

مطالعه تغییرات رویش درختان چنار پنج منطقه شهر تهران

سودابه علی احمدکروری^۱، انوشیروان شیروانی^۲، محمد متینی زاده^۳، شهیده شبستانی^{۴*} و حسین ولی پور کهرود^۴

^۱دانشیار گروه پژوهشی فناوری زیست‌بوم‌های طبیعی پایدار، وزارت علوم تحقیقات و فناوری

^۲استادیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۳استادیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

^۴کارشناس ارشد گروه پژوهشی فناوری زیست‌بوم‌های طبیعی پایدار، وزارت علوم تحقیقات و فناوری

(تاریخ دریافت: ۸۹ / ۱ / ۳۰، تاریخ پذیرش: ۸۹ / ۸ / ۳۰)

چکیده

شهر تهران، پایتخت ایران از کلانشهرهای بزرگ دنیاست که جمعیتی نزدیک به هشت میلیون نفر را در خود جای داده است. به‌همین دلیل سالیانه با وجود اعمال مدیریت‌های جنبی فراوان، بر آلودگی این شهر افزوده شده است. انتخاب گیاهان متناسب با محیط، در طراحی فضای سبز، بسیار کارآمد است. درختان با توجه به عمر طولانی خود به‌عنوان موجودات زنده، می‌توانند بهترین و دقیق‌ترین شاخص برای تحقیق روی تنش‌های محیطی باشند. در این تحقیق، ابتدا ۶۰ پایه از گونه چنار (*Platanus orientalis*) در پنج منطقه تهران با اندازه‌های مختلف آلودگی و جمعیت و براساس نقشه آلودگی شهر تهران نشانه‌گذاری شد. پس از نمونه‌برداری، با استفاده از متده سال‌سنج در دو جهت عمود برهم و در ارتفاع برابر سینه، مقدار رویش سالیانه ۲۵ سال گذشته تعیین شد. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که رویش درختان چنار به‌ویژه طی ۱۰ سال اخیر به‌شدت کاهش یافته است، درحالی‌که درختان چنار بررسی‌شده با قطر برابر سینه متوسط ۳۶ سانتی‌متر، هنوز در دوره جوانی و رویش مطلوب هستند. محاسبات آماری انجام‌گرفته روی مقدار رویش نشان می‌دهد که مناطق سعادت‌آباد و آزادی نسبت به دیگر مناطق دارای رویش بیشتر و مناطق یخچال و نارمک دارای رویش کمتر هستند و منطقه مفتوح در حد واسط مناطق دیگر از نظر رویش قرار دارد. مقایسه نتایج با داده‌های بارندگی نشان می‌دهد که نوسان رویشی با تغییرات بارندگی همخوانی ندارد که ممکن است نشان‌دهنده دیگر عوامل اثرگذار مانند آلاینده‌های هوا بر رویش باشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، تهران، پایش، چنار، حلقه‌های رویشی .

مقدمه و هدف

افزایش جمعیت و به دنبال آن آلودگی کلانشهرهای دنیا، از بزرگ‌ترین مشکلات بسیاری از کشورها از جمله ایران است. آلودگی‌های زیست‌محیطی شهرها شامل آلاینده‌های هوا، آب، بستر، آلودگی‌های الکترومغناطیسی و صوتی است و درختان، تنها در مقابل برخی از این آلاینده‌ها نقش پالاینده را دارند. حذف آلاینده‌ها از محیط با استفاده از گیاهان، مبنای دانشی به نام گیاه‌پالایی^۱ است (خداکرمی، ۱۳۸۷).

گیاهان به دلیل نداشتن تحرک به‌طور کامل در معرض آلودگی قرار دارند. هر چند در حال حاضر با استفاده از دستگاه‌های مکانیکی می‌توان شدت بعضی از آلودگی‌های هوا، خاک و آب را اندازه‌گیری کرد، نمی‌توان گفت که چه مقدار از این آلودگی‌ها، جذب درختان شده و برای همیشه در بافت‌های چوبی آنها تجمع یافته و در سال‌های گذشته تغییرات این آلودگی‌ها چگونه بوده است.

دانش گاه‌نگاری^۲ از سال‌ها قبل برای بررسی و تحقیق درباره روند تغییرات اقلیمی و زیست‌محیطی، چگونگی تغذیه درختان و حوادثی مانند سیل و آتش‌سوزی در گذشته، بر اساس بررسی حلقه‌های رویش درختان، کاربرد داشته است. تحقیق (Yu Da et al., 2005) بر روی حلقه‌های رویش درختان توس نشان داد که جنگل‌های نواری کوهستانی چین، به تغییر عوامل اقلیمی بسیار حساس‌اند. آنها نشان دادند که دمای فصل رویش همان سال، بر رویش حلقه‌ها چندان مؤثر نیست و رویش، متأثر از دمای زمستان قبل و دمای آغاز بهار سال جاری است. همچنین مقدار رویش با بارندگی زمستان سال قبل نیز ارتباط معنی‌داری دارد (Yu Da et al., 2005). (Szabados (2004) در تحقیقی که در سه منطقه کوهستانی انجام داد، تأثیر اقلیم مانند بارندگی و خشکی را بر پهنای حلقه‌های رویشی گونه‌های مختلف درختی در کلاسه‌های مختلف سنی بررسی کرد. در این تحقیق، همبستگی معنی‌داری بین مقدار رویش و بارندگی ماه‌های آوریل و ژوئن به‌دست آمد. میزان بارندگی کل نیز بر مقدار رویش مؤثر بود. نتیجه دیگر این تحقیق، همبستگی

زیاد بین پهنای حلقه‌های رویش و ضرایب خشکی است. پورسرتیپ در سال ۱۳۸۴ با بررسی تغییرات رویش دو گونه رویشگاه چهارباغ گرگان، آثار عوامل اقلیمی و تغییرات اکولوژیک را بر مقدار رویش این درختان ثابت کرد. بررسی‌ها درباره توس نشان داد که گونه‌های مختلف، حساسیت‌های متفاوتی در برابر تغییرات اقلیمی دارند. برای مثال، رویش شعاعی درختان راش (*Fagus sylvatica* L.) و زبان‌گنجشک (ون) (*Fraxinus excelsior* L.) حساسیت زیادی نسبت به تغییرات بارندگی و رطوبت خاک در اوایل تابستان نشان داد. گونه بلوط (*Quercus robur* L.) با نسبت کمتری این حساسیت را نشان داد، اما رویش گونه کاج اسکات (*Pinus sylvestris* L.) در برابر بیشینه مطلق دمای محیط و خاک، حساسیت بیشتری داشت (Suarez et al., 2009). اولین تحقیق درباره گاه‌نگاری در ایران توسط حجازی (۱۳۳۷) بر روی دوایر سالیانه درخت چنار با بررسی ۴۰ چنار قطع‌شده در محل دانشکده کشاورزی کرج انجام گرفت. برای تحقیقات دقیق‌تر، با توجه به موضوع تحقیق، ۲۴ اصله درخت چنار قطع‌شده انتخاب شد. نتایج اعلام‌شده در شرایط اقلیمی کرج به این صورت بود: بیشینه پهنای دوایر رویش درختان ۱۵ میلی‌متر و کمینه یک میلی‌متر و بیشینه رویش قطری سالیانه ۳۰ میلی‌متر و کمینه آن دو میلی‌متر. مسن‌ترین پایه دانه‌زاد با ۱۴۰ سال سن و ۱۰۷/۵ سانتی‌متر قطر در ارتفاع یک متر و جوان‌ترین پایه با ۵۷ سال سن و ۴۶/۸ سانتی‌متر قطر بود. خراسانی در سال ۱۳۷۲، پژوهشی روی ۱۳۰ پایه چنار در مناطق مختلف تهران طی سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۶۷ انجام داد. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که طی ۱۰ سال آخر تحقیق، رویش درختان پایتخت کاهش یافته است. وی این کاهش را ناشی از مجموعه عوامل اثرگذار زنده و غیرزنده دانسته است. پورطهماسی در سال ۱۳۸۰ با بررسی حلقه‌های رویش درختان ارس (*Juniperus polycarpos* c.Koch) در سه رویشگاه طبیعی نشان داد که تغییرات رویشی این سه رویشگاه شباهت بسیاری به هم دارد و پهنای دوایر رویش ارس در رویشگاه‌های بررسی‌شده همبستگی زیادی با عوامل اقلیمی مثل بارندگی و دما دارد. تحقیق دیگری که

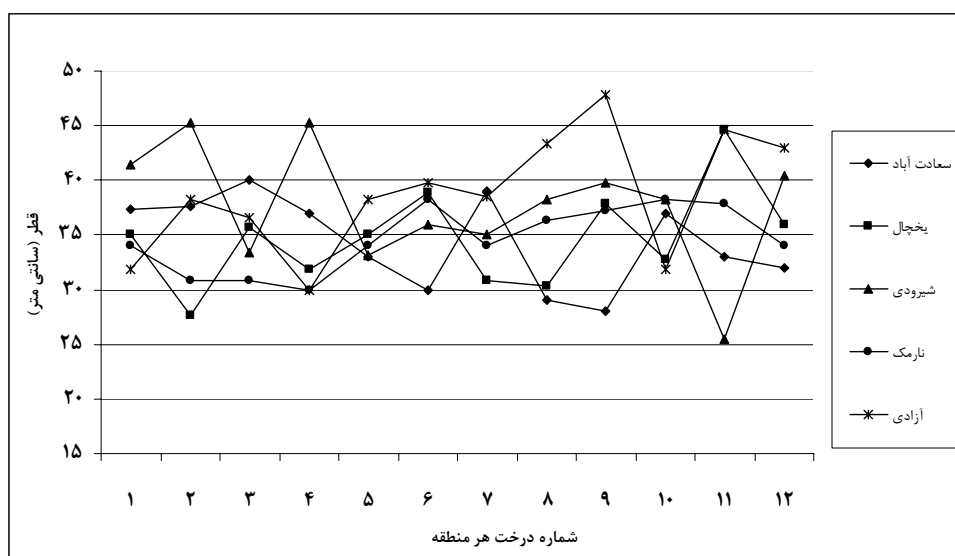
که برای اجرای این پژوهش، مناطق اصلی شهر تهران که در ۲۵ سال گذشته، دارای تراکم و تغییرات جمعیت مختلف بوده‌اند، انتخاب شد. شناسنامه محل استقرار درختان و نیز شناسنامه فنوتیپی هر درخت تهیه شد. به دلیل گستردگی حجم بررسی‌های زیست‌محیطی انجام‌گرفته، خلاصه آنها به صورت زیر آورده شده است:

درختان با قطرهای ۳۸-۳۴ سانتی‌متر در طول جغرافیایی $48^{\circ}08'53''$ تا $41^{\circ}41'53''$ شرقی و عرض جغرافیایی $39^{\circ}50'55''$ تا $39^{\circ}59'97''$ شمالی در امتداد چند خیابان انتخاب شد. ارتفاع از سطح دریا در مناطق تحقیق، بین ۲۱۱۷ تا ۲۱۲۰ متر است. به منظور حذف اثر عوامل مداخله‌گر، درختان در امتداد یک خیابان انتخاب شدند. آبیاری این درختان را شهرداری انجام می‌دهد. متوسط بارندگی در سال‌های اجرای تحقیق $244/78$ میلی‌متر بود. بر اساس خلاصه آمار هواشناسی ۲۴ ساله شهر تهران، تغییر برخی عوامل اقلیمی مانند مقدار متوسط بیشینه و کمینه دما طی این ۲۴ سال بسیار محدود بوده، در حالی که دامنه تغییرات مقدار متوسط بارندگی، بیشتر بوده است. انتخاب درختان در پنج منطقه تحقیق به نحوی انجام گرفت که هر ۶۰ پایه در مرحله جوانی باشند. قطر درختان، بین ۳۴ تا ۳۸ سانتی‌متر (شکل ۱) و ارتفاع آنها بین ۱۱ تا ۲۱ متر بود (شکل ۲). از نظر فنوتیپی همه درختان از سلامت برخوردار بودند.

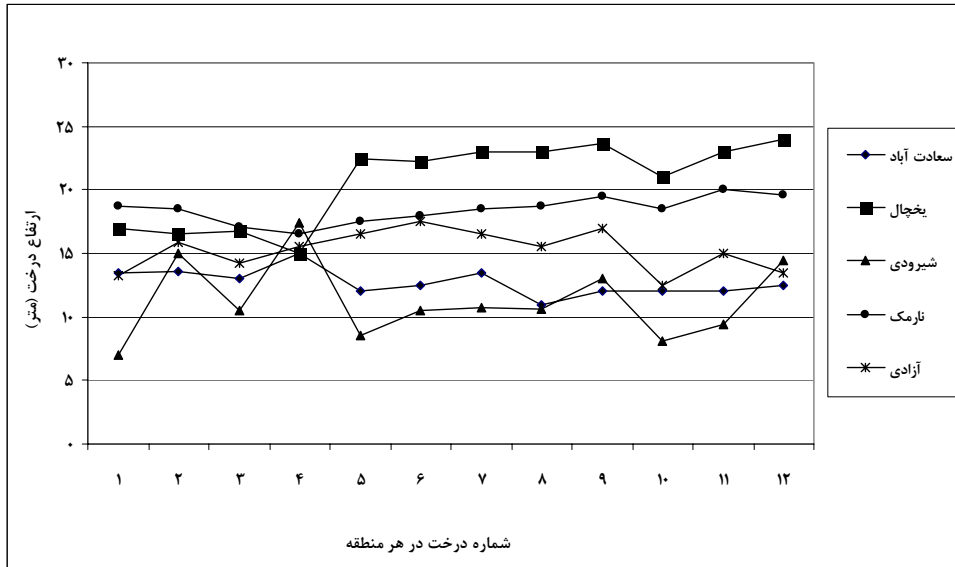
توسط (Korori et al. (2003). طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ بر روی تعداد زیادی از درختان پهن‌برگ جنگلی نواحی جنوب و جنوب‌غربی ایران مانند کهور (*Prosopis cineraria*)، کنار (*Ziziphus spina-christi*)، بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و حرا (*Avicennia marina*) انجام گرفت. بیانگر تأثیر آلودگی جنگ خلیج فارس در سال ۱۹۹۲ بر بافت بیولوژیک این نواحی است. این بررسی همچنین نشان داد که رویش این درختان با وجود افزایش بارندگی در سال‌های ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲ به طور متوسط ۳۵ درصد نسبت به سال‌های قبل و بعد کاهش یافت. هدف از تحقیق حاضر، پایش تغییرات ۲۵ ساله رویش درختان چنار شهر تهران است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، ابتدا ۶۰ پایه از گونه چنار با توجه به نقشه شهر تهران و گردش در سطح شهر، انتخاب شدند و از محل ارتفاع برابر سینه به کمک مته سال‌سنج، نمونه‌برداری انجام گرفت. نحوه انتخاب درختان به این صورت بود که پنج منطقه با درجات آلودگی مختلف بر اساس نقشه‌های آلودگی شهر تهران (داده‌های شرکت کنترل کیفیت هوا) به عنوان جوامع آماری، انتخاب و در هر جامعه، ۱۲ پایه به صورت تصادفی نمونه‌برداری شد. این تعداد امکان مقایسه میانگین مناطق مختلف را فراهم می‌سازد. شایان ذکر است



شکل ۱- پراکنش قطر درختان مطالعاتی در پنج منطقه



شکل ۲- پراکنش ارتفاع درختان مطالعاتی در پنج منطقه

در این روش سطح بحرانی، Std ، ± 0.75 انتخاب می‌شود. به این ترتیب، اگر مقدار Z_i بزرگ‌تر از 0.75 شود، سال تشکیل آن حلقه به‌عنوان سال نمادین مثبت و چنانچه از 0.75 کوچک‌تر باشد، به‌عنوان سال نمادین منفی نامگذاری می‌شود (پورطهماسی، ۱۳۸۰). در جدول جداگانه‌ای نیز مقدار متوسط رویش سال‌های مورد بررسی (۲۵ ساله) به پنج دوره ۵ ساله تفکیک و برای هر پنج سال، نمودار رویش نواحی رسم و با یکدیگر مقایسه شده است.

۲- روش آماری (اندازه‌گیری مکرر): نظر به اینکه سطح مقطع درختان به‌صورت دایره کامل نیست، رویش قطری به رویش سطح مقطع تبدیل شد تا خطا به کمترین مقدار کاهش یابد. همچنین قطر هر درخت به‌عنوان کواریانس در محاسبات آماری استفاده شد. محاسبات در قالب طرح آماری اندازه‌گیری مکرر انجام گرفت.

نتایج

- روش سال‌های نمادین:

نتایج محاسبات در جدول ۱ درج شده است. بر اساس این جدول سال‌های نمادین، بیشترین کاهش رشد در سال ۱۳۷۳ در منطقه نارمک با $1/56$ میلی‌متر کاهش رویش و بیشترین افزایش رویش در سال ۱۳۷۶ در منطقه یخچال با $1/78$ میلی‌متر افزایش رویش مشخص شده است. مقدار بیشینه رویش در جدول ۲ نوشته شده است.

برای اجرای پایش ۲۵ ساله، نمونه‌برداری درختان در دو جهت عمود بر هم، به‌کمک مته سال‌سنج انجام گرفت و با کمک میکروسکوپ دوچشمی لایکا^۲، مقدار رویش جاری سالیانه ۲۵ سال هر درخت اندازه‌گیری شد. استفاده از این مته سال‌سنج تاحدی به درخت آسیب می‌رساند، اما از آنجا که پس از نمونه‌برداری، محل نمونه با استفاده از چسب پیوند پانسمان شد، آسیب جدی به درختان وارد نشد. اندازه‌گیری‌های انجام‌شده به دو روش زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند:

۱- سال‌های نمادین: با نگاه به مقطع عرضی هر نمونه، حلقه‌هایی را می‌توان یافت که نسبت به حلقه‌های مجاور خود، ویژگی‌های خاصی دارند که ممکن است کمی یا کیفی باشند. این حلقه‌های رویشی معرف سالی از رویش درخت است که شرایط بسیار مناسب یا بسیار ناگواری از نظر رویش برقرار بوده است که آنها را سال نمادین نامگذاری کرده‌اند. از نظر مقداری می‌توان با استفاده از روش (Cropper (1979 و با استفاده از رابطه زیر چنین سال‌هایی را از سری زمانی حلقه‌های رویش خارج ساخت:

$$Z_i = x_i - \text{mean} / \text{Std}$$

که در آن Z_i مقدار نمایه در سال i ، مقدار پهنای حلقه در سال i و mean و std به‌ترتیب میانگین و انحراف معیار پهنای حلقه در محدوده زمانی تحقیق هستند.

جدول ۱- مقدار رویش اندازه‌گیری شده بر حسب میلی‌متر در سال‌های مختلف و در سال‌های نمادین مثبت و منفی مناطق تحقیق طی ۲۵ سال (از منفی به مثبت)

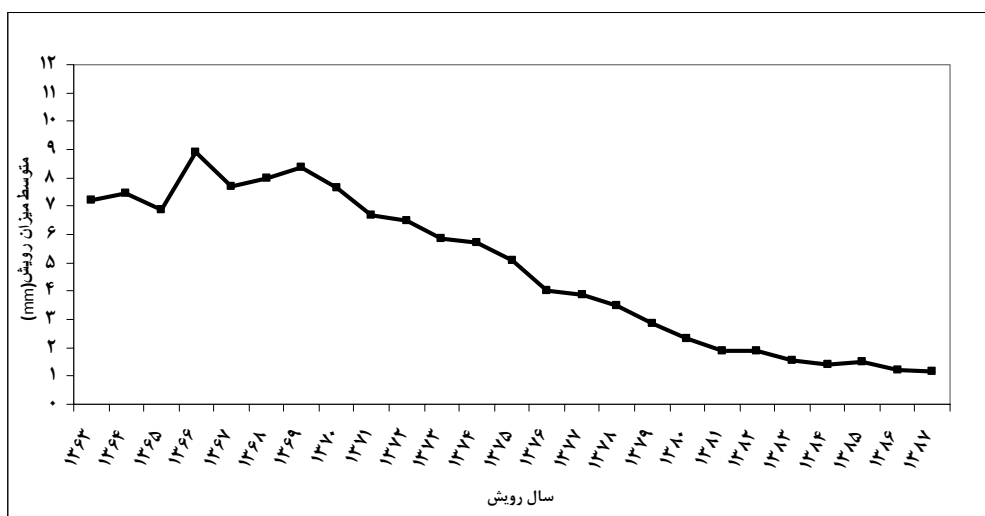
سعدت آباد		یخچال		شیرودی		نارمک		آزادی	
سال رویش	مقدار نمایه (zi)	سال رویش	مقدار نمایه (zi)	سال رویش	مقدار نمایه (zi)	سال رویش	مقدار نمایه (zi)	سال رویش	مقدار نمایه (zi)
۱۳۶۸	-۱/۰۹۵۶۱۸۷	۱۳۷۲	-۱/۰۵۳۰۰۴۷	۱۳۷۱	-۱/۵۱۴۶۷۹۳	۱۳۷۳	-۱/۵۶۱۷۲۰۴	۱۳۶۵	-۱/۴۸۴۷۸۴۸
۱۳۶۵	-۰/۸۱۶۲۳۹	۱۳۶۹	-۰/۹۱۷۹۸۳۸	۱۳۷۸	-۱/۰۲۴۴۸۲۳	۱۳۶۶	-۱/۲۵۲۱۵۸۵	۱۳۷۸	-۱/۱۵۰۷۱۱۴
۱۳۷۷	-۰/۵۴۸۴۱۵	۱۳۸۱	-۰/۹۱۰۷۷۰۵	۱۳۸۰	-۰/۷۰۱۷۷۴	۱۳۶۹	-۰/۸۶۱۱۹۵۲	۱۳۸۵	-۰/۶۰۲۴۷۵۲
۱۳۷۱	-۰/۵۰۷۳۶۸	۱۳۷۸	-۰/۸۰۴۸۱۶۲	۱۳۷۲	-۰/۴۷۱۳۷۶۶	۱۳۶۵	-۰/۴۱۱۲۷۵۹	۱۳۶۶	-۰/۵۰۴۷۰۲۱
۱۳۸۴	-۰/۴۰۳۴۷۹۸	۱۳۷۷	-۰/۴۶۴۹۶۱	۱۳۷۷	-۰/۴۴۸۸۰۱۶	۱۳۶۷	-۰/۳۹۰۸۱۲۵	۱۳۷۹	-۰/۴۳۹۳۲۳۷
۱۳۷۶	-۰/۳۸۸۲۶۱	۱۳۸۲	-۰/۴۵۶۴۷۳۵	۱۳۶۷	-۰/۳۹۵۵۲۶۵	۱۳۷۸	-۰/۳۸۷۶۷۵۹	۱۳۷۲	-۰/۳۸۴۳۷۵۱
۱۳۸۲	-۰/۳۴۶۱۴۹	۱۳۷۵	-۰/۴۱۰۰۵۲۷	۱۳۸۱	-۰/۲۶۲۵۷۱	۱۳۸۵	-۰/۳۷۰۴۱۸۲	۱۳۷۶	-۰/۳۶۹۰۷۵۶
۱۳۷۲	-۰/۲۴۴۳۸۴۹	۱۳۷۳	-۰/۳۹۶۸۵۰۴	۱۳۷۶	-۰/۲۵۹۸۲۷۸	۱۳۷۴	-۰/۳۳۷۲۹۰۴	۱۳۷۳	-۰/۱۷۵۶۲۲۸
۱۳۶۷	-۰/۲۳۹۹۲۶۱	۱۳۶۷	-۰/۲۸۶۰۷۲۸	۱۳۷۳	-۰/۲۱۸۵۱۴۵	۱۳۸۳	-۰/۱۶۶۴۰۸۳	۱۳۷۵	-۰/۱۶۵۲۷۶۹
۱۳۸۱	-۰/۲۱۰۵۶۱۸	۱۳۷۴	-۰/۲۵۳۷۹۷۵	۱۳۶۸	-۰/۱۷۹۱۳۷۴	۱۳۸۴	-۰/۰۵۰۷۹۷۳	۱۳۸۴	-۰/۰۶۸۳۶۴
۱۳۸۳	-۰/۱۲۳۴۰۵۲	۱۳۷۰	-۰/۱۸۶۱۴۶۹	۱۳۸۳	-۰/۱۵۵۲۱۳۴	۱۳۷۵	-۰/۰۱۸۱۳۰۷	۱۳۸۲	۰/۰۵۲۴۹۸۴
۱۳۸۰	-۰/۱۱۳۶۵۱۳	۱۳۶۸	-۰/۱۳۸۹۷۷۲	۱۳۶۹	-۰/۱۴۳۱۲۸۵	۱۳۸۲	۰/۰۷۶۹۵۲۸	۱۳۷۴	۰/۲۵۵۹۶۲۶
۱۳۸۵	-۰/۰۲۶۵۳۱۴	۱۳۶۶	۰/۲۳۷۸۷۵۳	۱۳۸۵	-۰/۱۰۶۸۰۷۸	۱۳۸۰	۰/۱۲۷۲۷۵۹	۱۳۸۳	۰/۲۶۸۱۹۴۶
۱۳۷۵	-۰/۰۰۹۵۱۶	۱۳۸۴	۰/۳۳۴۴۴۶۹	۱۳۸۴	-۰/۰۴۵۸۱۳۶	۱۳۶۸	۰/۲۱۸۸۱۱۹	۱۳۷۱	۰/۳۳۵۴۵۱۶
۱۳۷۳	۰/۰۳۳۱۴۳۸	۱۳۷۹	۰/۳۷۳۸۸۵۹	۱۳۷۰	۰/۰۸۲۲۴۵۷	۱۳۸۱	۰/۳۲۵۰۰۲	۱۳۶۷	۰/۳۴۴۶۳۱۳
۱۳۷۹	۰/۳۱۹۰۷۵۲	۱۳۸۵	۰/۳۷۷۳۲۴۱	۱۳۶۶	۰/۲۳۹۶۵۸۸	۱۳۷۰	۰/۴۰۷۰۳۳۶	۱۳۷۰	۰/۳۴۴۹۰۶۲
۱۳۷۸	۰/۴۱۱۲۹۹	۱۳۷۱	۱/۳۳۹۵۹۱۶	۱۳۷۴	۰/۴۷۹۶۷۰۷	۱۳۷۲	۰/۵۵۶۰۳۰۵	۱۳۶۸	۰/۵۳۹۲۱۰۶
۱۳۷۰	۰/۵۱۵۵۱۸	۱۳۸۳	۱/۴۲۴۵۸۳۷	۱۳۶۵	۰/۵۸۰۸۷۹۹	۱۳۷۹	۰/۶۱۱۷۸۲۵	۱۳۷۷	۰/۶۹۱۷۵۵۱
۱۳۷۴	۰/۶۷۰۳۶۱	۱۳۸۰	۱/۵۵۷۱۰۵	۱۳۷۹	۱/۰۴۸۰۰۲۲	۱۳۷۶	۰/۶۵۴۲۷۷۱	۱۳۸۱	۰/۸۴۵۸۰۵۹
۱۳۶۹	۱/۳۶۸۳۶۰۹	۱۳۶۵	۱/۶۷۸۱۷۷۱	۱۳۷۵	۱/۴۳۳۱۵۳۵	۱۳۷۱	۰/۸۷۷۳۰۶۴	۱۳۸۰	۰/۹۴۴۷۵۱۹
۱۳۶۶	۱/۶۹۰۹۵۵۷	۱۳۷۶	۱/۷۶۹۸۱۷۶	۱۳۸۲	۱/۵۹۱۸۷۶۲	۱۳۷۷	۰/۹۷۷۴۴۹۸	۱۳۶۹	۱/۳۴۰۴۴۸۱

سال‌های نمادین مثبت سال‌های نمادین منفی

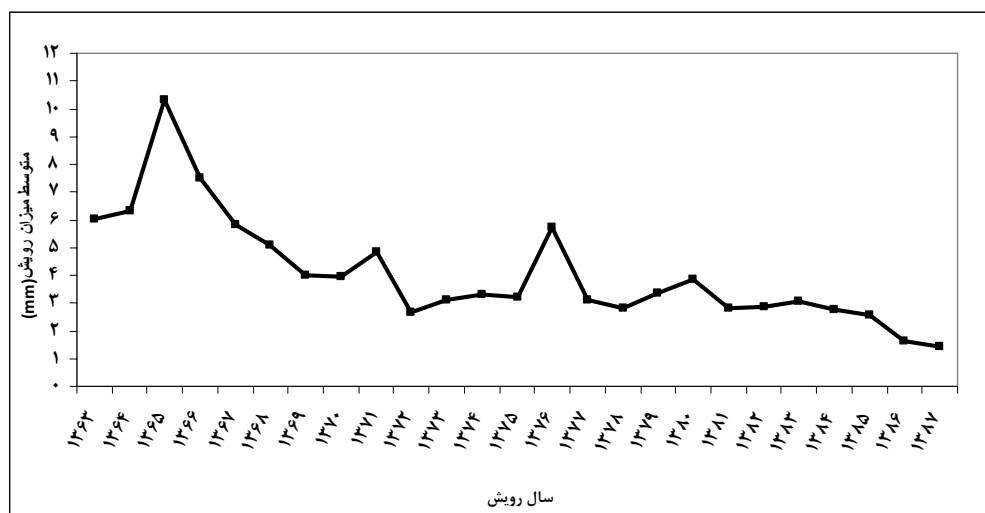
جدول ۲- پایه‌های (درختان) شاخص با بیشینه رویش کل ۲۵ سال در هر منطقه

نام منطقه	سعدت‌آباد	یخچال	شیرودی	نارمک	آزادی
شماره درخت	درخت ۱	درخت ۵	درخت ۱	درخت ۱۰	درخت ۸
مجموع مقدار رویش (mm)	۱۳۵/۷	۱۴۶/۸	۱۲۲/۴	۸۸	۱۸۲/۳

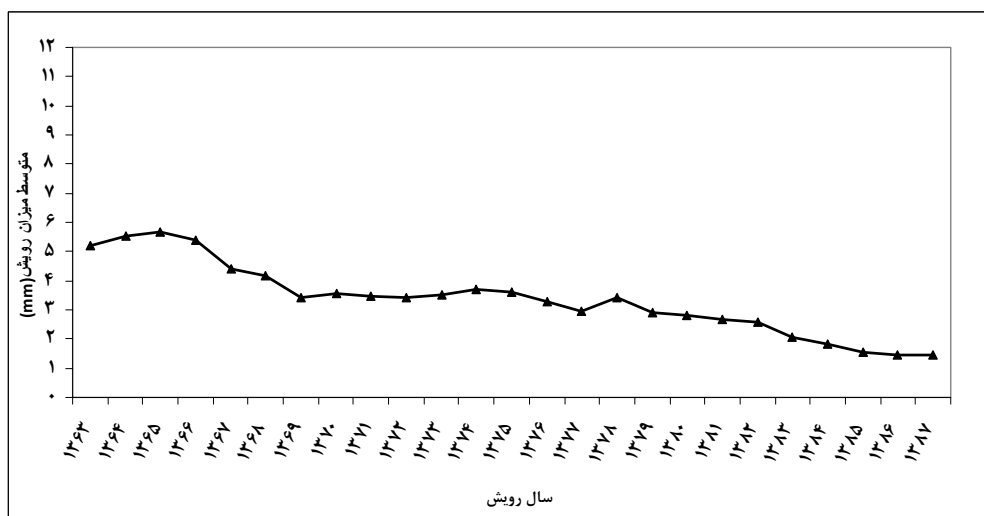
شکل‌های ۳ تا ۷ تغییرات مقدار رویش را طی ۲۵ سال در مناطق تحقیق نشان می‌دهند. در شکل ۸ میانگین تغییرات رویش در دوره‌های پنج‌ساله، مشاهده می‌شود.



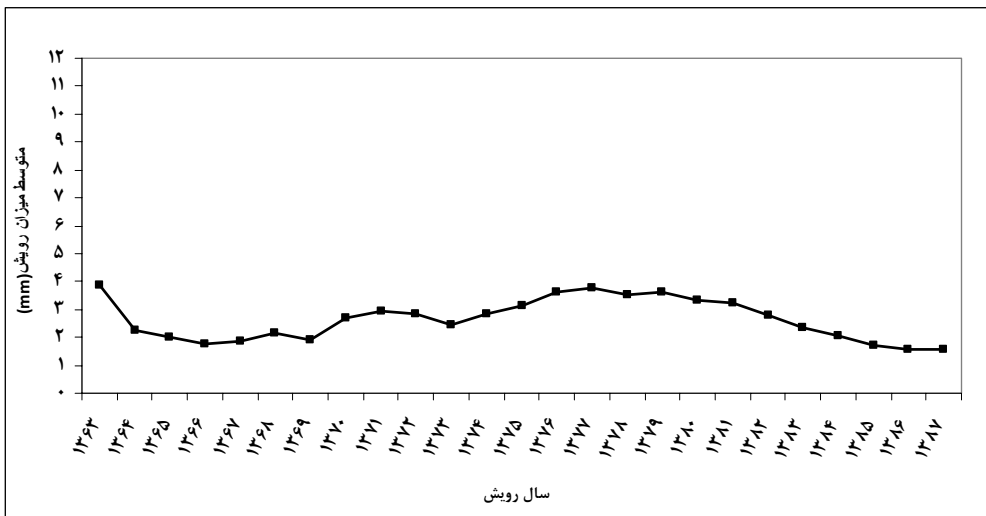
شکل ۳- میانگین تغییرات رویش در منطقه سعادت‌آباد



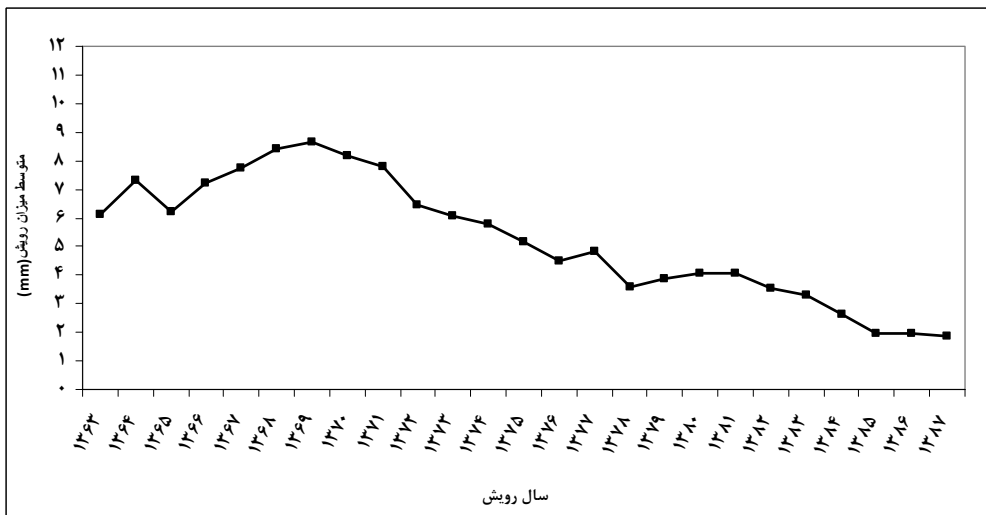
شکل ۴- میانگین تغییرات رویش در منطقه یخچال



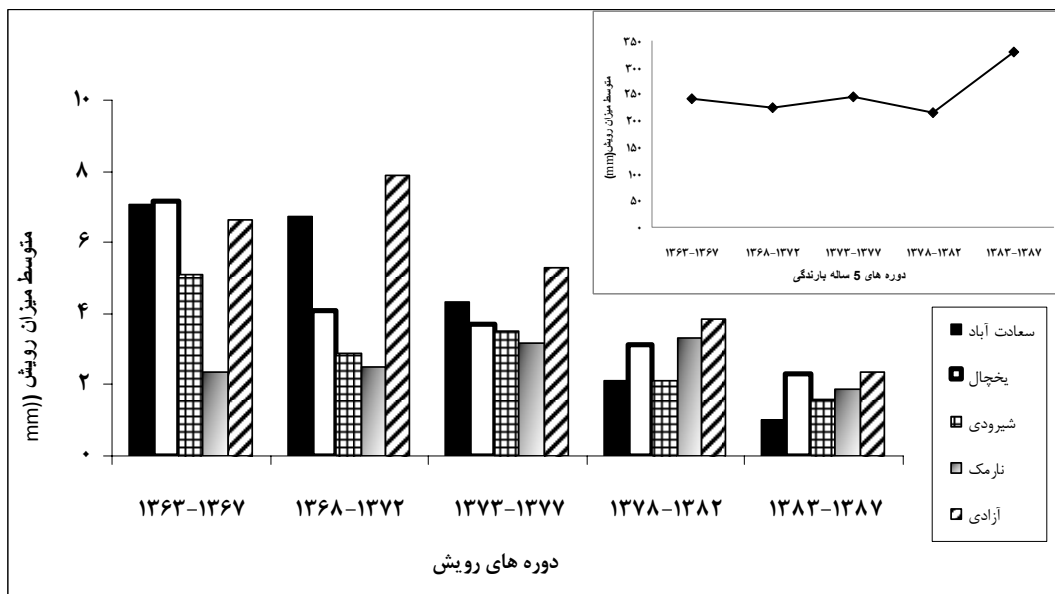
شکل ۵- میانگین تغییرات رویش در منطقه شیروودی



شکل ۶- میانگین تغییرات رویش در منطقه نارمک



شکل ۷- میانگین تغییرات رویش در منطقه آزادی



شکل ۸- میانگین تغییرات رویش در دوره‌های پنج‌ساله

جدول ۳- تجزیه واریانس تغییرات رویش در مناطق مختلف مطالعاتی

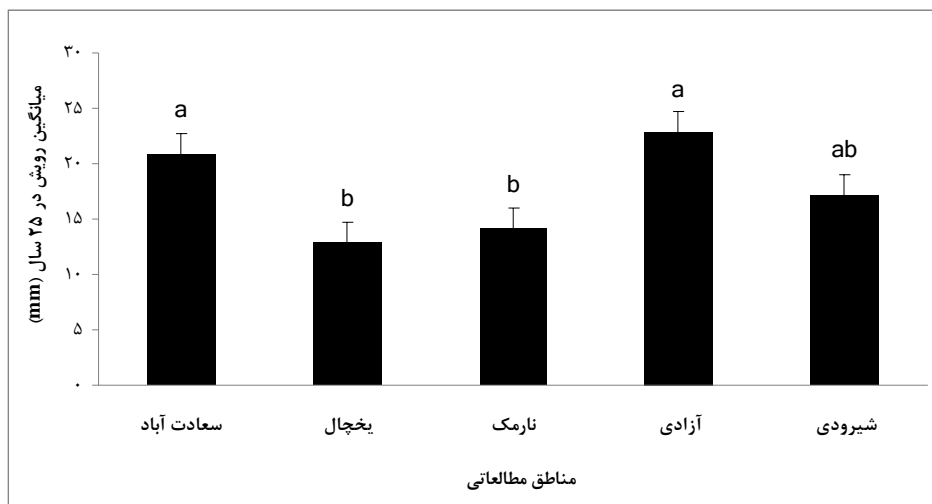
تیمار	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
سال	۲۲۱۳/۳۳۴	۱	۲۲۱۳/۳۳۴	*۴/۰۶۴
مناطق	۲۰۹۴۵/۴۳۹	۴	۵۲۳۶/۳۶۰	**۹/۶۱۵
قطر	۱۷۱۲۷/۴۳۹	۱	۱۷۱۲۷/۴۳۹	**۳۱/۴۴۹
اشتباه	۲۹۴۰۸/۵۲۳	۵۴	۵۴۴/۶۰۲	

* و ** به ترتیب نشان دهنده دقت در سطح ۵ و ۱ درصد است.

بررسی تفاوت رویش سطح مقطع گونه چنار (در جایگاه برابر سینه) در مناطق مختلف با استفاده از تحلیل کوواریانس یکطرفه در قالب طرح اندازه گیری مکرر نشان داد که با ۹۹/۹ درصد اطمینان، مقدار رویش جاری سالانه در بین مناطق مختلف تفاوت دارد. در این تحلیل برای حذف تأثیر سن در رویش، قطر برابر سینه درختان نیز به عنوان هم پراش وارد مدل شده است. نتایج حاکی از نقش معنی دار قطر برابر سینه در مدل آماری مورد ارزیابی برای بررسی هدف تحقیق است.

در دسته بندی سال های تحقیق به دوره های پنج ساله، همیشه روند کاهشی رویش مشاهده شده است. در پنج سال آخر، کاهش رویش با شدت بیشتری رخ داده است. همان طور که در هیستوگرام شاخص تغییرات دوره های پنج سال تحقیق مشاهده می شود، در ۱۰ سال آخر تحقیق نسبت به دوره های قبل به ویژه نسبت به ده سال اول، اندازه رویش همه درختان به شدت کاهش یافته است (شکل ۸). این در حالی است که منحنی تغییرات بارندگی در پنج سال آخر نسبت به دوره های قبل افزایش نشان می دهد.

- نتایج روش اندازه گیری مکرر
تحلیل نتایج مربوط به اندازه گیری سطح مقطع درختان با در نظر گرفتن قطر در محاسبات، با استفاده از روش اندازه گیری مکرر انجام گرفته است.



شکل ۹- مقایسه میانگین تغییرات رویش در مناطق مختلف تهران

بحث

موضوع آلودگی تهران و ارائه راهکارهای مناسب به منظور کاهش آلودگی همچون نحوه ایجاد فضای سبز، از اهداف عمده مدیریت در این شهر است. تولید اکسیژن و جذب گاز کربنیک با استفاده از گیاهان به خصوص درختان، مقابله با آسیب های طبیعی مانند توفان های سخت، زلزله و ایجاد

خلاصه نتایج آماری به دست آمده در شکل ۹ حاکی از آن است که مقدار تغییرات رویش درختان در مناطق سعادت آباد و آزادی در یک کلاس (کلاس a) و مناطق یخچال و نارمک در کلاس دیگر (کلاس b) و منطقه شهید شیرودی در بین آنها یعنی در کلاس ab قرار گرفته است.

وابسته به تمدن شهری مانند استفاده از محصولات منفی به شکل اسپری و ایجاد صنایع وابسته به جمعیت، آثار منفی بر رشد و نمو گیاهان و مقدار بارندگی منطقه گذاشته است. همچنین در بررسی‌های چهار نفر از محققان محیط زیست جورجیا در آمریکا در سال ۲۰۰۱، تأثیر منفی محصولاتی که به شکل اسپری به بازار عرضه می‌شوند، بر فتوسنتز گیاهان به‌ویژه نقش آنها در کاهش رویش ثابت شده است. در تحقیق یادشده افزایش مصرف این نوع محصولات با افزایش جمعیت شهری رابطه مستقیم داشته است.

بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده، دیرزیستی متوسط درختان چنار اروپایی (*Platanus occidentalis* L.) ۱۵۰ تا ۱۷۰ سال است. دیرزیستی متوسط برای چنار شرقی (*Platanus orientalis* L.) در منابع موجود پیدا نشد و با در نظر گرفتن قطر متوسط ۳۶ سانتی‌متر و نتایج تحقیقات حجازی (۱۳۳۷)، این درختان از نظر فیزیولوژی هنوز باید در شرایط رویش مثبت قرار داشته باشند. این کاهش رشد با توجه به افزایش جمعیت تهران از ۷۷۰۵۰۳۶ در سال ۱۳۷۵ به ۱۱۵۲۸۲۸۲ نفر در سال ۱۳۸۵، ممکن است ناشی از آلاینده‌های مختلف در تهران به‌ویژه طی ۱۰ سال اخیر باشد. بررسی‌های این پژوهش دربردارنده پنج سال فصل مشترک سال‌های این تحقیق با پژوهش خراسانی است (۱۳۶۳ تا ۱۳۸۴ شمسی). خراسانی (۱۳۷۲) ثابت کرد که در سال‌های آخر تحقیق، رویش درختان کاهش یافته است. وی این کاهش را ناشی از مجموعه تغییرات عوامل زنده و غیرزنده دانست. بر پایه تحقیق حاضر نیز در این سال‌ها، رویش در منطقه یخچال، شهید شیرودی و نارمک کاهش یافته است. بر حسب نمودارها و نمایشگر سال‌های نمادین، بیشینه مقدار رویش مطلق و متوسط درختان در منطقه آزادی و کمینه آن در منطقه نارمک مشاهده شد. منطقه نارمک از مناطق به‌نسبت قدیمی‌تر شهر تهران است و طی ۲۵ سال اخیر همیشه، جمعیت نسبی زیاد و در نتیجه آلودگی زیست‌محیطی یکنواختی داشته است. بنابراین دامنه تغییرات کاهشی رویش درختان چنار در منطقه نارمک به‌مراتب محدودتر از منطقه سعادت‌آباد و بقیه مناطق بوده است. این در حالی است که جمعیت منطقه سعادت‌آباد تهران طی ۱۰ سال اخیر به‌شدت افزایش یافته

تفرجگاه‌های شهری از موارد شناخته‌شده در ایجاد فضای سبز شهری است. پژوهش‌های انجام‌گرفته از سوی Nowak (2002) ثابت کرده است که پوشش گیاهی شهری، به‌طور مستقیم و غیر مستقیم بر کیفیت هوای محلی و منطقه‌ای تأثیرگذار است.

دامنه تغییرات منحنی رویش در چهار منطقه مشابه هم است، اما دامنه رویش در منطقه نارمک اندکی محدودتر است. این در حالی است که کمینه میانگین رویش درختان چنار نیز در منطقه نارمک از سال اول تحقیق تا پایان مشاهده می‌شود. تحقیق‌های زیادی ثابت کرده‌اند که ارتباط نزدیکی بین کاهش رشد درختان و تجمع بعضی از فلزات مانند سرب وجود دارد. در این زمینه، بررسی‌های Bernal-Salazar et al. (2004) درباره تأثیر آلودگی هوا بر حلقه‌های رویشی و ابعاد تراکئیدها نشان می‌دهد که تغییرات دواير سالیانه و اندازه تراکئیدها، بیشتر ناشی از آلودگی هواست تا سن درخت. افزایش مصرف بنزین و گازوئیل، مثل پدیده‌های متناسب با افزایش جمعیت است. پژوهش‌های Ragsdale & Berish (1988) در آتلانتای آمریکا نشان داد که غلظت سرب در حلقه‌های چوبی *Carya* ssp. در جنگل‌های شهری آتلانتا در مقایسه با دهه قبل ۲۰ درصد کاهش داشته است. این الگو با کاهش سرب موجود در اتمسفر در همان دوره همسو بوده است. در این بررسی، تغییرات غلظت سرب در چوب درختان گردوی آمریکایی، سند خوبی از دوره‌های تاریخی مختلف شامل شهرنشینی اولیه، افزایش سرب به گازوئیل و استفاده محدودتر از گازوئیل و بنزین حاوی سرب طی دوره‌های اخیر بوده است. در کشور ایران هم اغلب از بنزین حاوی سرب استفاده می‌شد که طی سال‌های گذشته به‌تدریج برای کاهش مصرف این نوع بنزین تلاش شده است.

همان‌طور که منحنی‌ها نشان دادند، طی ۱۰ سال و به‌ویژه در پنج سال اخیر، کاهش رویش همه درختان بررسی‌شده سریع‌تر بوده است، در حالی که در سال‌های اخیر با افزایش بارندگی در تهران مواجه بوده‌ایم (متوسط بارندگی در پنج سال آخر تحقیق حدود ۳۲۹/۱ میلی‌متر بوده است). در تحقیقاتی طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ در منطقه گانگا در شمال هندوستان، افزایش جمعیت و مسایل

Bernal-Salazar, S., T. Terrazas & D. Alvarado, 2004. Impact of Air Pollution on Ring Width and Tracheid Dimensions in *Abies breligiosa* in the Mexico City Basin, *JAWA Journal*, 25 (2): 205-215.

Cropper, J.P., 1979. Tree-Ring Skeleton Plotting by Computer, *Tree Ring Bulletin*, 39: 47-59.

Korori, S.A.A., A. Jalili, M. Khoshnevis, A. Shirvany, M. Matinizadeh & M. Teymori, 2003. Losses Inflicted on Plant Communities (Uncultivated) in Southern Ecosystem of Iran as a Consequence of the Iraq- Kuwait War in 1991, Research Institute of Forest and Rangeland (RIFR), Forest Department Devision, Tehran, UNCC Prosect Report.

Nowak, D.J. 2002. The Effects of Urban Trees on Air Quality, USDA Forest Service, Syracuse, NY.

Ragsdale, H.L. & C.W. Berish, 1988. The Decline of Lead in Tree Rings of *Carya* spp, In Urban Atlanta GA, USA, *Biogeogchemistry*, 6: 21-29.

Suárez García, M.A., J.C. Butler & M. Baillie, 2009. Climate Signal in Tree-Ring Chronologies in a Temperate Climate: a Multi-Species Approach, *Dendrochronologia*, 27: 183-198.

Szabados, I., 2004. The Effect of the Precipitation on the Tree Ring Width. *Carpth, Journal of Earth and Environment Sciences*, 1(2): 39-44.

Da-pao, Y., G. Hut-yan, W. Jian-dong, W. Qing-li, & D. Li-min, 2005. Relationships of Climate Change and Tree Ring of *Betula ermanii* Tree Line Forest in Changbai Mountain, *Journal of Forestry Research*, 16(3): 187-192.

و کاهش رویش درختان در سال‌های اخیر باید ناشی از ضعف فیزیولوژی آنها و متأثر از پیامدهای افزایش جمعیت باشد. نکته مهم آنکه برخلاف تصور اولیه، بعضی از درختان منطقه میدان آزادی تهران مقدار رویش زیادی را نشان داده‌اند (جدول‌های ۱ و ۲). این مورد ممکن است به دلیل الگوی ژنتیکی خاص آنها باشد. در نهایت با توجه به آنکه درختان چنار پایتخت از عناصر زنده حاکم بر شهر تهران هستند، به‌عنوان شاخص زنده، به‌وضوح در برابر تغییرات زیست‌محیطی حساسیت نشان داده‌اند و رویش آنها به‌ویژه در ۱۰ سال اخیر به‌طور منظم کاهش یافته است.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر با حمایت مالی مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری تهران و تحلیل آماری با همکاری دکتر هرمز سهرابی صورت گرفت. نویسندگان سپاس خویش را از این اهتمام‌ها اعلام می‌دارند.

منابع

پورسرتیپ، لادن، ۱۳۸۴. بررسی اقلیم‌شناسی گونه‌های ارس (*Quercus macranthera*) و اوری (*Juniperus polycarpus*) در منطقه چهارباغ گرگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۹۰ ص.

پورطهماسی، کامبیز، ۱۳۸۰. بررسی تغییرات کمی و کیفی حلقه‌های رویش درختان ارس در سه رویشگاه ایران، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۶۶ ص.

حجازی، رضا، ۱۳۳۷. بررسی چنار در ایران، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، آزمایشگاه جنگل و چوبشناسی، نشریه شماره ۶، ۲۷ ص.

خداکرمی، یحیی، ۱۳۸۷. ارزیابی توان زیست‌پالایی خاک در دو گونه بلوط ایرانی و بنه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۷۴ ص.

خراسانی، نعمت‌ا...، ۱۳۷۲. اثر آلودگی هوا بر رویش دوایر سالیانه درخت‌های چنار در تهران، مجله منابع طبیعی ایران، ۴۶: ۴۶-۵۱.

**Study of increment variations in plane tree species at 5 sites in Tehran
(case study: *Platanus orientalis*)**

S. A.A. Korori¹, A. Shirvany², M. Matinizadeh³, S. Shabestani^{*4} and H. Valipour K.⁴

¹Associate Prof., Research Group of Sustainable Natural Ecosystems, Ministry of Science, Research, and Technology, I. R. Iran

²Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

³Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, I. R. Iran

⁴M.Sc. Graduate, Research Group of Sustainable Natural Ecosystems, Ministry of Science, Research, and Technology, I. R. Iran

(Received: 19 April 2010, Accepted: 21 November 2010)

Abstract

Over 8 million people inhabit Tehran. The pollution of the city is increasing, in spite of numerous management plans applied. Hence, proper programs including tree planting could be of a great help in determining the magnitude of pollution absorption at different sites in the city. Using theoretical and applied approaches would cease pollution intensity. Long-term life-cycles enable trees to be the most appropriate and precise indices for such studies. In this study, 60 individuals of plane species were selected. Since different heights would impress the amounts of pollution absorption, we tried to core the same places in each tree. With the help of Tehran pollution map (measured mechanically), we were able to select the sampling trees from the most to least-polluted areas. Since the dried wood material were limited to run the experiments, we had to sample 5 cores and then tree cores were separated annually for latest 25 years. In addition to comparing air pollution absorption individually, the amount of uptake by different sites would be considered as well. The results indicate that, plane tree growths have dramatically decreased during last 10 years. Whilst, these trees are in their juvenile stage having an average DBH of 36 cm. Statistical measurements show that two regions of Saadat-abad and Azadi have relatively higher growth rates over other areas such as Yakhchal and Narmak. Comparing to the results of precipitations, it is obvious that increment fluctuations are not consistent with precipitation changes indicating the influence of other factors on growth, including the air pollution.

Key words: Air pollution, Monitoring, *Platanus orientalis*, Tehran, Tree ring.