مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال سیزدهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۰
ص ۱۵۴-۱۴۱
*مقاله پژوهشی*

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2021.136938
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20086113.1400.13.2.3.4

# اثرگذاری نوسانات بارندگی بر زوال جنگل‌های ناحیهٔ رویشی زاگرس در استان‌های ایلام و لرستان

**پدرام عطارد[1*]، سمیرا بیرانوند[2]، محمد عسگری[2]، نفیسه فنایی[2] و مهدیه هاشم‌زاده[2]**

[1] استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
[2] دانشجوی دکتری علوم زیستی جنگل، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۳)

## چکیده

هدف این پژوهش، بررسی تغییرات بارندگی سالیانه، ماهانه و فصلی در طی یک دورهٔ آماری سی‌ساله و نیز قبل و بعد از ظهور زوال (سال ۱۳۸۰) درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var. *persica*) در استان‌های ایلام و لرستان بود. بدین منظور داده‌های روزانهٔ بلندمدت بارندگی (۲۰۱۷-۱۹۸۷) ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی ایلام و دهلران در استان ایلام و نیز ایستگاه‌های هواشناسی همدیدی خرم‌آباد و الیگودرز در استان لرستان تجزیه‌وتحلیل شد و از آزمون غیرپارامتری من-کندال برای تعیین روند بارندگی استفاده شد. روند کاهشی بارندگی سالیانه طی دورهٔ سی‌ساله و نیز تفاوت میانگین بارندگی سالیانه، قبل و بعد از ظهور زوال، در هیچ‌کدام از ایستگاه‌های چهارگانه و در مجموع از نظر آماری معنی‌دار نبود. میانگین بارندگی چهار ایستگاه در دههٔ اول (۱۹۹۷-۱۹۸۷)، ۵۰۲ میلی‌متر ثبت شد که به‌ترتیب در دهه‌های دوم (۲۰۰۷- ۱۹۹۸) و سوم (۲۰۱۷- ۲۰۰۸) به ۴۲۲ و ۳۷۱ میلی‌متر کاهش یافت. تفاوت در مقدار بارندگی سالیانه قبل و بعد از زوال (۴۴۲ در مقابل ۴۰۱ میلی‌متر)، در میانگین رخداد باران (حدود ۷ میلی‌متر) تغییری ایجاد نکرد. روند سی‌سالهٔ بارندگی فصلی نیز در هیچ‌کدام از فصول معنی‌داری نبود، ولی بعد از ظهور زوال، کاهش ۱۱ درصدی بارندگی زمستان و افزایش ۵، ۴ و ۲ درصدی بارندگی‌های بهار، پاییز و تابستان مشاهده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نوسانات بارندگی در ناحیهٔ رویشی زاگرس می‌تواند عاملی تسریع‌کننده در بروز و گسترش زوال جنگل‌های زاگرس در استان‌های لرستان و ایلام باشد.

**واژه‌های کلیدی:** بارندگی، تغییر اقلیم، زوال درختان بلوط

## مقدمه

رشته‌کوه زاگرس واقع در غرب فلات ایران، از جمله رشته‌کوه‌های پهناوری است که با گسترهٔ شمال غربی-جنوب شرقی خود، از حوالی سردشت تا میان‌جنگل در فسا (جنوب استان فارس)، یازده استان کشور را پوشش داده است (Sagheb-Talebi et al., 2013). منطقهٔ زاگرس با اینکه از نظر ارتفاع بارندگی، بعد از کرانه‌های غربی دریای خزر و در ردیف کرانه‌های شرقی آن قرار می‌گیرد، از مناطق پرباران کشور محسوب می‌شود و اهمیت بسیار زیادی در تأمین منابع آب و تعادل اقلیمی کشور دارد (Abbasi et al., 2010). دومین بوم‌سازگان وسیع جنگلی کشور، با مساحت بیش از ۵

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۲۶۳۲۲۲۳۰۴۴
ایمیل: attarod@ut.ac.ir

میلیون هکتار، حدود ۴۰ درصد کل جنگل‌های کشور را در بر می‌گیرد. پوشش غالب و گونهٔ اصلی این جنگل‌ها، بلوط ایرانی (*Quercus brantii* var. *persica*) است (Beiranvand et al., 2015).

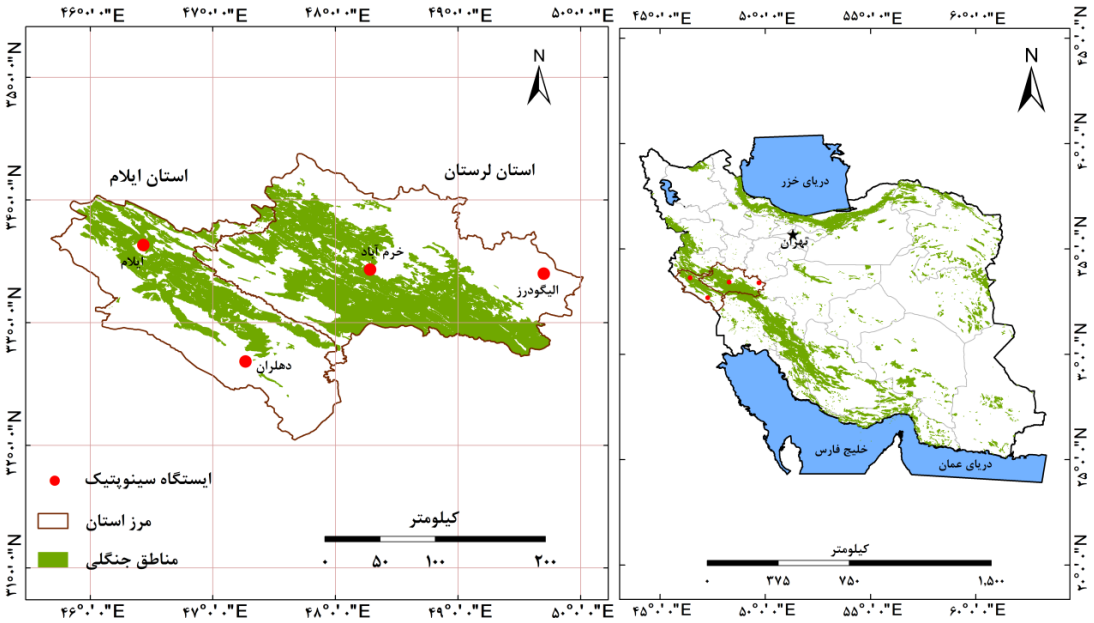
یکی از رخدادهای تلخ سال‌های اخیر در جنگل‌های زاگرس، زوال درختان بلوط ایرانی است که هر روز بر وسعت آن افزوده می‌شود. زوال درختان بلوط از بریتانیا و اروپا از اوایل سال ۱۹۰۰ گزارش شده است. از آغاز قرن بیستم، زوال بلوط به‌صورت پدیده‌ای جدی، به‌کرات در جنگل‌های قاره‌های اروپا و آفریقا رخ داده است (Goodarzi et al., 2016). گزارش‌هایی از کشورهای اروپایی مانند اسپانیا، پرتغال، ایتالیا، بلژیک و هلند و نیز از کشورهای آفریقایی مانند مراکش و تونس ارائه شده است (Gottschhalk & Wargo, 1996). در ایران، گزارش‌های مربوط به پدیدهٔ زوال درختان بلوط در جنگل‌های زاگرس به اوایل دههٔ ۱۳۸۰ برمی‌گردد و نخستین عارضه‌های این پدیده در سال ۱۳۸۵ در استان ایلام مشاهده شد (Pourhashemi et al., 2017). در پی آن، زوال در استان‌های دیگر مانند کرمانشاه، فارس، کهگیلویه و بویراحمد و چهارمحال و بختیاری نیز گزارش شد (AmirAhmadi et al., 2016). هنوز دلیل اصلی زوال جنگل‌های زاگرس مشخص نشده است، ولی عامل‌های متعددی ممکن است در بروز این پدیده تأثیرگذار باشند. برخی از این عامل‌ها، در طی سالیان متمادی، شرایط را برای وقوع پدیدهٔ زوال مهیا می‌سازند و به‌عبارت دیگر، به‌مرور سبب تضعیف بوم‌سازگان و درختان می‌شوند (Beiranvand et al., 2015). از مهم‌ترین این عامل‌ها، می‌توان به عامل‌های زیستی، شامل حشرات (برگ‌خوارها، چوب‌خوارها و بذرخوارها)، قارچ‌ها (قارچ‌های برگ، قارچ‌های سرشاخه، شاخه و تنه و قارچ‌های ریشه) ویروس‌ها و باکتری‌ها و نیز عامل‌های غیرزیستی شامل آب‌وهوا (رژیم‌های بارندگی، خشکسالی، دماهای بیشینه و غیره)، خاک (کمبود یا مازاد مواد مغذی، شرایط رطوبتی، کوبیدگی و غیره) و نیز عامل‌های شیمیایی (آلاینده‌های هوا، آلاینده‌های خاک و غیره) اشاره کرد (Pourhashemi et al., 2017). به نظر می‌رسد که از بین عامل‌های بیان‌شده، عوامل آب‌وهوایی که سبب تغییر در الگوی بارندگی، خشکسالی‌های تابستانه و زمستان‌های سرد می‌شوند، اثرهای مخرب شایان توجهی بر درختان بلوط ایرانی داشته‌اند (Amir Ahmadi et al., 2016). تغییرات اقلیمی، تغییر طولانی‌مدت و روندار مشخصه‌های آب‌وهوایی در ناحیه یا منطقه‌ای خاص یا کل کرهٔ زمین تعریف می‌شود. امروزه تغییر اقلیم مهم‌ترین معضل قرن اخیر قلمداد می‌شود و در مقیاس‌های زمانی و مکانی وسیعی رخ می‌دهد (Zahedi Amiri & Zargham, 2015). پدیدهٔ تغییر اقلیم و پیامدهای آن، از مهم‌ترین چالش‌ها در مدیریت منابع آب و انرژی به شمار می‌رود. پیامدهای تغییر اقلیم سبب افزایش تناوب و شدت وقایعی مانند خشکسالی و سیلاب شده است. تغییری کوچک در متغیرهای هیدرولوژیک، می‌تواند سبب تغییرات محسوسی در عملکرد منابع آب شود. با توجه به اهمیت تغییر اقلیم و اثرهای آن بر بوم‌سازگان‌ها و محیط پیرامون بشر، تلاش برای شناخت هر چه بیشتر این اثرها آشکار می‌شود (Attarod et al., 2016a). عوامل اقلیمی، عوامل اصلی تأثیرگذار در شروع پدیدهٔ زوال جنگل‌های زاگرس به شمار می‌روند و از بین آنها، بارش و دما مهم‌ترین مشخصه‌های تأثیرگذار بر رویش درختان هستند. تغییر الگوهای بارندگی و نیز افزایش دمای حاصل از تغییر اقلیم، سبب تشدید پدیدهٔ زوال درختان بلوط می‌شود (Karimvand et al., 2016). در مناطقی با بارش و رطوبت نسبی بیشتر، احتمال زوال جنگل‌ها کاهش می‌یابد (Attarod et al., 2016b). هدف مقالهٔ حاضر، بررسی تغییرات بارندگی سالیانه، ماهانه و فصلی در استان‌های ایلام و لرستان در طی یک دورهٔ آماری درازمدت و نیز مقایسه بارش قبل و بعد از ظهور زوال یا خشکیدگی درختان بلوط ایرانی است.

## مواد و روش‌ها

### منطقهٔ پژوهش

### -داده‌های هواشناسی

این پژوهش در استان‌های ایلام و لرستان انجام گرفت (شکل ۱). برای بررسی روند تغییرات بارندگی در دورهٔ زمانی سی‌ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷ میلادی/۱۳۹۶-۱۳۶۶ خورشیدی)، از داده‌های بارندگی روزانهٔ چهار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایلام، دهلران، خرم‌آباد و الیگودرز استفاده شد (جدول ۱).




شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک خرم‌آباد و الیگودرز در استان لرستان و ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک ایلام و دهلران در استان ایلام

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک در استان‌های ایلام و لرستان در دورهٔ آماری (۲۰۱۷- ۱۹۸۷ میلادی/۱۳۹۶- ۱۳۶۶ خورشیدی)

| ایستگاه | ارتفاع از سطح دریا (متر) | عرض جغرافیایی | طول جغرافیایی |
|---|---|---|---|
| ایلام | ۱۳۸۴ | ۳۳ ° ۳۸ ' | ۴۶ ° ۲۶ ' |
| *دهلران | ۲۳۲ | ۳۲ ° ۴۱ ' | ۴۷ ° ۱۶ ' |
| خرم‌آباد | ۱۱۵۰ | ۳۳ ° ۲۶ ' | ۴۸ ° ۱۷ ' |
| الیگودرز | ۱۹۸۰ | ۳۳ ° ۲۴ ' | ۴۹ ° ۴۲ ' |

*۱۹۸۹-۲۰۱۷

### شیوهٔ اجرای پژوهش

مشخصه‌های بارندگی شامل مقدار باران و تعداد رخداد، در مقیاس‌های ماهانه، فصلی و سالیانه در دهه‌های مختلف (دههٔ اول: ۱۹۹۷-۱۹۸۷، دههٔ دوم: ۲۰۰۷- ۱۹۹۸، و دههٔ سوم: ۲۰۱۷-۲۰۰۸) و نیز قبل و بعد از سال ظهور پدیدهٔ زوال (۲۰۰۰ میلادی یا ۱۳۸۰ خورشیدی) مقایسه شدند.

**- روندیابی بارندگی**

در پژوهش حاضر، از آزمون من-کندال برای تعیین روند بارندگی در سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد استفاده شد. از مزایای این روش می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند، اشاره کرد. تأثیرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌شود نیز از مزایای کاربرد آن است (Hejam et al., 2008). فرض صفر این آزمون ($H_0$) بر تصادفی بودن و نبود روند در سری داده‌ها و فرض یک ($H_1$) بر وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد. مراحل محاسبهٔ آمارهٔ این آزمون بدین شرح است که ابتدا با استفاده از رابطه ۱ اختلاف بین تک‌تک مشاهده ها، تابع علامت [1] (Sgn) اعمال و مشخصهٔ S استخراج می‌شود:

رابطه ۱ $$S = \sum_{k=1}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{n} sgn\left(x_j - x_k\right)$$

سپس واریانس (*Var*)، اگر n>10 باشد از رابطهٔ ۲ و اگر n≤10 باشد، از رابطهٔ ۳ محاسبه می‌شود.

رابطهٔ ۲ $$Var\ (S) = \frac{\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t(t-1)(2t+5)\right]}{18}$$

رابطهٔ ۳ $$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

که n تعداد داده‌های مشاهده‌ای است و m معرف تعداد سری‌هایی است که در آنها، حداقل یک دادهٔ تکراری وجود دارد؛ و مشخصهٔ t بیانگر فراوانی داده‌های با ارزش یکسان است. سپس آمارهٔ Z از طریق رابطهٔ ۴ استخراج می‌شود.

رابطهٔ ۴ $$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{VAR\,(s)}} & \text{اگر } S > 0 \\ 0 & \text{اگر } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{VAR\,(s)}} & \text{اگر } S < 0 \end{cases}$$

در یک آزمون دودامنه، به‌منظور روندیابی سری داده‌ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطهٔ ۵ برقرار باشد. پذیرفتن فرض صفر، به تصادفی بودن و نبود روند دلالت دارد و نپذیرفتن فرض صفر (پذیرش فرض یک)، حاکی از وجود روند در سری داده است.

رابطهٔ ۵ $$Z \leq z_{\alpha/2}$$

در این رابطه، α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و $Z_\alpha$ آمارهٔ توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌داری α است که با توجه به دودامنه بودن آزمون، از α/2 استفاده می‌شود (Attarod et al., 2016 a). منفی بودن مقدار آمارهٔ من-کندال (Z)، بیانگر روند کاهشی و مثبت بودن آن، نشان‌دهندهٔ روند افزایشی در سری داده‌هاست. با توجه به سطح معنی‌داری ۹۵ و ۹۹ درصد، اگر قدرمطلق آمارهٔ Z، به‌ترتیب بزرگ‌تر از ۱/۹۶ و ۲/۵۸ باشد، فرض صفر رد می‌شود و سری زمانی مشخصهٔ مورد بررسی، دارای روند معنی‌دار به‌ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد و در غیر این صورت فاقد روند است (Sabziparvar & Shadmani, 2011). همهٔ محاسبات آماری و همچنین تعیین آمارهٔ من-کندال در نرم‌افزار اکسل انجام گرفت.

## نتایج

**- بارندگی سالیانه و روند آن در سه دههٔ متوالی و نیز قبل و بعد از ظهور زوال**

در طول دورهٔ آماری سی‌ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷)، بیشترین میانگین بارندگی سالیانه در ایلام (۵۷۰ میلی‌متر) و کمترین میانگین بارندگی در دهلران (۲۶۶ میلی‌متر) ثبت شد (جدول ۲). در طی این دوره، حداکثر مطلق مقدار بارندگی سالیانه در ایلام (۹۹۷ میلی‌متر) و حداقل مطلق آن در دهلران (۲۶ میلی‌متر) رخ داد. تفاوت بین بیشترین و کمترین مقدار بارندگی سالیانهٔ ثبت‌شده در طی دورهٔ آماری سی‌ساله زیاد است، به‌طوری که بیشترین تفاوت بین حداقل و حداکثر بارندگی سالیانه در ایلام (۶۵۹

1 Function Sign

میلی‌متر) و کمترین آن در الیگودرز (۴۱۰ میلی‌متر) ثبت شد (جدول ۲). در نهایت، مقدار متوسط بارندگی سالیانهٔ چهار ایستگاه، ۴۳۲ میلی‌متر با انحراف معیار ۱۶۳ میلی‌متر محاسبه شد (جدول ۲). آزمون من-کندال، روند کاهشی سی‌سالهٔ بارندگی سالیانه را در هیچ‌کدام از ایستگاه‌های ایلام (آمارهٔ من-کندال: ۱/۸۱۶-)، دهلران (۰/۰۳-)، خرم‌آباد (۱/۱۶۳-) و الیگودرز (۰/۴۳۳-) معنی‌دار نشان نداد.

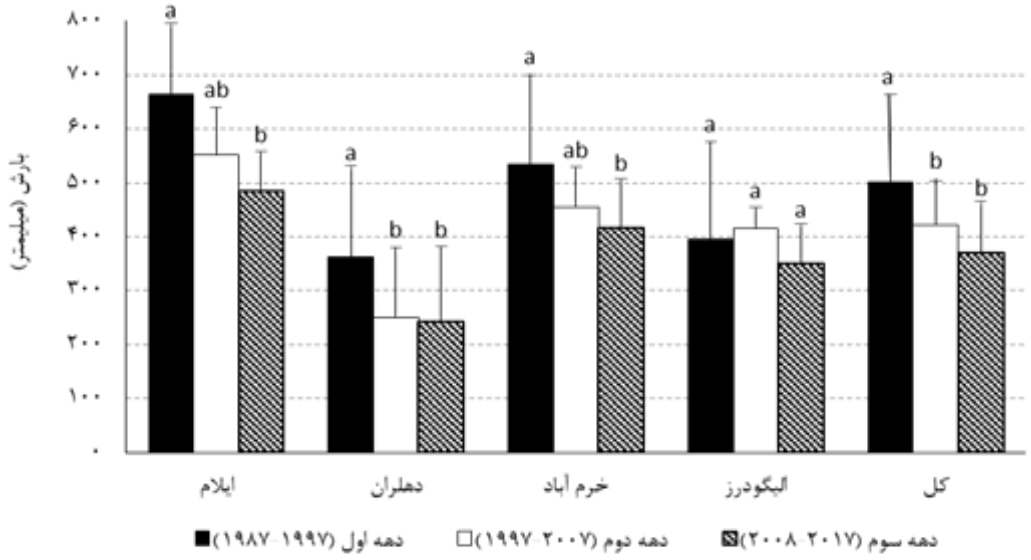
جدول۲- میانگین بارندگی سالیانه (± انحراف معیار) دورهٔ آماری ۲۰۱۷-۱۹۸۷ میلادی/۱۳۹۶- ۱۳۶۶ خورشیدی*

| ایستگاه سینوپتیک | ایلام | دهلران | خرم‌آباد | الیگودرز | کل |
|---|---|---|---|---|---|
| میانگین بارندگی سالیانه (میلی‌متر) | ۵۷۰ ± ۱۶۲ (۳۳۸ – ۹۹۷) | ۲۶۶ ± ۱۰۸ (۲۶ – ۶۴۸) | ۴۷۱ ± ۱۱۷ (۲۶۰ – ۷۵۵) | ۳۹۰ ± ۱۰۳ (۱۷۴ – ۵۸۴) | ۴۳۲ ± ۱۶۳ (۱۵۳ – ۹۹۷) |
| **نوع اقلیم | مدیترانه‌ای | خشک | نیمه‌خشک | نیمه‌خشک | ----- |

اعداد داخل پرانتز، حداقل و حداکثر بارندگی سالیانه را در طول آماری نشان می‌دهند.

*دهلران ۲۰۱۷-۱۹۸۹ **نوع اقلیم با استفاده از نمایهٔ اقلیمی دومارتن ($I_{DM}$)، مطابق فرمول P/(T+10) (P بارندگی سالیانه و T میانگین دمای سالیانه) تعیین شد.

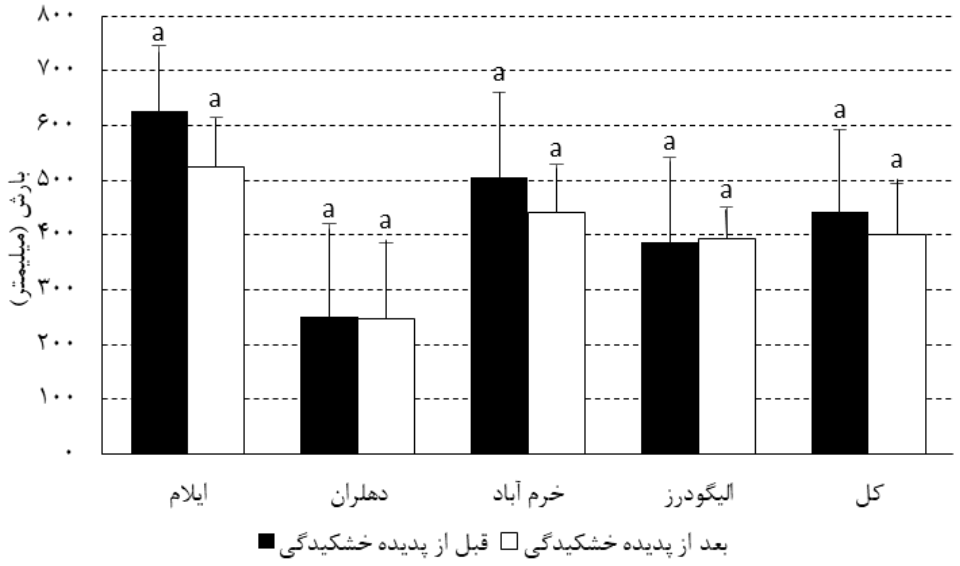
بررسی میانگین بارندگی سالیانه طی سه دهه نشان می‌دهد که تنها در دهلران، مقدار بارندگی در دهه‌های دوم و سوم نسبت به دههٔ نخست، کاهش معنی‌دار داشته است (شکل ۲)، درحالی که مقدار بارندگی طی سه دهه در الیگودرز، تغییر معنی‌داری نشان نداد. در خرم‌آباد و ایلام در دههٔ انتهایی، یعنی بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷، مقدار بارندگی نسبت به دههٔ اول معنی‌دار نشان داده شد (شکل ۲).




شکل۲- میانگین بارندگی سالیانه در سه دههٔ اول (۱۹۹۷-۱۹۸۷) دوم (۲۰۰۷-۱۹۹۷) و سوم (۲۰۱۷-۲۰۰۸) در چهار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایلام، دهلران، خرم‌آباد و الیگودرز در طول دورهٔ آماری سی‌ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷)

خطوط بار نشان‌دهندهٔ انحراف از معیار میانگین هستند. حروف نامشابه نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد در هر ایستگاه هستند.

در دههٔ اول، میانگین بارندگی چهار ایستگاه، ۵۰۲ میلی‌متر ثبت شد، درحالی که این مقدار، به‌ترتیب در دهه‌های دوم و سوم به ۴۲۲ و ۳۷۱ میلی‌متر کاهش معنی‌دار پیدا کرد (شکل ۲).گرچه میانگین بارندگی سالیانه، قبل از ظهور خشکیدگی در همهٔ ایستگاه‌ها (به‌جز الیگودرز) و نیز در مجموع ایستگاه‌ها، بیشتر از بعد از ظهور خشکیدگی است، ولی این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نیست (شکل ۳).




شکل ۳- میانگین بارندگی سالیانه قبل و بعد از پدیدهٔ خشکیدگی (سال ۲۰۰۰ یا ۱۳۸۰ خورشیدی) در چهار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایلام، دهلران، خرم‌آباد و الیگودرز در طول دورهٔ آماری سی‌ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷)
خطوط بار نشان‌دهندهٔ انحراف از معیار میانگین‌اند. حروف نامشابه نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد در هر ایستگاه‌اند.

**- بارندگی و تعداد رخداد در سال**

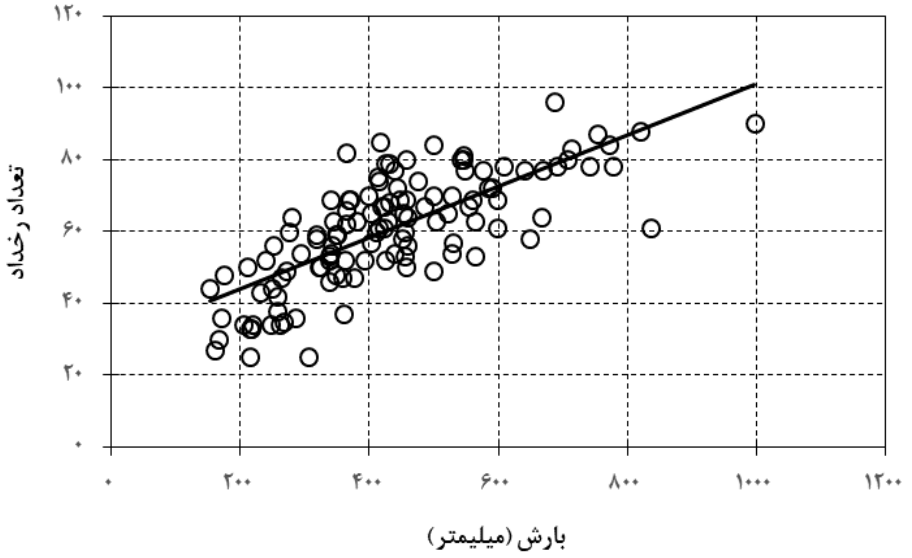
رابطهٔ میان مقادیر بارندگی (میلی‌متر) و تعداد رخداد سالیانه در طی دورهٔ آماری سی‌ساله نشان می‌دهد که در هر چهار ایستگاه هواشناسی، همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد، بین مقدار بارندگی و تعداد رخداد سالیانه وجود دارد. در این بین، ایلام بیشترین ($r = ۰/۷۷$) و دهلران کمترین ($r = ۰/۶۵$) همبستگی را بین مقدار بارندگی و تعداد رخداد سالیانه نشان دادند. در مجموع، رابطهٔ زیر بین مقادیر بارندگی (میلی‌متر) و تعداد رخداد به‌دست آمد (شکل ۴).

تعداد رخداد سالیانه = (بارندگی سالیانه × ۰/۰۷) + ۲۹/۸

$r = ۰/۷۴$

نتایج نشان می‌دهد که تعداد رخدادهای بارندگی قبل از خشکیدگی در همهٔ ایستگاه‌ها بیشتر است (در مجموع ۶۴ رخداد در مقابل ۵۸ رخداد) (جدول ۳). تعداد رخدادهای بارندگی سالیانه در دههٔ سوم (۵۵ رخداد) نسبت به دههٔ دوم (۶۰ رخداد) کاهش نشان می‌دهد (جدول ۳). روند کاهشی تعداد رخدادهای بارندگی در طی سه دهه، تنها در الیگودرز صادق نیست، بدین معنا که بارندگی در طی سه دههٔ تغییر معنی‌داری نداشته، ولی تعداد رخدادها در دههٔ دوم (۷۳ رخداد) نسبت به دههٔ اول (۶۴ رخداد) افزایش داشته است (جدول ۳). در مجموع، مقادیر بارندگی در طی دورهٔ آماری سی‌ساله، ۴۳۲ میلی‌متر (۶۱ رخداد)، با مقادیر متناظر بعد از ظهور خشکیدگی

(۴۰۱ میلی‌متر در ۵۸ رخداد)، قابل مقایسه است، درحالی که در دههٔ اخیر، این مقادیر تغییر محسوس یافته‌اند (۳۷۱ میلی‌متر در ۵۵ رخداد) (جدول ۳).




شکل ۴- رابطهٔ رگرسیونی بین مقادیر بارندگی و تعداد رخداد سالیانه در چهار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایلام، دهلران، خرم‌آباد و الیگودرز در دورهٔ آماری سی‌ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷)

جدول ۳- تعداد رخدادهای بارندگی سالیانه در طی دورهٔ آماری سی‌ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷)، در دهه‌های اول (۱۹۹۷-۱۹۸۷) دوم (۲۰۰۷- ۱۹۹۸) و سوم (۲۰۱۷-۲۰۰۸ ) و نیز قبل و بعد از ظهور پدیدهٔ خشکیدگی (سال ۱۳۸۰)

| دوره | ایلام | دهلران | خرم‌آباد | الیگودرز | کل |
|---|---|---|---|---|---|
| سی‌ساله | ۶۶ | ۴۰ | ۶۶ | ۶۸ | ۶۱ |
| دههٔ اول | ۷۵ | ۴۹ | ۷۴ | ۶۶ | ۶۷ |
| دههٔ دوم | ۶۴ | ۳۹ | ۶۲ | ۷۳ | ۶۰ |
| دههٔ سوم | ۵۹ | ۳۵ | ۶۱ | ۶۴ | ۵۵ |
| قبل از خشکیدگی | ۷۱ | ۴۴ | ۶۹ | ۶۶ | ۶۴ |
| بعد از خشکیدگی | ۶۲ | ۳۷ | ۶۳ | ۵۰ | ۵۸ |

**-بارندگی فصلی و روند آن در سه دههٔ متوالی و قبل و بعد از ظهور پدیدهٔ زوال**

بیشترین بارندگی در فصل‌های زمستان و پاییز در ایلام با مقادیر ۲۹۰ و ۱۹۷ میلی‌متر به ثبت رسید. در فصل بهار، خرم‌آباد، الیگودرز و ایلام، بارندگی به‌نسبت یکسانی (بین ۸۰ تا ۹۰ میلی‌متر) را تجربه کردند. در طی دورهٔ سی‌ساله، بیشترین بارندگی پاییزه، در ایلام (۶۴۴ میلی‌متر) گزارش شد، درحالی که بیشترین بارندگی زمستانه، در سه ایستگاه ایلام، دهلران و خرم‌آباد (به‌طور متوسط ۴۵۰ میلی‌متر) ثبت شد. به‌طور میانگین، حدود ۸۰ درصد از کل بارندگی سالیانه، در نیمهٔ دوم سال (پاییز و زمستان) رخ

می‌دهد (ایلام ۸۴ درصد، دهلران ۸۲ درصد، خرم‌آباد ۷۹ درصد و الیگودرز ۷۵ درصد). در هر چهار ایستگاه، بیشترین بارندگی در فصل زمستان (به‌طور متوسط ۲۰۲ میلی‌متر) و کمترین بارندگی در فصل تابستان (به‌طور متوسط سه میلی‌متر) رخ داد (جدول ۴). آزمون من-کندال، روند سی‌سالهٔ بارندگی فصلی را در هیچ‌کدام از ایستگاه‌ها و نیز در هیچ‌کدام از فصول معنی‌دار نشان نداد.

جدول۴- میانگین بارندگی فصلی (± انحراف معیار) برحسب میلی‌متر در دورهٔ آماری سی‌ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ میلادی /۱۳۹۶- ۱۳۶۶ خورشیدی)*

| فصل | ایلام | دهلران | خرم‌آباد | الیگودرز | کل |
|---|---|---|---|---|---|
| زمستان | ۲۹۰ ± ۹۶<br>(۷۷ – ۴۵۹) | ۱۱۷ ± ۹۰<br>(۵۰– ۳۳۰) | ۲۱۳ ± ۹۱<br>(۷۷– ۴۲۵) | ۱۶۷ ± ۷۰<br>(۴۹–۳۳۰) | ۲۰۲ ± ۱۰۴<br>(۲۸–۴۶۹) |
| بهار | ۸۰ ± ۵۱<br>(۱۹ – ۲۳۱) | ۴۲ ± ۴۵<br>(۱۳ – ۲۲۱) | ۹۰ ± ۵۳<br>(۱۴– ۲۲۷) | ۸۸ ± ۵۴<br>(۱۳– ۲۲۱) | ۷۷ ± ۵۳<br>(۱–۲۳۱) |
| تابستان | ۳ ± ۶<br>(۰– ۱۹) | ۱ ± ۵<br>( ۰– ۳۶) | ۲ ± ۴<br>(۰– ۱۸) | ۵ ± ۱۰<br>(۰– ۳۶) | ۳ ± ۷<br>(۰–۳۶) |
| پاییز | ۱۹۷ ± ۱۴۱<br>(۴۰–۶۴۴) | ۸۹ ± ۶۷<br>(۲۰– ۳۳۲) | ۱۳۹ ± ۷۱<br>(۳۲ –۳۳۹) | ۱۲۹ ± ۷۰<br>(۲۰–۳۳۲) | ۱۴۲ ± ۹۹<br>(۱۱–۶۴۴) |

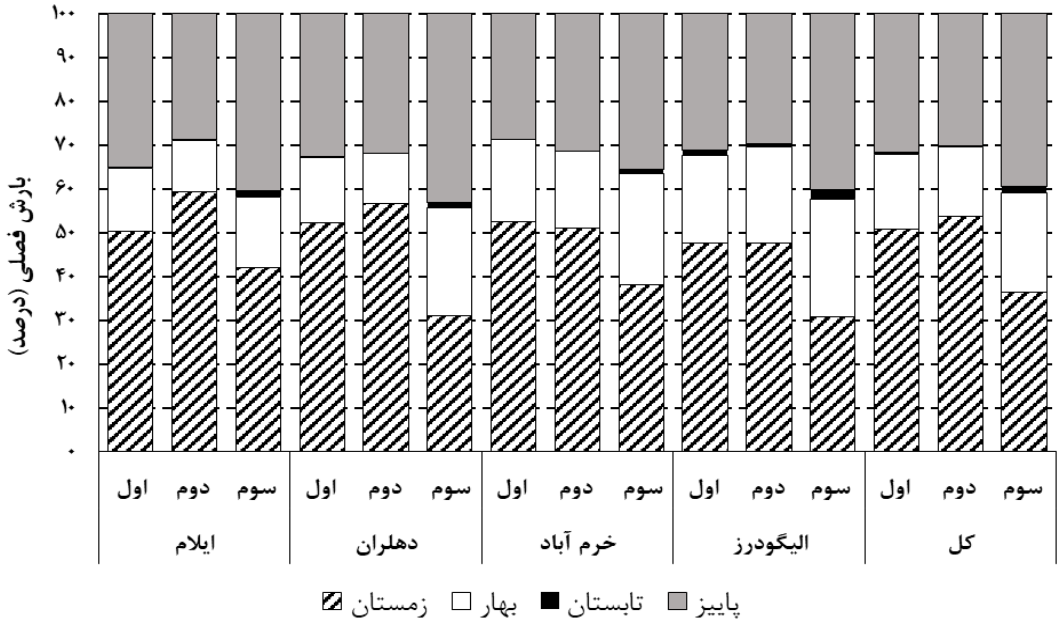
اعداد داخل پرانتز، حداقل و حداکثر بارندگی سالیانه را در طول دورهٔ آماری در فصل نشان می‌دهد.

*دهلران ۲۰۱۷-۱۹۸۹

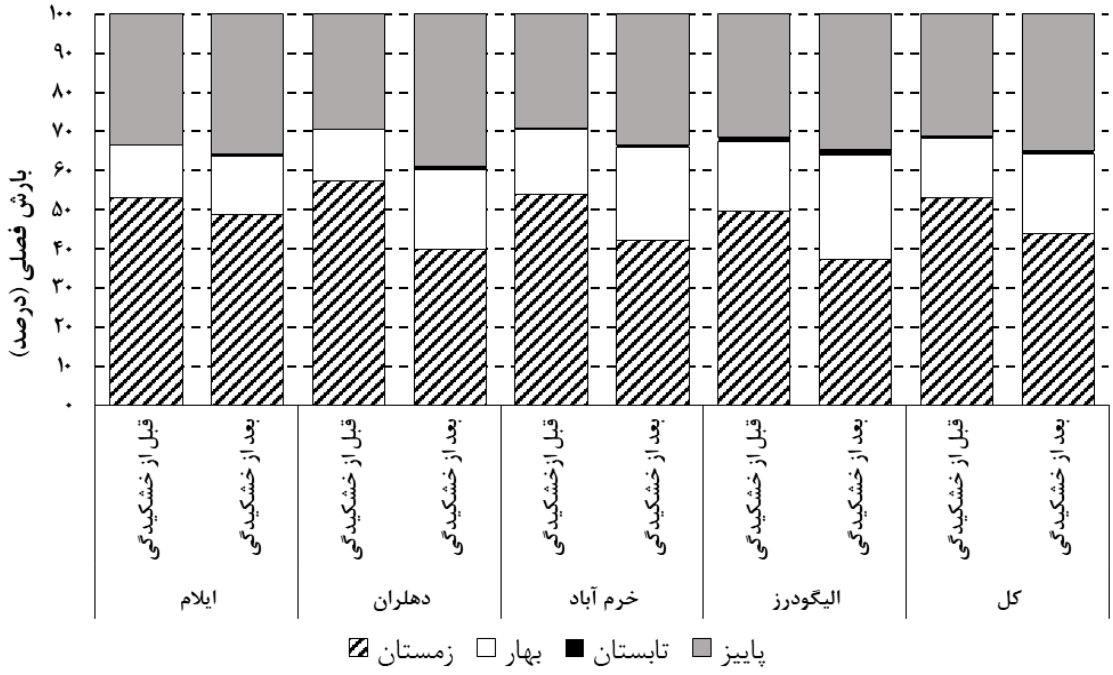
براساس نتایج، درصد میانگین بارندگی فصل زمستان در دههٔ سوم در هر چهار ایستگاه، به‌طور میانگین، نسبت به دهه‌های اول و دوم به‌ترتیب ۱۵ و ۱۸ درصد کاهش یافته است (شکل ۵). در فصل پاییز نیز درصد میانگین بارندگی طی دههٔ سوم نسبت به دههٔ اول، ۸ درصد و نسبت به دههٔ دوم، ۹ درصد و میانگین بارندگی فصل بهار، در دههٔ سوم نسبت به دههٔ اول، ۶ درصد و نسبت به دههٔ دوم، ۸ درصد افزایش یافته است (شکل ۵). در ایلام، بارندگی فصل پاییز در دههٔ سوم نسبت به دههٔ اول، ۵ درصد و نسبت به دههٔ دوم، ۱۲ درصد افزایش یافته است. در دهلران نیز در دههٔ سوم، نسبت به دهه‌های اول و دوم به‌ترتیب افزایش بارندگی۱۰ و ۱۱ درصدی ثبت شده است. در الیگودرز، افزایش ۱۰ و ۱۱ درصدی بارندگی در فصل پاییز در دههٔ سوم به‌ترتیب نسبت به دهه‌های اول و دوم مشاهده می‌شود (شکل ۵). درصد میانگین بارندگی‌های دههٔ سوم در دهلران و الیگودرز، حکایت از جابه‌جایی بارندگی‌ها از زمستان به فصول بهار و پاییز دارد (شکل ۵). بررسی درصد میانگین بارندگی فصلی در کل، نیز نشان‌دهندهٔ افزایش درصد بارندگی فصل بهار در دههٔ سوم نسبت به دههٔ اول (۵ درصد) و دوم (۴ درصد) و به‌طور مشابه، افزایش بارندگی فصل پاییز (حدود ۹ درصد) نسبت به دو دههٔ قبل است. در سه دههٔ متوالی، به‌ترتیب ۵۱، ۵۴ و ۳۷ درصد باران در فصل زمستان (در مقایسه با ۴۸ درصد بارندگی بلندمدت-جدول ۴) رخ داده است. درحالی که این درصدها در فصل بهار، ۱۷، ۱۶ و ۲۳ درصد (بلندمدت ۱۸ درصد) و در پاییز ۳۲، ۳۰ و ۴۰ درصد (بلندمدت ۳۱ درصد) است.

مقایسهٔ درصد میانگین بارندگی‌های فصلی قبل و بعد از ظهور خشکیدگی نیز نشان می‌دهد که میانگین بارندگی فصل زمستان، به‌طور کلی بعد از ظهور،

حدود ۱۱ درصد کاهش یافته و در ازای آن، ۵ درصد بارنـدگی تابسـتان افـزایش یافتـه اسـت (شـکل ۶). بارنـدگی بهـار، ۴ درصـد بارنـدگی پـاییز و ۲ درصـد




شکل ۵- میانگین درصد بارندگی فصلی در دهه‌های اول (۱۹۹۷-۱۹۸۷) دوم (۲۰۰۷-۱۹۹۷) و سوم (۲۰۱۷-۲۰۰۸) در چهار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایلام، دهلران، خرم‌آباد و الیگودرز طی دورهٔ آماری سی‌ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷)




شکل ۶- میانگین درصد بارندگی فصلی قبل و بعد از ظهور زوال (سال ۱۳۸۰) در چهار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ایلام، دهلران، خرم‌آباد و الیگودرز طی دورهٔ آماری سی‌ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷)

درصد میانگین بارندگی‌های فصلی قبل و بعد از زوال نیز نشان می‌دهد که خرم‌آباد و الیگودرز در فصل بهار، بیشترین افزایش بارندگی را نسبت به دیگر فصول، بعد از ظهور زوال یا خشکیدگی تجربه کرده‌اند (میانگین افزایش برای هر دو ایستگاه حدود ۸ درصد است). در ایستگاه‌های ایلام و دهلران نیز بیشترین افزایش بارندگی بعد از بروز زوال مربوط به فصل پاییز (میانگین ۶ درصد) بوده است (شکل ۶). در دهلران، قبل از ظهور زوال، ۵۸ درصد بارندگی در فصل زمستان و بعد از ظهور زوال، ۴۰ درصد بارندگی در این فصل رخ داده و درصدهای متناظر برای خرم‌آباد، ۵۴ و ۴۲ درصد است. در الیگودرز، بعد از ظهور زوال، بارندگی فصل بهار، ۹ درصد افزایش نشان داده است (شکل ۶). نتایج نشان داد که قبل و بعد از زوال، به‌ترتیب ۵۳ و ۴۴ درصد باران در فصل زمستان در مقایسه با ۴۸ درصد بارندگی بلندمدت (جدول ۴) رخ داده است. اعداد متناظر برای بهار، ۱۵ و ۲۰ درصد (بلندمدت ۱۸ درصد) و برای تابستان، ۳۱ و ۳۵ درصد (بلندمدت ۳۱ درصد) است.

## بحث

براساس گزارش دفتر مهندسی و مطالعات سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در سال ۱۳۹۸، مساحت خشکیدگی جنگل‌های زاگرس، حدود ۱/۳۵ میلیون هکتار است و در مجموع در یازده استان پراکنده شده است. حدود ۷۰ درصد مساحت خشکیدگی، تنها در دو استان ایلام (۰/۴۸ میلیون هکتار) و لرستان (۰/۵۴ میلیون هکتار) واقع شده است. این امر، ضرورت بررسی دقیق‌تر دلایل زوال گسترده را در این دو استان آشکارتر می‌سازد. پیامدهای حاصل از تغییرات شاخص‌های اقلیمی و به‌طور مشخص مقدار بارش در جنگل‌های بلوط زاگرس در سال‌های اخیر، بررسی و پژوهش بیشتر در خصوص اثرهای نوسانات بارندگی را بر زوال درختان بلوط ایرانی در این جنگل‌ها ایجاب کرده است، چراکه تغییرات و نوسانات بارندگی، از فرضیه‌هایی است که در خصوص زوال این جنگل‌ها مطرح است (Attarod et al., 2016b).

براساس نتایج این پژوهش، روند کاهشی بارندگی سالانه در طی دورهٔ سی‌ساله در هیچ‌کدام از ایستگاه‌های مطالعاتی در دو استان ایلام و لرستان معنی‌داری نبوده است. به‌علاوه، گرچه کاهش جزئی مقدار متوسط بارندگی سالیانه بعد از ظهور پدیدهٔ خشکیدگی، در کلیه ایستگاه‌ها (به‌جز الیگودرز) و در مجموع ایستگاه‌ها (۴۱ میلی‌متر) مشاهده شد، این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نیست. در تحقیقی، اثر شاخص‌های هواشناسی و تبخیر و تعرق بر زوال جنگل‌های زاگرس در استان لرستان بررسی و مشخص شد که پس از ظهور پدیدهٔ زوال، در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، بارندگی سالیانه، حدود ۴۵ میلی‌متر کاهش یافته است (Attarod et al., 2016b). در نگاهی کلی به ایستگاه‌های چهارگانه، در دو دههٔ اخیر نیز، کاهش بارندگی به مقدار تقریبی ۲۰ درصد (حدود ۱۰۰ میلی‌متر) و از نظر آماری معنی‌دار رخ داده است (شکل۲). این کاهش در ایستگاه دهلران شدیدتر و محسوس‌تر است (۳۲ درصد معادل ۱۱۵ میلی‌متر). پژوهش‌ها نشان داد که تنها در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، ناحیهٔ رویشی زاگرس، کاهش متوسط بارندگی سالیانه‌ای برابر ۱۱ درصد (معادل ۶۰ میلی‌متر) را تجربه کرده است (Attarod et al., 2016b).

در همهٔ ایستگاه‌ها و در مجموع، همراه با کاهش بارش در دورهٔ مورد نظر، تعداد رخداد نیز کاهش داشت، همچنین میانگین رخداد باران نیز ثابت باقی ماند. برای مثال، تفاوت در مقدار بارندگی سالیانهٔ قبل و بعد از زوال (۴۴۲ در مقابل ۴۰۱ میلی‌متر)، میانگین رخداد باران (حدود ۷ میلی‌متر) را تغییر نداد. گرچه بعد از ظهور زوال، میانگین رخداد باران در دهلران و الیگودرز به‌ترتیب ۱ و ۲ میلی‌متر افزایش و در خرم‌آباد و ایلام به ترتیب ۰/۳ و ۰/۴ میلی‌متر

کاهش نشان داد (شکل ۳).

مهم‌ترین تأثیر نوسان‌های بارندگی سالیانه، بر کاهش یا افزایش میانگین رخداد باران و در پی آن بر بارندگی مؤثر (effective rainfall) است. بارندگی مؤثر، قسمتی از بارندگی است که به‌طور مستقیم جوابگوی نیاز آبی گیاه است. در هر نوبت بارندگی، گیاه تنها از قسمتی از نزولات استفاده می‌کند و بقیه به طرق مختلف مثل باران‌ربایی و تبخیر، رواناب و عبور از ناحیهٔ ریشه، از دسترس گیاه خارج می‌شود (Khaleghi & Pourhashemi., 2016). کاهش میانگین رخداد باران، ممکن است کاهش آب در دسترس برای درختان به‌واسطهٔ تبخیر و در نهایت خشک‌تر شدن و کم‌آبی (که از دلایل تسریع‌کنندهٔ زوال درختان بلوط است) را در پی داشته باشد. از سوی دیگر، افزایش میانگین رخداد باران، سبب بروز سیل و جاری شدن باران به‌صورت رواناب در این ناحیهٔ رویشی کوهستانی می‌شود. داده‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در سه دههٔ اخیر، میانگین رخداد باران در الیگودرز (۰/۵ میلی‌متر، معادل ۹ درصد) و ایلام (۰/۷ میلی‌متر، معادل ۸ درصد) کمتر شده است. به‌طور کلی میانگین رخداد باران در این دو استان در طی سه دههٔ اخیر، سیر نزولی داشته است (از ۷/۵ به ۶/۷ میلی‌متر، معادل ۱۱ درصد). ادامهٔ این روند کاهشی در میانگین رخداد باران در آینده، با توجه به برآورد ظرفیت نگهداری آب تاج‌پوشش (Canopy Water Storage Capacity) درختان بلوط ایرانی در فصل برگ‌دار در ایلام (۱/۵۶ میلی‌متر) (Fathizadeh et al., 2013) و در خرم‌آباد (۱/۴ میلی متر) (Attarod et al., 2017)، سبب کاهش آب مورد نیاز درختان خواهد شد. ظرفیت نگهداری آب تاج‌پوشش به بیشینهٔ باران ذخیره‌شده توسط تاج‌پوشش به‌هنگام توقف بارندگی یا به تعبیر دیگر، به کمینهٔ مقدار آب لازم برای اشباع تاج‌پوشش در زمان بارندگی گفته می‌شود (Attarod & Sadeghi, 2017). بررسی بارندگی‌های حدی نیز نشان داد که تعداد رخدادهای بارندگی کمتر از ۲ میلی‌متر و بیشتر از ۱۰ میلی‌متر در طی دورهٔ آماری سی‌ساله، قبل و بعد از زوال و نیز در دههٔ اخیر نسبت به دهه‌های پیشین، به‌طور کلی تغییر محسوسی نداشت (نتایج نشان داده نشده است). تغییر در تعداد رخدادهای مربوط به بارندگی‌های حدی می‌تواند آثار و آسیب‌های شدیدتری را نسبت به تغییرات در متوسط بارندگی‌ها داشته باشد (IPCC, 1995).

در توزیع فصلی بارندگی در قبل و بعد از زوال، تفاوت محسوسی مشاهده شد، به‌طوری که بارندگی فصل زمستان بعد از زوال در لرستان ۱۲ درصد و در استان ایلام ۱۱ درصد کاهش نشان داد (در مجموع دو استان: ۱۱ درصد کاهش). در ازای این کاهش، بارندگی پاییز بعد از زوال در لرستان ۴ درصد و در ایلام ۵ درصد (در مجموع دو استان: ۴ درصد افزایش) و بارندگی بهار بعد از زوال در لرستان ۸ درصد و در ایلام ۴/۵ درصد افزایش داشت (در مجموع دو استان ۵ درصد افزایش). افزون‌بر مقدار بارندگی سالیانه، توزیع فصلی بارندگی‌ها اهمیت زیادی در مقدار تولید پوشش‌های گیاهی دارد. بارندگی فصل‌های بهار و تابستان سبب افزایش رطوبت در لایه‌های بالایی خاک می‌شود و بارندگی‌های پاییز و زمستان برای شکست کمون خشکی پدیدآمده در تابستان و همچنین توسعهٔ سیستم ریشه‌دوانی گیاهان اهمیت دارند (Daşci et al., 2010). کمبود آب و رطوبت خاک به‌ویژه در فصل رشد درختان و گیاهان اثر تشدیدکننده دارد و در نتیجهٔ آن روند زمانی فعالیت‌های فیزیولوژیک درختان مختل می‌شود و رشد رویشی و زایشی درختان کاهش می‌یابد (Beiranvand et al., 2015). با توجه به اهمیت بارندگی‌های فصلی در ناحیهٔ رویشی زاگرس، همانند دیگر پوشش‌های گیاهی، به‌نظر می‌رسد جابه‌جایی بارندگی‌های فصلی از زمستان به سمت بهار و پاییز در این ناحیهٔ رویشی قبل و بعد از ظهور زوال، می‌توان یکی از دلایل دسترسی کمتر به منابع آب توسط

درختان بلوط ایرانی در موقع بی‌برگی (فصل خزان) نسبت به فصل برگدار (بهار و پاییز) را به پدیدهٔ زوال نسبت داد. نتایج نشان داد که این موضوع در دههٔ اخیر نیز در دو استان رخ داده است. در دامنهٔ زمانی کوتاه‌تر، برای مثال، در دههٔ اخیر نیز، استان لرستان، با کاهش ۱۵ درصدی بارندگی فصل زمستان در مقابل افزایش ۷ درصدی بارندگی بهار و ۵ درصدی بارندگی پاییز مواجه بوده است. در استان ایلام نیز، کاهش ۱۸ درصدی بارندگی زمستان، با افزایش ۷ درصدی بارندگی بهار و ۱۰ درصدی بارندگی پاییز در دههٔ اخیر جبران شده است.

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، کاهش بارندگی‌ها در دهه‌های اخیر از مهم‌ترین عوامل ایجاد تغییر و تأثیرگذار در اکوسیستم جنگلی زاگرس به شمار می‌رود. درک شیوهٔ تأثیر آن به دلیل برهم‌کنش‌های عوامل مختلف پیچیده است، اما با توجه به کاهش بارندگی سالیانه در درازمدت و در پی آن کاهش تعداد رخدادهای بارندگی به‌ویژه در دههٔ اخیر و همچنین جابه‌جایی بارندگی‌های فصلی، می‌توان نوسان‌های بارندگی در ناحیهٔ زاگرس را یکی از دلایل مهم تسریع‌کننده بروز و گسترش زوال درختان بلوط ایرانی و جنگل‌های زاگرس در استان‌های لرستان و ایلام به شمار آورد.

## سپاسگزاری

منابع مالی این مقاله از محل طرح بین‌المللی شمارهٔ ۹۶۰۰۱۶۳۳ صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

## References

Abbasi, F., Malboosi, S., Habibi Nokhandan, M., & Asmari, M. (2010). Evaluation of Zagros climate change in the period 2010- 2039 using exponential micro scale model of general circulation model data. *Journal of Climate Research*, *1*(1), 3- 20.

Amir Ahmadi, B., Zolfaghari, R., & Mirzaei, M.R. (2016). Relation between Dieback of Quercus brantii Lindl. Trees with Ecological and Sylvicultural Factors, (Study Area: Dena Protected Area). *Ecology of Iranian Forests*, *3* (6), 19-27.

Attarod, P., Rostami, F., Dolatshahi, A., Sadeghi, S.M.M., Zahedi Amiri G., & Bayramzadeh V. (2016a). Do changes in meteorological parameters and evapotranspiration affect declining oak forests of Iran?. *Journal of Forest Science*, *62* (12), 553–561.

Attarod, P., Sadeghi, S.M.M., TaheriSarteshniz, F., Saroyi, S., Abbasian, P., Masihpoor, M., Kordrostami, F., & Dirikvandi, A. (2016b) Meteorological parameters and evapotranspiration affecting the Zagros forests decline in Lorestan province. *Journal of Forest and Range Protection Reserch*, *13*(2), 97-112.

Attarod, P., Sadeghi, S.M.M., Pypker T.G., & Bayramzadeh, V. (2017) Oak trees decline; a sign of climate variability impacts in the west of Iran. *Caspian Journal of Environmental Science*, *15*(4), 375-386.

Attarod, P., & Sadeghi, S.M.M. (2017). Forest Ecohydrology. Tehran Jihad University Press Publications, First Edition, 262p.

Beiranvand, A., Attarrod, P., Tavakoli, M., & Marvi Mohajer, M.R. (2015). Zagros forest ecosystem decline, causes, consequences, and remedies. *Forest and Rangeland Journal*, *106*, 18-30.

Daşci, M., Koç, A., Çomakli, B., Güllap, M.K., Cengiz, M.M., & Erkovan, H.I. (2010). Importance of annual and seasonal precipitation variations for the sustainable use of rangelands in semi-arid regions with high altitude. *African Journal of Agricultural Research*, *5*(16), 2184-2191.

Fathizadeh, O., Attarod, P., Pypker, T.G., Darvishsefat, A.A., & Zahedi Amiri, G. (2013). Seasonal Variability of Rainfall Interception and Canopy Storage Capacity Measured under Individual Oak (Quercus brantii) Trees in Western Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *15*, 175–188.

Goodarzi, N., Zargaran, M.R., BanjShafiei, A., & Tavakoli, M. (2016). The effect of geographical directions and location on dispersion of Oak decline, Shurab forest area. Lorestan Province, Iran. *Forest Research and Development*, *2*(3), 273-287.

Hejam, S., Khoshkhoo, Y. (2008). Annual And Seasonal Precipitation Trend Analysis of Some Selective Meteorological Stations In Central Region of Iran Using Non-Poarametric Methods. *Physical Geography Research Quarterly*, *64*, 157-168.

IPCC. (1995). Climate Change 1994, In: Houghten JT., Meira Filno L G., Bruce J.P., Lee H.,Callender,B.T., Haites & E.F., Harris.

Khaleghi, N., & Pourhashemi, M. (2016). Comparison of effective rainfall estimation methods in agriculture. *Journal of Water and Sustainable Development*, *2* (2), 51-58.

Karimvand, S.N., Poursartip, L., Moradi, M., & Soosani, J. (2016). Dynamic effects of climate variables (temperature and pricipitation) on the annual diameter growth of Iranian Oak (*Quercus brantti* Lindl). *Forest Research and Dvelopment*, *2*(1).

Pourhashemi, M., Masoumi, A.A., Marvi Mohajer, M.R., Sagheb Talebi, KH., Ghasriani, F., Azizkhani, E., Parhizkar, P., Hosseinzadeh, J., Bordbar, S.K., Jahanbazi Goujani, H., Tavakkoli, M., Khodakarami, Y., Ebrahimi Rostaghi, M., Pourmoghaddam, K., & Khanjanzadeh, M. (2017). Control of the decline of Zagros forests depends on the implementation of the action plan. *Journal of Iran Nature*, *2*(2), 14-19.

Sabziparvar, A.A. & Shadmani, M. (2011). Trends analysis of reference evapotranspiration rates by using the Mann-Kendall and spearman tests in arid regions of Iran. *Journal of Water and Soil*, *25* (4), 823-834.

Sagheb-Talebi, K.S., Sajedi, T., & Pourhashemi, M. (2013). Forests of Iran: A Treasure from the Past, a Hope for the Future. *Springer Science & Business*, 10p.

Gottschhalk, K.W. & Wargo, P.M. (1996). Oak decline around the world. USDA Interagency Gypsy Moth Research Forum, 3-13.

Zahedi Amiri, Gh., & Zargham, N. (2015). Carbon sequestration in terrestrial ecosystems, University of Tehran press, 500 p.

Iranian Journal of Forest
Vol. 13, No. 2, Summer 2021
pp. 141-154

***Research Article***

# The effects of rainfall fluctuations on declining Zagros Forests in Ilam and Lorestan provinces

**P. Attarod[1*], S. Beiranvand[2], M. Asgari[2], N. Fanaei[2] and M. Hashemzadeh[2]**

[1]Prof., Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran
[2]Ph.D. Student of Silviculture and Forest Ecology, Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran

(Received: 5 April 2020, Accepted: 13 September 2020)

## Abstract

The aim of this study was to analyze the annual, monthly, and seasonal rainfall changes over a thirty-year period as well as before and after the emergence of declining oak. (*Quercus brantii* var. *persica*) trees (2000) in Ilam and Lorestan provinces. For this purpose, the authors used long-term data of daily rainfall in 1987–2017 period recorded by four synoptic meteorological stations; Ilam, Dehloran, Khoramabad, and Aligudarz. The Mann-Kendall non-parametric test was used to determine the rainfall trends. The decreasing trends of annual rainfall as well as mean differences in annual precipitation before and after emerging oak decline were not statistically significant at all meteorological stations. The average rainfall of four stations was 502 mm in the first decade (1987-1997), while it decreased to 422 and 371 mm in the second (1998-2007) and third decades (2008-2017), respectively. The difference in the amount of annual rainfall before and after the emerging oak decline (442 against 401 mm) did not alter the mean rainfall event (□7 mm). Although the thirty-year trends of seasonal rainfall were not significant, winter rainfall was decreased after emerging oak decline by 11% and spring, autumn, and summer rainfalls were increased by 5, 4, and 2%, respectively. Rainfall fluctuations in the Zagros vegetation region may act an accelerating factor for the emergence and extension of oak trees declining in the Zagros forests of Lorestan and Ilam provinces.

**Keywords:** Rainfall, Climate change, Oak trees decline

∗Corresponding author Tel: +982632223044 Email: attarod@ut.ac.ir