

## بازسازی بیش از یک قرن کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال از روی حلقه‌های درختی بلوط ایرانی (*Quercus persica*) در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی منطقه دنا)

سعید موحدی: استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران\*  
وصول: ۱۳۹۳/۵/۶ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۱۹، صص: ۱۶۲-۱۴۷

### چکیده

دانش اقلیم‌شناسی درختی، با مطرح کردن اثرات اقلیمی موجود در حلقه‌های سالیانه درختان، شناخت عناصر اقلیمی ادوار گذشته را بویژه برای مناطقی که از داده‌های اقلیمی کوتاه مدتی برخوردارند، فراهم می‌سازد. از جمله این مناطق، منطقه دنا است. به همین دلیل در این مطالعه، اقدام به بازسازی میانگین کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال منطقه دنا، به کمک پهنای حلقه‌های سالیانه گونه بلوط ایرانی، توسط رگرسیون خطی ساده و درجه دو، شده است. با این هدف، سه ارتفاع رویشی در جنگل‌های منطقه دنا انتخاب و ۵۲ نمونه رویشی از ۲۶ پایه درخت، استخراج و پهنای دواپر رویشی سالیانه آنها توسط نرم افزار اتوکد با دقت ۳ میکرون اندازه‌گیری شدند. بعد از مرحله تطابق زمانی، برای حذف اثرات غیراقلیمی، تمامی پارامترهای اقلیمی و سری زمانی حلقه‌های رویشی استاندارد شدند. از میان چهار گاه‌شناسی تهیه شده توسط نرم افزار ARSTAN، گاه‌شناسی باقیمانده (RES) با کمینه دما طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۶۱ واسنجی و همبستگی معنادار مثبت دما با پهنای دواپر رویشی تأیید شد. بر اساس روابط و همبستگی بین گاه‌شناسی باقیمانده و داده‌های اقلیمی دوره آماری مشترک، کار بازسازی کمینه دمای ماهانه بیش از ۱۳۱ سال گذشته منطقه انجام و مشخص شد در سه دهه اخیر، کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال، نسبت به یک قرن قبل از خود، یک روند افزایشی را داشته و تا حدودی از سرمای فصل سرد کاسته شده است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم‌شناسی درختی، تحلیل رگرسیونی، گاه‌شناسی، گونه بلوط ایرانی

### مقدمه

مناطق مختلف هستند. با مطالعه پارامترهای فیزیکی درختان می‌توان تغییرات اقلیم را در طول زندگی درخت، بازسازی نمود (لودر<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۷،

تغییرات محیطی و متغیرهای اقلیمی، مهمترین عامل در توزیع گیاهان (سانی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰، صص ۱۰۸۰) و پراکندگی گونه‌های متنوع گیاهی در

<sup>2</sup> Loder

<sup>1</sup> Sahney

لیو<sup>۱۲</sup> و همکاران (۲۰۱۰)، های<sup>۱۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱)، اشاره کرد. از جمله دستاوردهای آنها می‌توان به بازسازی دمای تابستان، برای حوضه رودخانه یانگ‌تسه در فلات تبت در یک دوره ۳۷۹ ساله، بازسازی دمای حداکثر ژوئن-جولای برای جنوب غرب یوکان، طی ۳۰۰ سال گذشته، بازسازی دمای سالانه در کوه های هنگدوان مرکزی چین، بررسی تغییر پذیری دمای آگوست از ۱۵۸۵ میلادی در جنوب شرقی تبت، بررسی تغییر پذیری دمای آگوست از سال ۱۳۸۵ میلادی در جنوب شرقی فلات تبت با استفاده از دوایر رویشی درختی، اشاره نمود. آنان عقیده دارند که دهه های ۱۸۱۰، ۱۸۶۰، ۱۸۸۰ و ۱۹۶۰، دهه های سرد و دهه های ۱۷۸۰، ۱۸۵۰، ۱۹۴۰ و ۱۹۶۰ و دو دهه اخیر از دهه های گرم منطقه بوده اند و روند گرمایشی قرن ۲۰ در شش قرن گذشته بی‌سابقه بوده است. همچنین می‌توان از مطالعات جاکوبی<sup>۱۴</sup> و همکاران (۲۰۰۴، ص ۳۰۳)، نام برد که اقدام به بازسازی دما و رابطه آن با نوسان دهه آرام<sup>۱۵</sup>، با استفاده از حلقه های درختی درختان کهنسال بلوط<sup>۱۶</sup>، برای جزایر کوریل (روسیه) طی یک دوره ۴۰۰ ساله، نموده اند و نشان دادند، بین شاخص حلقه های درختی و میانگین بیشینه دمای تابستان (خرداد-شهریور)، بالاترین همبستگی<sup>۱۷</sup> معنادار وجود دارد. فرانک<sup>۱۸</sup> و اسپیر (۲۰۰۵، ص ۱۴۳۷) نیز، اقدام به

فصل ۳). همچنین حلقه‌های درختی می‌توانند داده‌های پالئوکلیمایی را برای دوره‌های زمانی فاقد داده فراهم نمایند (سوارز<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹، ص ۱۸۴). طبق مطالعات انجام شده، ثابت شده که انواع گونه های بلوط، ارزش مطالعات اقلیم‌شناسی درختی را در خود دارند (پن<sup>۴</sup> و همکاران، ۱۹۹۷، ص ۷۸).

در سطح جهان مطالعات گسترده ای در ارتباط با بازسازی متغیرهای اقلیمی با استفاده از دانش اقلیم‌شناسی درختی صورت گرفته است. در آمریکای شمالی به ویژه در منطقه آپالاش، کوههای راکی و غرب آمریکا (ویلسون<sup>۵</sup> و لاکمن<sup>۶</sup>، ۲۰۰۲، فلاور و اسپیر<sup>۷</sup> (۲۰۱۱) و نیز خشکسالی های محلی و منطقه‌ای در این ناحیه (فريتز<sup>۸</sup>، ۱۹۶۲، آریگو<sup>۹</sup> و همکاران (۱۹۹۹)، مطالعات زیادی انجام شده است. آنها توانسته‌اند دوره‌های خشکسالی محلی، دماهای ماهانه، فصلی و سالانه را با استفاده از این دانش بازسازی نمایند. مطالعات آنها نشان می‌دهد، مناطقی که دارای حداقل های دمای پایین هستند، حداکثرهای دمای منطقه با پهنای دواير رویشی همبستگی مثبت خواهد داشت. همچنین تحقیقات متعددی در چین و فلات تبت، در این ارتباط صورت گرفته است که می‌توان به کارهای لیانگ<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۰۷)، یانگ بلات و لاکمن<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۸)، فان<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸، ۲۰۱۰)،

<sup>3</sup> Suarez

<sup>4</sup> Pan

<sup>5</sup> Wilson

<sup>6</sup> Flower and Esper

<sup>7</sup> Fritts

<sup>8</sup> Arrigo

<sup>9</sup> Liang

<sup>10</sup> Youngblut and Luckman

<sup>11</sup> Fan

<sup>12</sup> Liu

<sup>13</sup> Hai

<sup>14</sup> Jacoby

<sup>15</sup> Pacific Decadal Oscillation

<sup>16</sup> Oak

<sup>17</sup> Correlation

<sup>18</sup> Frank

همکاران (۱۳۹۰) در منطقه تلیم رود تنکابن اشاره کرد که با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون، اقدام به مطالعه اثر متغیرهای اقلیمی به ویژه بارندگی، دما و رطوبت نسبی بر حلقه های رویشی چوب گونه بلوط پرداخته اند. آنها عقیده دارند که میان بارش آذر، دمای دی، بهمن و اسفند ماه و پهنای دواير رویشی یک رابطه معنادار منفی وجود دارد. کرم زاده و همکاران (۱۳۹۰) نیز با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون در منطقه ی سراوان گیلان، به یک رابطه معناداری بین دما و بارش و رشد عرضی حلقه های رویشی رسیده اند، آنان به رابطه مثبتی بین بارش در ماه های اردیبهشت تا تیر و به رابطه ای منفی میان حداکثر دمای تیر و حداقل دمای آبان، با پهنای رویشی حلقه های درخت بلوط اشاره داشته اند. همچنین می توان به کارهای نجفی و همکاران (۱۳۹۰)، امیرچخماقی و سهرابی (۱۳۸۹)، عزیزی و همکاران (۱۳۹۱)، ارسلانی و همکاران (۱۳۹۱)، اشاره نمود. این مطالعات بیشتر در جنگل های زاگرس صورت گرفته است. این محققین نیز با استفاده از یک تحلیل رگرسیونی و ضرایب همبستگی پیرسون، اقدام به مطالعه روابط رویش- اقلیم نموده اند. از دستاوردهای آنها می توان به بازسازی تغییرات بارش اکتبر- می استان کرمانشاه با استفاده از حلقه های درختی بلوط مازودار<sup>۲۳</sup>، بازسازی تغییرات دما و بارندگی زاگرس میانی با استفاده از حلقه های درختی بلوط اشاره نمود. آنان ضمن مشخص کردن دهه های خشک و مرطوب منطقه طی ۳۰۰ سال گذشته، به این

بازسازی و مقایسه دمای ثبت شده با داده های به دست آمده از طریق شبکه ای از گاه شناسی<sup>۱۹</sup> دواير رویشی در آلف نموده اند. آنها توانستند میانگین دمای منطقه مورد مطالعه را برای دو مقطع زمانی ژوئن-آگوست و آوریل- سپتامبر تا سال ۱۶۰۰ با استفاده از روش رگرسیونی بازسازی کنند و یا و همکاران (۲۰۱۱، ص ۴۳۸)، (کوسه و گانر<sup>۲۱</sup>، ۲۰۱۲)، (آگم<sup>۲۲</sup>، ۲۰۱۱)، با انجام یک تحلیل رگرسیونی، اقدام به بازسازی بارش می- ژوئن و دوره های خشک و مرطوب و نیز بازسازی دما، در غرب آناتولی نمودند.

از جمله کارهای انجام شده در ایران می توان به کار تابان (۱۳۶۸) در منطقه کرمانشاه، جهانبازی و همکاران (۱۳۸۰) در منطقه چهار محال و بختیاری، پور سرتیپ (۱۳۸۴) در منطقه چهار باغ گرگان، سوسنی و همکاران (۱۳۸۷) در جنگل های بدرآباد خرم آباد، بالاپور و همکاران (۱۳۸۷) در جنگل های محدوده شرکت نکا چوب، جلیوند و کاظمی (۱۳۸۷) در شمال ایران، پورطهماسی و همکاران (۱۳۸۷) در زاگرس، اشاره نمود که با استفاده از یک تحلیل رگرسیونی و ضرایب همبستگی پیرسون، اقدام به مطالعه رویش قطری و حجمی تنه درختان بلوط و نیز به تأثیر دما و بارش و رابطه بین رویش قطری، سن و ارتفاع درختان پرداخته اند از جمله کارهای دیگر انجام شده می توان به مطالعات صفاری و

<sup>19</sup> Chronology

<sup>20</sup> Köse

<sup>21</sup> Köse, N., Güner

<sup>22</sup> OGM

<sup>23</sup> *Quercus Infectoria*

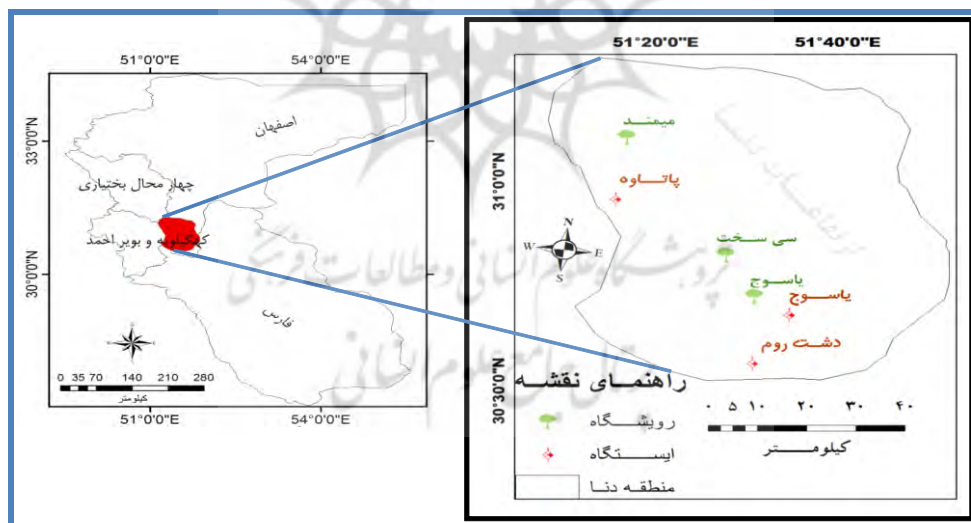
## ۲- مواد و روشها

منطقه دنا با موقعیت  $51^{\circ}12'$  تا  $51^{\circ}18'$  طول شرقی و  $30^{\circ}51'$  تا  $31^{\circ}30'$  عرض شمالی با مساحتی حدود  $4500$  کیلومتر مربع، در قسمت زاگرس مرکزی، بخش هایی از استانهای اصفهان، چهارمحال و بختیاری، فارس و استان کهگیلویه و بویراحمد را در بر گرفته است (شکل ۱). پست ترین ارتفاع منطقه از سطح دریا  $1345$  متر و بلندترین نقطه ی آن  $4407$  متر است. ارتفاع متوسط منطقه  $2150$  متر است.

برای بازسازی کمینه دمای ماهانه، داده های ۳ ایستگاه هواشناسی پاتاوه، دشت روم و یاسوج، در داخل منطقه انتخاب و داده‌های ۳۰ ساله (۱۳۹۰-۱۳۶۱) آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نتیجه رسیده اند که در دهه‌های پایانی قرن ۲۰، بارش منطقه به طور محسوسی کاهش یافته است و دمای حداکثر منطقه یک روند صعودی داشته است. همچنین آنان، پایین‌ترین و بالاترین دماهای حداکثر منطقه را نیز بازسازی نموده اند.

عدم اطلاع کافی از وضعیت اقلیم گذشته بزرگترین رویشگاه گونه بلوط ایرانی در منطقه دنا به دلیل در دست نبودن داده‌های بلندمدت اقلیمی، فقر مطالعات اقلیم شناسی درختی در منطقه، مطالعه گسترده و بازسازی پارامترهای اقلیمی گذشته منطقه را می طلبد که این مطالعه در راستای این اهداف است.



شکل ۱. موقعیت منطقه دنا، ایستگاه های هواشناسی و رویشگاه های نمونه برداری

در طبقه بندی دمارتن<sup>۲۴</sup> و آمبرژه<sup>۲۵</sup>، منطقه دنا، در اقلیم نیمه مرطوب تا نیمه مرطوب سرد قرار گرفته است.

میانگین، میانگین بیشینه و کمینه ی دمای منطقه به ترتیب ۱۴، ۲۳ و  $5/3$  درجه سانتی گراد و میانگین مجموع بارش ۳۰ ساله منطقه  $643$  میلی متر است.

<sup>24</sup> DeMartonne

<sup>25</sup> Emberger

جدول ۱. مشخصات رویشگاهی جنگل های بلوط ایرانی منطقه دنا

رویشگاه یاسوج	رویشگاه میمند	رویشگاه سی سخت	
۱۷۶۰	۲۲۳۰	۲۰۲۵	ارتفاع از سطح دریا
۵۱/۵۱۱-۵۱/۵۱۳	۵۱/۲۸۰۶-۵۱/۲۸۰۸	۵۱/۴۶۱-۵۱/۴۶۲	طول جغرافیایی (درجه اعشاری)
۳۰/۷۲۵-۳۰/۷۲۷	۳۱/۱۰۴-۳۱/۱۰۵	۳۰/۸۲۵-۳۰/۸۲۶	عرض جغرافیایی (درجه اعشاری)
جنوب غربی	جنوب غربی	جنوب غربی	برای دامنه
۱۰	۱۵	۵	درصد شیب

از آزمون علامت ( $GLK^{28}$ ) برای ارزیابی میزان هماهنگی و تطابق زمانی بین منحنی های رویشی درختان رویشگاه،  
به کمک رابطه (۱) استفاده شد (کوک، ۱۹۸۵):

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

در اینجا  $GLK$  درصد تطبیق واریانس،  $G_{ix}$  و  $G_{iy}$  علامت اختلاف بین مقادیر پهنای حلقه های رویشی در سال  $i$  نسبت به سال قبل خود در نمودار  $x$  و  $y$ .

مقدار  $GLK$  بین صفر تا ۱۰۰ درصد است ( $0 \leq GLK \leq 100$ ). هر چه مقدار این آماره بیشتر باشد، حکایت از هماهنگی بیشتر بین نمونه ها است. رویش سالیانه حلقه های هر درخت علاوه بر اقلیم، تحت تأثیر فاکتورهایی نظیر، سن درخت و عوامل غیر اقلیمی دیگری نیز قرار دارد. بنابر این، برای حذف گرایشات غیر اقلیمی، حلقه های رویشی توسط برنامه ARSTAN استانداردسازی شدند (کوک، ۱۹۸۵). از بین چهار گاه شناسی (RES, STD)

این مطالعه به دو بخش تقسیم شده است. در قسمت نخست واکنش حلقه های درختی به متغیرهای اقلیمی بررسی شده و در بخش دوم، اقدام به بازسازی دمای ماهانه نیمه سرد سال، از روی حلقه های رویشی شده است. با این هدف، سه رویشگاه غالب گونه بلوط در منطقه انتخاب (جدول ۱) و ۵۲ نمونه رویشی در دو برای جغرافیایی جنوب غربی و شمال شرقی در قطر برابر سینه (۱۳۰ سانتی متری تنه)، عمود بر تنه درخت، با استفاده از مته سال سنج<sup>۲۶</sup> در زمان حداکثر رشد و نمو گیاه، در تابستان (شهریور ماه) ۱۳۹۰ استخراج شدند.

پس از اسکن نمونه ها، شمارش و اندازه گیری حلقه های سالیانه به کمک نرم افزار اتوکلد و نیز دستگاه اندازه گیری LINTAB5 که مجهز به نرم افزار TSAP است، با دقت ۰/۰۱ میلی متر از سمت پوست به مغز اندازه گیری شد. همخوانی زمانی<sup>۲۷</sup> دو نمونه از هر درخت و تمامی درختان رویشگاه با استفاده از نرم افزار TSAP انجام شد.

<sup>26</sup> Increment borer

<sup>27</sup> Cross dating

<sup>28</sup> Gleichlaufigkeit

مقدار SNR از رابطه ۴ محاسبه می‌شود:

$$SNR = t \frac{|r_{eff}|}{1 - |r_{eff}|} \quad (4)$$

در اینجا SNR نسبت سیگنال به اغتشاش  
t تعداد درختان

$r_{eff}$  میانگین ضریب همبستگی بین درختان رویشگاه  
مقدار EPS از رابطه ۵ محاسبه می‌شود:

$$EPS(t) = \frac{tr_{eff}}{tr_{eff} + (1 - r_{eff})} \quad (5)$$

در اینجا EPS تجمع سیگنال، t تعداد درختان و  
 $r_{eff}$  میانگین ضرایب همبستگی بین درختان  
است. بالا بودن مقدار سیگنال جمعی (EPS)،  
حکایت از آن دارد که تعداد نمونه‌های استخراج  
شده برای مطالعه اقلیم شناسی درختی منطقه، کافی به  
نظر می‌رسند.

بعد از تهیه گاه‌شناسی مناسب رویشگاه، در مرحله  
واسنجی با استفاده از نرم افزار SAS و با استفاده از  
همبستگی پیوسون، به رابطه میان گاه‌شناسی  
باقیمانده (RES) رویشگاه‌ها، با میانگین کمینه دمای  
ماهانه نیمه سرد سال ایستگاه‌های هواشناسی  
منطقه، طی یک دوره مشترک ۳۰ ساله (۲۰۱۱-۱۹۸۲)  
پرداخته شد (جدول ۲).

همچنین برای حذف روند احتمالی در داده‌های  
اقلیمی و امکان مقایسه سری زمانی حلقه‌های رویشی  
با متغیرهای اقلیمی، داده‌های درجه حرارت ماهیانه  
ایستگاه‌های منطقه نیز بر اساس رابطه ۶، استاندارد  
شدند (فریتز، ۱۹۷۶).

(ARS و RAW) ساخته شده توسط برنامه مذکور،  
گاه‌شناسی باقیمانده (RES)، بکار گرفته شد. این گاه  
شناسی سیگنال‌های بسیار ضعیف را به خوبی در  
سری زمانی حلقه‌های رویشی، حفظ می‌کند و برای  
مطالعات اقلیم شناسی درختی، مناسب است (کوک،  
۱۹۸۵). کرونولوژی باقیمانده (RES)، میانگین  
باقیمانده مدل خودرگرسیون سری‌های استاندارد  
شده است. همچنین کرونولوژی باقیمانده، فاقد  
روندهای طولانی مدت ناشی از همبستگی درونی  
رویش سالانه است، به همین دلیل در ارزیابی روابط  
رویش-اقلیم از این گاه‌شناسی استفاده شده است.  
برای گاه‌شناسی ساخته شده، میانگین حساسیت  
(M.S.)، نسبت سیگنال به اغتشاش (SNR) و میزان  
سیگنال جمعی ( $EPS^{29}$ )، (لیو و همکاران، ۲۰۱۱) نیز  
با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد.

میانگین حساسیت از رابطه‌های (۲ و ۳) محاسبه  
می‌شود:

$$S_{i+1} = \frac{(x_{i+1} - x_i) * 2}{(x_{i+1} + x_i)} \quad (2)$$

$$MS = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} |S_{i+1}|}{n-1} \quad (3)$$

در اینجا:

$S_{i+1}$  حساسیت حلقه سالیانه متعلق به سال i

MS میانگین حساسیت یک نمونه (در واقع سنجشی  
است از تفاوت نسبی در پهنای بین دو حلقه مجاور)  
 $x_i$  پهنای حلقه رویشی در سال i

<sup>29</sup> Expressed population signal

$mx, t$  میانگین بلند مدت کمینه درجه حرارت و  $SX$  مقدار انحراف میانگین کمینه درجه حرارت هستند.

$$Z_t = \frac{xt - mx}{sx} \quad (6)$$

در اینجا  $Z_t$  مقدار استاندارد شده کمینه درجه حرارت در زمان  $t$ ،  $X_t$  کمینه درجه حرارت در زمان

جدول ۲. مشخصات ایستگاه های هواشناسی مورد مطالعه در منطقه دنا

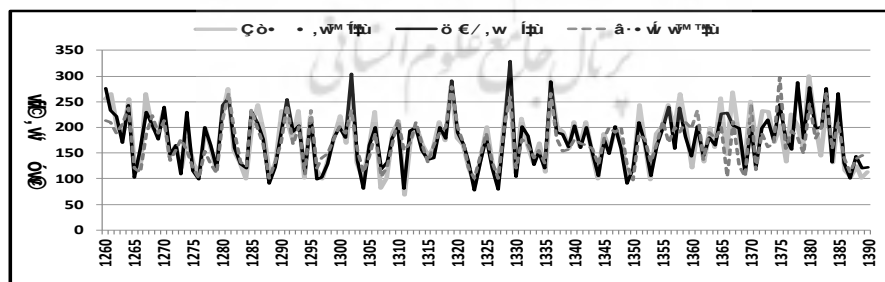
ایستگاه	ارتفاع	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
پاتاوه	۱۵۴۰	۵۱/۲۶۶	۳۰/۹۵۸
دشت روم	۲۱۰۵	۵۱/۵۱۶	۳۰/۵۶۶
ياسوج	۱۸۲۱	۵۱/۵۸۴	۳۰/۶۸۲

بعد از انجام فرایند تطابق زمانی برای دو نمونه از هر درخت و میانگین گیری از آنها، منحنی رویشی تمام درختان رویشگاه ها از سال ۱۲۶۰ تا ۱۳۹۰، به دست آمد. از روی منحنی های رویشی، شاخص گاه شناسی رویشگاه ها، تهیه گردید. در شکل ۲، منحنی میانگین شاخص گاه شناسی محاسبه شده سه رویشگاه، نشان داده شده است.

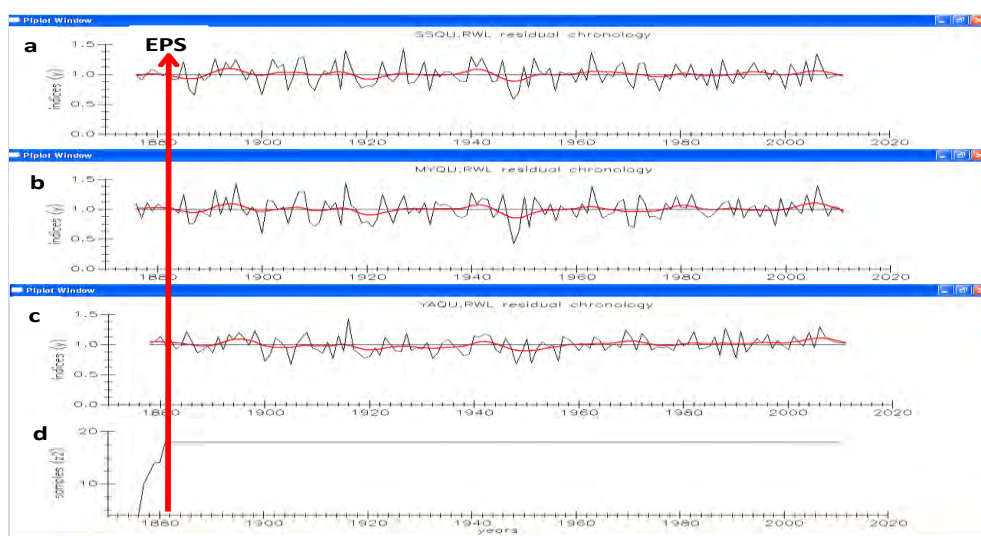
سپس با توجه به نتایج حاصله، اقدام به بازسازی کمینه دمای ماهانه منطقه از روی پهنای دوایر رویشی شده است. در ادامه، اعتبار داده های بازسازی شده با یک ایستگاه هواشناسی خارج از منطقه، مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### ۳- نتایج و بحث

۳-۱: همبستگی پهنای حلقه های رویشی با کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال منطقه



شکل ۲. نمایش میانگین شاخص گاه شناسی رویشگاه های سی سخت، میمند و یاسوج در جنگل های بلوط ایرانی منطقه دنا در رشته کوه های زاگرس مرکزی ایران طی ۱۳۱ سال گذشته (۱۳۹۰-۱۲۶۰).



شکل ۳: نمایش گاه‌شناسی باقیمانده رویشگاه سی سخت (SSQU)، میمند، (MYQU) و یاسوج (کد YAGU) تعداد نمونه‌های استفاده شده در مطالعه اقلیم‌شناسی درختی منطقه دنا در رشته کوه‌های زاگرس مرکزی ایران توسط نرم افزار ARSTAN. a, b و c، گاه‌شناسی باقیمانده رویشگاه سی سخت، میمند و یاسوج از سال ۱۸۷۶ تا ۲۰۱۱ به مدت ۱۳۶ سال، پیکان قرمز رنگ آستانه EPS را سال ۱۸۸۱ نشان داده است، d تعداد نمونه‌های استخراج شده (۱۸ نمونه رویشی برای هر رویشگاه) می‌باشند که ۱۷ نمونه‌ی آن در گاه‌شناسی باقیمانده (RES) شرکت کرده‌اند

جدول ۳. محاسبه میزان هماهنگی و تطابق زمانی بین گاه‌شناسی نمونه‌های استخراجی رویشگاه‌های سی سخت، میمند و یاسوج منطقه دنا، با استفاده از آزمون علامت\* (GLK)

نمونه استخراجی از شمال شرقی تنه درخت**						نمونه استخراجی از جنوب غربی تنه درخت**					
رویشگاه سی سخت		رویشگاه میمند		رویشگاه یاسوج		رویشگاه سی سخت		رویشگاه میمند		رویشگاه یاسوج	
درخت	%GLK	درخت	%GLK	درخت	%GLK	درخت	%GLK	درخت	%GLK	درخت	%GLK
۱	۷۹/۲	۱	۸۷	۱	۸۹/۸	۱	۷۵/۴	۱	۸۴/۴	۱	۹۰/۲
۲	۸۴	۲	۸۲/۹	۲	۸۶/۸	۲	۸۰/۲	۲	۸۴/۵	۲	۸۴/۱
۳	۷۸/۳	۳	۸۸/۱	۳	۸۲/۶	۳	۸۳/۷	۳	۸۲/۷	۳	۸۴/۵
۴	۸۹/۱	۴	۸۳/۶	۴	۸۰/۶	۴	۷۸/۹	۴	۸۵/۸	۴	۸۱/۴
۵	۸۵/۵	۵	۸۳/۸	۵	۸۶/۸	۵	۸۰/۶	۵	۸۶/۲	۵	۸۶/۸
۶	۸۶/۹	۶	۸۴/۵	۶	۸۳/۲	۶	۹۰/۳	۶	۸۰/۶	۶	۸۵/۱
۷	۸۶/۸	۷	۸۱/۷	۷	۷۹/۸	۷	۸۶/۵	۷	۸۴	۷	۸۱/۰
۸	۸۳/۵	۸	۸۲/۳	۸	۹۱/۹	۸	۸۶/۸	۸	۷۹/۶	۸	۹۱/۵
۹	۹۲/۶	۹	۸۴/۹	-	-	۹	۸۹/۹	۹	۸۰/۶	-	-

\* مقدار عددی این آزمون بین ۰ تا ۱۰۰ است \*\* معنی دار در سطح ۰/۰۱



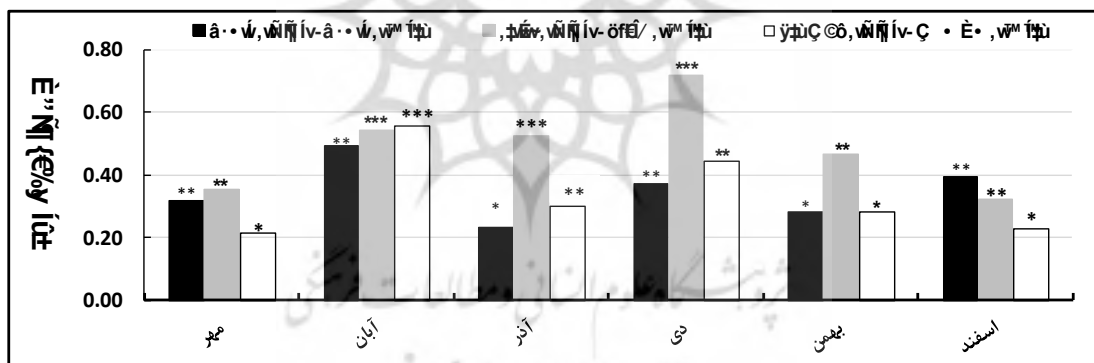
شده است. این هماهنگی در تمامی رویشگاه ها، بین حداقل ۷۵/۴ تا حداکثر ۹۲/۶ محاسبه شده است با انجام محاسبات ذکر شده، در نهایت ویژگی ها و مشخصات آماری گاه شناسی باقیمانده سه رویشگاه استخراج شد که نتایج آن در جدول ۴، نشان داده شده است

در شکل ۳، منحنی گاه شناسی باقیمانده، مقدار آستانه و ضریب EPS و تعداد نمونه های استخراجی، بکار گرفته شده در این مطالعه، نشان داده شده است. همچنین در جدول های ۳ هماهنگی بین نمونه های استخراجی، توسط آزمون علامت (GLK)، نشان داده

جدول ۴. ویژگی ها و مشخصات آماری گاه شناسی باقیمانده (RES) گونه بلوط ایرانی رویشگاه های سی سخت، میمند و یاسوج منطقه دنا در جنگل های زاگرس مرکزی ایران با استفاده از نرم افزار ARSTAN.

رویشگاه	تعداد درخت / نمونه	طول گاه شناسی	میانگین همبستگی بین نمونه ها	میانگین حساسیت	میانگین سیگنال تجمعی	انحراف معیار	خود همبستگی	نسبت سیگنال به اغتشاش
سی سخت	۹/۱۷	۱۲۶۱-۱۳۹۰	۰/۵۲۹*	۰/۲۹۶*	۰/۹۰۵	۰/۱۱۱	-۰/۱۰	۹/۵۲
میمند	۹/۱۷	۱۲۶۱-۱۳۹۰	۰/۶۴۹*	۰/۳۴۵*	۰/۹۱۰	۰/۳۰۳	۰/۰۴۲	۱۰/۱۶
یاسوج	۸/۱۳	۱۲۶۱-۱۳۹۰	۰/۵۷۴*	۰/۲۹۹*	۰/۹۰۹	۰/۲۵	-۰/۰۳۹	۱۰/۰۳۶

\* معنی دار در سطح ۰/۰۱



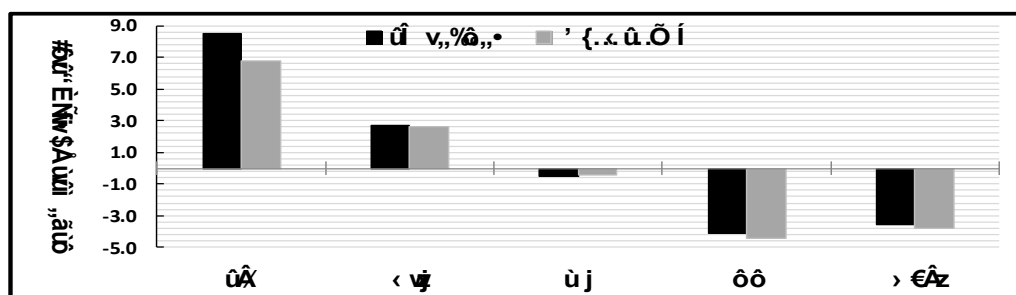
\* معنی دار در سطح ۰/۰۱، \*\* معنی دار در سطح ۰/۰۵، \*\*\* معنی دار در سطح ۰/۰۰۱

شکل ۴. رابطه میان کمپنه دمای نیمه سرد سال با گاه شناسی رویشگاه های منطقه دنا

رویش) با پهنای دوایر رویشی اشاره دارند. صفاری و همکاران (۱۳۹۰، ص ۱۱۲)، شروع رشد گونه بلوط را با حداقل دمای ۱۰ درجه در ماه دانسته اند، ثابتی (۱۳۸۲، ص ۴۲) و مهاجر (۱۳۸۵، ص ۹۱) نیز به حدود این دما اشاره نموده اند

بر اساس نتایج همبستگی پیرسون<sup>۳۰</sup>، ارتباط میان پارامترهای اقلیمی و پهنای دوایر رویشی (شکل ۴)، بین ۴۵ تا ۶۵ درصد، با ضرایب اثر مثبت معنی دار بوده است. نتایج به وجود رابطه ای معنادار مستقیم، میان کمپنه دما در نیمه سرد سال (قبل از فصل

<sup>30</sup> Pearson Correlation Coefficient



شکل ۵. مقایسه کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال در سه دهه اخیر نسبت به یک قرن قبل از خود در منطقه دنا

ایستگاه های هواشناسی منطقه تهیه شد که نتایج آن در شکل ۵، آورده شده است.

میانگین ضریب تعیین رگرسیون خطی مدل های فوق در سطح اعتماد بالای ۹۵ درصد، برای کمینه دمای ماهانه ایستگاه های منطقه به جز اسفند ماه، بین ۰/۳۶۲ تا ۰/۶۰۰، محاسبه شده است. لازم به ذکر است که از میان شش ماه نیمه سرد سال، به علت ضریب تعیین پایین مدل برآورد دمای اسفند ماه، از بازسازی کمینه دمای آن صرفه نظر شده است.

بر اساس دماهای بازسازی شده، کمینه دمای مهر، آبان، دی و بهمن ماه سه دهه ی اخیر نسبت به یک قرن قبل از خود به ترتیب، ۱/۷، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۲ درجه سانتی گراد، افزایش را نشان می دهد و کمینه دمای آذر ماه سه دهه ی اخیر نسبت به یک قرن قبل از خود، یک کاهش حدود یک دهم درجه (۰/۱- درجه) را داشته است (شکل ۵). در مجموع بر اساس نتایج دماهای بازسازی شده در طول ۱۳۱ سال گذشته (شکل ۶)، پایین ترین کمینه دمای مهرماه، در سال های ۱۳۷۱ (۳/۸ درجه) و ۱۳۶۸ (۴/۳ درجه)، بالاترین کمینه دمای مهرماه، در سال های ۱۳۱۱ (۱۱/۹ درجه) و ۱۳۲۹ (۱۱/۱ درجه)، بوده است. پایین ترین کمینه دمای آبان ماه، در سال های ۱۳۱۱ (۰ درجه) و

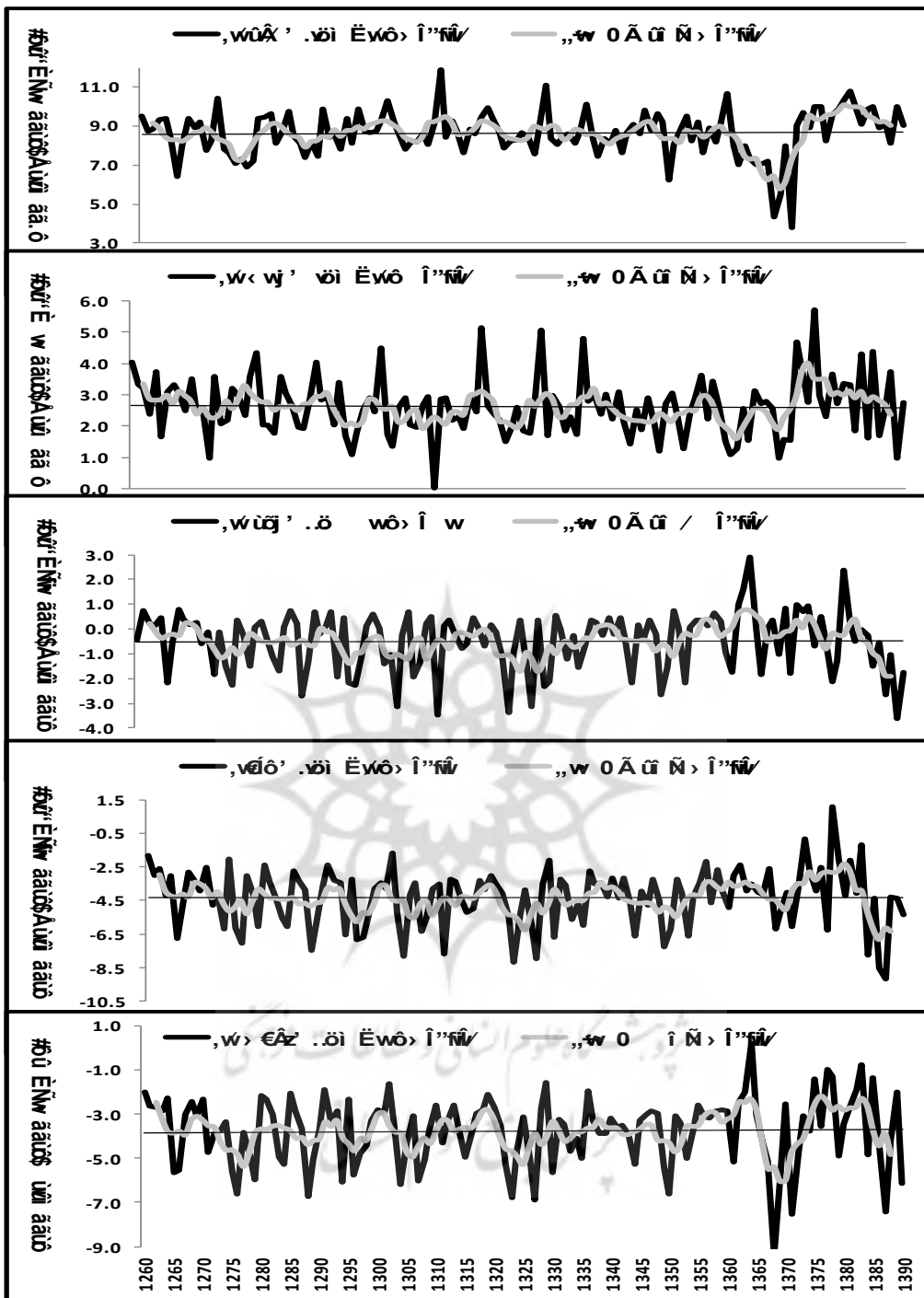
در نیمه سرد سال (پاییز و زمستان)، در هر زمان دمای حداقل افزایش پیدا کرده، پهنای حلقه ها نیز روند افزایشی داشته است. هر چند در نیمه سرد سال رشد گیاه متوقف است ولی گیاه در طول این مدت عمل ذخیره سازی مواد غذایی را انجام داده که اثر آن در طول فصل رویش نمایان می شود (زارعان و همکاران، ۲۰۱۴). به همین دلیل در هر زمانی که دما افزایش یابد، عمل ذخیره سازی بهتر صورت می گیرد، در واقع با افزایش دما در زمان قبل از رویش، گیاه زودتر از خواب بیدار شده و فصل رشد زودتر فرامی رسد. بنابر این رابطه میان پهنای دوایر رویشی با کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال، مستقیم بوده است.

۲-۳: بازسازی<sup>۳۱</sup> کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال،

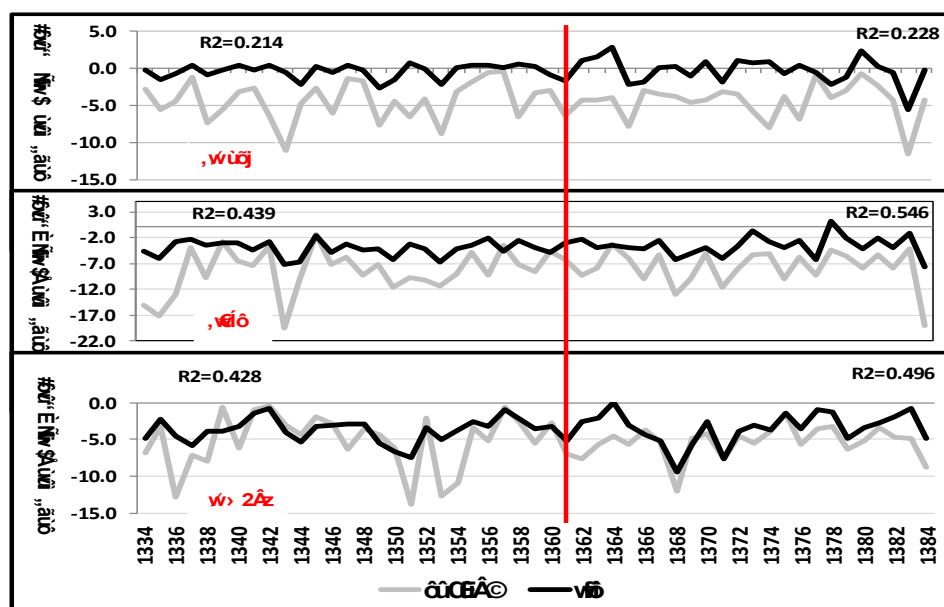
از روی پهنای حلقه های رویشی رویشگاه ها

در این مرحله با استفاده از یک تحلیل رگرسیونی خطی ساده و درجه دو، پارامترهای اقلیمی به عنوان متغیر وابسته و پهنای دوایر رویشی رویشگاه ها، به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند و مدل نهایی برآورد کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال، برای

<sup>31</sup> Reconstruction



شکل ۶. مقدار کمینه دمای ماهانه بازسازی شده، بر اساس گاه شناسی باقیمانده سه رویشگاه سی سخت، میمند و یاسوج جنگل های منطقه دنا در ارتفاعات زاگرس مرکزی ایران طی یک دوره ۱۳۱ ساله (۱۲۶۰-۱۳۹۰)



شکل ۷. مقایسه کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سال منطقه دنا با کمینه دمای ماهیانه ایستگاه سینوپتیک شهرکرد به عنوان ایستگاه شاهد طی ۵۰ سال گذشته (۱۳۸۴-۱۳۳۴)، داده های واقعی مشترک دو ایستگاه از سال ۱۳۶۱ تا ۱۳۸۴، داده های واقعی ایستگاه شهرکرد با داده های بازسازی شده منطقه دنا از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۶۰.

#### ۴- اعتبار سنجی مدل ها

در اینجا برای صحت مدل های بازسازی شده کمینه دمای نیمه سرد سال، مقایسه ای میان کمینه دمای بازسازی شده ایستگاه های منطقه، با داده های ایستگاه سینوپتیک شهرکرد که تقریباً از نظر شرایط اقلیمی و توپوگرافی شباهت زیادی با منطقه دنا داشته و نسبت به منطقه مورد مطالعه، از داده های اقلیمی بلند مدتی برخوردار است (به عنوان ایستگاه شاهد) صورت گرفته که این همبستگی برای آذر، دی و بهمن ماه، بیشتر نمایان بوده که در شکل ۷، نتایج آن نشان داده شده است. ملاحظه می شود که روند ماهانه دما برای هر دو ایستگاه، تقریباً دارای یک همبستگی نزدیک با یکدیگر است. مقدار آر-اسکوآر ( $R^2$ ) سال های مشترک دو ایستگاه (طرف راست خط قرمز عمودی در شکل ۷) با مقدار آن در سال های واقعی ایستگاه

۱۳۶۹ (۱ درجه)، بالاترین کمینه دمای آبان ماه، در سال های ۱۳۷۵ (۵/۷ درجه) و ۱۳۱۹ (۵/۲ درجه)، رخ داده است. پایین ترین کمینه دمای آذر ماه، در سال های ۱۳۸۹ (۳/۶- درجه) و ۱۳۱۱ (۳/۵- درجه)، بالاترین کمینه دمای آذر ماه، در سال های ۱۳۶۴ (۲/۹ درجه) و ۱۳۸۰ (۲/۴ درجه)، اتفاق افتاده است. پایین ترین کمینه دمای دیماه، در سال های ۱۳۸۷ (۹/۲- درجه) و ۱۳۸۶ (۸/۵- درجه)، بالاترین کمینه دمای دیماه، در سال های ۱۳۷۸ (۱/۱ درجه) و ۱۳۷۳ (۰/۸- درجه)، برآورد شده است. پایین ترین کمینه دمای بهمن ماه، در سال های ۱۳۶۸ (۹/۴- درجه) و ۱۳۷۱ (۷/۶- درجه)، بالاترین کمینه دمای بهمن ماه، در سال های ۱۳۶۴ (۰/۲ درجه) و ۱۳۸۳ (۰/۸- درجه)، بوده است.

منطقه دنا داشته اند که نیاز به مطالعه بیشتر در این زمینه ها را می طلبد.  
- بازسازی کمینه دمای نیمه سرد سال منطقه، موجب تکمیل بانک اطلاعات اقلیمی کشور و منطقه دنا، خواهد شد.

### منابع

ارسلانی محسن، عزیزی قاسم و خوش اخلاق فرامرز (۱۳۹۱): بازسازی تغییرات دمای حداکثر استان کرمانشاه با استفاده از حلقه های درختی، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره اول، صص ۱۱۰-۹۷.

امیرچخماقی نرگس و سهرابی هرمز (۱۳۸۹): بررسی واکنش حلقه های درختی بلوط ایرانی ( *Quercus Persica*) با استفاده از اقلیم شناسی درختی، اولین کنفرانس پژوهش منابع طبیعی، سمنجان، ایران.

بالاپور شمس الدین، اسدپور حمیده، جلیلوند حمید و رائینی محمود (۱۳۸۷): بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی بر روی رشد سالبانه درخت بلوط در جنگل های محدوده مدیریت شرکت نکاجوب، اولین همایش بین المللی تغییر اقلیم و گاهشناسی درختی در اکوسیستم های خزری، ۲۵ و ۲۶ اردیبهشت ۱۳۸۷، ساری، ایران.

پورسرتیپ لادن (۱۳۸۴): بررسی اقلیم شناسی گونه های ارس (*Juniperus polycarpos*) و اوری (*Quercus macranthera*) در منطقه چهارباغ گرگان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۹۰ صفحه.

پورطهماسی کامبیز، پارساپژوه داوود، مهاجر مروی محمدرضا و علی احمد کروی سودابه (۱۳۸۷): ارزیابی رویش شعاعی درختان ارس (*Juniperus Polycarpos C.Koch*) در سه رویشگاه ایران با

شاهد و سال های برآورد ایستگاه های منطقه (طرف چپ خط قرمز عمودی در شکل ۷)، تقریباً به یکدیگر نزدیک بوده است. بنابر این، می توان به داده های بازسازی شده اعتماد نمود.

### ۵- نتیجه گیری

از این مطالعه، نتایج زیر حاصل شده است:

- مشخصات گاه شناسی رویشگاه ها به ویژه میانگین حساسیت و نسبت سیگنال به اغتشاش نمونه ها، نشان دادند که گونه بلوط ایرانی، ارزش مطالعات اقلیم شناسی درختی را در خود دارد.

- گونه بلوط ایرانی به کمینه دمای نیمه سرد سال حساس بوده و این حساسیت با ضریب اثر مثبت معنادار شده است. یعنی افزایش دما در زمان های قبل از فصل رویش، موجب بهبود رشد در سال جاری رویشی شده است.

- با مقایسه کمینه دمای ماهانه نیمه سرد سه دهه ی اخیر نسبت به داده های بازسازی شده یک قرن قبل از خود، مشخص شد که در سه دهه ی اخیر، تا حدودی از سرمای نیمه سرد سال کاسته شده است. - مطالعات نشان می دهد در سه دهه ی اخیر، مساحت جنگل های بلوط منطقه دنا بطور چشمگیری کاهش یافته است، نتایج این مطالعه نشان می دهد، به دلیل رابطه مستقیم کمینه دما با پهنای دواپر رویشی، احتمالاً کمینه دما نقش قابل توجهی در کاهش مساحت این جنگل ها، نداشته است.

- شاید سایر پارامترهای اقلیمی، شیوع انواع بیماری های گیاهی و همچنین دخالت های انسانی نقش پررنگ تری در کاهش مساحت جنگل های

- عزیزی قاسم، ارسلائی محسن و یمانی مجتبی (۱۳۹۱):  
بازسازی تغییرات بارش اکتبر- می شهر کرمانشاه طی  
دوره ۲۰۱۰-۱۷۰۵ با استفاده از حلقه های درختی،  
مجله پژوهشهای جغرافیای طبیعی، شماره ۷۹، صص  
۳۷-۵۳.
- کرم زاده سرخوش، پوربابایی حسن و ترکمن جواد  
(۱۳۹۰): اقلیم شناسی درختی (Dendroclimatology)  
بلند مازو در منطقه سراوان گیلان، فصلنامه تحقیقات  
جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۹، شماره ۱، صص ۲۶-  
۱۵.
- مهاجر مروی محمدرض (۱۳۸۵): جنگل شناسی و  
پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم،  
ص ۳۸۳.
- نجفی فرهاد، پورطهماسی کامبیز و کریمی آ (۱۳۹۰):  
مطالعه اقلیم شناسی درختی بلوط مازودار (*Quercus*  
*Infectoria*) در غرب ایران، اولین کنفرانس پژوهش  
منابع طبیعی، سندج، ایران.
- Arrigo, D., Jacoby, R.D., Free, G.C.M and  
Robock, A., (1999). Northern Hemisphere  
annual to decadal temperature variability  
for the past three centuries: Tree-ring and  
model estimates. *Clim Change* (42): P 663-  
675.
- Cook, E.R., (1985). A time series analysis  
approach to tree-ring standardization;  
Unpublished Ph.D. Dissertation, University  
of Arizona, Tucson, AZ, USA, P. 171.
- Fan, Ze- Xin., Brauning, A., and Cao, Kun-  
Fang., (2008). Annual temperature  
reconstruction in the Central Hengduan  
Mountains, China, as deduced from tree  
rings. *Dendrochronologia*, v (26): P 97-  
106.
- Fan, Ze-Xin., Brauning, A., Tian, Qin-Hua.,  
Yang, Bao., and Cao, Kun-Fang., (2010).  
Tree ring recorded May-August  
temperature variations since A.D. 1585 in  
the Gaoligong Mountains, southeastern
- استفاده از دانش گاه شناسی درختی، فصلنامه علمی-  
پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۶،  
شماره ۲، صص ۳۴۲-۳۲۷.
- تابان اسکندر (۱۳۶۸): بررسی رویش قطری درختان بلوط  
غرب و بنه، مجله جنگل و مرتع، ج ۴، صص ۷ تا ۱۱.
- ثابتی حبیب الله (۱۳۸۲): جنگلها، درختان و درختچه های  
ایران، یزد، دانشگاه یزد، چاپ سوم، ۸۷۶ ص.
- جلیلوند حمید و کاظمی سید محمود (۱۳۸۷): وقایع  
نگاری اقلیمی از روی حلقه های رویشی درخت،  
اولین همایش بین المللی تغییر اقلیم و گاه شناسی  
درختی در اکوسیستم های خزری، ۲۵ و ۲۶  
اردیبهشت ۱۳۸۷، ساری، ایران.
- جهانبازی گوجانی حسن، میربادین علیرضا و طالبی  
سیدمحمود (۱۳۸۰): بررسی و تعیین میزان رویش  
قطری *Quercus brantii* Lindel در استان چهار محال  
و بختیاری، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، صص  
۱۰ تا ۳۲.
- سوسنی جواد، سپهوند اصغر، عادل کامران و سهم دینی  
الهام (۱۳۸۷): بررسی تأثیر خشکسالی انتهای دهه ۸۰  
در میزان رویش قطری درختان شاخه زاد بلوط ایرانی  
(مطالعه موردی جنگل های منطقه بدرآباد شهرستان  
خرم آباد)، اولین همایش بین المللی تغییر اقلیم و  
گاهشناسی درختی در اکوسیستم های خزری، ۲۵ و  
۲۶ اردیبهشت ۱۳۸۷، ساری، ایران.
- صفاری محسن، ایوبی ابراهیم، بخشی رضا و کیانی مجید  
(۱۳۹۰): بررسی اثر متغیرهای اقلیمی بر حلقه های  
رویشی چوب گونه بلوط (*Quercus*  
*Castaneaefolia*)، (مطالعه موردی طرح تلیم رود  
تنکابن)، فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، سال  
ششم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۰، صص ۱۰۵ تا ۱۱۳.

- Liu, J., Yang, B., and Qin, C., (2011). A Tree-ring based annual precipitation reconstruction since AD 1480 in south central Tibet. *Quaternary International* 236, 75-81.
- Liu, J., Yang, B., and Chun, Q., (2010). Tree-ring Based Annual precipitation Reconstruction of Since AD 1480 in South central Tibet, *Quaternary Research*, v (75): No 3: P438-450.
- Loder, N., Danny, M., Mary, G., Iain, R., and Risto, J., (2007). Stable Isotopes as Indicators of Ecological Change, Chapter three, Elsevier Inc.
- OGM., (2011). Orman var imiz, TC evre ve Orman Bakan , Orman Genel M $\ddot{u}$ h $\ddot{u}$ rlu $\ddot{u}$  Bulten, Accessed 15 July 2011.
- Pan, C., Tajchman, S.J., and Kochenderfer, J.N., (1997). Dendroclimatological analysis of major forest species of the central Appalachians, *Forest Ecology and Management* (1): P77-88.
- Sahney, S., Benton, M.J., and Falcon-Lang, H.J., (2010). Rainforest collapse triggered Pennsylvanian tetrapod diversification in Euramerica. *Geology* 38 (12): P1079-1082.
- Suarez, G., M.A., Butler, C.J., and Baillie, M.G.L., (2009). Climate signal in tree-ring chronologies in a temperate climate: A multi-species approach, *ELSEVIER, Dendrochronologia* (27)183-198.
- Wilson, R.J.S., Luckman, B.H., (2002). Tree-ring reconstruction of maximum and minimum temperatures and the diurnal temperature rang in British Columbia, Canada *Dendrochronologia*, v (20/3): P1-12.
- Youngblut, D., Luckman, B., (2008). Maximum June-July temperature in the Southwest Yukon over the last 300 years reconstructed from tree rings, *Dendrochronologia*, v (25): P153-166.
- Zarean, H., Yazdanpanah, H., Movahedi, S., Jalilvand, H., Momeni, M., and Yarali, N., (2014). Chronological study of *Quercus Persica* Growth Ring Response to Climatic variables of Precipitation and Temperature Tibetan Plateau. *PALAEO*, v (296): P 94-102.
- Flower, A., Esper, D.J., (2011). A dendroclimatic reconstruction of June-July means temperature in the northern Canadian Rocky Mountains. *Dendrochronologia*, v (29): P 55-63.
- Frank, D., Esper, J., (2005). Temperature reconstructions and comparisons with Instrumental data from a tree-ring network for the European Alps. *Int. J. Climatol*, v (25): P 1437-1454.
- Fritts, H.C., (1976). *Tree Rings and Climate*. Academic Press, London, UK: 576PP.
- Fritts, H.C., (1962). The relation of growth ring widths in American beech and white oak to variations in climate, *Tree-Ring Broullentin* (25(1-2)): P2-10.
- Hai, F. Z., Xue, M.S., Zhi, Y.Y., Peng, X., Yan, X., and Hua, T., (2011). August temperature variability in the southeastern Tibetan Plateau since A.D.1385 inferred from tree rings. *PALAEO*, v (5): P703.
- Jacoby, G., Solomina, O., Frank, D., Eremenko, N., and Arrigo, R.D., (2004). Kunashir (Kuriles) Oak 400-year reconstruction of temperature and relation to the Pacific Decadal Oscillation, *PALAEO*, v (209): P303-311.
- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes HN., and Özeren MS., (2011). Tree-ring reconstructions of May-June precipitation of Western Anatolia *Quat Res* (75): P438-450.
- KÖSE, N., GüNER, T.H., (2012). The effect of temperature and precipitation on the intra-annual radial growth of *Fagus orientalis* Lipsky in Artvin, Turkey, *T $\ddot{u}$ B TAK, Turk J Agric For* 36(2012),501-509.
- Liang, E., Xuemei, S., and Ningsheng, Q., (2007). Tree - ring based summer temperature reconstruction for the source region of the Yangtze River on the Tibetan Plateau. *Global and Planetary Change*, v (16): P313-320.

in Zagros Forests (Case study of Dena Region), J. Appl. Environ, Biol. Sci., 4(4)1-1.

