

## بررسی تأثیر پذیری رشد قطری بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) از پارامتر تابش در جنگل‌های آستارا

بفرین معروفی‌ا قدم<sup>۱\*</sup>، مهرداد قدس‌خواه<sup>۲</sup>، جواد ترکمن<sup>۳</sup>، سرخوش کرم‌زاده<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

mdaryaei9@gmail.com

۲. استادیار جنگلداری، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

j\_torkaman@yahoo.com

۳. استادیار جنگلداری، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

sarkhoshkaramzadeh@yahoo.com

۴. کارشناس ارشد جنگلداری، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری آستارا

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۵/۲۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۳/۲۰

### چکیده

متأسفانه به دلیل نبود اطلاعات درازمدت تابش در بیشتر ایستگاه‌های هواشناسی کشور، تا به حال اثر این پارامتر در رشد شعاعی درختان بررسی نشده، این در حالی است که پارامتر تابش می‌تواند در پهنای حلقه‌های درختی به خصوص گونه‌های نورپسند مانند بلوط اثر مهمی داشته باشد. برای رفع مشکل مذکور، در این تحقیق روش‌شناسی مناسبی بر مبنای فرمول‌های تجربی برای محاسبه تابش رسیده به سطح زمین معرفی و پس از اجرای این روش مقادیر تابش در محدوده جنگل‌های آستارا محاسبه شده است. در مرحله بعد نیز با استفاده از هفت دیسک برداشت‌شده از درختان بلوط بلندمازو، گاه‌شناسی این گونه برای هر دیسک در دو جهت عمود بر هم با استفاده از دستگاه LINTAB مجهز به نرم‌افزار TSAPWin به دست آمد. در نهایت نیز اثر پارامتر تابش در رشد شعاعی این گونه بررسی شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که میانگین گاه‌شناسی به‌دست‌آمده از دو جهت عمود بر هم برای هر دیسک در سطح ۹۹/۹ درصد معنی‌دار است، اما متأسفانه تنها میانگین چهار دیسک تطابق خوبی با یکدیگر داشتند. چهار دیسک مذکور هر کدام ۴۴ سال داشتند. با توجه به همسنبودن چهار دیسک، استانداردسازی گاه‌شناسی به‌دست‌آمده از آن‌ها انجام نگرفت، زیرا یکی از دلایل عمده استانداردسازی حذف گرایش‌هایی غیراقليمی مانند تفاوت سن نمونه‌هاست. همچنین، نتایج این تحقیق مشخص کرد که رشد شعاعی گونه بلندمازو دارای رابطه قابل توجهی با تابش رسیده به سطح زمین است. این رابطه به صورت تابع چندجمله‌ای با توان دو محاسبه شد و از ضریب همبستگی معادل منفی  $(R = -0.71)$   $\cdot 0.71$  که بیانگر واکنش معکوس در این درختان نسبت به تابش است، برخوردار بود. روش‌شناسی معرفی شده در این تحقیق می‌تواند برای محاسبه درازمدت تابش برای دیگر مطالعات گاه‌شناسی نیز استفاده شود.

### کلیدواژه

اقلیم، تابش، رشد قطری، گاه‌شناسی.

### ۱. سرآغاز

انعکاس این تأثیرات در گونه‌های درختی در پهنای حلقه‌های رویشی نمایان می‌شود. در واقع درختان اطلاعات گاه‌شناسی و غیرگاه‌شناسی را که می‌توانند به وسیله پهنای حلقه‌های رویشی قابل خواندن باشند، ثبت می‌کنند. درختان سالانه حلقه‌های رویشی متوالی با پهنای

پدیده تغییر اقلیم نشان‌دهنده تغییرات غیرعادی در اقلیم درون اتمسفر زمین و پیامدهای ناشی از آن در کره خاکی است. از مهم‌ترین آثار تغییر اقلیم تخریب برگشت‌ناپذیر برخی گونه‌های گیاهی و اکوسیستم‌های جنگلی است.

رویش در مقایسه با میزان بارندگی عامل اثرگذارتری در رویش درختان بلوط است. بالاپور (۱۳۸۶) به بررسی رابطه بین متغیرهای اقلیمی و حلقه‌های رویشی گونه بلندمازو در جنگل ساری اقدام کرد که نتایج بیانگر این واقعیت بود که پهنای رویش بلندمازو با مجموع بارندگی ماهانه بهمن و شهریور همبستگی مثبت و با حداقل دما در ماه‌های مرداد و اردیبهشت همبستگی منفی دارد.

در تحقیقی دیگر گاه‌شناسی پهنای دواير رویش درخت بلوط در دو سوی جنوبی و شمالی البرز برای یک دوره ۲۰۰ ساله مطالعه شد (پورطهماسی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج این پژوهش نشان داد که دمای محیط طی فصل رویش در مقایسه با میزان بارندگی عامل اثرگذارتری در رویش درختان بلوط بوده است. صفاری و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی ارتباط بین شرایط اقلیمی و پهنای دواير رویشی گونه بلوط بلندمازو در منطقه دو هزار تنکابن را بررسی کردند. نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که ارتباط بین پهنای دواير رویش با بارندگی آوریل منفی و در سایر ماه‌ها معنی‌دار نیست.

نتایج پژوهش کرم‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) که تأثیر متغیرهای اقلیمی را در رویش گونه درختی بلوط بلندمازو در منطقه سراوان گیلان بررسی کردند، نشان داد که بارش در ماه‌های می و ژوئیه دارای همبستگی مثبت و دمای بیشینه در ماه‌های می و سپتامبر با پهنای حلقه‌های رویشی دارای همبستگی منفی است. عزیزی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی دیگر برای نیل به گاه‌شناسی منطقه‌ای، ۵۴ نمونه از دو گونه درختی بلوط ایرانی و مازودار در رویشگاه دالاب استان ایلام و شینه استان لرستان را برداشت کردند. نتایج این پژوهش مشخص کرد دمای بیشینه در فصل رویشی و فصل قبل از آن روی رویش بلوط این منطقه تأثیر منفی دارد.

ارسلانی و همکاران (۱۳۹۱) تغییرات دمای بیشینه استان کرمانشاه را با استفاده از حلقه‌های درختی بازسازی کردند. آن‌ها ضمن مشخص کردن بالاترین و پایین‌ترین

متفاوتی تشکیل می‌دهند و حلقه‌های رویشی داخل محیطی شکل‌گرفته از دمای هوا، تابش و سایر ویژگی‌های رویشگاهی تأثیر می‌پذیرند. سلول‌های هر حلقه شرایط آب و هوایی فصل پیدایش خود را بازتاب می‌دهند به گونه‌ای که حلقه پهن به معنای یک سال همراه با باران و نور کافی است، در حالی که یک حلقه باریک‌تر مربوط به سالی با عوامل رشد نامطلوب‌تر است. پاسخ گونه‌های درختی مختلف به متغیرهای اقلیمی متفاوت است که سبب تغییر روند رویش حلقه‌ها می‌شود. این واقعیت پایه‌ای برای مطالعات گوناگون بر گونه‌های مختلف درختی است که در این راستا می‌توان به مطالعات داخلی پورطهماسی و همکاران (۱۳۸۷ و ۱۳۸۸)، بالاپور و همکاران (۱۳۸۹) و بالاپور و کاظمی (۱۳۹۱) و در سطح بین‌المللی به تحقیقات Bao و Gervais و همکاران در سال ۲۰۰۶، Li و همکاران در سال ۲۰۱۲ و Özçelik اشاره کرد.

از مهم‌ترین گونه‌های درختی در ایران بلوط است که به دلیل پراکندگی خود در مناطق مختلف کشور و ارزش بالای اقتصادی و زیست‌محیطی آن از اهمیت زیادی برخوردار است. متأسفانه طی سالیان اخیر به دلیل بروز تغییرات اقلیمی در قالب خشکسالی و قطع بی‌رویه این درختان برای استفاده از چوب و تهیه علوفه دام، این گونه بارزش در معرض تهدید قرار گرفته است. در این میان نقش تغییرات اقلیمی برجسته است، به گونه‌ای که در کنار مدیریت نامناسب به‌منزله تهدیدی مهم برای درختان بلوط مطرح است. شناخت صحیح آثار اقلیمی در فیزیولوژی و رشد درختان بلوط مهم‌ترین و اولین گام در جهت برنامه‌ریزی صحیح در حوزه مدیریت جنگل برای حفظ این گونه است. بنابراین، انجام تحقیقات بیشتر روی گونه بلوط و استفاده از نتایج آن‌ها برای حفظ این گونه امری اجتناب‌ناپذیر است.

پورسرتیپ (۱۳۸۵) گاه‌شناسی پهنای دواير رویش درختان بلوط را در یک دوره ۲۰۰ ساله ارزیابی کرد. نتایج این تحقیق مشخص کرد که درجه حرارت طی فصل

مستقیمی با درجه حرارت دارد، اما این موضوع بدان معنا نیست که می‌تواند اثرگذاری یکسانی مانند درجه حرارت در فیزیولوژی درختان داشته باشد. برای مثال، در شرایط هوای ابری مقدار تابش رسیده به سطح زمین بسیار محدود می‌شود در حالی که در مقدار درجه حرارت به خصوص در فصول گرم سال تأثیر چندانی ندارد. این موضوع به طور ویژه برای مناطقی با آب و هوای مرطوب مانند شمال کشور که در بسیاری از ایام سال از آب و هوای ابری برخوردارند، دارای اهمیت بیشتری است. از طرف دیگر، با توجه به گونه انتخابی این تحقیق، درخت بلوط، که نورپسند است (جعفری، ۱۳۸۷) یا به عبارت دیگر، نسبت به تابش واکنش زیادی نشان می‌دهد، بررسی پارامتر اقلیمی تابش بر روند رشد قطری این گونه با ارزش از اهمیت دوچندانی برخوردار است. بنابراین، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر پارامتر تابش در رشد قطری بلوط بلندمازو است که برای این منظور روش شناسی مناسبی برای محاسبه تابش ارائه و در نهایت نیز اثر این پارامتر در رشد قطری این درخت بررسی شده است.

## ۲. مواد و روش‌ها

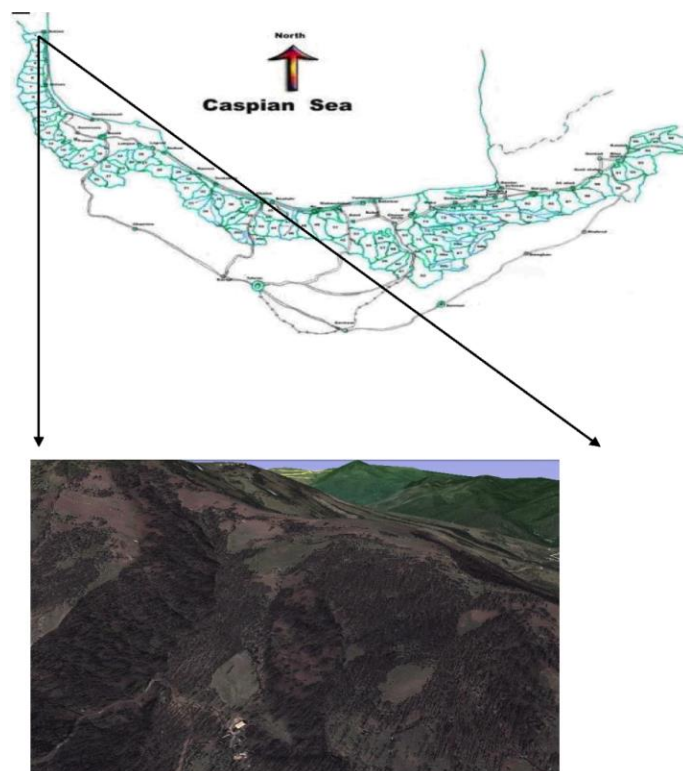
### ۲.۱. محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این تحقیق شامل قسمتی از ارتفاعات جنگلی جنوب شهرستان آستارا است. این محدوده جزو دامنه‌های شمالی البرز غربی محسوب می‌شود که عملاً بخشی از حوضه آبخیز ملاحادی چای است که به دریای خزر منتهی می‌شود. نمونه درخت‌های بلوط بلندمازو انتخاب شده برای تجزیه و تحلیل بیشتر و تعیین گاه‌شناسی، تماماً در سری چهار حوضه جنگل‌های مذکور واقع شده‌اند که در عرض جغرافیایی ۳۸/۳۷ و طول جغرافیایی ۴۸/۴۵ قرار دارند (شکل ۱). حداکثر ارتفاع از سطح دریا و مساحت محدوده مورد مطالعه به ترتیب برابر ۳۰۰ متر و ۳۷۶۵ هکتار است. متوسط دمای سالیانه ۱۷/۰۸ درجه سلسیوس و میانگین بارش سالیانه ۱۴۴۹/۴۴ میلی‌متر، اقلیم معتدل مرطوبی را برای این محدوده به ارمغان آورده است.

رخدادهای دمای بیشینه طی دوره مورد مطالعه به این نتیجه رسیدند که دمای بیشینه، بیشترین تأثیر منفی را در رویش درختان بلوط دارد. همچنین، برای تعیین بازسازی الگوی بارش در منطقه غرب دریای سیاه طی ۱۶۳۵ تا ۲۰۰۰ از حلقه‌های درختی بلوط استفاده شد (Akkemik et al., 2005). نتایج این تحقیق نشان داد که دوره‌های خشکسالی یا سال‌های پربارش حداکثر ۲ ساله بوده‌اند.

Gervais در سال ۲۰۰۶ با استفاده از حلقه‌های درختی بلوط، سه قرن بارش را برای نواحی کوهستانی کالیفرنیا بازسازی کرد. نتایج حاکی از معناداری رابطه حلقه‌های سالانه با بارش دوره دسامبر - آوریل بود. همچنین، نتایج تحقیق مذکور مشخص کرد تکرار دوره‌های مرطوب و خشک در قرن ۲۰ از نظم زمانی خاصی پیروی نکرده است. Akkemik و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از حلقه‌های درختی به بازسازی بارش بهار و رواناب بهار - تابستان از سال ۱۶۵۰ میلادی به بعد برای منطقه‌ای در شمال غربی ترکیه اقدام کردند. در تحقیقی دیگر Bao و همکاران (۲۰۰۹) بارش شمال شرقی چین را برای دوره ۱۸۶۵ تا ۲۰۰۳ میلادی با استفاده از حلقه‌های رویشی درختان بازسازی کردند. همچنین، برای بازسازی درجه حرارت طی ۱۴۷۵ تا ۲۰۰۳ میلادی در کوه‌های هنگ‌کام در شمال شرقی چین نیز از حلقه‌های درختی استفاده شد (Li et al., 2012). Cooper و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از نمونه‌های به‌دست‌آمده از درختان بلوط زنده و مرده، بازسازی بارش دوره بهار - تابستان را برای ۹۰۰ تا ۲۰۰۹ انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که در منطقه وسیعی از شمال غربی اروپا رشد درختان بلوط همبستگی مثبتی با بارش داشته‌اند.

مطابق مطالعات مشخص است که تمرکز بیشتر مطالعات داخلی در زمینه گاه‌شناسی درختی روی پارامتر بارش یا به ندرت درجه حرارت بوده است. یکی دیگر از مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی مقدار تابش رسیده به سطح زمین است که می‌تواند در فیزیولوژی گیاهان و به تبع آن در پهنای حلقه‌های سالیانه تأثیرگذار باشد. تابش ارتباط



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه

## ۲.۲. تهیه گاه‌شناسی

در این تحقیق محدوده ارتفاعات جنگلی آستارا برای برداشت نمونه‌های درختان بلوط بلندمازو انتخاب شد. در این راستا هفت درخت با سن بین ۴۰ تا ۷۵ سال انتخاب شدند و از هر درخت یک دیسک در ارتفاع حدود ۱/۳ تا ۱/۵ متر از سطح زمین برداشته شد. سپس، دیسک‌ها به آزمایشگاه چوب دانشگاه تهران انتقال داده شدند و صاف‌سازی سطح هر دیسک برای نمایان‌شدن حلقه‌های رویشی با استفاده از سمباده برقی و دستی نرم انجام شد. پیش از آغاز اندازه‌گیری با استفاده از دوربین دستگاه LINTAB حلقه‌های سالیانه از سمت پوست به مغز شمارش و در ردیف‌های ده‌تایی علامت‌گذاری شدند. این کار سبب می‌شود تا بتوان هنگام تطابق زمانی، در صورت خطا در اندازه‌گیری حلقه‌های مورد نظر را به سهولت پیدا کرد (Schweingruber et al., 1988). سپس، پهنای حلقه‌های رویشی برای هر دیسک در دو جهت تقریباً عمود بر هم با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری LINTAB

مجهز به نرم‌افزار تخصصی TSAPWin، با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر از سمت پوست به مغز اندازه‌گیری و در نرم‌افزار ثبت شد. پس از اندازه‌گیری نمونه‌ها، تطابق زمانی آن‌ها از طریق نرم‌افزار TSAP انجام شد. در این پژوهش برای ارزیابی تطابق زمانی به‌دست‌آمده از ۳ آماره GLK، CDI<sup>۱</sup> و GSL<sup>۲</sup> استفاده شد. GLK معیاری کلی از شباهت بین دو گاه‌شناسی اندازه‌گیری شده است. CDI نیز شاخصی زمانی از دو گاه‌شناسی تطبیق داده‌شده با یکدیگر است و از مقادیر GLK و آماره t برای تعیین کیفیت سری به‌دست‌آمده از گاه‌شناسی‌ها استفاده می‌شود. آماره GSL نیز بیانگر سطح معنی‌داری GLK است که به ترتیب برای سطوح معنی‌داری ۹۵، ۹۹ و ۹۹/۹ درصد با علامت \*، \*\* و \*\*\* نشان داده می‌شود. شایان یادآوری است که اطلاعات اقلیمی برای محاسبه تابش نیز از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی محدوده مورد مطالعه یعنی ایستگاه سینوپتیک شهرستان آستارا به دست آمد.

آن ۱۳۷۳ وات بر متر مربع است.  $\phi$  عرض جغرافیایی،  $\delta$  زاویه میل خورشیدی نسبت به استوا بر حسب درجه است که مقدار آن از فرمول ۳ محاسبه می‌شود (Cooper, 1969).  $\omega_s$  زاویه ساعت خورشیدی بر حسب درجه است که از فرمول ۴ محاسبه می‌شود (معینی و همکاران، ۱۳۸۹).

$$\delta = 23.45 \sin\left(360 \frac{284+J}{365}\right) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \quad \text{رابطه (۴)}$$

برای محاسبه N از فرمول ۵ استفاده می‌شود. n نیز در ایستگاه‌های سینوپتیک اندازه‌گیری می‌شود و قابل دسترسی است.

$$N = \frac{2}{15} \omega_s \quad \text{رابطه (۵)}$$

ضرایب ثابت a و b نیز به عرض جغرافیایی محل بستگی دارند و هر منطقه از مقادیر مختلفی برخوردار است. خوشبختانه در تحقیقی که معینی و همکاران (۱۳۸۹) انجام دادند ایران با توجه به تشابه آب و هوایی و ساعات آفتابی به ۵ منطقه اقلیمی تقسیم‌بندی شد. در تحقیق مذکور برای منطقه اقلیمی شماره ۵ که شهرستان آستارا در آن واقع بود مقادیر a و b به ترتیب برابر ۰/۴۰۴ و ۰/۲۰۴ معرفی شد.

### ۳. نتایج

#### ۳.۱. محاسبه تابش

برای محاسبه تابش رسیده به سطح زمین مطابق روش شناسی معرفی شده فرمول نهایی برای محدوده جنگل‌های آستارا به صورت زیر به دست آمد:

$$R_s = R_a \left(0.404 + 0.204 \frac{n}{N}\right) \quad \text{رابطه (۶)}$$

برای استفاده از این فرمول و محاسبه تابش رسیده به سطح زمین در محدوده مورد مطالعه ابتدا باید پارامترهای آن شامل n، N و  $R_a$  محاسبه شوند. در بین این ۳ پارامتر مقادیر n به صورت ماهانه در ایستگاه‌های سینوپتیک اندازه‌گیری می‌شوند. بنابراین، با مراجعه به ایستگاه سینوپتیک شهرستان آستارا مقادیر این پارامتر اخذ شد. در

#### ۳.۲. روش شناسی محاسبه تابش رسیده به سطح

##### زمین

بهترین راه اندازه‌گیری تابش رسیده به سطح زمین در یک عرض جغرافیایی خاص نصب پیرانومترها (دستگاه تابش سنج) در ایستگاه‌هاست. متأسفانه به دلیل هزینه‌های بالای خرید پیرانومتر و نگهداری تجهیزات مربوطه، تابش رسیده به سطح زمین در بسیاری از ایستگاه‌های هواشناسی کشور اندازه‌گیری نمی‌شود یا در صورت اندازه‌گیری نیز اطلاعات مربوطه در بازه‌های زمانی کوتاه و به صورت گسسته در دسترس‌اند. از طرفی نیز میزان متوسط خطا در پیرانومتر حتی به ۳۰ درصد می‌رسد که مهم‌ترین علت آن کالیبراسیون نبودن دستگاه و وجود گرد و غبار در آن‌هاست (معینی و همکاران، ۱۳۸۹). عوامل مذکور می‌توانند به منزله مهم‌ترین دلیل برای انجام‌ندادن مطالعات گاه‌شناسی که در آن به اطلاعات بلندمدت تابش نیاز است، در خصوص این پارامتر مهم اقلیمی محسوب شوند. خوشبختانه مدل‌های تجربی مختلفی برای محاسبه تابش معرفی شده‌اند که از بین آن‌ها مدل ارائه‌شده آنگستروم-پرسکات از مقبولیت و دقت بیشتری برخوردار است. بنابراین، در این تحقیق برای محاسبه تابش رسیده به سطح زمین در محدوده مورد مطالعه جنگل‌های آستارا از این فرمول مطابق زیر استفاده شده است.

$$R_s = R_a \left(a + b \frac{n}{N}\right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه بالا  $R_s$  میانگین تابش روزانه در ماه،  $R_a$  تابش اندازه‌گیری شده خارج از جو، a و b ضرایب ثابت، n طول واقعی ساعات آفتابی و N نیز حداکثر ساعات آفتابی است. برای محاسبه  $R_a$  داریم (Duffie & Beckman, 1992):

رابطه (۲)

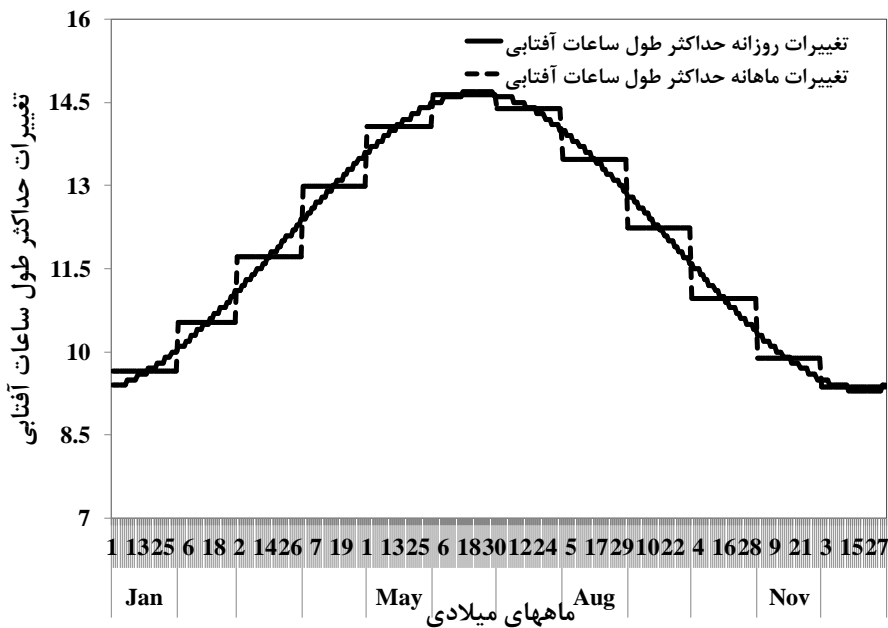
$$R_a = \frac{24 \times 3600 G_{sc}}{\pi} \left(1 + 0.033 \cos \frac{360J}{365}\right) \times$$

$$\left[\cos \phi \cos \delta \sin \omega_s + \frac{\pi \omega_s}{180} \sin \phi \sin \delta\right]$$

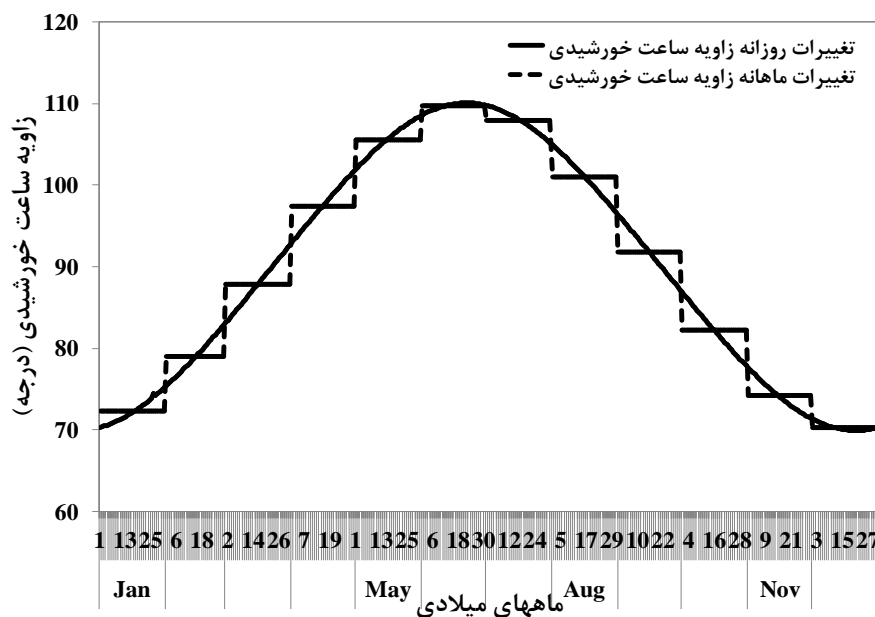
در رابطه ۲،  $G_{sc}$  ثابت تشعشعی خارج از جو و مقدار

جغرافیایی مورد مطالعه مطابق شکل ۴ به دست آمد. با استفاده از پارامترهای مذکور، مقدار تابش رسیده به سطح زمین به صورت ماهانه و میانگین سالانه آن برای سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۵ محاسبه شد که نتایج آن در شکل ۵ ترسیم شده است.

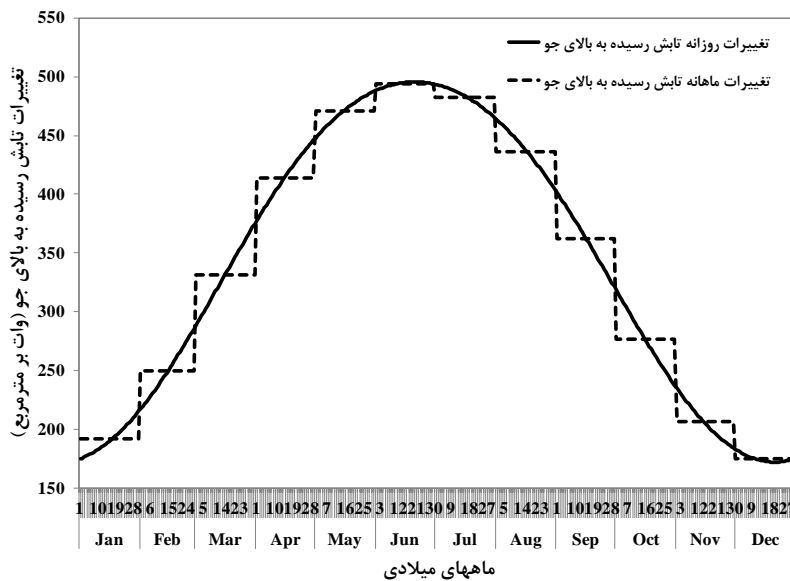
مرحله بعد ابتدا زاویه میل خورشیدی نسبت به استوا محاسبه شد، سپس با استفاده از زاویه میل خورشیدی پارامترهای  $\omega_s$  و  $N$  در عرض جغرافیایی محدوده برداشت نمونه‌ها به دست آمد. در شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب تغییرات  $N$  و  $\omega_s$  نشان داده شده‌اند. همچنین، مقدار تابش رسیده به بالای جو در عرض



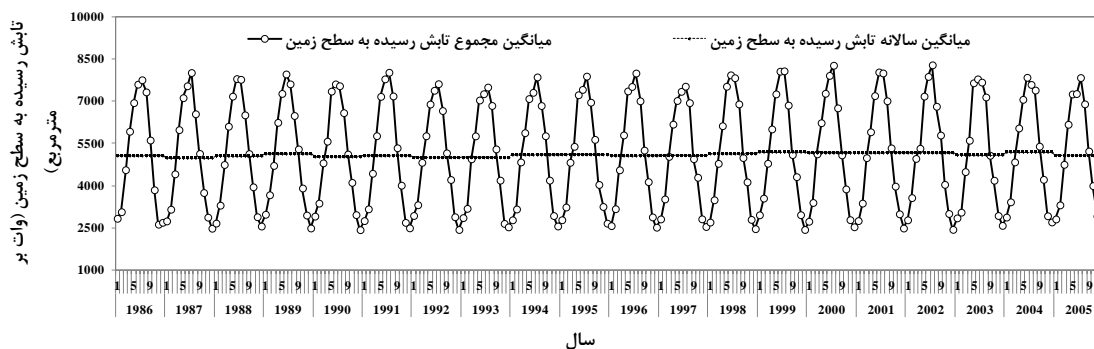
شکل ۲. تغییرات روزانه و ماهانه حداکثر طول ساعات آفتابی در محدوده مورد مطالعه



شکل ۳. تغییرات روزانه و ماهانه زاویه ساعت خورشیدی در محدوده مورد مطالعه



شکل ۴. تغییرات روزانه و ماهانه تابش رسیده به بالای جو در محدوده مورد مطالعه



شکل ۵. تغییرات ماهانه و سالانه تابش رسیده به سطح زمین در محدوده مورد مطالعه

### ۲.۳. گاه‌شناسی گونه بلوط بلندمازو

در این تحقیق همان‌طور که ذکر شد تعداد هفت دیسک برداشت‌شده از نمونه‌های بلوط بلندمازو واقع در محدوده جنگل‌های آستارا استفاده شده است. نتایج تجزیه و تحلیل دیسک‌ها با استفاده از دستگاه LINTAB و نرم‌افزار TSAP در جدول ۱ نشان داده شده است.

در مرحله بعد از سری زمانی به‌دست‌آمده در دو جهت

عمود بر هم برای هر دیسک میانگین‌گیری شد و سری زمانی میانگین که بیانگر تغییرات پهنای حلقه‌های درختی برای هر دیسک بود، به دست آمد. سپس، تطابق زمانی بین میانگین به‌دست‌آمده برای هر دیسک با دیسک‌های دیگر بررسی شد که نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. نتایج تطابق زمانی بین دو جهت انتخابی برای هر یک از دیسک‌ها

آماره	درخت A	درخت B	درخت C	درخت D	درخت E	درخت F	درخت G
سن	۴۴	۷۰	۴۴	۴۴	۴۴	۷۲	۵۳
GLK	۸۱	۸۴	۸۱	۷۶	۷۹	۷۳	۷۳
GSL	***	***	***	***	***	***	***
CC%	۸۴	۸۱	۸۱	۸۶	۷۸	۷۹	۸۸
CDI	۱۰۰	۸۸	۶۵	۵۱	۴۶	۶۹	۶۱

### ۳.۳. ارتباط بین تابش با گاه‌شناسی گونه بلوط بلندمازو

به منظور بررسی ارتباط بین گاه‌شناسی درخت بلوط بلندمازو با پارامتر اقلیمی تابش لازم است گاه‌شناسی این گونه در محدوده مورد مطالعه محاسبه شود. برای این منظور پس از تطابق زمانی بین میانگین‌های هر دیسک با دیسک‌های دیگر، نمونه‌هایی که از تطابق زمانی مناسبی برخوردار بودند انتخاب شدند و از آن‌ها میانگین‌گیری شد. مطابق جدول ۱ مشخص است که از بین هفت دیسک تنها آماره‌های به‌دست‌آمده از تطابق زمانی چهار دیسک A، C، D و E مقادیر مطلوبی دارند و سه دیسک دیگر به دلیل تطابق

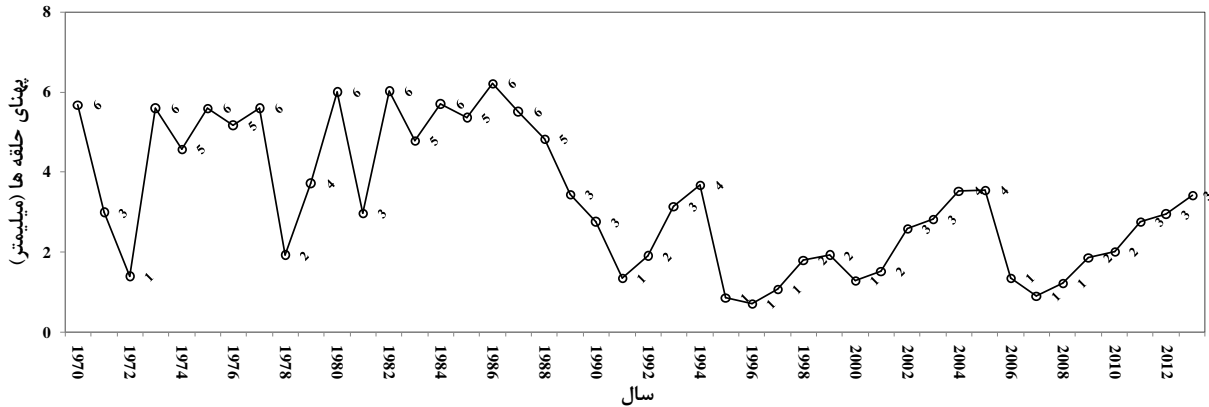
نداشتن مناسب با این چهار دیسک برای محاسبه گاه‌شناسی کلی گونه بلوط بلندمازو عملاً قابل استفاده نیستند.

در تحقیقات گاه‌شناسی مرحله استانداردسازی نیز انجام می‌گیرد که هدف اصلی از آن تعیین طول گاه‌شناسی استفاده‌شده به دلیل عدم یکسانی سن نمونه‌های برداشت‌شده از هر درخت به منظور تجزیه و تحلیل با پارامترهای اقلیمی است. در این تحقیق به دلیل اینکه هر چهار دیسک انتخابی از سن یکسانی (۴۴ سال) برخوردارند، طول گاه‌شناسی منتخب که از میانگین‌گیری گاه‌شناسی این چهار دیسک به دست آمده است عملاً ۴۴ سال انتخاب شد.

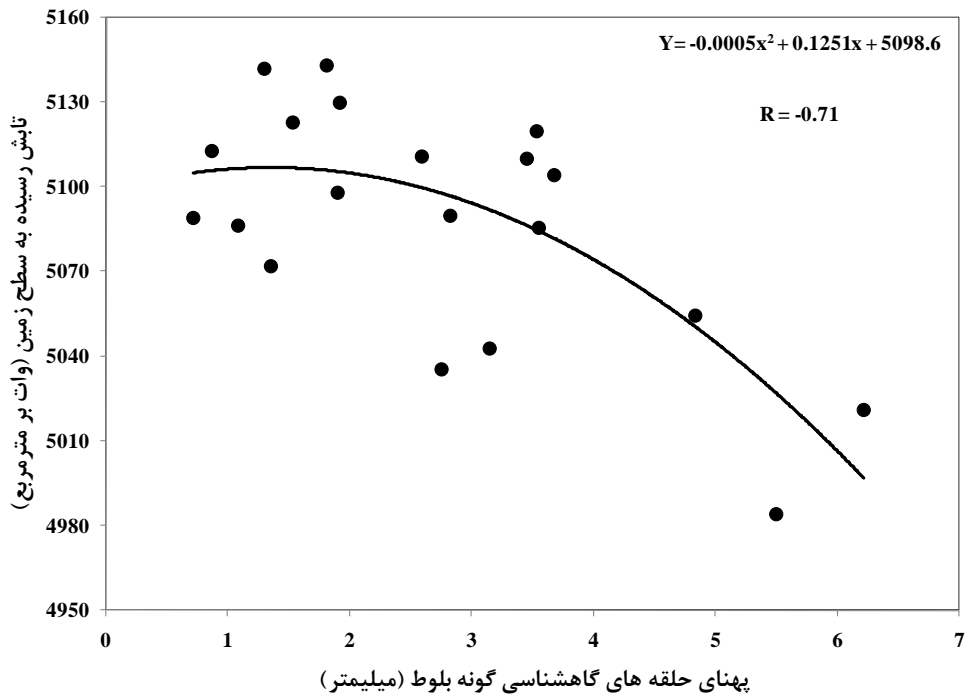
جدول ۲. نتایج تطابق زمانی بین میانگین‌های هر دیسک با یکدیگر

درخت	آماره	درخت B	درخت C	درخت D	درخت E	درخت F	درخت G
درخت A	GLK	۵۰	۹۳	۹۳	۸۳	۳۳	۵۱
	GSL	---	***	***	***	---	---
	CC%	-۲۴	۹۹	۹۱	۹۰	۲۰	۱۳
	CDI	۵	۲۷۸	۱۰۶	۹۴	۳	۷
درخت B	GLK	---	---	---	---	---	---
	GSL	---	---	---	---	*	*
	CC%	-۲۸	-۲۸	-۳۴	-۳۸	۱۰	۸
	CDI	۴	۴	۳	۱	۱۹	۱۴
درخت C	GLK	---	---	---	---	---	---
	GSL	---	---	---	---	---	---
	CC%	---	---	---	---	---	---
	CDI	---	---	---	---	---	---
درخت D	GLK	---	---	---	---	---	---
	GSL	---	---	---	---	---	---
	CC%	---	---	---	---	---	---
	CDI	---	---	---	---	---	---
درخت E	GLK	---	---	---	---	---	---
	GSL	---	---	---	---	---	---
	CC%	---	---	---	---	---	---
	CDI	---	---	---	---	---	---
درخت F	GLK	---	---	---	---	---	---
	GSL	---	---	---	---	---	---
	CC%	---	---	---	---	---	---
	CDI	---	---	---	---	---	---





شکل ۶. گاه‌شناسی کلی گونه بلوط بلندمازو در محدوده مورد مطالعه جنگل‌های آستارا



شکل ۷. پهنای حلقه‌های رویشی گونه بلوط بلندمازو در مقابل تابش رسیده به سطح زمین در محدوده مورد مطالعه

این پارامتر اقلیمی در رشد قطری درختان بود. برای این منظور با استفاده از فرمول تجربی آنگستروم- پرسکات روش‌شناسی مناسبی برای برآورد تابش رسیده به سطح زمین معرفی شد که نتایج آن به صورت ماهانه و سالانه برای محدوده مورد مطالعه آستارا در بازه زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵ در شکل ۵ آمده است. همان‌طور که انتظار می‌رفت مقادیر ماهانه تابش به صورت پریودیک با طول موج یکسال نوسان دارند به گونه‌ای که کمترین مقدار آن از ژانویه شروع می‌شود و طی روند افزایشی در ماه‌های ششم

شکل ۶ گاه‌شناسی کلی به‌دست‌آمده برای گونه بلوط در محدوده مورد مطالعه را به تصویر کشیده است. در نهایت نیز بین گاه‌شناسی به‌دست‌آمده برای گونه بلوط بلندمازو و تابش محاسبه‌شده رابطه‌ای آماری برقرار شد که نتایج آن در شکل ۷ نشان داده شده است.

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

عمده‌ترین نوآوری این تحقیق ارائه راهکاری برای رفع مشکل نبود اطلاعات درازمدت تابش به منظور بررسی اثر

و هفتم میلادی (ژوئن و جولای) بیشترین مقدار و دوباره طی روندی نزولی به کمترین مقدار خود در اواخر ماه میلادی (دسامبر) می‌رسد.

همچنین، نتایج به‌دست‌آمده از گاه‌شناسی دو جهت عمود بر هم برای هر دیسک (جدول ۱) بیانگر تطابق معنی‌دار و بالا برای هر هفت دیسک استفاده‌شده در این تحقیق است. مطابق جدول ۱ مشخص است که نتایج از تطابق خوبی با یکدیگر برخوردارند، به گونه‌ای که برای تمام هفت دیسک مورد مطالعه نتایج به‌دست‌آمده GSL بیانگر معنی‌داری نتایج در سطح ۹۹/۹ درصد است. همچنین، دیگر آماره‌های ذکرشده در این جدول نیز از مقادیر مطلوبی برخوردارند به گونه‌ای که مقادیر به‌دست‌آمده برای آماره CDI برای تمام نمونه‌ها به استثنای دیسک E از ۵۰ بزرگ‌ترند که این واقعیت بدان معناست که نمونه‌ها از تطابق بالایی برخوردارند. همچنین، درصد تشابه بین نتایج اندازه‌گیری‌شده دو جهت انتخابی هر دیسک برای تمامی نمونه‌ها بالای ۸۰ درصد است که بیانگر هماهنگی بالای بین منحنی‌های رویشی هر دیسک است. نتایج تطابق زمانی بین دیسک‌های مختلف نیز متفاوت است به گونه‌ای که همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد مطابق جدول ۲ این نتایج تنها برای چهار دیسک معنی‌دارند. نتایج آماره‌های مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد که چهار دیسک برداشت‌شده از درختان A, C, D و E این رویش‌گاه تطابق بالا و الگوی رویشی یکسانی دارند. بنابراین، می‌توان از این چهار دیسک برای تهیه گاه‌شناسی کلی گونه بلوط بلندمازو در رویشگاه مورد مطالعه استفاده کرد که نتایج آن در شکل ۶ به تصویر کشیده شده است.

در مرحله آخر نیز ارتباط بین گاه‌شناسی به‌دست‌آمده با تابش محاسبه‌شده ارزیابی شد که نتایج آن مطابق شکل ۷ است. مطابق این شکل مشخص است که پهنای حلقه‌های رویشی گونه بلوط بلندمازو به صورت تابعی چندجمله‌ای با توان دوم با پارامتر تابش تغییر می‌کند. این

تابع از ضریب همبستگی مناسبی نیز برخوردار است که بیانگر ارتباط قوی بین رشد قطری گونه بلوط بلندمازو با تابش رسیده به سطح زمین است. از طرفی، این تغییرات به صورت کاهشی انجام می‌گیرند که در واقع بیانگر عکس‌العمل منفی حلقه‌های رویشی به پارامتر تابش رسیده به سطح زمین‌اند. به بیان دیگر، افزایش تابش رسیده به سطح زمین در پهنای حلقه‌های درختی بلوط بلندمازو اثر منفی می‌گذارد و رشد قطری این گونه را محدود می‌کند. این واقعیت دور از انتظار نیست چون به هر حال بلوط بلندمازو گونه‌ای نورپسند است (جعفری، ۱۳۸۷) و این بدان معناست که پارامتر تابش می‌تواند در رشد قطری این گونه اثر زیادی داشته باشد، زیرا مقدار ضریب همبستگی به‌دست‌آمده در این تحقیق نیز بیانگر این موضوع است. از طرف دیگر، تابش به دلیل شباهتش با دما می‌تواند آثاری تقریباً مشابه با این پارامتر در رشد قطری بلوط بلندمازو داشته باشد. اگرچه مطالعات داخلی در خصوص تعیین اثر تابش در رشد قطری بلوط انجام نشده است، اما تحقیقات گوناگون انجام‌شده بیانگر اثر معکوس دما در رشد قطری گونه بلوط بلندمازو است (صفاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ عزیز و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین رابطه معکوس به‌دست‌آمده در این تحقیق بین تابش با رشد قطری بلوط نیز در این راستا توجیه‌پذیر است.

شایان یادآوری است که طول گاه‌شناسی کلی به‌دست‌آمده در این تحقیق برای بلوط بلندمازو مطابق شکل ۶، ۴۴ سال است که بازه زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳ را پوشش می‌دهد. این در حالی است که به دلیل دسترسی به اطلاعات اقلیمی در بازه ۲۰ ساله ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵، برای بررسی ارتباط بین پارامتر تابش و گاه‌شناسی کلی بلوط بلندمازو مطابق شکل ۷ تنها از بازه زمانی ۲۰ ساله ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۵ گاه‌شناسی بلوط استفاده شد به گونه‌ای که این رابطه تنها بر مبنای اطلاعات ۲۰ ساله توسعه داده شده است.

#### یادداشت‌ها

1. Gleichläufigkeit (GLK)
2. Crossdate Index (CDI)
3. Signature GLK (GSL)

## منابع

- ارسلانی، م.، عزیزی، ق.، خوش اخلاق، ف. ۱۳۹۱. بازسازی تغییرات دمای حداکثر استان کرمانشاه با استفاده از حلقه‌های درختی، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱، صفحات ۹۷-۱۱۰.
- بالاپور، ش. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر فاکتورهای مهم اقلیمی (بارندگی و دما و ترکیب آن‌ها) روی حلقه‌های رویشی گونه‌های راش و بلندمازو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، ۱۴۰ صفحه.
- بالاپور، ش.، جلیلود، ح.، رائینی، م.، اسدپور، ح. ۱۳۸۹. رابطه حلقه‌های رویشی راش با برخی از متغیرهای اقلیمی در جنگل آموزشی- پژوهشی دانشکده منابع طبیعی ساری (دارابکلا)، پژوهش‌های آبخیزداری، شماره ۸۸، صفحات ۱-۱۰.
- بالاپور، ش.، کاظمی، س. ۱۳۹۱. مطالعه اثر متغیرهای اقلیمی (دما و بارندگی) روی رویش سالیانه گونه آزاد (*Zelkova carpinifolia*), تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، جلد ۲۷، شماره ۱، صفحات ۶۹-۸۰.
- پورسرتیب، ل. ۱۳۸۵. مقایسه رویش شعاعی درختان ارس (*Juniperus polycarpus*) و اوری (*Quercus macranthera*) در دو دامنه شمال و جنوب البرز در منطقه چهارباغ گرگان، پایان‌نامه ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۹۰ صفحه.
- پورطهماسی، ک.، پارساژوه، د.، مروی مهاجر، م.ر.، علی‌احمد کروری، س. ۱۳۸۷. ارزیابی رویش شعاعی درختان ارس (*Juniperus polycarpus* C.Koch) در سه رویشگاه ایران با استفاده از دانش گاه‌شناسی درختی، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، شماره ۲، صفحات ۳۲۷-۳۴۲.
- پورطهماسی، ک.، پورسرتیب، ل.، براونینگ، آ.، پارساژوه، د. ۱۳۸۸. ارزیابی رویش شعاعی درختان ارس (*Juniperus polycarpus*) و اوری (*Quercus macranthera*) در دو دامنه شمال و جنوب البرز در منطقه چهارباغ گرگان، جنگل و فرآورده‌های چوب (منابع طبیعی ایران)، جلد ۶۲، شماره ۲، صفحات ۱۵۹-۱۶۹.
- جعفری، م. ۱۳۸۷. تحقیق و تحلیل عوامل تغییر اقلیم طی پنجاه سال گذشته در جنگل‌های منطقه خزری، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، شماره ۲، صفحات ۳۱۴-۳۲۶.
- صفاری، م.، ایوبی، ا.، بخشی، ر.، کیایی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر متغیرهای اقلیمی بر حلقه‌های رویشی چوب گونه بلوط (*Quercus castaneaefolia*) (مطالعه موردی: طرح تلیم رود تنکابن)، فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، شماره ۲، صفحات ۱۰۶-۱۱۳.
- عزیزی، ق.، ارسلانی، م.، ارسلانی، ع.، صفایی‌راد، ر. ۱۳۹۱. بازسازی دمای بیشینه بهار- تابستان در یال غربی زاگرس میانی با استفاده از یک گاه‌شناسی منطقه‌ای (۱۷۵۰-۲۰۱۰)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۴، صفحات ۵۱-۶۴.
- کرم‌زاده، س.، پوربابایی، ح.، ترکمن، ج. ۱۳۹۰. اقلیم‌شناسی درختی (Dendroclimatology) بلندمازو در منطقه سراوان گیلان، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، شماره ۱۹، صفحات ۱۵-۲۶.
- معینی، س.، جوادی، ش.، کوبی، م.، دهقان منشادی، م. ۱۳۸۹. برآورد تابش خورشیدی در ایران با استفاده از یک مدل بهینه، نشریه انرژی ایران، شماره ۲، صفحات ۱-۱۰.

Akkemik, Ü., Nasibe, D. and Aliye, A. 2005. A preliminary reconstruction (A.D. 1635-2000) of spring precipitation using oak tree rings in the western Black Sea region of Turkey. *International Journal of Biometeorology*, 49(5): 297-302.

Bao, G., Song, H., Cai, Q. and Sun, J. 2009. Precipitation reconstruction from Hailar pine (*Pinus sylvestris* var. *mongolica*) tree rings in the Hailar region, Inner Mongolia, China back to 1865 AD. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 282(1-4): 81-87.

- Cooper, P.I. 1969. The absorption of solar radiation in solar stills. *Solar Energy*, 12(B): 333-346.
- Cooper, R.J., Melvin, T.M., Tyers, I., Wilson, R.J.S. and Briffa, K.R. 2013. A tree-ring reconstruction of East Anglian (UK) hydroclimate variability over the last millennium. *Climate Dynamics*, 40(3-4): 1019-1039.
- Duffie, J.A. and Beckman, W.A. 1992. *Solar Energy Engineering*. John Wiley, USA, 324p.
- Gervais, B. 2006. A three-century record of precipitation and blue oak recruitment from the Tehachapi Mountains, Southern California, USA. *Dendrochronologia*, 24(1): 29-37.
- Li, Z.S., Zhang, Q.B. and Ma, K. 2012. Tree-ring reconstruction of summer temperature for A.D. 1475–2003 in the central Hengduan Mountains, Northwestern Yunnan, China. *Climatic Change*, 110(1-2): 455-467.
- Özçelik, R., Diamantopoulou, M.J., Crecente-Campo, F. and Eler, U. 2013. Estimating Crimean juniper tree height using nonlinear regression and artificial neural network models. *Forest Ecology and Management*, 306: 52-60.
- Schweingruber, F.H. 1988. *Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 276p.