعداد داخل پرانتز، اشتباه معیار هستند.

میزان درصد تجمعی جوانه‌زنی در هر سطح از غلظت هورمون در هر دو منشاء قلمه روند افزایشی را در طول زمان نشان داد (شکل‌های ۲ و ۳). در هر دو منشاء قلمه، سبز شدن پس از ۲۴ روز یعنی در نیمه دوم فروردین (هجدهم) اتفاق افتاد و تا ۹ اردیبهشت یعنی حدود سه هفته به پایان رسید. قلمه‌های آغشته به ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تقریباً همواره از فراوانی سبز شدن کمتری در اکثر تاریخ‌های ثبت شده برخوردار بودند. در پایان دوره، قلمه‌های پایه‌های دانه‌زاد آغشته به ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و قلمه‌های پایه‌های شاخه‌زاد آغشته به ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب به تعداد ۹۱/۶۶ و ۱۰۰ درصد سبز شدند.



شکل ۲- روند درصد تجمعی جوانه‌زنی قلمه‌های حاصل از پایه دانه‌زاد در غلظت‌های مختلف هورمون IBA



شکل ۳- روند درصد تجمعی جوانه‌زنی قلمه های حاصل از پایه پاجوش در غلظت های مختلف هورمون IBA

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان‌داد منشاء قلمه بر تمامی پارامترهای جوانه‌زنی مورد بررسی تأثیر داشته است. به‌نحوی صفات تحریک جوانه (درصد سبز شدن)، سرعت جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی در قلمه‌های حاصل از پاجوش نسبت به قلمه‌های تهیه شده از پایه دانه‌زاد از میانگین بالاتری برخوردار بودند که با نتایج تحقیق Magherini و Nin (۱۹۹۳) روی *T. tomentosa* مطابقت دارد. شاید بتوان ذخیره بیشتر مواد غذایی در قلمه‌های حاصل از پاجوش نسبت به قلمه‌های حاصل از پایه دانه زاد را علت نتایج به‌دست آمده ذکر کرد.

اصولاً، کاربرد مواد تنظیم‌کننده رشد موجب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی از جمله سرعت جوانه‌زنی می‌شود. یکی از مهم‌ترین ترکیب‌های مؤثر بر جوانه‌زنی، هورمون IBA می‌باشد. در تحقیق حاضر، صرف‌نظر از منشاء قلمه، غلظت-های ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر IBA، تأثیر بیشتر روی سرعت جوانه‌زنی داشتند که هم راستا با نتایج تحقیق Schmidt (۱۹۸۰) روی *T. argentea* می‌باشد.

فرآیندهای طویل شدن سلول‌ها، نرم شدن دیواره سلولی و تقسیم سلولی، در حضور اکسین و به دنبال آن افزایش احتمالی هیدرولیز ذخایر غذایی صورت می‌گیرد (۵). این در حالی است که IBA در غلظت‌های بالا ممکن است باعث به هم خوردن تعادل هورمونی، مختل کردن فرآیندهای ضروری و ایجاد سمیت گردد. بدین ترتیب شاید بتوان اظهار داشت که در تحقیق حاضر نیز ضعیف بودن نرخ‌های صفات جوانه‌زنی در غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ممکن است ناشی از اختلال هورمونی بوده باشد.

در تحقیق حاضر، با توجه به اینکه قلمه‌های خشبی در زمستان تهیه شد و کاشت آنها در ۲۳ اسفند صورت گرفت ولی تحریک یا شروع سبز شدن در ۱۸ فروردین رخ داد لذا ممکن است استنتاج شود که بتوان تهیه و کاشت قلمه‌های نمدار را در اوایل بهار و با قلمه های نیمه خشبی انجام داد؛ یعنی زمانی که آب و هوا شرایط مناسبی برای رشد جوانه‌های ذخیره سالم فراهم می‌کند. در این راستا می‌توان به مطالعات Peterson و همکاران (۱۹۶۰) روی *T. americana*، Becker (۱۹۸۰) روی *T. cordata* و Chen (۲۰۱۱) روی *T. miqueliana* اشاره کرد که به‌ترتیب ماه مارس، نیمه دوم ماه ژوئن و اوایل تابستان (جولای) را مناسب‌ترین فصل قلمه‌گیری گزارش کردند.

در تحقیق پیش رو، در هر دو منشاء قلمه، تحریک یا سبز شدن جوانه پس از ۲۴ روز یعنی در نیمه دوم فروردین (هجدهم) اتفاق افتاد و تا ۹ اردیبهشت یعنی حدود ۳ هفته به پایان رسید؛ همچنین، در اکثرِ تاریخ‌های مشاهدات رکورد، قلمه‌های آغشته به غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر همواره از درصد سبز شدن کمتری

برخوردار بودند. در پایان دوره، قلمه‌های پایه‌های دانه‌زاد آغشته به ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و قلمه‌های پایه‌های شاخه‌زاد آغشته به ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب ۹۱/۶۶ و ۱۰۰ درصد سبز شده بودند. در قلمه‌های حاصل از پاجوش، غلظت های ۳۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان درصد تجمعی جوانه‌زنی را در طول زمان نشان دادند که خود می‌تواند دلیلی بر اثر بازدارندگی IBA در غلظت‌های بالا باشد.

بر اساس یافته‌های این تحقیق، قلمه‌های آغشته به هورمون‌های ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از سرعت جوانه‌زنی بیشتر و قلمه‌های حاصل از پایه‌های پاجوش از قدرت، میانگین مدت، سرعت و درصد سبز شدن مطلوبتری برخوردار بودند. در تحقیق ما به‌دلیل نبستن کالوس در پایه قلمه‌ها، قلمه‌ها مدتی پس از سبز شدن به‌تدریج شروع به خشک شدن نمودند. توصیه می‌شود برای ریشه دار شدن قلمه برگ درشت *Tilia platyphyllos* به‌ویژه قلمه‌های منشاء پاچوش آن، مدیریت گلخانه از نقطه نظر رطوبت و دمای خاک و گلخانه، توسط پژوهشگران آتی مورد مداقه بیشتر قرار گیرد.

References:

Becker, A., 1980. Propagation of small-leafed linden (*Tilia cordata*) by cuttings. Journal Allgemeine Forst-und Jagdzeitung, 151 (4-5): 96-100 (in Germany).

Broshchilov, K., & K. Kalmukov, 1988. Propagation of *Tilia tomentosa* and *Prunusavium* by green cuttings. Journal Gorsko Stopanstvo, 44: 25-28 (in Bulgarian).

Browics, K., 1978. Chorology of trees and shrubs in southwest Asia. Institute of Dendrology, Polish Academy of Sciences, 1: 67-68.

Chen, Z., 2011. The studies on softwood cutting propagation technique and rooting mechanism of *Tilia Miqueliana*.Master's Thesis. Nanjing Forest University, 64 pp.

Kharazi, M., H. Nemati, A. Tehranifar, A. Bagheri, & A. Sarifi, 2010. The effects of artificial auxin (IBA and NAA) on rooting of regenerated seedlings of two clove cultivars (*Dianthus caryphyllus* L.) under in vitro conditions. The 2nd National Congress on Biology of Researchers from Across the Country, 136p. (In Persian)

Kulkarni, M.G, R.A, Street, & J.V. Staden, 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Diosscorea dregeana* (Kunth) Dur.andSchinz-A tuberous medicinal plant. South African Journal of Botany, 73: 131-137.

Kunneman, B.P., & M.R. Albers, 1991. Linden trees (*Tilia* spp). Biotechnology in Agriculture and Forestry, 16: 152-163.

Leibundgut, H., 1984. Our Forest Trees.Verlag Huber. Frauenfeld Stuttgart, 168 pp. (in Germany).

Lixue, Y., W. Hainan, & S. Hailong, 2011. Reproduction Techniques for hardwood cutting of *Tilia amurensis*. Advanced Materials Research, Switzerland, p: 183-185.

Magherini, R., & S. Nin, 1993 . Research on Rooting of Selected *Tilia* spp. Acta Horticulturae, 331 :259-263

Panwar, P., & S.D. Bhardwaj, 2005. Handbook of practical forestry, Agrobios (INDIA), 191 p.

Peterson, D.W., G.M. Blake, & S.S. Pauly, 1960. Propagation of American basswood by cutting. Minnesota Forestry Notes, P: 86: 1-2.

Qiang, L.Y., 2004. Studies on the Cutting Propagation Technique and Rooting Mechanism of *Tilia.* Agricultural University of Hebei, P: 1-65.

Schmidt, G., 1980. Rooting softwood cuttings of *Tilia argentea*. Journal Kertgazdasag, 12: 33-44 (in Hungarian).

Tabari, M. & Tabandeh, A. 2007. The germination response of *Tilia platyphyllos* stratified seed to irrigation and sowing depth. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15 (2): 144-151. (in Persian).

Wen-feng, W., L. Bao-hui, Z. Qin, L. Yun-qiang, Du. Shao-hua, & L. Jian-jun, 2007. Effect of different concentration of IBA on softwood cutting of *Tilia mongolica*. Journal of Agricultural University of Hebei, www.cnki.com (in Chinese).

Yang, L., H. Wang, & H. Shen, 2011 .Reproduction Techniques for Hardwood Cutting of *Tilia amurensis*.Advanced Materials Research, P: 183 – 185.