

بررسی اثر اقلیم بر رویش کاج الدار (*Pinus eldarica*) با

استفاده از روش‌های گاه‌شناسی درختی

- ❖ شمس‌الدین بالاپور*؛ کارشناس ارشد جنگل‌داری، پژوهشکده اکوسیستم‌های خزری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
- ❖ توفیق صادق ممداف؛ عضو هیئت‌علمی آکادمی علوم آذربایجان، باغ گیاه‌شناسی مردکان، باکو، جمهوری آذربایجان
- ❖ شیرزاد گرایلی؛ کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی مازندران، ساری، ایران

چکیده

کاج الدار از سوزنی‌برگان بومی منطقه الدار آذربایجان است و به سبب تند رشد بودن و مقاومت به شرایط آبی و هوایی خشک در جنگل‌کاری‌ها مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش از دو منطقه شبه‌جزیره آبشرون، واقع در ساحل غربی دریای خزر در جمهوری آذربایجان، با استفاده از متد رویش‌سنج، از ۱۴ درخت کاج الدار نمونه رویشی تهیه شد. طول گاه‌شناسی کاج الدار در رویشگاه باغ درخت‌شناسی مردکان (BMD) دوره ۱۹۳۲-۲۰۱۰ م (۱۳۱۰-۱۳۸۹ ش) و در رویشگاه باغ گیاه‌شناسی باکو (BBG) دوره ۱۹۶۱-۲۰۱۰ م (۱۳۳۹-۱۳۸۹ ش) ثبت شد. آماره‌های گاه‌شناسی وجود همبستگی معنی‌دار و شباهت رویشی بین درختان کاج الدار در دو رویشگاه را نشان داد. نتیجه بررسی روابط رویش و اقلیم نشان داد که مجموع بارندگی ماه نوامبر (آبان) قبل از فصل رویش و رویش الدار در رویشگاه BMD رابطه مستقیم، و در رویشگاه BBG در ماه آگوست رابطه عکس و معنی‌داری دارد. رابطه عکس و معنی‌دار بین رویش و میانگین دمای هوا در نوامبر (آبان) قبل از فصل رویش برای رویشگاه BMD مشخص شد. رابطه مستقیم با بارندگی نوامبر و عکس با دمای هوای همان ماه ممکن است ناشی از کاهش دما همراه با افزایش بارندگی و افزایش رویش باشد. در حالی که کاهش بارندگی و افزایش دما در ماه آگوست باعث کاهش رویش می‌شود که به افزایش تنش خشکی در ماه‌های تابستان در رشد کاج الدار منجر می‌شود. نتایج این پژوهش در استفاده از کاج الدار در جنگل‌کاری‌ها و بررسی میزان سازگاری آن در رویشگاه‌های گوناگون مفید است.

واژگان کلیدی: حلقه رویشی، دما و بارندگی، کاج الدار، گاه‌شناسی درختی.

مقدمه

نوسانات عوامل محیطی که رویش درختان را در طول سن زیستی‌شان تحت تأثیر قرار می‌دهند، ثبت می‌کنند. در بیشتر موارد، درختان صدها یا هزاران سال عمر کرده و منابع مهمی درباره نحوه تغییرات محیطی در گذشته‌اند [۱۱]. گاه‌شناسی یا سری زمانی دواير رویشی درختان برای اهداف گوناگونی به کار برده می‌شود [۱۱]. وجود سال‌های شاخص رویشی، وجود نوسان‌های رویشی دوره‌ای، و وجود شباهت‌های رویشی بین‌گونه‌ای در رویشگاه‌های گوناگون از روی شاخص پهنای حلقه رویشی قابل بررسی است.

صدفردی و همکاران با بررسی تأثیر آلودگی بر رشد درختان کاج الدار، در سه منطقه تهران، نشان دادند که در ۱۰ سال اخیر درختان الدار واقع در میدان آزادی رشد نزولی داشته‌اند و در سایر نقاط رشد الدار تفاوتی از نظر آلوده‌شدن به مواد سنگین نشان نداده است. بررسی روابط دمای سالانه و مجموع بارندگی ماهانه و سالیانه با پهنای حلقه‌های سالیانه کاج الدار در پارک جنگلی تهران نشان داد که این گونه در مقایسه با دما از بارندگی تأثیر بیشتری می‌پذیرد [۱۲]. اقلیم از عوامل محیطی متغیری است که در طول فصل رویش و قبل از فصل رویش بر روی درختان به‌طور مستقیم و غیر مستقیم تأثیر دارد. درختان در یک دامنه دمایی مشخصی حداکثر رویش ممکن را دارند. بارش، رطوبت لازم را برای رویش سالیانه درختان در فصل رویش و قبل از آن فراهم می‌کند. از این رو، بررسی این آثار اقلیمی بر رشد درختان ضروری به‌نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در قسمت غربی دریای خزر، در شبه‌جزیره آبشرون واقع شده است. شهر ساحلی باکو، پایتخت جمهوری آذربایجان، در این شبه‌جزیره قرار

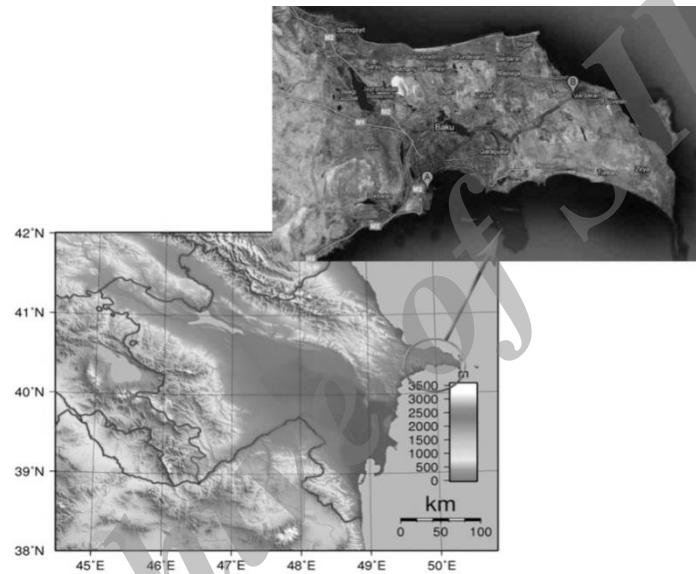
کاج الدار بومی منطقه الدار کشور آذربایجان است و از دیرباز به‌منظور افزایش تولید در واحد سطح به‌سبب تند رشد بودن، سازگاری با شرایط آبی و هوایی خشک و نیمه‌خشک، حفاظت از خاک و جلوگیری از فرسایش در جنگل‌کاری‌ها، و ایجاد فضای سبز مورد توجه قرار گرفته است [۱]. کاج الدار به کاج افغان (*Afghan Pine*) نیز معروف است، که با رویشگاه‌های خشک و گرم سازگار بوده و به دوره‌های طولانی مدت خشکی مقاوم است؛ در آفتاب کامل رشد خوبی دارد و در برابر بادهای سنگین و آفات مقاوم است و گونه مهاجمی به‌حساب نمی‌آید [۲]. گونه کاج الدار از سوزنی‌برگانی است که به شرایط آب و هوایی جلگه‌ای هیرکانی نیز سازگاری نشان داده است [۳]. بعضی مطالعات این گونه را وابسته به خاک، شیب، و اقلیم معرفی کرده‌اند [۴]. در بعضی دیگر از تحقیقات مشخص شده است که میزان بارندگی، دما، و جهت جغرافیایی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری و رویش گونه کاج الدار است [۵، ۶]. از نظر استقرار زادآوری در بین درختان سوزنی‌برگ، گونه کاج الدار مقاومت بیشتری دارد [۷]. کاج الدار در منطقه کشت خود روند تغییر و تحول بوم‌سامانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و افزایش فسفر و اسیدیته خاک را موجب می‌شود [۸]. پژوهش‌های انجام‌شده در ایران نشان داده است که مقدار رشد این گونه در جهات و شیب‌های دامنه گوناگون متفاوت است [۱۰].

مطالعات گاه‌شناسی درختی^۱ معدودی بر کاج الدار انجام گرفته است [۲]. روش‌های گاه‌شناسی درختی به مطالعه و بررسی میزان تأثیر عوامل محیطی بر رویش درختان از روی پهنای دواير سالیانه در طول زمان می‌پردازد [۱۱]. حلقه‌های رویشی،

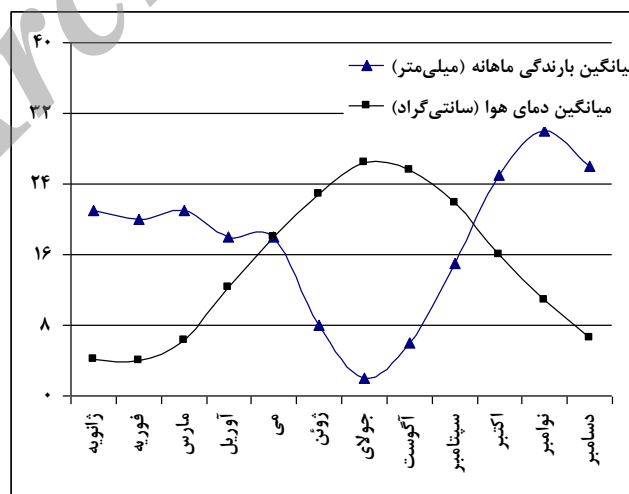
1. Dendrochronology

به ترتیب ۱۲، ۱۸/۹، و ۱۴/۶ درجه سلسیوس بوده و مجموع بارندگی این منطقه ۲۱۰ میلی‌متر در سال گزارش شده است (ایستگاه هواشناسی باکو: ۴۵' ۴۰° شمالی، ۵۰° ۰۶' شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱ متر) (اعداد میانگین بازه زمانی ۱۹۸۱-۲۰۱۱ هستند). بر اساس روش تقسیم اقلیمی گوسن شبه‌جزیره آبشرون جزء مناطق خشک آذربایجان به حساب می‌آید (شکل ۲).

گرفته است. از درختان کاج الدار باغ گیاه‌شناسی باکو (BBG)^۱ و باغ آربراتوم مردکان (BMD)^۲، تحت نظر آکادمی علوم آذربایجان، نمونه‌های رویشی تهیه شد. باغ گیاه‌شناسی باکو در عرض جغرافیایی ۴۰° ۳۵' و طول جغرافیایی ۴۹° ۸۳' با ارتفاع از سطح دریای ۲۰ متر، و باغ آربراتوم مردکان در عرض جغرافیایی ۴۰° ۴۹' و با طول جغرافیایی ۵۰° ۱۴' با ارتفاع از سطح دریای ۵ متر واقع شده است (شکل ۱). میانگین کمینه، بیشینه، و متوسط دمای سالیانه هوا،



شکل ۱. نقشه توپوگرافی آذربایجان و موقعیت رویشگاه‌ها؛ باغ گیاه‌شناسی آربراتوم مردکان (A) و باکو (B)



شکل ۲. نمودار اقلیم‌نگار منطقه مورد مطالعه [۱۳]

1. Baku Botanical Garden
2. Baku Mardakan Dendrary

$$ms_x = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^{n-1} \left| \frac{2(x_i - x_{i-1})}{x_i + x_{i-1}} \right| \quad (2)$$

x_i پهنای حلقه در سال i ، x_{i-1} پهنای حلقه در سال $i-1$ ، n تعداد حلقه رویشی است.

رویش هر ساله درخت تابعی از شرایط رویشگاهی، آب و هوایی، و سن درخت است. برای حذف سایر عوامل تأثیرگذار بر رویش سالیانه درخت به استثنای آثار اقلیمی، لازم است سری زمانی دواير سالیانه استاندارد شوند. با استاندارد کردن، شاخص پهنای حلقه رویشی به دست آمده حاوی سیگنال‌های محیطی خواهد بود. در مرحله استاندارد کردن، با برآزش یک منحنی بر سری زمانی حلقه رویشی، مقادیر پهنای حلقه رویشی به مقادیر برآوردی منحنی تقسیم می‌شود و شاخص رویشی سری زمانی به دست می‌آید. به کمک رابطه ۳ میانگین پهنای حلقه رویشی کل نمونه‌ها استاندارد شد.

$$i = \frac{w_t}{y_t} \quad (3)$$

در این رابطه i شاخص دواير رویشی، w_t مقادیر اندازه‌گیری شده، و y_t مقادیر برآوردی حلقه رویشی است.

بین حلقه رویشی تشکیل شده در سال t و حلقه‌های تشکیل شده در سال‌های قبل از آن خودهمبستگی وجود دارد. به عبارت دیگر حلقه رویشی تشکیل شده در سال t تحت تأثیر حلقه‌های تشکیل شده در سال‌های $t-1$ ، $t-2$ ، و $t-k$ است. برای حذف این خودهمبستگی و نشان دادن تأثیر همان سال بر روی حلقه، از مدل‌های خودهمبستگی گوناگونی استفاده می‌شود و از مدل‌های خودرگرسیون^۳ کمک گرفته می‌شود. مدل‌های خودرگرسیونی بسته به وضعیت خودهمبستگی حلقه‌های رویشی $AR(1)$ ، $AR(2)$ ، ...، $AR(k)$ عمل می‌کنند. AR به درجه مدل خودرگرسیونی که برای

مطالعه سری زمانی دواير سالیانه

چهارده اصله درخت کاج الدار از هر رویشگاه انتخاب و از هر درخت دو نمونه رویشی، در ارتفاع برابر سینه با استفاده از متد رویش سنج استخراج شدند. سطح نمونه‌ها با استفاده از تیغ جراحی تیز صاف شد تا حدود دواير سالیانه به راحتی از هم تفکیک شوند. برای تاریخ‌گذاری و تطابق زمانی راحت، از طرف پوست به طرف مغز، حلقه‌ها به صورت ده سال ده سال مشخص شدند. با استفاده از میز اندازه‌گیری LINTAB6 ساخت شرکت RINNTech آلمان، به همراه برنامه TSAPWIN [۱۴]، پهنای دواير رویشی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. در همین برنامه نمونه‌ها به صورت دو به دو تاریخ‌گذاری تطبیقی^۱ شدند و وجود اشکالی در نمونه‌ها، از قبیل حلقه دروغین یا حلقه گمشده، رفع و سری زمانی نهایی تمامی نمونه‌ها تهیه شد. بعد از تاریخ‌گذاری تطبیقی، سری زمانی (کرونولوژی) هریک از رویشگاه‌ها تهیه شد. وجود شباهت رویشی بین رویشگاه‌ها با محاسبه ضرایب درصد تطابق واریانس‌ها^۲ یا GLK [۱۵] بین دو رویشگاه با استفاده از رابطه ۱ بررسی شد:

$$GLK = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} |G_{ix} + G_{iy}| \quad (1)$$

در این رابطه G_{ix} علامت اختلاف بین مقادیر پهنای حلقه رویشی در سال i نسبت به سال قبل خود در نمودار x و ضریب حساسیت نشان‌دهنده میزان تغییر در پهنای حلقه رویشی تشکیل شده در سال i نسبت به حلقه سال ماقبل است که به عنوان روشی برای نشان دادن میزان نوسان رویشی درختان استفاده می‌شود [۱۲]. میانگین ضریب حساسیت (ms_x) با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

1. Cross-dating
2. Percentage of Parallel Variation

رویشی در بازه زمانی ۱۹۷۳-۲۰۰۵ (۳۲ سال) ارزیابی شد. روش‌های گوناگونی برای ارزیابی روابط رویش و اقلیم وجود دارد. در این مطالعه، از روش تابع پاسخ^۱ (RF) برای بررسی وجود هرگونه رابطه بین رویش و اقلیم استفاده شد [۱۷].

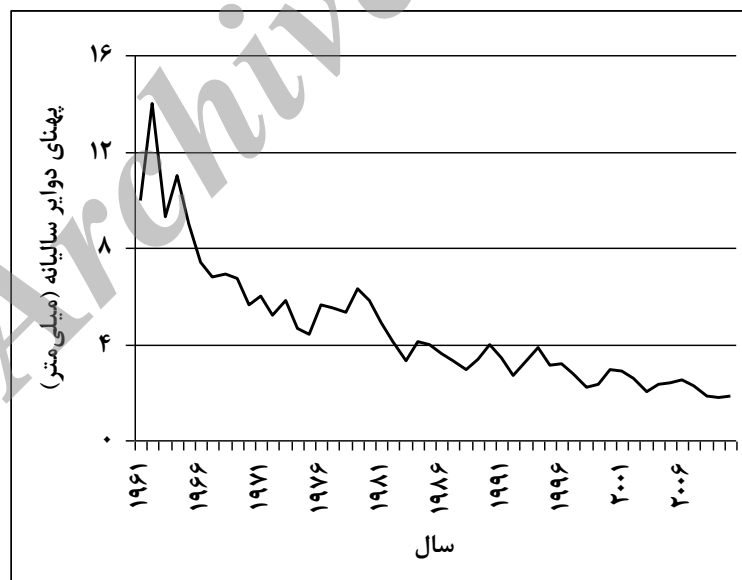
نتایج و بحث

میانگین مقادیر استاندارد نشده پهنای حلقه رویشی نمونه‌های رویشگاه BBG در شکل ۳، وضعیت رویشی کاج الدار را از سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۰ (۱۳۸۹) نشان می‌دهد. رویش درخت در جوانی بیشتر از میان‌سالی یا کهنسالی است. این نمودار رویش سالیانه درخت را تحت تأثیر تمامی عوامل محیطی نشان می‌دهد. میانگین رویشی کاج الدار رویشگاه BMD در شکل ۴ نیز وضعیت رویشی مانند وضعیت رویشی این گونه در رویشگاه BBG را دارد.

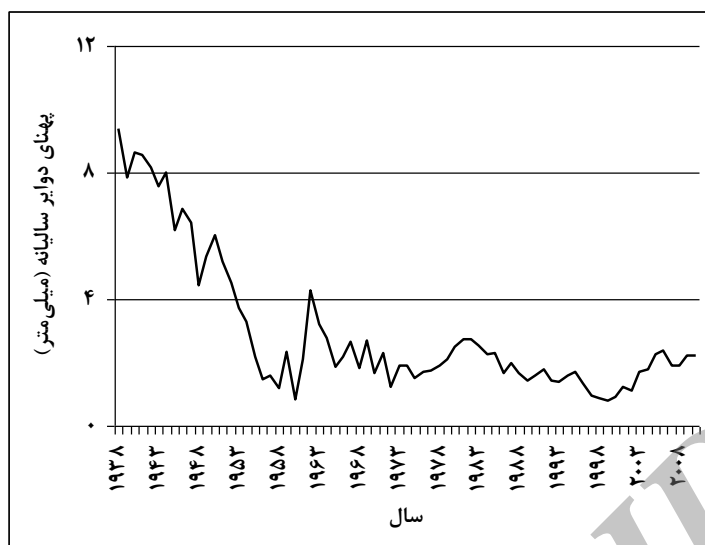
حذف خودهمبستگی از سری زمانی استفاده شده برمی‌گردد. در این مدل، در صورت به‌کاربردن $AR(1)$ یک، $AR(2)$ دو، و $AR(3)$ سه حلقه از انتهای کرنلوژی کم می‌شود. در نهایت مناسب‌ترین مدل برای محاسبه شاخص حلقه رویشی به‌دست می‌آید. به کمک برنامه ARSTAN [۱۶] تمامی آنالیزهای ذکر شده انجام شد و مناسب‌ترین مدل انتخاب و در نهایت شاخص پهنای حلقه رویشی محاسبه شد. در این محاسبه برای هر دو رویشگاه شاخص استاندارد باقی‌مانده انتخاب و در بررسی‌های مورد نظر استفاده شد.

بررسی روابط رویش و اقلیم

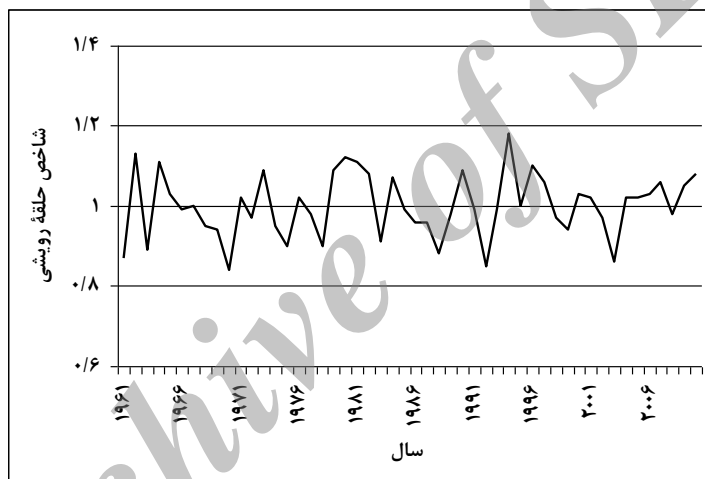
در این مطالعه، وجود همبستگی بین رویش سالیانه و عوامل آب و هوایی از قبیل حداقل دما و مجموع بارندگی در ۱۲ ماه از سال از اکتبر (مهر) قبل از فصل رویش تا سپتامبر (شهریور) سال تشکیل حلقه



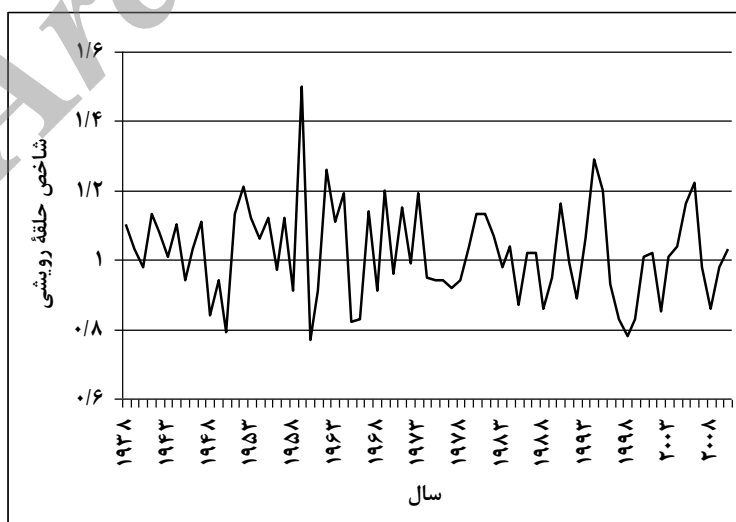
شکل ۳. نمودار رویش سالیانه کاج الدار رویشگاه BBG شبه‌جزیره آبشرون



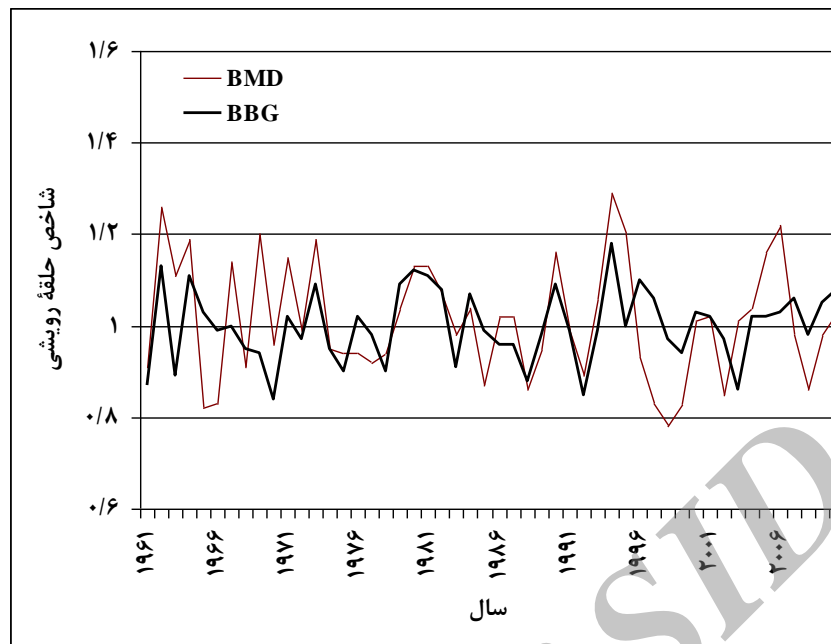
شکل ۴. نمودار رویش سالیانه کاج الدار رویشگاه BMD شبه جزیره آبشرون



شکل ۵. نمودار گاه‌شناسی استاندارد شده کاج الدار رویشگاه BBG شبه جزیره آبشرون



شکل ۶. نمودار گاه‌شناسی استاندارد شده کاج الدار در رویشگاه BMD شبه جزیره آبشرون



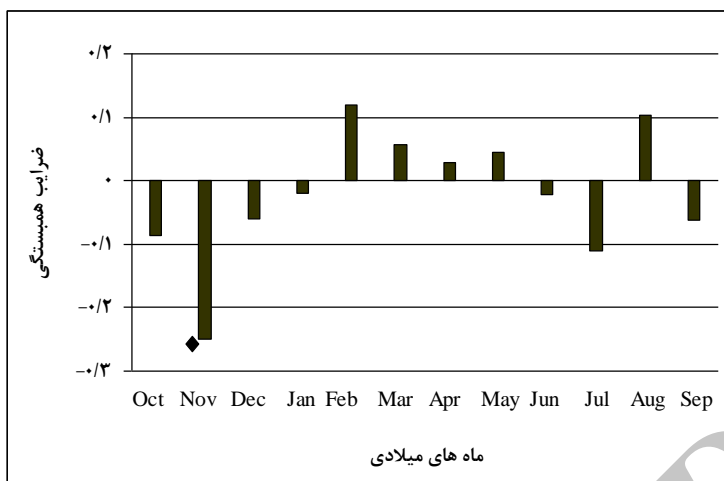
شکل ۷. مقایسه گاه‌شناسی استاندارد شده کاج الدار در رویشگاه‌های BMD و BBG

مقایسه با رویشگاه BMD واکنش متفاوتی به عوامل آب‌وهوایی داشت. علت این تفاوت ممکن است به طول کرونولوژی (BBG = ۴۹ سال و BMD = ۷۹ سال) و حساسیت بالای رویش الدار در رویشگاه BMD قبل از سال ۱۹۶۲ (۱۳۴۰) باشد.

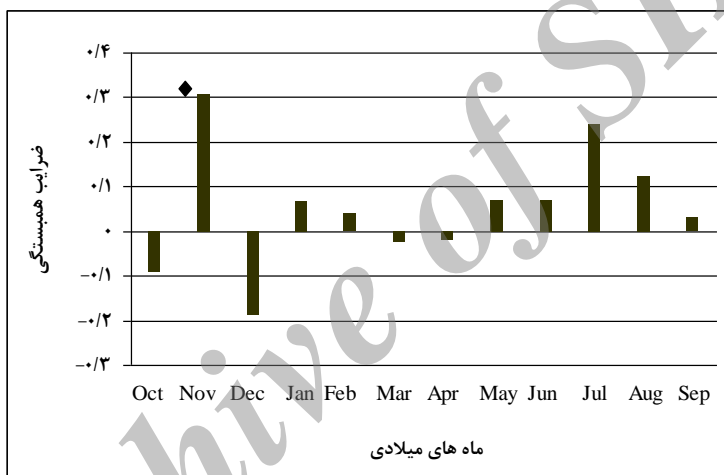
نتیجه ارزیابی همبستگی رویش و اقلیم نشان داد که در رویشگاه BMD، در ماه نوامبر (آبان) قبل از فصل رویش، مجموع بارندگی اثر مثبت، و میانگین دمای هوا همبستگی منفی نشان داد (شکل ۸ و ۹). کاهش دمای هوا در فصل قبل از رشد ممکن است همراه با افزایش بارندگی باشد. کاهش دما زمانی همراه با افزایش رشد است که همراه با بارندگی باشد. تأثیر منفی میانگین دمای هوا در ماه نوامبر و تأثیر مثبت مجموع بارندگی همان ماه قبل از فصل رشد نیز چنین شرایطی را نشان می‌دهد (شکل ۸ و ۹). دمای هوا در فصل قبل از رشد در ماه نوامبر (آبان) در تنظیم ذخیره فتوسنتزی برای فصل رویش بعدی نقش دارد [۱۸].

همان‌طور که گفته شد، برای حذف اثر سن بر رویش سالیانه، از استانداردسازی خودرگرسیون استفاده شد. با این روش اثر سن حذف می‌شود. در شکل ۵ و ۶ شاخص پهنای حلقه رویشی کاج الدار در دو رویشگاه BMD و BBG مشاهده می‌شود. نتایج آنالیز آماری نشان داد حساسیت رویشی در رویشگاه BMD (۰/۲۲) بیشتر از رویشگاه BBG (۰/۱۸) است. میانگین ضریب همبستگی بین درختان رویشگاه BBG ۰/۶ و بین درختان BMD ۰/۵۵ محاسبه شد (شکل ۷). درصد تطابق واریانس‌ها (GLK) بین دو رویشگاه ۶۵ درصد محاسبه شد و در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود.

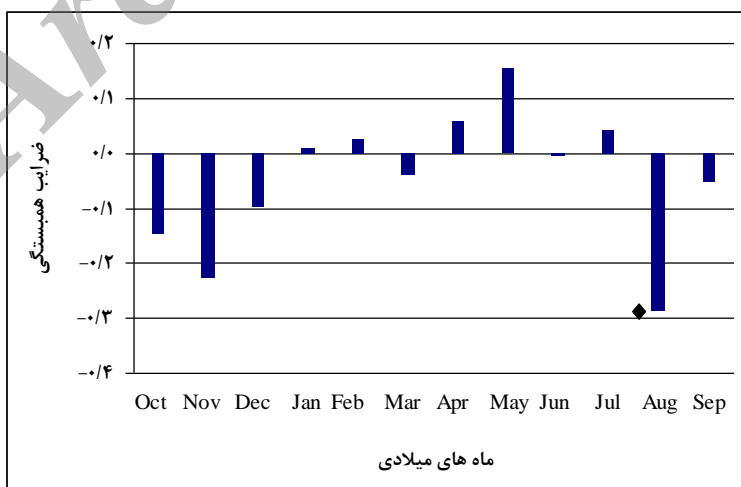
ارزیابی روابط رویش الدار در دو رویشگاه متفاوت با متغیرهای اقلیمی (حداکثر، حداقل، و میانگین دما و مجموع بارندگی ماهانه) در بازه زمانی ۱۹۸۰-۲۰۱۰ با استفاده از روش تابع پاسخ انجام گرفت. نتایج ارزیابی نشان داد که سری زمانی شاخص حلقه رویشی کاج الدار رویشگاه BBG در



شکل ۸. ضرایب همبستگی بین شاخص الدار در BMD و میانگین دمای هوا (علامت \blacklozenge همبستگی معنی دار در آن ماه‌ها را نشان می‌دهد)



شکل ۹. ضرایب همبستگی بین شاخص الدار در BMD و مجموع بارندگی ماهانه (علامت \blacklozenge همبستگی معنی دار در آن ماه‌ها را نشان می‌دهد)



شکل ۱۰. ضرایب همبستگی بین شاخص الدار در BBG و مجموع بارندگی ماهانه (علامت \blacklozenge همبستگی معنی دار در آن ماه‌ها را نشان می‌دهد)

نتیجه‌گیری

درختان مانند سایر موجودات زنده گیاهی و جانوری به تغییرات محیطی خود واکنش نشان می‌دهند. رویش درختان در محیط تنه به‌صورت حلقه‌های باریک و پهن در هر سال تشکیل می‌شود. نوسان رویش یعنی باریک و پهن بودن دواير سالیانه ناشی از تأثیر عوامل متغیر محیطی مانند دما و بارندگی است [۱۱]. نتایج این مطالعه نشان داد که نوسان رویشی الدار در دو رویشگاه متفاوت در شبه‌جزیره آشرون به‌نحوی با میزان بارندگی مرتبط است. علت افزایش رویش با کاهش دما همراه با افزایش نزولات جوی است. همچنین رابطه عکس بین بارندگی در اواسط تابستان نشان می‌دهد با کاهش بارندگی تنش خشکی در درختان به‌وجود می‌آید و در نتیجه رشد کاهش می‌یابد. کاج الدار به‌سبب داشتن دواير سالیانه با حدود مشخص و واکنش به متغیرهای آب و هوایی در رویشگاه‌های گوناگون، قابلیت این گونه درختی را در مطالعات گاه‌شناسی درختی نشان می‌دهد. از این رو، با استخراج نمونه‌های کافی از این درختان در رویشگاه اصلی آن، یعنی منطقه الدار آذربایجان، سری زمانی گسترده‌ای برای این گونه تهیه شد و واکنش این گونه درختی به عوامل محیطی بیشتر ارزیابی و در صورت امکان به بازسازی عوامل آب و هوایی در ادوار گذشته نیز پرداخته شد.

در رویشگاه BBG رویش الدار با مجموع بارندگی همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد و با دمای هوا همبستگی نشان نداد (شکل ۱۰). بارندگی کم در تابستان همراه با کمبود ابرینگی و تابش شدید آفتاب به کاهش رطوبت خاک منجر می‌شود. این مسئله موجب تنش آبی در گیاه می‌شود. تنش آبی خود به کاهش فتوسنتز خالص، و کاهش فتوسنتز خالص نیز به کاهش انتقال مواد غذایی و تنظیم‌کننده‌های رشد منجر می‌شود. در نتیجه مقدار تقسیم سلولی در نتیجه این فرایند کاهش می‌یابد و باعث تشکیل حلقه باریک می‌شود.

بالا بودن دمای هوا همراه با پایین بودن نزولات جوی است؛ یعنی یک رابطه عکس بین دما و بارندگی. از این رو، بارندگی در مقایسه با دما تأثیر بیشتری بر رویش الدار در تابستان در شبه‌جزیره آشرون دارد. در مقایسه با دما، اثر بارندگی بر رشد الدار بیشتر مشاهده شد؛ صفدری نیز تأثیرپذیری کاج الدار را در جنگل‌کاری‌های اطراف تهران، بیشتر از بارندگی دانست، که با نتیجه این پژوهش همخوانی دارد. مطالعه دیگری بر روی کاج اسکات نشان داده است که بارندگی ماه نوامبر قبل از فصل رویش تأثیر مثبت بر رشد دارد [۱۹]. مطالعه ویگو و همکاران اهمیت بارندگی بر رشد کاج در کوهستان‌های تیانشان شمال چین با افزایش دما را نشان داد [۲۰].

References

- [1]. Sardabi, H. (1998). Select appropriate species in arid and semiarid regions. *Journal of Forest and Pasture*, 30: 19-23.
- [2]. Gilman, E, F.,and Watson, D, E. (1994). Mondell Pine. Fact Sheet St-462.
- [3]. Gorji-Bahri, Y. (1997). Invistigatin of growth of pine Teda in Gilan. *Journal of Construction Research*, 6 (20): 34-37.
- [4]. Chandler, J.W. (1982). *Growing Christmas Trees in Texas*. Ithaca, Ny: Cornell University, Cornell Agricultural Experiment Station, 15 pp.
- [5]. Boisseau, W. (1996). Kronenbildermit Nadel-und Blattverlust prozenten. Erich Muller, EAFV, 98 pp.
- [6]. Razzag, A. A. (1986). The influence of site on afforestation success in Jordan. *Gottinger-Beitrage-Zur-Land-und-Forstwirtschaft-in-den-Tropen-und-Subtropen*. 173 pp.
- [7]. Randall, W. (1998). The Impact of environment and nursery on survival and early growth of Douglas fir, Noble fire and White pine. *Western Journal of Applied Forestry*, 13 (4): 134-143.
- [8]. Hosseini, A., Purmajidian, M., Asghar, F.,and Mahmoodian, M. (2008). Success of *Eldar pine* to create green space in Tehran. *Journal of Environmental Studies*, 42: 82-75.
- [9]. Jalili, A. (2001). A comparative study of the effects of plantation pine and Eldar on some physical and chemical properties of soil and vegetation under the floor (Park Chitgar Tehran), Year 9 (32): 6-15.
- [10]. Safdari, V.R., Parsapazhouh, D., and Hemasi, A.H. (2005). A Dendrochronological evaluation of the effects of air pollution on radial growth of pine trees (*Pinus eldarica*) in Tehran. *Journal of Environmental Science and Technology*, (26):48-64.
- [11]. Fritts, H. C. (1976). *Tree Ring and Climate*. Academic prees. London. 567 pp.
- [12]. Safdari, V.R., Parsapazhouh, D., and Hemasi, A.H. (2005). A Dendroclimatological evaluation of *Pinus eldarica* at three sites in Tehran. *Journal of Agricultural Sciences*, 11(2): 217-232.
- [13]. <http://www.climate-charts.com/Countries/Azerbaijan.html>(15/06/2012).
- [14]. Rinn, F., and Jakel, S. (1997). *TSAP, Reference Manual*. TSAP, Heidelberg, Germany.
- [15]. Eckstein, D., and Bauch, J., (1969). Beitrag zur rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur analyse seiner aussagesicherheit. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 88(1): 230-250.
- [16]. Cook, R.E., and Holmes, R.L. (1999). *Users manual for Program ARSTAN*, Laboratory of tree-ring research, University of Arizona, United States of America.
- [17]. Biondi, F., and Waikul, K. (2004). DENDROCLIM 2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers & Geosciences*, 30: 303-311.
- [18]. Huang, J., and Zhang, Q. (2007). Tree rings and climate for the last 680 years in Wulan area of northeastern Qinghai-Tibetan Plateau. *Climate Change*, 80: 369-377.
- [19]. Drobyshev, I., Niklasson, M.,and Angelstam, P. (2003). Constrasting tree ring data with fire record in a Pine-dominated Landscape in the Komi Republic (Eastern European Russia): Recovering a Common Climate Signal. *Silva Fennica*, 38 (1). 43-53.
- [20]. WeiGuo, S., YunXia, W., HongXin, S., and ZhaoHua, L. (2007). Response of tree-ring width to rainfall gradient along the Tianshan Mountains of Northwestern Chian. *Chinese Science Bulletin*, 52 (21): 2954-2962.