بررسی زنده‌مانی و رشد درختان کاج و چنار منتقل شده بر اساس کاربرد هورمون IBA، سن درخت، زمان و نحوه انتقال

نعمت الله اعتمادی[۱*]، رضوان محمدی نژاد[۲]، نجمه زمانی[۳] و محمد مهدی مجیدی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۲۷)

چکیده

از جمله مشکلات اساسی انتقال درختان در فضای سبز، میزان بالای تلفات و سرعت استقرار پائین درختان به‌ویژه در سال اول انتقال می‌باشد. پژوهش حاضر به‌منظور دستیابی به مناسب‌ترین شرایط استقرار درختان کاج تهران و چنار منتقل‌شده در فضای سبز اصفهان، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و سه تیمار شامل نحوه انتقال (ریشه لخت و ریشه توپی)، سن (جوان و بالغ) و هورمون IBA (صفر و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) انجام شد. درختان مورد نظر طی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در سه بازه زمانی فصل خواب، اوائل و اواخر فصل رشد انتقال یافتند. درصد زنده‌مانی و شاخص سرعت رشد نسبی بر مبنای ارتفاع (RGR_H) و قطر تنه (RGR_D) درختان در سال‌های اول و دوم پس از انتقال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد انتقال درختان در اوائل فصل رشد از موفقیت بیشتری در مقایسه با دو بازه‌ی زمانی دیگر برخوردار است. در سال اول، درصد زنده‌مانی درختان منتقل شده به روش ریشه‌توپی و در سن جوان، به‌طور معنی‌داری در مقایسه با درختان بالغ و ریشه لخت افزایش یافت. تأثیر معنی‌دار تیمار سن در سال دوم نیز مشاهده گردید. در هیچ‌یک از دو گونه مورد بررسی، درصد زنده‌مانی تحت‌تأثیر هورمون IBA افزایش نیافت. نتایج هم‌چنین مؤید تأثیر معنی‌دار انتقال به روش ریشه‌توپی و در سن جوان در افزایش RGR_H و RGR_D درختان کاج طی اولین سال پس از انتقال بود. باتوجه به نتایج این تحقیق می‌توان ضمن توصیه انتقال درختان کاج و چنار در اوائل فصل رشد، جابه‌جایی به روش ریشه‌توپی و در سن جوان را به‌منظور افزایش زنده‌مانی و استقرار این درختان پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: چنار، زمان انتقال، سرعت رشد نسبی، کاج تهران، جابه‌جایی

۱. دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. دانشجوی سابق کارشناسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴. دانشیار گروه علوم زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:etemadin@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

مقدمه

فضای سبز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های توسعه یافتگی جوامع شهری کارکردهای متنوعی در ابعاد مختلف زندگی شهرنشینی دارد. تلطیف هوا، سایه اندازی و کاهش درجه‌حرارت (۱ و ۱۹)، کاهش آلودگی صوتی (۱۹)، کاهش فرسایش آبی و خاکی (۶)، ایجاد حصار و حریم فیزیکی (۳۲)، بسترسازی برای حفاظت از تنوع زیستی شهری (۲۸)، توسعه صنعت گردشگری و ایجاد منظرهای زیبا (۹) از جمله کارکردهای فضای سبز شهری است.

در این میان درختان و درختچه‌ها بیش از سایر انواع پوشش‌های گیاهی بر محیط زیست تأثیرگذار هستند و افزایش تنوع آن‌ها می‌تواند اکوسیستم پایدارتری در فضای سبز ایجاد نماید. از این‌رو لزوم توسعه طرح‌های درختکاری و هم‌چنین نگهداری و حراست از درختان موجود در جوامع شهری ضرورتی بیش از پیش یافته است. متأسفانه در سال‌های اخیر گسترش روز افزون فعالیت‌های صنعتی و عمرانی در شهرهای بزرگ از جمله اصفهان موجب قطع وخشک شدن هزاران اصله درخت از فضای سبز شهری شده است. انتقال درختان موجود در مسیر طرح‌های توسعه عمرانی به نقاط دیگر، مناسب‌ترین راهکار به‌منظور کاهش نیاز به قطع این درختان محسوب می‌گردد. اگرچه جابه‌جایی و کاشت مجدد درختان و درختچه‌ها از زمان‌های پیشین مرسوم بوده است، با این‌حال یکی از موانع پیش رو در این زمینه مرگ و میر ۳۰ تا ۷۰ درصدی درختان در طی اولین سال جابه‌جایی می‌باشد (۱۴). یکی از دلایل اصلی این میزان تلفات عدم توانایی درختان در تحمل تنش ناشی از انتقال است.

براساس تعریف استرو و همکاران (۳۱) تنش انتقال به شرایط بحرانی موقتی اطلاق می‌گردد که در اثر زخم‌ها و جراحات وارد شده به درخت در حین عملیات انتقال ایجاد می‌شود. حذف بخش‌های قابل توجهی از سیستم ریشه‌ای درخت جابه‌جا شده باعث برهم خوردن تعادل بین قسمت‌های هوایی و زیرزمینی درخت و بروز تنش آبی می‌شود (۱۷ و ۳۰). هم‌چنین، از بین رفتن ریشه‌ها، سنتز و توزیع هورمون‌های مؤثر در رشد شاخه‌ها را تحت تأثیر قرار داده و موجب کاهش شدید رشد درخت می‌گردد (۱۴). عوامل متعددی در کاهش تنش انتقال و در نتیجه افزایش زنده‌مانی و استقرار درختان جابه جا شده مؤثر هستند. پتانسیل ذاتی و خصوصیات آناتومیکی و فیزولوژیکی هر گونه از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در سرعت احیاء سیستم ریشه‌ای و استقرار درخت پس از جابه‌جایی محسوب می‌گردد (۷). تحقیقات متعدد مشخص نموده است که گونه‌های مختلف توانایی متفاوتی در تحمل تنش انتقال دارند. به‌طور مثال گونه‌های متعلق به جنس‌های بید (*Salix* sp)، صنوبر (*Populus* sp.) و غان (*Betula* sp) پذیرش بالایی برای جابه‌جایی دارند درحالی‌که گونه‌های متعلق به جنس‌های راش (*Fagus* sp) ، گردو (*Juglans* sp) و شاه بلوط (*Aesculus* sp) از این نظر بسیار حساس می‌باشند (۱۴و ۳۴).

زمان کاشت از جمله عوامل دیگری است که تأثیر به‌سزایی در زنده‌مانی، رشد و استقرار درختان انتقال یافته دارد. در مناطق معتدله، درختان خزان‌کننده عمدتاً پس از ریزش برگ‌ها در پائیز و پیش از باز شدن جوانه‌ها در فصل بهار جابه‌جا می‌شوند. جابه‌جایی در این دو فصل به علت شرایط رطوبتی و دمایی مناسب و همزمانی آن با مرحله مطلوب فیزیولوژیک گیاه، احتمال خشک شدن و مرگ درختان را کاهش می‌دهد (۸ و ۲۵). سوزنی برگان همیشه سبز معمولاً در زمان رشد فعال ریشه‌ها در اوائل پائیز یا اوائل بهار جابه جا می‌شوند (۱۵). با این وجود نوع گونه و شرایط آب و هوایی منطقه در انتخاب زمان مناسب به‌منظور جابه‌جایی درختان نقش به‌سزایی دارد.

از عوامل دیگری که در کاهش تنش انتقال و افزایش زنده‌مانی درختان پس از کاشت مجدد مؤثر می‌باشند می‌توان به نحوه انتقال (ریشه لخت، ریشه توپی یا گلدانی) و سن درخت اشاره نمود. به طورکلی، احتمال زخمی و خشک شدن ریشه‌ی درختانی که به صورت ریشه لخت منتقل می‌شوند بیشتر بوده و در نتیجه از تنش آبی پس از انتقال بیشتر متأثر می‌گردند (۳، ۵ و ۱۱). جابه‌جایی درختان به روش ریشه‌توپی اگرچه پرهزینه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

است، اما امکان انتقال درختان با اندازه‌های مختلف و در بازه‌ی زمانی طولانی‌تر را فراهم می‌نماید. نتایج تحقیقات مختلف مشخص نموده است سیستم ریشه ای در درختان کوچک پس از جابه‌جایی سریع تر از درختان بالغ احیاء گردیده و تعادل شاخساره و ریشه سریع‌تر برقرار می‌گردد (۲۶ و ۳۱).

براساس مدل ارائه شده توسط واتسون (۳۳) در مناطق سردسیر، به ازاء هر اینچ از قطر تنه درخت، مدت زمان یک سال به‌منظور استقرار کامل درخت مورد نیاز است. این مدت زمان در مناطقی با آب و هوای گرم‌تر کاهش می‌یابد. عوامل متعدد دیگری نیز که در استقرار و زنده‌مانی درختان جابه جا شده تأثیرگذار هستند، پیشنهاد شده‌اند. از آن بین می‌توان به کاربرد هورمون های مؤثر در ریشه‌زایی (۲۱، ۲۲ و ۲۳)، مکان اولیه رشد گیاه (۷)، عمق کاشت (۲، ۳ و ۴) و نسبت حجم سیستم ریشه‌ای به حجم گودال کاشت (۳۰) اشاره نمود. قابل ذکر است که اغلب یافته‌های موجود در این زمینه از بررسی نهال‌های تولید شده در خزانه حاصل شده است و تحقیقات اندکی تاکنون به‌منظور بررسی موفقیت جابه‌جایی درختان موجود در فضای سبز شهری انجام شده است.

جایگاه ویژه و ساختاری درختان در مدیریت پایدار شهری از یک سو و لزوم کاهش هزینه‌های قابل توجه عملیات جابه‌جایی از سوی دیگر ایجاب می‌کند روش‌های مناسب در افزایش موفقیت انتقال درختان به ویژه گونه‌های غالب در فضای سبز شهری مورد ارزیابی قرار گیرد. پژوهش حاضر با هدف تعیین بهترین زمان انتقال دو گونه‌ی درخت غالب در فضای سبز اصفهان شامل کاج تهران (*Pinus eldarica* Medw) و چنار (*Platanus orientalis*) و هم‌چنین بررسی اثر تیمارهای سن، نحوه‌ی انتقال و هورمون IBA بر افزایش زنده‌مانی و استقرار درختان جابه جا شده، انجام شد.

مواد و روش‌ها

۱. مشخصات جغرافیایی محل انجام پژوهش

پژوهش حاضر در منطقه‌ای به مساحت ۲ هکتار واقع در شرق شهر اصفهان با مختصات جغرافیایی۳۲ درجه، ۳۷ دقیقه و ۲۳/٦ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه، ۴۴ دقیقه ۲۳/۹۷ ثانیه طول شرقی و۱۵٦٦/٦ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. شهر اصفهان با بارش سالیانه ۱۲۵/٦ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالیانه $16/3\ ^{\circ}C$ دارای اقلیم خشک سرد بر اساس تقسیمات اقلیمی آمبرژه است (سازمان هواشناسی ایران، www.irimo.ir). دوره‌ی مرطوب در منطقه براساس منحنی آمبروتیک از اوایل آذرماه تا اوائل فروردین‌ماه بوده و بقیه سال در دوره‌ی خشکی قرار می‌گیرد (شکل ۱).

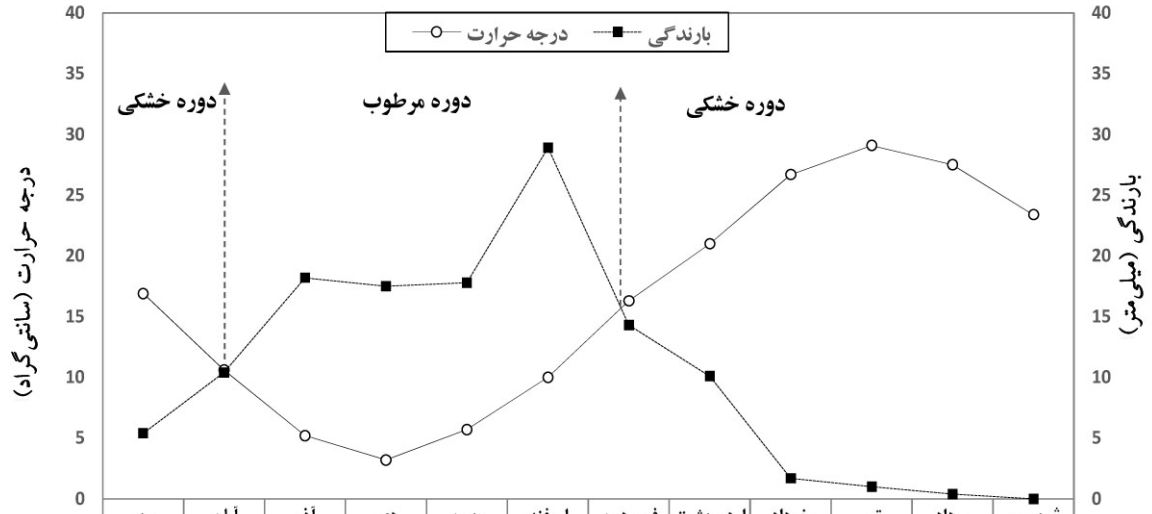
۲. روش انجام پژوهش

این تحقیق به‌منظور بررسی اثر تأثیر سه تیمار سن درخت (جوان و بالغ)، نحوه‌ی انتقال (ریشه لخت و ریشه توپی) و کاربرد هورمون IBA (صفر و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر زنده‌مانی و استقرار درختان کاج و چنار پس از جابه‌جایی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عملیات جابه‌جایی درختان طی سال های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸ در سه بازه زمانی مختلف شامل فصل خواب (میانگین دمای هوا کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد)، اوائل فصل رشد (میانگین دمای هوا بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد) و اواخر فصل رشد (میانگین دمای هوا بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) به شرح زیر صورت گرفت.

ابتدا با هماهنگی شهرداری و سازمان پارک‌ها و فضای سبز اصفهان درختان مورد نظر در دو سن جوان (درختانی که هنوز به مرحله فیزیولوژیک باروری وارد نشده‌اند) و بالغ (درختانی که به مرحله فیزیولوژیک باروری وارد شده‌اند) از مناطق معارض با طرح‌های عمرانی، تعریض خیابان‌ها و احداث جاده‌های جدید انتخاب و علامت‌گذاری شدند. درختان انتخاب شده به دو روش ریشه لخت و ریشه توپی به محل انجام پژوهش منتقل گردیدند. برای انتقال درختان ریشه لخت خاک اطراف ریشه‌ها به آرامی حذف گردید و برای درختان ریشه توپی، سیستم ریشه‌ای درخت (به قطر تقریبی ۱۰ برابر قطر تنه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]



	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
درجه حرارت	16.9	10.6	5.2	3.2	5.7	10	16.3	21	26.7	29.1	27.5	23.4
بارندگی	5.4	10.4	18.2	17.5	17.8	28.9	14.3	10.1	1.7	1	0.4	0

شکل ۱. منحنی آمبروتیک براساس آمار بارندگی و درجه حرارت ایستگاه سینوپتیک اصفهان

درخت) به همراه خاک اطراف آن داخل گونی‌های کنفی پوشانده و با طناب محکم گردید. پس از انتقال درختان به محل انجام پژوهش، هورمون IBA با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بر سطح ریشه‌های نیمی از درختان تا هنگام آغشته شدن کامل ریشه‌ها، اعمال گردید. درختان مورد نظر در گودال‌های حفر شده با فواصل ۴ × ۴ متر کشت شد و بلافاصله آبیاری شدند. در هر سال پس از انجام عملیات جابه‌جایی، مراقبت‌های پس از کشت شامل مبارزه با علف‌های هرز، آبیاری و هرس شاخه‌های آسیب دیده در مواقع لزوم انجام شد.

۳. اندازه‌گیری صفات و تجزیه و تحلیل داده‌ها

درصد زنده‌مانی درختان جابه‌جا شده در پایان هر فصل رشد در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ با محاسبه نسبت درختان زنده به کل درختان جابه‌جا شده به‌دست آمد. افزایش رشد طولی و قطری درختان از طریق رابطه سرعت رشد نسبی(Relative Growth Rate (RGR) (رابطه ۱) محاسبه شد (۲۹). بدین‌منظور قطر تنه درختان در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک به کمک کولیس دیجیتال و ارتفاع درختان به‌روش غیر مستقیم و بر اساس قانون تشابه مثلث‌های تالس در بهار و پائیز هر سال اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است رشد طولی و قطری در درختان چنار به‌علت تعداد ناکافی درختان زنده مانده، محاسبه نگردید.

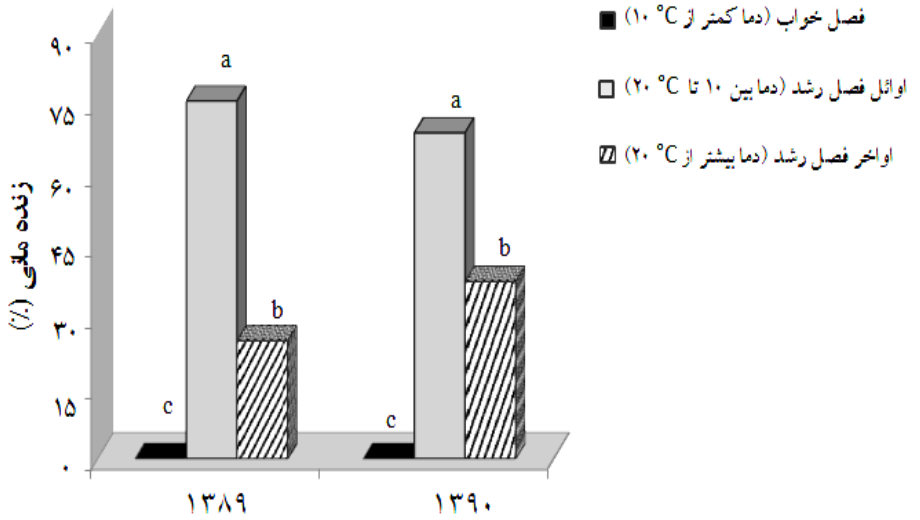
$$RGR = \frac{Ln(p2) - Ln(p1)}{t2 - t1}$$ رابطه (۱)

رابطه ۱. سرعت رشد نسبی (RGR) ؛P۲ ، پارامتر مورد اندازه‌گیری در دومین زمان یادداشت برداری ؛P۱، پارامتر مورد اندازه‌گیری در اولین زمان یادداشت برداری؛t۲، دومین زمان یادداشت برداری؛t۱، اولین زمان یادداشت برداری

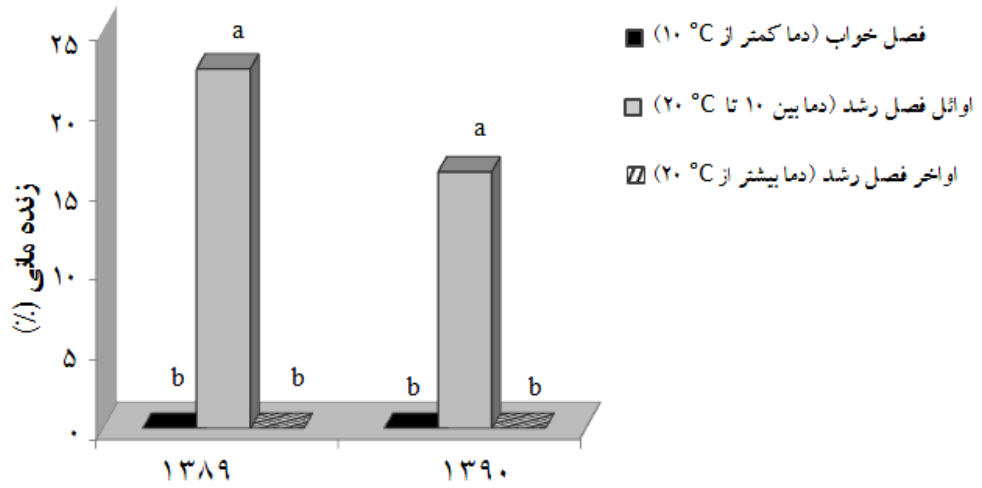
تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به زنده‌مانی درختان با استفاده از نرم افزار آماری SPSS ver.۱۶ انجام شد. آزمون Kolmogorov-Smirnov به‌منظور بررسی تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال استفاده شد و با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها، از آزمون غیر پارامتریک استقلال X^2 (آزمون مربع کای) استفاده گردید. تجزیه و تحلیل اطلاعات رشد طولی و قطری درختان با استفاده از نرم افزار SAS ver. ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]



شکل ۲. تأثیر زمان انتقال بر زنده‌مانی درختان کاج در سال‌های اول (۱۳۸۹) و دوم (۱۳۹۰) پس از جابه‌جایی (ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون مربع کای (X^2) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).



شکل ۳. تأثیر زمان انتقال بر زنده‌مانی درختان چنار در سال‌های اول (۱۳۸۹) و دوم (۱۳۹۰) پس از جابه‌جایی (ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون مربع کای (X^2) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

نتایج

۱. اثر زمان انتقال بر زنده‌مانی درختان جابه‌جا شده

بررسی درصد زنده‌مانی درختان کاج در سال اول پس از عملیات جابه‌جایی (سال ۱۳۸۹) نشان داد زمان انتقال تأثیر معنی‌داری در بقاء درختان جابه‌جا شده دارد. درختان جابه‌جا شده در اوائل فصل رشد (میانگین دما بین ۱۰ تا ۲۰°C) با ۷۵٪ زنده‌مانی از کمترین میزان مرگ و میر برخوردار بودند، درحالی‌که هیچ کدام از درختان جابه‌جا شده در فصل خواب (میانگین دما کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) توانایی تحمل تنش عملیات انتقال را نداشتند. جابه‌جایی درختان در اواخر فصل رشد. (میانگین دما بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) نیز با ۲۵٪ زنده‌مانی، کاهش معنی‌داری را درمقایسه با انتقال در اوائل فصل نشان داد . در سال دوم (سال۱۳۹۰) کاهش جزئی (۵/۴٪) در میزان زنده‌مانی درختان جابه‌جا شده در در اوائل فصل رشد مشاهده شد درحالی‌که تداوم آبیاری و انجام مراقبت‌های پس از کاشت برای تمام درختان، منجر به احیاء ۱۲/۵٪ از درختان کاج

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

جدول ۱. تأثیر تیمارهای مختلف بر زنده‌مانی درختان کاج در سال‌های اول (۱۳۸۹) و دوم (۱۳۹۰) پس از جابه‌جایی

تیمار		درصد زنده‌مانی	
		سال اول (۱۳۸۹)	سال دوم (۱۳۹۰)
نحوه انتقال	ریشه لخت	۵۳/۳[b*]	۶۰[a]
	ریشه توپی	۶۸/۷[a]	۵۶/۲[a]
سن	جوان	۷۵[a]	۶۶/۶[a]
	بالغ	۵۲/۲[b]	۵۲/۲[b]
هورمون IBA	بدون هورمون	۶۶/۶[a]	۶۶/۶[a]
	با هورمون	۶۰/۸[a]	۵۲/۲[b]

*. در هر ستون میانگین تیمارهای مشخص شده با حروف یکسان در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

جابه جا شده در اواخر فصل رشد شد (شکل ۲). نتایج هم‌چنین مؤید تأثیر معنی‌دار زمان انتقال بر زنده‌مانی درختان چنار بود. در سال اول پس از جابه‌جایی ۲۲/۵۸٪ از درختان جابه‌جا شده در اوائل فصل رشد زنده ماندند و این میزان در سال دومجابه‌جایی به ۱۶/۱۲٪ کاهش یافت. جابه‌جایی در دو بازه‌ی زمانی دیگر موفق نبود. به‌طورکلی درخت چنار توانایی پائینی در تحمل تنش ناشی از عملیات جابه‌جایی نشان داد (شکل ۳)

۲. اثر تیمارهای مختلف بر زنده‌مانی درختان جابه جا شده

نتایج درصد زنده‌مانی درختان کاج جابه‌جا شده تحت تیمارهای مختلف در جدول (۱) آورده شده است. براساس این نتایج، نحوه‌ی انتقال تأثیر معنی‌داری بر زنده‌مانی درختان در سال اول پس از جابه‌جایی داشت. در این سال، درختان جابه‌جا شده به روش ریشه‌توپی از ۱۵/۴٪ زنده‌مانی بیشتری در مقایسه با درختان ریشه لخت برخوردار بودند. تأثیر این تیمار در سال دوم کاهش یافت به نحوی که تفاوت معنی‌داری در زنده‌مانی درختان ریشه لخت و ریشه‌توپی مشاهده نگردید. نتایج هم‌چنین مؤید اثر معنی‌دار تیمار سن بر زنده‌مانی درختان جابه‌جا شده می‌باشد. درصد زنده‌مانی درختان جوان در طی سال‌های اول ۲۲/۸۳٪ بیشتر از درختان بالغ بود. در سال دوم علی‌رغم کاهش این میزان به ۱۴/۴۹٪ ، هم‌چنان تفاوت مشاهده شده در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار بود. تیمار درختان با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون IBA، تأثیر مثبتی در افزایش درصد زنده‌مانی درختان کاج نداشت و حتی در سال دوم پس از عملیات جابه‌جایی، درصد زنده‌مانی درختان تیمار شده با هورمون کاهش معنی‌داری را در مقایسه با درختان تیمار نشده نشان داد. ارزیابی تأثیر تیمارهای مختلف بر زنده‌مانی درختان چنار طی سال های اول و دوم پس از جابه‌جایی نشان داد درختان منتقل شده به روش ریشه‌توپی از زنده‌مانی بیشتری در مقایسه با درختان ریشه لخت برخوردار بودند، به‌طوری‌که هیچ یک از درختان جابه‌جا شده به روش ریشه لخت قادر به تحمل تنش انتقال نبودند. هم‌چنین میزان زنده‌مانی درختان جوان به طور معنی‌داری بیش از درختان بالغ بود. تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون IBA تأثیر معنی‌داری بر زنده‌مانی درختان چنار جابه‌جا شده نداشت (جدول ۲).

۳. اثر تیمارهای مختلف بر رشد طولی و قطری درختان جابه‌جا شده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در اولین سال پس از جابه‌جایی نشان داد تیمار سن درخت و نحوه انتقال تأثیر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

جدول ۲. تأثیر تیمارهای مختلف بر زنده‌مانی درختان چنار در سال‌های اول (۱۳۸۹) و دوم (۱۳۹۰) پس از جابه‌جایی

تیمار		درصد زنده‌مانی	
		سال اول (۱۳۸۹)	سال دوم (۱۳۹۰)
نحوه انتقال	ریشه لخت	۰[b]	۰[a]
	ریشه توپی	۲۱/۹[a*]	۱۵/۶[a]
سن	جوان	۲۹/۲[a]	۲۰/۸[a]
	بالغ	۰[b]	۰[b]
هورمون IBA	بدون هورمون	۱۶/۷[a]	۱۲/۵[a]
	با هورمون	۱۲/۵[a]	۸/۳[a]

* در هر ستون میانگین تیمارهای مشخص شده با حروف یکسان در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

معنی‌داری بر سرعت رشد نسبی بر مبنای ارتفاع (RGR_H) و قطر (RGR_D) درختان کاج دارد (جدول ۳). در درختان جابه‌جا شده به روش ریشه‌توپی، افزایش ارتفاع از سرعت ۳ برابری و افزایش قطر تنه از سرعت ۲ برابری در مقایسه با درختان ریشه لخت برخوردار بود. به طورمشابه میزان RGR_H و RGR_D درختان جابه‌جا شده در سن جوان نیز به‌ترتیب ۳ و ۲ برابر درختان بالغ بود.

به طور کلی تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم برلیتر IBA رشد طولی و قطری درختان جابه‌جا شده را کاهش داد که این کاهش برای شاخص RGR_D در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. در سال دوم تأثیر تیمارهای سن و نحوه انتقال بر سرعت رشد طولی و قطری درختان کاج کاهش یافت به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری در میزان RGR_H و RGR_D درختان منتقل شده بر اساس این دو تیمار مشاهده نگردید (جدول ۴).

بحث

زنده‌مانی

برآورد درصد زنده‌مانی در بازه‌های زمانی مختلف مشخص نمود زمان انتقال تأثیر معنی‌داری بر میزان بقاء درختان کاج و چنار پس از جابه‌جایی دارد. بیشترین درصد زنده‌مانی در درختان کاج جابه‌جا شده در اوائل فصل رشد (میانگین دما بین ۱۰ تا ۲۰°C) مشاهده شد. نتایج تحقیقات پیشین نیز حاکی از آن است که بهترین زمان انتقال سوزنی برگان همیشه سبز، به هنگام رشد فعال ریشه‌ها و در دمای ۱۵ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (۱۵). با افزایش دمای هوا در هنگام جابه‌جایی، کاهش معنی‌داری در زنده‌مانی درختان کاج مشاهده شد. از سوی دیگر هیچ یک از درختان جابه‌جا شده در فصل خواب (میانگین دما کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) نیز قادر به ادامه رشد نبودند، زیرا با کاهش دما رشد ریشه‌ها به شدت کاهش یافته و جذب آب متوقف می‌شود. درحالی‌که تبخیر از سطح برگ‌های سبز ادامه می‌یابد که این امر نهایتاً منجر به مرگ درخت می‌گردد (۲۷).

جابه‌جایی درختان چنار نیز در در اوائل فصل رشد (میانگین دما بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد) از موفقیت بیشتری در مقایسه با دو بازه‌ی دمایی دیگر برخوردار بود. آنلا و همکاران (۲) نیز گزارش نمودند جابه‌جایی بهاره رشد و زنده‌مانی درختان چنار را در مقایسه با جابه‌جایی در فصل خواب افزایش می‌بخشد. ذکر این نکته ضروری است که به‌طورکلی جابه‌جایی درختان چنار تحت شرایط پژوهش حاضر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر میزان RGR_H و RGR_D درختان کاج در سال‌های اول (۱۳۸۹) و دوم (۱۳۹۰) پس از جابه‌جایی

	منابع تغییرات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات	
			RGR_H	RGR_D
۱۳۸۹	بلوک	۳	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۱۰۲^{ns}
	نحوه‌ی انتقال	۱	۰/۰۱۷*	۰/۰۵۰*
	سن درخت	۱	۰/۰۳۸**	۰/۱۷۷*
	هورمون IBA	۱	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۱۸۶*
۱۳۹۰	بلوک	۳	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۸۶^{ns}
	نحوه‌ی انتقال	۱	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}
	سن درخت	۱	۰/۰۴۰^{ns}	۰/۰۷۱^{ns}
	هورمون IBA	۱	۰/۰۶۷^{ns}	۰/۰۱۹^{ns}

**، * و ns : به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطوح احتمال ۱٪، ۵٪ و عدم معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۴. تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان RGR_H و RGR_D درختان کاج در سال‌های اول (۱۳۸۹) و دوم (۱۳۹۰) پس از جابه‌جایی

تیمار		RGR_H		RGR_D	
		۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۹۰
سن	جوان	۰/۰۳^{a*}	۰/۰۹^{a}	۰/۲۰^{a}	۰/۱۰^{a}
	بالغ	۰/۰۱^{b}	۰/۰۵^{a}	۰/۱۰^{b}	۰/۰۶^{a}
نحوه انتقال	ریشه توپی	۰/۰۳^{a}	۰/۰۷^{a}	۰/۲۰^{a}	۰/۰۷^{a}
	ریشه لخت	۰/۰۱^{b}	۰/۰۷^{a}	۰/۱۰^{b}	۰/۱۰^{a}
هورمون IBA	بدون هورمون	۰/۰۲^{a}	۰/۰۸^{a}	۰/۲۷^{a}	۰/۰۹^{a}
	با هورمون	۰/۰۲^{a}	۰/۰۵^{a}	۰/۱۰^{b}	۰/۰۷^{a}

*: در هر ستون میانگین تیمارهای مشخص شده با حروف یکسان در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشند.

چندان رضایت بخش نبود. مورفولوژی ویژه و نحوه‌ی رشد ریشه‌های درختان چنار می‌تواند یکی از دلایل این عدم موفقیت محسوب گردد. ریشه‌ی اصلی چنار با رشد عمودی در خاک نفوذ می‌کند به‌طوری‌که در درختان بالغ عمق نفوذ ریشه به چهار متر نیز می‌رسد (۳۵). با توجه به این‌که در این تحقیق سیستم ریشه‌ای درختان تا عمق حداکثر یک متر از خاک جدا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

گردید، این امکان وجود دارد که خسارات وارد شده به سیستم ریشه‌ای عامل نرخ بالای مرگ و میر در بین درختان جابه‌جا شده باشد. بررسی اثر تیمار سن در زنده‌مانی درختان کاج و چنار نشان داد جابه‌جایی درختان در سن جوان تأثیر معنی‌داری در افزایش درصد زنده‌مانی در سال‌های اول و دوم پس از جابه‌جایی دارد. لادردال و همکاران (۱۸) گزارش نمودند در درختان جوان به علت حجم کمتر ریشه‌های قطور و چوبی شده، سیستم ریشه‌ای سریع‌تر احیاء گردیده و تعادل شاخساره به ریشه سریع‌تر برقرار می‌شود. گیلمن (۱۰) گزارش نمود درختان جوان بلوط ویرجینیانا (*Quercus virginiana*) پس از جابه‌جایی از رشد و استقرار بیشتری در مقایسه با درختان بالغ برخوردار بودند. به‌طور مشابه استرو (۳۱) نیز نشان داد درختان جوان بلوط قرمز(*Quercusrubra*) در طی اولین و دومین سال پس از جابه‌جایی از زنده‌مانی ۱۰۰٪ برخوردار بودند، درحالی‌که در درختان بالغ این میزان به ۴۲٪ در سال دوم کاهش یافت.

جابه‌جایی به‌روش ریشه توپی در مقایسه با روش ریشه لخت موجب افزایش زنده‌مانی و بقاء درختان کاج و چنار در سال اول پس از انتقال شد. پیرون و همکاران (۲۳) بیان داشتند نرخ مرگ و میر در جابه‌جایی درختان به روش ریشه لخت به‌ویژه در فصل بهار به علت آسیب بیشتر به ریشه‌ها و احتمال خشک شدن آن‌ها در حین حمل و نقل، بیشتر از درختان ریشه توپی می‌باشد. قابل ذکر است که نوع گونه‌ی گیاهی، فصل انتقال و عوامل دیگر می‌توانند در این زمینه تأثیرگذار باشد (۱۱ و ۱۲). نتایج تحقیقات صورت گرفته بر روی اوستریا (*Ostrya virginiana*) ، داغداغان (*Celtis occidentalis*) و بلوط سفید مرداب (*Quercus bicolor*) نیز نشان داد درختان اوستریا جابه‌جا شده به روش ریشه‌توپی در سال دوم پس از جابه‌جایی از ۱۰۰٪ زنده‌مانی برخوردار بودند، درحالی‌که این میزان در درختان ریشه لخت به ۵۰٪ کاهش یافت. در درختان داغداغان نیز جابه‌جایی به روش ریشه لخت با ۱۰٪ مرگ و میر در سال دوم جابه‌جایی همراه بود. اما در درختان بلوط، تفاوت معنی‌داری در زنده‌مانی درختان ریشه لخت و ریشه‌توپی مشاهده نگردید (۵).

براساس نتایج پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری در میزان زنده‌مانی درختان کاج و چنار ریشه لخت و ریشه‌توپی در سال دوم جابه‌جایی مشاهده نگردید. به‌نظر می‌رسد با گذشت زمان و افزایش سازگاری درختان با شرایط و محل کشت جدید، تأثیر این تیمار نیز به تدریج کاهش می‌یابد. باکستراپ و باساک (۵) نیز نشان دادند با گذشت زمان تفاوت مشاهده شده در رشد و استقرار درختان جابه‌جا شده به روش ریشه لخت و ریشه‌توپی کاهش یافت. درصد زنده‌مانی هیچ یک از دو گونه مورد بررسی در این تحقیق تحت تاثیر تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون IBA قرار نگرفت. اگرچه در برخی موارد کاربرد اکسین‌ها از جمله IBA و IAA موجب تسریع باززایی سیستم ریشه‌ای و استقرار درختان حساس به جابه‌جایی گردیده است، اما نتایج تحقیقات متعددی بیانگر آن است که نوع گیاه، غلظت و زمان کاربرد تنظیم کننده‌ی رشد در این زمینه مؤثر است (۲۰). در پژوهش صورت گرفته توسط پرسیوال و گریتسن (۲۱) مشخص گردید اعمال تیمار IBA و IAA به‌صورت منفرد یا در ترکیب با هم، در افزایش زنده‌مانی و رشد ریشه‌های درختان نمدار اروپایی (*Tilia × europe*)، تیس (*Sorbus aucuparia*) و توسکای قرمز (*Alnus rubra*) پس از جابه‌جایی مؤثر بود اما تأثیر معنی‌داری برروی درختان بلوط انگلیسی (*Quercus robur*) نداشت. پراگر و لومیس (۲۴) نیز نشان دادند رشد ریشه‌ها و استقرار درختان بلوط قرمز و افرای نقره‌ای (*Acersaccharum*) با کاربرد هورمون IBA افزایش یافت درحالی‌که در درختان غان (*Betula pendula*) ، زبان گنجشک سبز (*Fraxinus pennsylvanica*) و نمدار برگ‌ریز (*Tilia cordat*) تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد مشاهده نشد. به‌طور مشابه در آزمایش پرسیوال و بارنز (۲۲) نیز کاربرد هورمون IBA موجب افزایش زنده‌مانی درختان راش اروپایی (*Fagus sylvatica*) شد اما بر درختان غان بی‌تأثیر بود. گیلمن و پارتین (۱۳) نیز تأثیر اندک محرک‌های ریشه‌زایی در افزایش استقرار درختان منتقل شده را گزارش نمودند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

رشد طولی و قطری

جابه‌جایی به روش ریشه‌توپی سرعت رشد نسبی بر مبنای ارتفاع (RGR_H) و قطر تنه (RGR_D) درختان کاج را افزایش بخشید. نتایج تحقیقات پیشین نیز حاکی از تأثیر مثبت جابه‌جایی به‌روش ریشه‌توپی در افزایش پارامترهای رشدی درختان مختلف می‌باشد. در پژوهش انجام شده توسط راس (۲۶) نیز گزارش شد درختان چنار لندنی (*Platanus × acerifolia*) جابه‌جا شده به صورت ریشه‌توپی در مقایسه با درختان ریشه لخت هم‌اندازه‌ی خود، سرعت رشد نسبی بیشتری برمبنای قطر تنه داشتند. در مطالعه‌ای که بر روی تعدادی از درختان خیابانی انجام شد نیز تمام پارامترهای رشدی از جمله قطر تنه و حجم تاج پوشش درختان ریشه‌توپی در مقایسه با درختان ریشه لخت بیشتر بود (۱۶).

درختان جوان نیز در مقایسه با درختان بالغ از RGR_H و RGR_D بیشتری برخوردار بودند. این مشاهده بیانگر این مطلب است که درختان جوان در طی عملیات جابه‌جایی با تنش کمتری مواجه می‌شوند. لادردال و همکاران (۱۸) نیز نشان دادند ارتفاع و قطر تنه درختان افرای قرمز (*Acer rubrum*) جوان پس از جابه‌جایی بیشتر از درختان بالغ بود که علت آن سرعت تعرق و فتوسنتز بیشتر درختان جوان و درنتیجه ظرفیت بیشتر آن‌ها به‌منظور سنتز کربوهیدرات‌های مورد نیاز برای رشد ذکر گردید.

به‌طورکلی درختان تیمار شده با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر هورمون IBA، از RGR_H و RGR_D کمتری در مقایسه با درختان تیمار نشده برخوردار بودند. دیویس وهمکاران (۸) نیز گزارش کردند شاخص‌های رشد در درختان راش اروپایی تحت تأثیر هورمون IBA افزایش می‌یابد اما در درختان بلوط تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. نوع و غلظت هورمون نیز در میزان تأثیر کاربرد هورمون نقش دارد. در تحقیق دیگر انجام شده برروی درختان غان و راش اروپائی کاربرد غلظت بالای هورمون‌های IBA و NAA شاخص‌های مختلف رشدی شامل ارتفاع، قطر تنه، طول ریشه، وزن خشک برگ، ریشه و ساقه و میزان کلروفیل را کاهش داد درحالی‌که با اعمال غلظت‌های پائین‌تر این دو هورمون تمام فاکتورهای رشدی افزایش یافت (۲۲).

به‌طورکلی براساس نتایج پژوهش حاضر مشخص گردید زمان انتقال یک عامل محدود کننده در جابه‌جایی درختان کاج و چنار در شرایط آب و هوایی اصفهان می‌باشد. هم‌چنین جابه‌جایی این درختان به روش ریشه‌توپی و در سن جوان نقش مؤثری در کاهش اثرات تنش انتقال و افزایش زنده‌مانی و استقرار درختان جابه‌جا شده دارد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت و همکاری سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری اصفهان انجام یافته است، که بدین‌وسیله قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Akbari, H., S. Davis and S. Dorsano. 1992. Cooling our Communities: A Guidebook on Tree Planting and Light-Colored Surfacing. United State Environmental Protection Agency. Washington, DC.
2. Anella, L., T. C. Hennessey and E. M. Lorenzi. 2008. Growth of balled-and-burlapped versus bare-root trees in Oklahoma, U.S. *Arboriculture and Urban Forestry* 34:200–203.
3. Arnold, M. A., G. V. Mcdonald and D. L. Bryan. 2005. Planting depth and mulch thickness affect establishment of green ash (*Fraxinus pennsylvanica*) and bougainvillea golden raintree (*Koelreuteria bipinnata*). *Journal of Arboriculture* 31: 163–167.
4. Bryan, D. L., M. A. Arnold, A. Volder, W. T. Watson, L. Lombardini, J. J. Sloan, L. A. Valdez-Aguilar and A. D. Cartmill. 2010. Planting depth during container production and landscape establishment affects growth of *Ulmus parvifolia*. *HortScience* 45: 54–60.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

5. Buckstrup, M. J. and N. L. Bassuk. 2000. Transplanting success of balled and burlapped versus bare-root trees in the urban landscape. *Arboriculture and Urban Forestry* 26:298-308.
6. Colding, J. 2007. Ecological Land-Use complementation for building resilience in urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 81: 46-55.
7. Dana, M. N. and R. Lerner. 2002. Planting and transplanting landscape trees and shrubs. Purdue University Cooprative Extention Service, West Lafayette, IN. Available online at: http:// www. Hort. Purdue.edu/HO-100-html. Accepted July 2002.
8. Davies, M. J., N. A. Hipps and M. G. Kingswell. 2002. The effects of indole-3-butyric acid root dips on the root development and shoot growth of transplanted *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. seedlings. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 77:209–216.
9. Fung, T. and F. K. Wong. 2003. Ecotourism planning using multiple criteria evaluation with GIS. *Goecarto International* 22: 87-105.
10. Gilman, E. F. 1988. Tree root spread in relation to branch driplin and harvestable root ball. *HortScience* 23: 351-353.
11. Gilman, E. F. and C. J. Beeson. 1996. Nursery production method affects root growth. *Environmental Horticulture* 14: 88-91.
12. Gilman, E. F. and F. J. Masters. 2010. Effect of tree size, root pruning, and production method on root growth and lateral stability of *Quercus virginiana*. *Arboriculture and Urban Forestry* 36: 281-291.
13. Gilman. E. F. and T. Partin. 2007. Planting and establishing trees. University of Florida Cooperative Extension Service, Florida, U.S. Available online at: http:// treesandhurricanes.ifas.ufl.edu. Accepted September 2007.
14. Hiron, A. D. and G. C. Percival. 2011. Fundamentals of tree establishment: a review. Trees, People and the Built Environment. *In:* ICF Urban Trees Research Conference. Birmingham, UK. 13-14 April. pp. 51-62.
15. Iles, J. 2001. Community trees: when to plant? University of Iowa Cooperative extension service, Iowa, U.S. Available online at: http://extension.iastate.edu. Accepted February 2001.
16. Jack-Scott, E. 2011. Survival and growth factors affecting community-planted urban street trees. *Cities and the Environment* 4: 1-14.
17. Kozlowski, T. T. and W. J. Davies. 1975. Control of water balance in transplanted trees. *Arboriculture and Urban Forestry* 1:1–10.
18. Lauderdale, D. M., C. H. Gilliam, D. J. Eakes, G. J. Keever and A. H. Chappelka. 1995. Tree transplant size influences post-transplant growth, gas exchange, and leaf water potential of ' October Glory' red maple. *Environmental Horticulture* 13: 178-181.
19. Nowak, D. J. C.1992. Urban forest structure and the functions of hydrocarbon emissions and carbon storage. *In:* Proceedings of the fifth National Urban Forestry Conference; Losangeles, CA. Washington, DC. American Forestry Association. pp. 48-51.
20. Percival, G. C. 2007. Transplanting shock, getting to the root of the problem: planting considerations. Essential ARB. Issue 23. September Edition. pp. 1-18.
21. Percival, G. C. and J. Gerritsen. 1998. The influence of plant growth regulators on root and shoot growth of containerized trees following root removal. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73:353–359.
22. Percival, G. C. and S. Barnes. 2004. Auxins and water-retaining polymer root dips affect survival and growth of newly transplanted bare-rooted european beech and silver birch. *Environmental Horticulture* 22:183–188.
23. Pirone, P. P., J. R. Hartman, M. A. Sall and T. P. Pirone. 1988. Tree Maintenance. Oxford University Press, New York, NY.
24. Prager, C. M. and G. P. Lumis. 1983. IBA and some IBA-synergist increases of root regeneration of landscape-size and seedling trees. *Arboricultural Journal* 9: 117-123.
25. Richardson-Calfee L. E. and J. R. Harris. 2005. A review of the effects of transplant timing on landscape establishment of field-grown deciduous trees in temperate climate. *HortTechnology* 15: 132-135.
26. Ross, M. 2008. The influence of initial stock size on tree growth and canopy development and physiology in the urban environment. MSc.Thesis. Michigan State University. Michigan, U. S.
27. Running, S. W. and C. P. Reid. 1980. Soil temperature influences on root resistance of *Pinus contorta* seedlings. *Plant Physiology* 65:635-640.
28. Sandstorm, U. G., P. Angelstam, and G. Mikusinski. 2006. Ecological diversity of birds in relation to the structure of urban green space. *Landscape and Urban Planning* 77:34-53.
29. South. D. B. 1995. Relative Growth Rates: A Critique. *South African Forestry Journal* 173:43-48.
30. Struve, D. K. 2009. Tree Establishment: A review of some of the factors affecting transplant survival and establishment. *Arboriculture and Urban Forestry* 35:10–13.
31. Sturve, D. K., L. Burchfield and C. Maupin. 2000. Survival and growth of transplanted large and small caliper red oaks. *Arboricultural Journal* 26: 162-169.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]

32. Tang, B., S. Wong. and A. K. Lee. 2007. Green belt in a compact city: A zone for conservation or transition? *Landscape and Urban Planning* 79: 358-373.
33. Watson, G. W. 1985. Tree size affects root regeneration and top growth after treansplanting. *Arboriculture and Urban Forestry* 11: 37-40.
34. Watson, G.W. and E. B. Himelick. 1997. Principles and Practices of Planting Trees and Shrubs. International Society of Arboriculture Champaign. Savoy, IL.
35. Yazdan Panah, A. 1996. Effect of different treatments on iron chlorosis of plane trees in Isfahan. MSc.Thesis. Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-06]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.14.5.5]