



Available online: <https://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

تأثیر عوامل اقلیمی و آلاینده های هوای شهر تهران بر رویش درختان کاج پارک جنگلی چیتگر در دوره زمانی (۱۳۹۳-۱۳۵۳)

جواد ترکمن*، مهرداد قدس خواه دریایی، شهروز صحرانورد

گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

چکیده

زمینه و هدف: تغییر اقلیم و آلاینده های محیط زیست در رشدگونه های مختلف گیاهی موثر هستند. که این اثر را می توان در حلقه های رویشی درختان جستجو کرد. هدف این مطالعه تعیین تاثیر تغییرات بارش و دما در چهار دهه (۱۳۹۳-۱۳۵۳) و تاثیر آلاینده های هوای دهه آخر بر روی متوسط پهنای دایره سالیانه درخت کاج است.

روش بررسی: منطقه مورد مطالعه پارک جنگلی چیتگر واقع در شمال غربی شهر تهران و گونه مورد مطالعه کاج جنگلی (*Pinus eldarica*) است. روش تحقیق توصیفی است که اطلاعات اقلیمی مورد نیاز از ایستگاه هواشناسی مهرآباد و نمونه برداری بصورت برش دیسک از ۱۰ درخت گونه کاج جنگلی تهیه شد. پس از آماده سازی نمونه ها با استفاده از بینوکولار و میز اندازه گیری تعداد و پهنای حلقه های سالیانه شمارش و اندازه گیری شد. برای بررسی تفاوت معنی داری پهنای رویش در چهار دهه از روش آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) در سطح معنی داری ۵ درصد استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان می دهد که متوسط بارش در چهار دهه با هم تفاوت معنی داری ندارد در حالیکه دمای متوسط و رویش متوسط دارای تفاوت معنی دار است ($p < 0.05$). مقدار رویش بر اساس نمایه رویش در طی چهار دهه کاهش یافته است که این کاهش در دهه چهارم بعلاوه افزایش آلاینده هایی نظیر اوزن (O_3) و دی اکسید نیتروژن (NO_2) قابل توجه و مشهودتر است.

نتیجه گیری: بطور کلی رویش درخت کاج جنگلی در طی چهل سال با افزایش دمای متوسط سالانه کاهش یافته که کاهش بیش از حد در دهه چهارم ناشی از آلاینده هایی نظیر اوزن و دی اکسید نیتروژن است. پیشنهاد می شود که برای درک بهتر تاثیر آلاینده ها بر رشد و نمو درختان، پژوهش بیشتری بر روی گونه های حساس و کاشته شده در فضای شهری انجام شود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۲۶

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، آلودگی هوا، حلقه سالیانه، کاج جنگلی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

torkaman@guilan.ac.ir

Please cite this article as: Torkaman J, Ghodskhah Daryaei M, Sahranavard Sh. Effects of climatic parameters and air pollutants of Tehran city on the growth of *Pinus eldarica* in Chitgar forest park during time series (1975-2015). Iranian Journal of Health and Environment. 2023;16(2):357-66.

مقدمه

گیاهان بطور اعم و درختان بطور خاص نسبت به تغییرات اقلیمی و محیطی خود واکنش نشان می دهند. درختان می توانند آرسیو تغییرات محیطی محل رویش خود را حفظ نمایند. با وجود اینکه پارکهای جنگلی شهری مورد مراقبت و آبیاری قرار می گیرند، همچنان تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و محیطی هستند. تغییر اقلیم طی چند دهه اخیر اثرات متفاوتی بر محیط زیست و به خصوص گونه های مختلف گیاهی داشته است. فیزیولوژی درختان معمولاً تأثیرات زیادی از عوامل اقلیمی می پذیرند و این اثرات می تواند در گونه های مختلف درختان در پهنای دوایر رویش مشاهده شود. کلیه وقایع طبیعی از قبیل آتش سوزی، سیلاب ها، حملات حشرات و آلودگی هوا بر روی ظاهر درختان ممکن است اثری باقی نگذارند ولی بر پهنای دوایر رویشی تأثیر گذارند (۱-۷). کلیه این وقایع در طول عمر درختان در حلقه های رویشی ضبط شده و همواره قابل استخراج و تجزیه و تحلیل هستند. ارتباط بین فاکتورهای مختلفی مانند اقلیم، عوامل موثر بر اکوسیستم های زمین و آلودگی آب و هوا، حرکت یخچال های طبیعی و تحولات منابع آبی، آتش سوزی ها، پدیده های زمین شناسی و غیره با الگوی رویش درختان، باعث به وجود آمدن شاخه های مختلفی از گاه شناسی درختی گردیده که از آن جمله می توان به دندروکلیماتولوژی، دندروهیدرولوژی، دندرواکولوژی اشاره نمود. در ایران به دلیل عدم آشنایی با دانش گاه شناسی و کمبود ایستگاه های هوا شناسی روابط بین حلقه های رویشی و پدیده های طبیعی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (۸). نتایج حاصل از مطالعات محققان درخصوص اثرهای آلاینده های هوا بر روی پهنی دایره های رویشی ضدونقیض است. برخی اثر آن را بر روی پهنای دوایر سالیانه درختان چنار کاهنده و برخی دیگر افزایش دی اکسید کربن را موجب افزایش پهنای دوایر سالیانه سوزنی برگان می دانند (۹). گزارش شده است که بین عوامل اقلیمی مثل بارندگی و دما با پهنای دوایر رویش ارس (*juniperus polycarpus*) همبستگی زیادی وجود

دارد (۱۰). آلودگی جنگ خلیج فارس در سال ۱۹۹۲ بطور متوسط ۳۵ درصد نسبت به سال های قبل رویش درختان پهن برگ نواحی جنوب و جنوب غربی ایران را با وجود افزایش بارندگی کاهش داده است. بررسی بر روی تغییرات رویش درختان چنار شهر تهران نشان داده است که نوسان رویشی با تغییرات بارندگی همخوانی ندارد که علت آن اثرگذاری آلاینده های هوا بر رویش عنوان شده است (۹). گونه های مختلف حساسیت های متفاوتی در برابر تغییرات اقلیمی دارند بعنوان مثال درختان راش و ون حساسیت زیادی نسبت به تغییرات بارندگی و رطوبت خاک در اوایل تابستان نشان دادند و گونه بلوط حساسیت کمتری نشان داده در حالیکه گونه کاج جنگلی در برابر بیشینه مطلق دمای محیط و خاک حساسیت بیشتری داشته است (۱۱).

بنیان گذار علم دندروکرونولوژی آندروداگلاس در دهه ۱۹۰۰ میلادی پی برد که تغییرات پهنی حلقه های رویش درختان به میزان دما و بارندگی بستگی دارد (۱۲، ۱۳). از طریق همین پهنی حلقه ها می توان میزان بارش و دما را برای زمان های خیلی گذشته که ادوات سنجش هواشناسی وجود نداشت پیش بینی کرد (۱۴). بنابراین حلقه های رویشی درختان می توانند به عنوان نمایشگرهای زیست محیطی بازگو کننده تأثیر آلودگی هوا و باران های اسیدی در طول زمان باشند (۱۵). تغییرات پهنی دوایر رویشی یک درخت اطلاعاتی در مورد کل وقایع وارد شده بر آن درخت را مهیا می کند ولی متوسط پهنی حلقه های رویش چند درخت پس از عملیات تاریخ گذاری تطبیقی و استاندارد کردن قادر است اطلاعاتی از مجموعه درختی آن رویشگاه برای ما مهیا کند (۱۶). دما مهمترین عامل تأثیرگذار مثبت بر رویش شعاعی درختان دوگلاس گزارش شده در حالیکه اثرات بارندگی بر روی رویش شعاعی این درختان ناچیز مشاهده شده است (۱۷، ۱۸). تغییرات شرایط اقلیمی و عوامل مزاحم محیط زیست نظیر آلودگی آب و هوا باعث افزایش کاهش پهنای دوایر رویشی می شود. بیشترین و مهمترین آلاینده های تهران عبارتند از مونوکسید کربن (CO)، اوزون

اندازه گیری پهنای حلقه رویش در دو شعاع عمود برهم انجام شد. در مرحله بعد با شمارش حلقه‌های رویشی ۱۰ دیسک منتخب سن هر درخت مشخص شد. برای اندازه‌گیری پهنای دواپر رویش و بدست آوردن کروئولوژی از بینوکولار و میز اندازه گیری (LINTAB) استفاده شد. تعداد حلقه‌های سالیانه از سمت پوست به طرف مغز شمارش و در ردیف‌های ده‌تایی علامت‌گذاری شدند. این کار سبب می‌شود تا هنگام تطابق زمانی، در صورت خطا در اندازه‌گیری، حلقه‌های مورد نظر را به سهولت بتوان پیدا کرد. سپس پهنای حلقه‌های رویشی برای هر دیسک در دو طرف تقریباً عمود بر هم اندازه‌گیری شدند. برای ثبت و رسم پهنای حلقه سالیانه از سمت پوست به سمت مغز از نرم‌افزار تحلیل سری‌های زمانی (TSAPWIN) با دقت 0.1 mm استفاده شد. با استفاده از این نرم‌افزار ابتدا منحنی‌های مربوط به سری زمانی رویش برای دو جهت عمود به هم هر درخت رسم شد. در مرحله بعد سری‌های زمانی به دست آمده از هر درخت با هم تطابق داده شدند. پس از اندازه‌گیری پهنای دواپر سالیانه، گام بعدی ترسیم نمودار رویشی هر درخت و بدست آوردن یک منحنی رویشی حاصل از میانگین همه دیسک‌ها است که کروئولوژی گفته می‌شود. این کروئولوژی قادر است اطلاعاتی در مورد عوامل تأثیرگذار بر جامعه درختی کاج آن رویشگاه را مهیا نمایند. از ایستگاه سینوپتیک تهران داده‌های مربوط به دما ($^{\circ}\text{C}$) و بارش (mm) سال‌های ۱۳۵۳ الی ۱۳۹۳ هجری شمسی تهیه شد. با توجه به نبودن اطلاعات و داده‌های مربوط به آلاینده‌های هوای تهران تا سال ۱۳۸۳ به داده‌های موجود در فاصله زمانی ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۳ هجری شمسی بسنده شد. بنابراین برای تشخیص اثر این آلاینده‌ها بر پهنای دواپر سالیانه، عمر ۴۰ ساله درختان کاج جنگلی به چهار دهه تقسیم شد. به روش توصیفی ارتباط بین پارامترهای اقلیمی و آلاینده‌های شهرتهران با منحنی کروئولوژی پهنای دواپر سالیانه درخت کاج بررسی شد.

– استانداردسازی

یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی پهنای دواپر سالیانه سن درخت

(O_3)، اکسید گوگرد (SO_2)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و ذرات معلق. افزایش بیش از حد آلاینده‌های هوا در سال‌های اخیر ضرورت بررسی تأثیر آنها را بر روی رشدونمو درختان ایجاب می‌کند بنابراین هدف این بررسی علاوه بر عوامل اقلیمی تأثیر آلاینده‌ها بر پهنای دواپر رویشی درختان کاج جنگلی واقع در پارک جنگلی چیتگر است.

مواد و روش‌ها

– منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در سال ۱۳۹۴ در پارک جنگلی چیتگر واقع در شمال‌غربی شهر تهران انجام شده است. این پارک جنگلی مساحتی بالغ بر 950 ha دارد و از بزرگترین بوستان‌های جنگلی استان تهران است. پوشش درختی پارک در مجموع مساحتی در حدود 734 ha را در بر می‌گیرد که حدود نیمی از گونه‌های آن سوزنی برگ و نیمی دیگر پهن‌برگ است. منطقه مورد مطالعه براساس تقسیم‌بندی آمبروزه دارای اقلیم منطقه نیمه خشک سرد و براساس تقسیم‌بندی دومارتن دارای اقلیم منطقه خشک و استپی است.

– نمونه برداری

جمعیت مورد مطالعه، درختان کاج جنگلی (*Pinus eldarica*) کاشته شده در پارک جنگلی چیتگر تهران است. براساس اصول علم گاه‌شناسی از بین ۱۵ درخت قطع شده در سال ۱۳۹۴ بصورت گزینشی ۱۰ درخت قطور و مسن بعنوان نمونه انتخاب شد. انتخاب گزینشی درختان مناسب و حساس به نوسانات اکولوژیکی و اقلیمی در یک رویشگاه یکی از موارد موفقیت آمیز فرایند تطابق زمانی در علم گاه‌شناسی است (۱۹). از هر درخت یک دیسک از ارتفاع معادل سینه برداشت شد که جمعاً به تعداد درختان دیسک‌هایی برای تجزیه و تحلیل پهنای دواپر سالیانه تهیه شد.

برای هرچه بهتر نمایان شدن حلقه‌های رویشی بر روی سطح هر دیسک از رنده برقی و سپس سمباده برقی و دستی نرم استفاده شد. بدلیل اینکه مقطع ساقه درخت دایره کامل نیست

داده ها با روش آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) در سطح معنی داری ۵ درصد و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن (Duncan) انجام شده که برای این منظور از نرم افزارهای Excel و SPSS (version19) استفاده شده است.

یافته‌ها

با توجه به سری زمانی پهنای حلقه‌های رویشی در دو جهت عمود بر هم برای هر دیسک درخت کاج جنگلی مقدار شاخص تطابق زمانی GLK (Gleichlaeufigket Signature Level) محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان می دهد که از بین ۱۰ نمونه دیسک مورد مطالعه، با اطمینان ۹۹/۹ درصد معنی داری GLK تعداد ۸ دیسک برای تهیه منحنی کرونولوژی درخت کاج جنگلی مناسب هستند و دیسک های شماره ۱ و ۱۰ بعلت تطابق کمتر و سطح معنی داری پایین از مطالعه کنار گذاشته شدند.

است. درختان در سنین اولیه، دارای رشد بیشتری هستند و زمانی که سن آنها افزایش می یابد رشد حلقه‌های آنها کاهش می یابد و در بسیاری از موارد ممکن است این اشتباه صورت گیرد که عوامل اقلیمی باعث شده تا رشد آن در ابتدا زیاد شود. به طور معمول در هنگام نمونه برداری همه درختان از سن یکسانی برخوردار نیستند. حذف تأثیر سن و دیگر سیگنال‌های غیر اقلیمی ناخواسته از منحنی رویشی استانداردسازی است که توسط نرم افزار ARSTAN انجام شده است.

تجزیه و تحلیل آماری

از ضریب همبستگی پیرسون (Pearson correlation) برای تشخیص ارتباط بین پهنای دوایر سالیانه و عوامل اقلیمی و آلاینده های شهر تهران استفاده شده است. از آزمون فرض برای تشخیص وجود یا عدم وجود تفاوت معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین چهار دهه از نظر تاثیر پارامترهای اقلیمی و آلاینده ها بر رویش استفاده شده است. تجزیه و تحلیل

جدول ۱- نتایج تطابق زمانی بین دو جهت انتخابی برای هر یک از دیسک‌ها (کاج جنگلی)

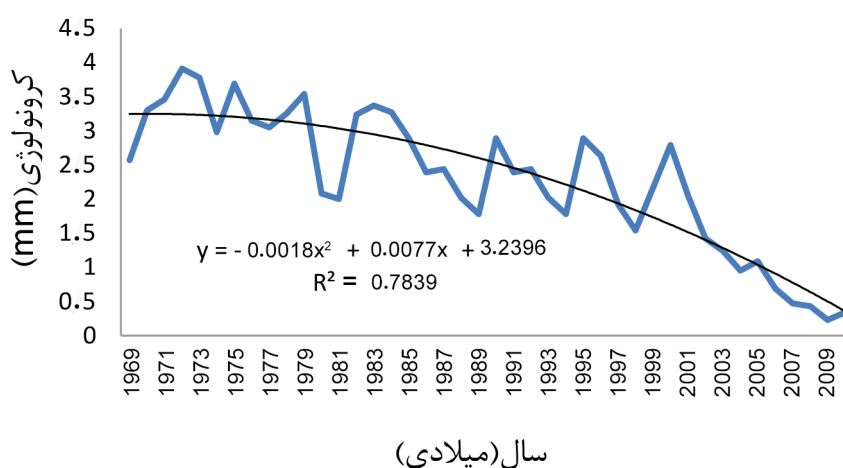
شماره دیسک	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
سن	۴۰	۳۹	۴۱	۴۳	۴۱	۴۲	۴۱	۴۴	۳۹	۴۱
GLK	۶۴	۸۱	۷۶	۷۹	۸۲	۸۴	۷۳	۷۹	۸۳	۶۵
معنی داری	*	**	**	**	**	**	**	**	**	*

* معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد و نشان دهنده تطابق زمانی کم می باشد.

** معنی داری در سطح اطمینان ۹۹/۹ درصد و نشان دهنده تطابق زمانی زیاد می باشد.

بالایی برخوردار بودند منحنی کرونولوژی رویش تهیه شد که در نمودار ۱ نشان داده شده است. منحنی کرونولوژی نشان دهنده کاهشی بودن پهنای دوایر سالیانه درخت کاج جنگلی در دوره زمانی (۱۳۵۳-۱۳۹۳) است.

منطبق بودن منحنی رویش در دو جهت عمود بر هم نشان دهنده مناسب بودن نمونه های درختی برای مطالعه است. براساس داده های حاصل از اندازه گیری پهنای دوایر سالیانه در دو جهت عمود بر هم ۸ دیسک درخت کاج جنگلی که از تطابق



نمودار ۱- منحنی کرونولوژی درخت کاج در پارک جنگلی چیتگر

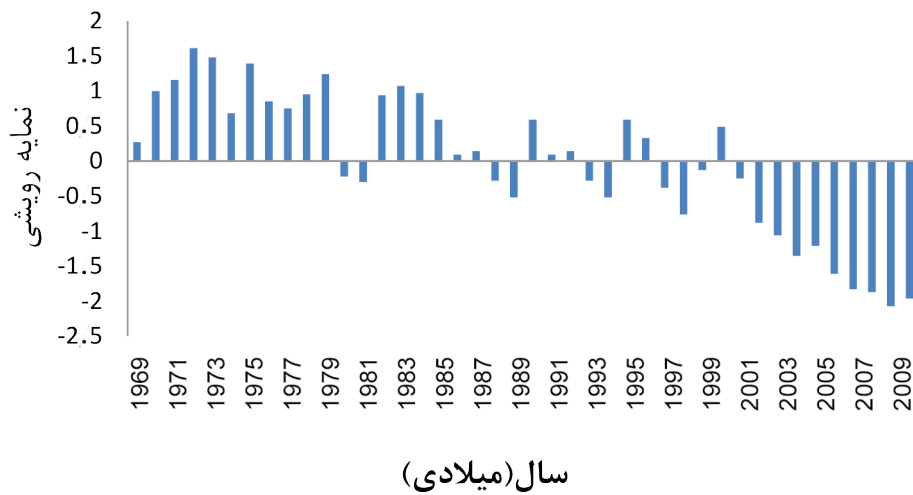
در جدول ۲ متوسط پارامترهای اقلیمی (بارش و دما) و رویشی (پهنای دواير و نمایه رویشی) در چهار دوره ۱۰ ساله نشان داده شده است. متوسط بارش در این چهل سال ۲۴۵ mm و متوسط دمای سالیانه °C ۱۷/۷۴ و متوسط رویش درخت کاج mm ۲/۲۵ بدست آمده است (نمودار ۲).

جدول ۲- مقایسه متوسط پارامترهای اقلیمی و رویشی چهار دوره ۱۰ ساله*

پارامتر	بارش (mm)	پهنای دواير (mm)	درجه حرارت (°C)	نمایه رویشی	سال
۱۳۶۲-۱۳۵۳	۲۵۴/۲۲±۱۰	۲/۲۳±۰/۰۵ ^a	۱۶/۸۸±۰/۲۵ ^a	۱/۷۵±۰/۲۸ ^a	
۱۳۷۲-۱۳۶۳	۲۳۹/۲۱±۹/۵	۲/۶۳±۰/۰۸ ^{bc}	۱۷/۵۰±۰/۱۹ ^{bc}	۰/۶۲±۰/۳۵ ^b	
۱۳۸۲-۱۳۷۳	۲۳۷/۵۴±۸/۹	۲/۲۶±۰/۰۴ ^{bc}	۱۷/۸۳±۰/۲۶ ^{bc}	-۰/۰۸±۰/۲۷ ^c	
۱۳۹۳-۱۳۸۳	۲۴۹/۲۶±۹/۶	۰/۸۹±۰/۰۲ ^d	۱۸/۷۴±۰/۱۴ ^d	-۲/۶۶±۰/۳۴ ^d	

* در هر ستون حروف مشابه نشانه نبود تفاوت معنی دار و حروف متفاوت نشانه وجود تفاوت معنی دار بین آنها در سطح

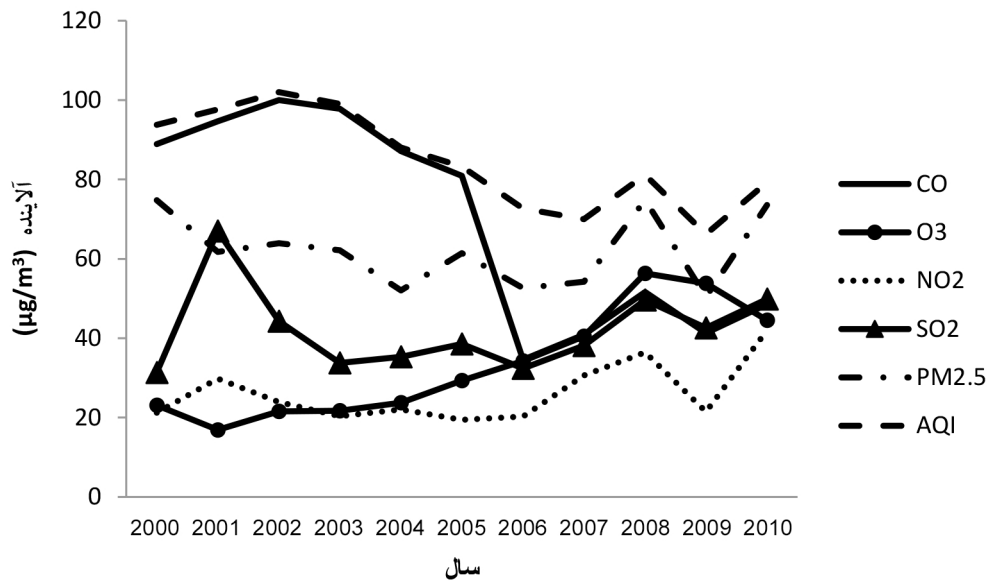
اطمینان ۹۵ درصد می باشد.



نمودار ۲- نمایه رویشی درخت کاج در پارک جنگلی چیتگر

بین این آلاینده ها منوکسید کربن، اوزون و دی اکسید نیتروژن بیشترین همبستگی و تاثیرگذاری را بر رویش درختان کاج داشته اند.

نتایج حاصل از تغییرات آلاینده های هوای شهر تهران در دهه چهارم رویش درختان کاج جنگلی (۲۰۰۰-۲۰۱۰) در نمودار ۳ نشان داده شده است. با توجه به ضریب همبستگی پیرسون از



نمودار ۳- منحنی تغییرات آلاینده های هوا از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ میلادی

بحث

با توجه به شاخص تطابق زمانی، نتایج همبستگی و سطح معنی داری در جدول ۱ از بین ده دیسک تعداد هشت دیسک برای تهیه الگوی رویشی (کرونولوژی) درختان کاج در پارک جنگلی چیتگر مناسب تشخیص داده شد. این دیسک ها در دو جهت عمود برهم تطابق زمانی بالایی داشتند. یکی از دلایل پایین بودن سطح معنی داری برای دیسک های شماره ۱ و ۱۰ وجود معایب چوب واکنشی و وجود بیش از یک مغز در مرکز دیسک ها است. متوسط سن دیسک های مورد مطالعه ۴۰ سال است. الگوی رویشی درختان کاج بصورت سهمی و حالت کاهشی دارد (نمودار ۱). این کاهش در رویش متاثر از عوامل اقلیمی و آلاینده ها است که پس از استانداردسازی تاثیر عوامل مخدوش کننده مانند سن حذف شده است که بصورت نمایه رویشی در نمودار ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج جدول ۲ متوسط تغییرات بارش از سال ۱۳۵۳ الی ۱۳۹۳ زیاد نیست و تاثیر معنی داری بر روی تغییرات پهنای دایره سالیانه درخت کاج جنگلی ندارد. مقدار متوسط بارش در این دوره در حدود ۲۴۵ mm است درحالیکه این روند برای دما افزایشی است. که می تواند در کاهش پهنای دایره سالیانه موثر باشد بطوریکه نتایج آزمون مقایسه میانگین دانکن (Duncan) تفاوت معنی داری را بین دهه اول و چهارم نشان می دهد. تغییرات رویش با تغییرات بارش همبستگی ندارد درحالیکه تغییرات رویش با تغییرات دما دارای همبستگی منفی و معناداری است ($r = -0/67, p < 0/001$). بنابراین رویش درختان کاج در پارک جنگلی چیتگر متاثر از دمای سالیانه است که با افزایش دما میزان رویش کاهش یافته است. در مورد تاثیر پذیری رویش درختان از بارش و دما محققان گزارش های متفاوتی دادند. Najafi و همکاران (۲۰) گزارش کردند که به علت گرم و خشک بودن منطقه، بارندگی تاثیر مثبت و دما اثر منفی بر روی رویش درختان بلوط دارد. همچنین بیان شده که تاثیر بارندگی بر روی رشد درختان بلوط بیشتر از دما است. در حالیکه گزارش Jallilvand (۲۱) در مورد تاثیر دما بر

رشد گونه پالونیا متفاوت است و افزایش دما را عامل موثری بر افزایش رشد می داند. Kazemi و همکاران (۲۲) نیز در رشد حلقه های سالیانه گونه آزاد دما را بی تاثیر و بارش را موثر می دانند. به هر حال بیشتر گزارش ها اشاره به تاثیر منفی دما بر رویش درختان دارند (۱۷، ۱۸، ۲۳). که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) در مورد متوسط پهنای دایره سالیانه وجود تفاوت معنی داری را بین چهار دهه نشان می دهد ($p < 0/05$). این اختلاف بین دهه اول و چهارم است و بین دهه دوم و سوم تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p > 0/05$). کاهش شدید پهنای دایره سالیانه درخت کاج جنگلی را می توان در نمودار ۲ مشاهده کرد نمایه رویشی نشان می دهد که مقدار رویش در دهه چهارم نسبت به دهه اول بیش از ۷۰ درصد کاهش یافته است. که این کاهش نمی تواند فقط ناشی از تغییرات کم دما در این دوره زمانی باشد. بنابراین بایستی علت را در آلاینده های هوا در این دهه جستجو کرد. در نتیجه در کاهش پهنای حلقه رویش سالیانه درخت کاج در این دوران علاوه بر اثر افزایش دما، آلاینده های هوا نیز موثرند که نتایج آن در نمودار ۳ نشان می دهد که از بین پارامترهای آلوده کننده هوا اوزن (O_3) و دی اکسید نیتروژن (NO_2) با پهنای رویش دارای همبستگی منفی و با منوکسیدکربن (CO) دارای همبستگی مثبت است. نتایج مشابهی در کشور لهستان در یک دوره ۲۵ ساله از تاثیر آلاینده دی اکسید نیتروژن حاصل از یک کارخانه بر روی رشد درخت کاج جنگلی گزارش شده که نشان دهنده وجود همبستگی منفی بین آنها است، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (۲۴). قرار گرفتن پوشش گیاهی در معرض اوزن باعث کاهش فتوسنتز، رشد و در نهایت عملکرد گیاهان می گردد. بین ذرات معلق ($PM_{2.5}$) و اکسیدگوگرد (SO_2) با پهنای رویش ارتباط معناداری مشاهده نشده است. شاخص کیفیت هوا (AQI) نیز در حد استاندارد و مطلوب بوده است (کمتر از ۱۰۰). در این راستا تحقیق های زیادی ثابت کرده اند که ارتباط نزدیکی بین کاهش رشد درختان و تجمع بعضی از

دارد. یافته های این تحقیق نشان داد که درختان کاج جنگلی به آلاینده های شهری حساس هستند و در کاربرد این گونه برای فضای سبز شهری با آلاینده های زیاد دقت بیشتر کرد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده ها و داده سازی را در این مقاله رعایت کرده اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل (بخشی از) پایان نامه با عنوان "بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی و آلودگی هوا بر پهنای دوار سالیانه درخت کاج جنگلی و افاقیا) مطالعه موردی: پارک جنگلی چیتگر" (در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۵ و کد ۱۰۹۵۵ است که با حمایت دانشگاه گیلان اجرا شده است.

آلاینده ها وجود دارد. به عنوان مثال Kwak و همکاران (۲۵) گزارش کردند که قرار گرفتن درختان شهری به مدت چهار هفته در معرض ازون (O_3) و دی اکسید سولفور (SO_2) میزان شدت فتوسنتز و تبادلات روزانه ای برگ ها را بیش از ۵۰ درصد کاهش می دهد. بطور کلی این آلاینده ها بطور مستقیم اثر منفی بر عملکرد فتوسنتز و تبادلات گازی روزانه برگ ها دارند و بطور غیرمستقیم باعث کاهش رشد و نمو درختان می شوند.

نتیجه گیری

بطور کلی مقایسه رویش درخت کاج جنگلی واقع در پارک چیتگر تهران در طی چهار دهه نشان می دهد که بارش بر رویش بی تأثیر و افزایش دما اثر منفی داشته است. زیاد بودن شاخص منفی رویش در دهه چهارم گویای تأثیر زیاد آلاینده های هوای تهران در کاهش رشد درختان کاج است که از بین این آلاینده ها ازون و دی اکسید نیتروژن بیشترین تأثیر را

References

1. Devall MS, Parresol BR, Wright SJ. Dendroecological analysis of *Cordia alliodora*, *Pseudobombax septenatum* and *Annona spraguei* in central Panama. *IAWA Journal*. 1995;16 (4): 411-424.
2. Hughes MK, Kelly PM, Pilcher JR, LaMarche VC Jr. *Climate from Tree Rings*. 1st edition. Cambridge University Press; 2009.
3. Dieterich JH. Fire history of southwestern mixed conifer: A case study, *Forest Ecology and Management*. 1983;6(1): 13-31.
4. Sigafos R S. Botanical evidence of floods and flood-plain deposition. *Vegetation and Hydrologic Phenomena Geological survey professional paper 485-A*. U.S. Government Printing Office Washington, DC; 1964. No: 20402.
5. Yamaguchi D K. Tree ring evidence for a two year interval between recent prehistoric explosive eruptions of Mount St. Helens. *Geology*. 1985;13:554-557.
6. Sundell J, Levin H, Nazaroff WW, Cain WS, Fisk WJ, Grimsrud DT, Gyntelberg F, Li Y, Persily AK, Pickering AC, Samet JM. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air*. 2011; 21(3): 191-204.
7. Baes CF, McLaughlin SB. Trace elements in tree rings: evidence of recent and historical air pollution. *Science*. 1984;224:495-496.
8. Safdari VR, Parsapajouh D, Hemmasi AHA. dendroclimatological evaluation of *Pinus eldarica* at three sites in Tehran. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*. VOL. 2005;11(2): 231-217. (in Persian)
9. Korori SA, Shirvany A, Matinizadeh M, Shabestani S, Valipour K H. Study of increment variations in plane tree species at 5 sites in Tehran (case study: *Platanus orientalis*) *Iranian Journal of Forest*. 2011; 2(4): 345-

355. (in Persian)
10. Porsartip L, Portahmasi K, Brauning A, Parsapazhooh D. The effect of climatological factors on growth of juniperus polycarpus and Quercus macranthera in southern and northern slopes. The First International Symposium on Climate Change and Dendrochronology in Caspian Ecosystes. Sepehr Publication Center; 2008 p. 54. (in Persian).
11. SuárezGarcía MA, Butler JC, Baillie M. Climate Signal in Tree-Ring Chronologies in a Temperate Climate: a Multi-Species Approach, *Dendrochronologia*. 2009;27: 183-198.
12. Parsapajouh D, Schweingruber FH, Lenz O. Atlas des bois du nord de Iran: description anatomique et identification microscopique des essences principals. University of Tehran Press. 2004; p.136 (in Persian).
13. Fritts H C. Tree Ring and Climate. Acad.Press, London;1976. 4: p 252-263.
14. Hughes MK, Kelly PM, Pilcher JR, LaMarche VC, Jr., eds. Climate from Tree Rings, Cambridge University Press. New York; 1982.
15. McLaughlin S, Bräker OU. Methods for evaluating and predicting forest growth responses to air pollution. *Experientia*. 1985;41:310-319. <https://doi.org/10.1007/BF02004491>.
16. Cook E R, Johnson A H, Blasing T J. Forest decline: modeling the effect of climate in tree rings. *Tree Physiology*. 2008;3:27-40.
17. Arsalani M. Reconstruction of Precipitation and Temperature Variations Using Oak Tree Rings in Central Zagros, M.A. Dissertation, University of Tehran, Faculty of Geography, Tehran, Iran. 2012. (in Persian).
18. Cedro. A. Tree-ring chronology of Downy oak (*Quercus pubescens*), Pedunculate oak (*Q.rubur*), and Sessile oak (*Q.petraea*) in the Bielinek nature reserve. Comparison of the climatic determinants of tree ring width. *Geochronometria*. 2007;26: 39-45.
19. Pourtahmasi K, Poursartip L, Bräuning A, Parsapjough D. Comparison between the radial growth of Juniper (*Juniperus polycarpus*) and Oak (*Quercus macranthera*) trees in two sides of the Alborz Mountains in Chaharbagh region of Gorgan. *Journal of Forest and Wood Products (JFWP)*, Iranian Journal of Natural Resources. 2009; 62(2): 159-169 (in Persian).
20. Najafi F, Pourtahmasi K, Karimi A. Dendroclimatology Investigation of *Quercus Infectoria* in the West of Iran, The First Iranian Conference on Natural Resources Research, Sanandaj, Iran. 2010. (in Persian).
21. Jallilvand H. Ecological and Climate parameters impact on the growth of *Paulownia fortunei* species. 2nd National Congress of Ecological Agriculture of Iran. 2008 p.19 (in Persian).
22. Kazemi SM, Balapour Sh, Rezaei F. Investigation of Climate Variables (Temperature and Precipitation) Effects on *Populus alba* Annual Growth. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*. 2012; 19 (2):143-151. (in Persian).
23. Karamzadeh S, Pourbabai H, Torkaman J. Dendroclimatology of *Quercus castaneifolia* (C.A. Mey) in Saravan forests of Guilan. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 2010;19(1):15-26. (in Persian).
24. Chojnacka-Oz'ga L, Oz'ga W. The Impact of Air Pollution on the Growth of Scots Pine Stands in Poland on the Basis of Dendrochronological Analyses. *Forests* 2021, 12, 1421. <https://doi.org/10.3390/f12101421>
25. Kwak MJ, Lee JK, Park S, Lim YJ, Kim H, Kim KN and et al. Evaluation of the Importance of Some East Asian Tree Species for Refinement of Air Quality by Estimating Air Pollution Tolerance Index, Anticipated Performance Index, and Air Pollutant Uptake. *Sustainability* 2020, 12, 3067; doi:10.3390/su12073067



Available online: <https://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



Effects of climatic parameters and air pollutants of Tehran city on the growth of *Pinus eldarica* in Chitgar forest park during time series (1975-2015)

Javad Torkaman*, Mehrdad Ghodskhah Daryaei, Shahrooz Sahranavard

Department of Forestry, Faculty of Natural Resource, University of Guilan, Somehsara, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 17 April 2023
Revised: 08 July 2023
Accepted: 11 July 2023
Published: 17 September 2023

Keywords: Climate change, Air pollutants, Ring growth, Forest pine

***Corresponding Author:**
torkaman@guilan.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Climate change and environmental pollutants affect the growth of plant species. These effects can be recognized in the tree growth rings. This study aimed to investigate the effects of the precipitation and temperature in four decades (1975-2015) and air pollutants in the last decade on the average growth of pine trees (*Pinus eldarica*).

Materials and Methods: The studied area is Chitgar Forest Park located in the northwest of Tehran city and the studied species is the forest pine (*Pinus eldarica*). The research method is descriptive, the required climatic information was obtained from Mehrabad meteorological station and sampling was done by disc cutting from 10 forest pine trees. After preparing the samples, the number and width of annual rings were counted and measured using binoculars and a measuring table. One-way analysis of variance (ANOVA) was used at a significance level of 5% to investigate the significant difference in growth width in four decades.

Results: The results show that there is no significant difference between average precipitation in four decades, while average temperature and average growth have significant differences ($p < 0.05$). The amount of growth based on the growth index has decreased during four decades, and this decrease is more significant and obvious in the fourth decade due to the increase of pollutants such as ozone (O_3) and nitrogen dioxide (NO_2).

Conclusion: In general, the growth of forest pine trees has decreased during forty years with the increase of average annual temperature, which excessive decrease in the fourth decade is caused by pollutants such as ozone and nitrogen dioxide. It is suggested to do more research on sensitive species planted in urban areas to better understand the effect of pollutants on the growth and development of trees.

Please cite this article as: Torkaman J, Ghodskhah Daryaei M, Sahranavard Sh. Effects of climatic parameters and air pollutants of Tehran city on the growth of *Pinus eldarica* in Chitgar forest park during time series (1975-2015). *Iranian Journal of Health and Environment*. 2023;16(2):357-66.

