

تحلیل روند مشخصه‌های بارش سالانه و فصلی در ناحیه رویشی هیرکانی

- ❖ **پدرام عطارد***: استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ایران
- ❖ **مهديه گروسی‌ها**: دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
- ❖ **محمد جواد مهدی‌خانی**: دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
- ❖ **سمیرا بیرانوند**: دانشجوی دکترای علوم زیستی جنگل، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

چکیده

این پژوهش با هدف تحلیل روند مشخصه‌های بارش ناحیه رویشی هیرکانی طی دوره سی و سه ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۹ یا ۱۳۹۸-۱۳۶۶ شمسی) انجام شد. بارش سالانه، فصلی و نیز در دوره‌های یازده ساله (اول (۱۹۹۷-۱۹۸۷)، دوم (۲۰۰۸-۱۹۹۷) و سوم (۲۰۱۹-۲۰۰۸))، هشت ایستگاه هواشناسی همدیدبانی آستارا، رشت، انزلی، رامسر، نوشهر، بابلسر، قائم‌شهر و گرگان تجزیه تحلیل شدند. آزمون ناپارامتری من‌کنдал، جهت بررسی روند بارش مورد استفاده قرار گرفت. در ناحیه هیرکانی، میانگین بارش سالیانه، ۱۱۴۳ میلی‌متر، بیشترین مقدار در انزلی (۱۶۹۴ میلی‌متر) و کمترین در گرگان (۵۲۹ میلی‌متر) ثبت گردید. آزمون من‌کنдал، روند بارش سالیانه را در ایستگاه‌ها و در کل ناحیه رویشی، معنی‌دار نشان نداد (مقدار آماره من‌کنдал: ۰/۳۲). بارش در دوره‌های یازده ساله نیز تفاوت ناچیزی داشت (۱۱۴۰ میلی‌متر در دوره اول در مقلبل ۱۱۴۶ و ۱۱۴۲ میلی‌متر برای دوره‌های دوم و سوم). بارش و تعداد رخداد سالیانه، همبستگی مثبت و معنی‌داری را در کلیه ایستگاه‌ها نشان دادند (میانگین ضریب همبستگی در ایستگاه‌ها: ۰/۵۸). میانگین تعداد رخدادهای بارش سالیانه، ۱۱۸ رخداد با میانگین اندازه ۹/۵ میلی‌متر ثبت شد. اندازه رخداد بارش در دوره اخیر، حدود ۰/۵ میلی‌متر (۵ درصد) افزایش نشان داد. در ناحیه هیرکانی، ۲۱ درصد از مقدار بارش سالیانه در طبقه کوچکتر از ۱۰ میلی‌متر و ۳۱ درصد، در طبقه بزرگتر از ۴۰ میلی‌متر ثبت شد. ۳۴ درصد از بارش سالیانه (۳۸۳ میلی‌متر) در نیمه اول سال و بیشترین بارش فصلی در پاییز (۴۳ درصد از بارش سالیانه) رخ داد. جوامع گیاهی، اکوسیستم‌های جنگلی و نیز فعالیت‌های کشاورزی در ناحیه رویشی هیرکانی، بشدت متأثر از تغییرات بارش هستند.

واژگان کلیدی: اکوسیستم جنگل، اقلیم، ایستگاه هواشناسی همدیدبانی، رخداد بارش، من‌کنдал

مساحت استان‌های واقع در نوار شمالی کشور (گیلان،

۱. مقدمه

ژنتیکی و تنوع اکوسیستمی)، زنجیره غذایی، تولیدمثل گیاهان و جانوران و انقراض گونه‌ای به‌طور چشم‌گیری به شرایط اقلیمی و به‌ویژه بارش، در این ناحیه‌ی رویشی وابسته است. لذا تغییرات پارامترهای اقلیمی از جمله بارش، می‌تواند واکنش‌های بلندمدت و کوتاه مدتی را در جوامع گیاهی این ناحیه رویشی به همراه داشته باشد [۲۵، ۱۱]. به طور کلی، تغییرپذیری عوامل اقلیمی از جمله بارش در هر ناحیه امری عادی تلقی می‌گردد و ممکن است ناشی از تغییرات طبیعی، مانند خشکسالی یا فعالیت‌های انسانی مثل افزایش گازهای گلخانه‌ای باشد. اما تداوم آن در سال‌های بعد می‌تواند اثرات بارزتری بر مولفه‌های تولیدی، اقتصادی و اجتماعی داشته باشد [۱۲].

با توجه به اهمیت توزیع پراکنش بارش برای رشد گیاهان در طول سال و پایداری اکوسیستم جنگل و در پی آن جوامع وابسته به جنگل‌ها، شناخت چگونگی روند تغییرات بارش در سال‌های اخیر، مورد توجه محققان علوم جوی و هیدرولوژی قرار گرفته است [۱۵]. هدف این پژوهش، بررسی روند تغییرات بارش سالیانه، ماهانه و فصلی در ناحیه رویشی هیرکانی در طی دوره آماری دراز مدت سی و سه ساله است.

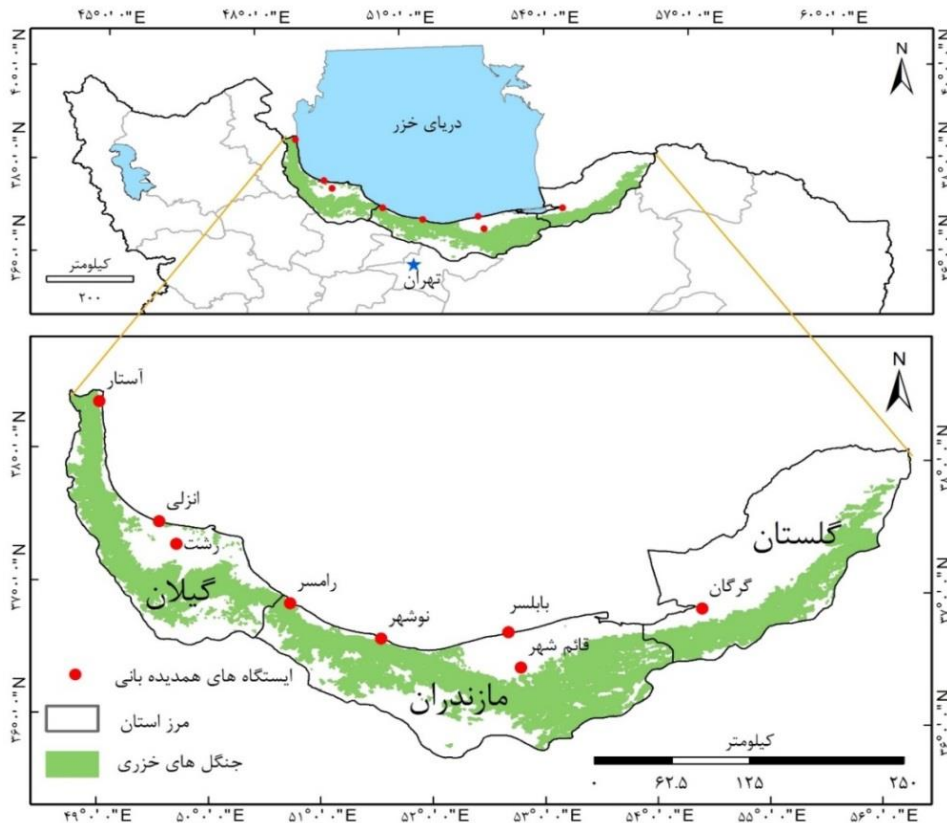
۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه پژوهش و داده‌های هواشناسی

این پژوهش در ناحیه هیرکانی در شمال ایران انجام شد (شکل ۱). به منظور بررسی روند تغییرات بارش در دوره آماری سی و سه ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ میلادی (۱۳۹۸-۱۳۶۶ شمسی))، از داده‌های بارش روزانه هشت ایستگاه هواشناسی همدیدبانی آستارا، رشت، انزلی، رامسر، نوشهر، بابلسر، قائم‌شهر و گرگان که در سراسر ناحیه هیرکانی پراکنده شده‌اند، استفاده شد (شکل ۱).

مازندران و گلستان) بالغ بر پنجاه و هشت هزار کیلومتر مربع است و حدود هفت میلیون و ششصد هزار نفر در این نوار شمالی سکونت دارند [۲۶]. جنگل‌های هیرکانی با مساحتی حدود یک میلیون و ششصد هزار هکتار در این سه استان واقع شده‌اند [۸] و عرصه‌ی زندگی بیش از یک میلیون نفر می‌باشند. تامین معاش این افراد عمدتاً از کشاورزی و دامداری صورت می‌گیرد. از وابستگی‌های مردم به این جنگل‌ها، می‌توان به چرای دام، تهیه‌ی هیزم و پایه‌ی چوبی، برداشت میوه و زنبورداری اشاره کرد [۷]. محققان طی چند دهه اخیر، عواملی چون بهره‌برداری بی‌رویه، تخریب جنگل، توسعه اراضی کشاورزی، چرای بیش از حد، آتش‌سوزی و تغییر کاربری را از علل اصلی کاهش سطح جنگل‌های این ناحیه رویشی می‌دانند [۲۱]. در کنار این عوامل، باید به اثرات تغییر اقلیم بر کاهش سطح پوشش گیاهی نیز توجه کرد. تغییر در مشخصه‌های بارش و به تبع آن خشکسالی‌های متوالی، به عنوان پیامدهای تغییر اقلیم، می‌تواند جنگل‌ها و نیز جوامع وابسته به این جنگل‌ها را تحت تأثیر قرار دهد [۲۳]. در پدیده‌ی گرمایش جهانی، تغییرات عمده‌ای در پارامترهای اقلیمی نظیر دما، رطوبت، بارش، تابش خورشیدی، جهت و سرعت وزش باد ایجاد شده و تغییر این پارامترها در نهایت سبب تغییر اقلیم شده است [۲۲]. از طرف دیگر، این تغییرات، تأثیرات قابل توجهی بر پارامترهای هیدرولوژیک نظیر رولناب، تبخیر و تعرق، رطوبت خاک و چرخه آب خواهد داشت [۱۶، ۵].

بارش یکی از پارامترهای اقلیمی است که در مناطق مختلف به صورت معنی‌داری تغییر یافته است [۹]. با توجه به اهمیت استان‌های واقع در سواحل جنوبی دریای خزر به‌عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی، بروز هر گونه ناهنجاری در وقوع بارش، به طور مستقیم اقتصاد این منطقه پرجمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۴]. از طرف دیگر، توزیع جغرافیایی جوامع گیاهی، دوره رشد و فنولوژی گیاهان، تنوع گونه‌ای، تنوع زیستی (شامل تنوع



شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه‌های هواشناسی همیدبانی در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان در ناحیه ریشی هیرکانی

مزایای استفاده از این روش، وابسته نبودن به توزیع آماری خاص و اثر پذیری ناچیز از مقادیر حدی است. در این آزمون، فرض صفر یا H_0 بیانگر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها است و فرض یک یا H_1 (رد فرض صفر)، نشان دهنده وجود روند در سری داده‌ها است [۱۷].

در صورتی که مقدار آماره من-کندال (Z) مثبت باشد، روند افزایشی و چنانچه مقدار آن منفی باشد، بیانگر روند کاهشی در سری داده‌ها است. در سطح معنی‌داری ۹۵ و ۹۹ درصد، اگر مقادیر قدر مطلق آماره (Z) به ترتیب بزرگتر از $1/96$ و $2/58$ باشد، فرض صفر مبنی بر عدم وجود روند در داده‌ها رد شده و سری زمانی مورد مطالعه دارای روند معنی‌دار در سطوح مشخص است [۲۰]. کلیه محاسبات آماری و همچنین تعیین آماره من-کندال در نرم افزار اکسل انجام شد.

مشخصات بارش (مقدار باران و تعداد رخداد) در بازه‌های زمانی سالیانه، ماهانه و فصلی، در دوره آماری سی و سه ساله (۲۰۱۹-۱۹۸۷) و نیز طی سه دوره زمانی یازده ساله (دوره اول (۱۹۹۷-۱۹۸۷)، دوره دوم (۲۰۰۸-۱۹۹۷) و دوره سوم (۲۰۱۹-۲۰۰۸)) بررسی و تجزیه تحلیل آماری شدند. مقادیر بارش کمتر از $0/1$ میلی‌متر در محاسبات وارد نشده است.

۲.۲. روندیابی بارش

در این پژوهش، از آزمون ناپارامتری من-کندال برای بررسی روندیابی در سطح ۹۵ و ۹۹ درصد استفاده شد. آزمون من-کندال ابتدا توسط من (۱۹۴۵) و سپس توسط کندال (۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت. این روش به طور متداول و گسترده‌ای در تحلیل روند سری‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی به کار گرفته می‌شود [۱۴]. از

۳. نتایج

۱.۳. بارش سالیانه

(۴۷۸ میلی‌متر)) و نوسان بارش سالیانه (انحراف معیار) در کلیه ایستگاه‌های این ناحیه رویشی طی دوره آماری، زیاد (از ۱۱۸ تا ۴۰۷ میلی‌متر) بود (جدول ۱). در مجموع، مقدار متوسط بارش سالیانه در ناحیه رویشی هیرکانی، ۱۱۴۳ میلی‌متر با انحراف معیار ۴۴۸ میلی‌متر برآورد شد (جدول ۱). میانگین بارش در شرق ناحیه هیرکانی (گرگان)، ۵۲۹ میلی‌متر، در مرکز (رامسر، نوشهر، قائمشهر و بابل‌سر)، ۱۰۴۹ میلی‌متر و در غرب (رشت، انزلی و آستارا)، ۱۴۷۴ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. آزمون من‌کنندال، روند بارش سالیانه را در هیچ‌یک از ایستگاه‌های ناحیه رویشی هیرکانی طی دوره آماری سی و سه ساله معنی‌داری نشان نداد (آماره من‌کنندال: ۰/۳۲).

بررسی میانگین بارش طی دوره آماری سی و سه ساله (۲۰۱۹-۱۹۸۷) نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین میانگین بارش سالیانه، به ترتیب در انزلی (۱۶۹۴ میلی‌متر) و گرگان (۵۲۹ میلی‌متر) رخ داده است (جدول ۱). در طی این دوره، حداکثر مطلق میانگین بارش سالیانه در ناحیه هیرکانی، در ایستگاه انزلی (۲۹۱۳ میلی‌متر) و حداقل مطلق آن در بابل‌سر (۲۹۸ میلی‌متر) ثبت شد (جدول ۱). بیشترین اختلاف بین حداقل و حداکثر بارش در انزلی (۲۳۵۲ میلی‌متر) و کمترین اختلاف، در قائمشهر

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی همدیدبانی و میانگین، کمینه، بیشینه و انحراف معیار بارش سالیانه ایستگاه‌های هشت‌گانه ناحیه هیرکانی طی دوره آماری ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ میلادی (۱۳۶۶-۱۳۹۸ شمسی)

ایستگاه همدیدبانی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	میانگین (میلی‌متر)	بیشینه (میلی‌متر)	کمینه (میلی‌متر)	انحراف معیار (میلی‌متر)
آستارا	-۱۸	۳۸°۲۵'	۴۸°۵۲'	۱۳۹۰	۱۹۴۱	۱۰۱۵	۲۳۳
انزلی	-۲۶/۲	۳۷°۲۸'	۴۹°۳۸'	۱۶۹۴	۲۹۱۳	۵۶۱	۴۰۷
رشت	-۸/۶	۳۷°۱۹'	۴۹°۳۷'	۱۳۳۷	۱۸۹۴	۸۳۰	۲۶۳
رامسر	-۲۰	۳۶°۵۴'	۵۰°۴۰'	۱۲۶۷	۱۹۸۹	۸۰۲	۳۳۶
نوشهر	-۲۰/۱	۳۶°۳۹'	۵۱°۳۰'	۱۲۸۱	۱۸۵۰	۳۸۲	۳۰۵
قائم‌شهر	۱۴/۷	۳۶°۲۷'	۵۲°۴۶'	۷۳۶	۹۴۰	۴۶۲	۱۳۷
بابل‌سر	-۲۱	۳۶°۴۳'	۵۲°۳۹'	۹۱۰	۱۳۲۵	۲۹۸	۲۳۸
گرگان	۱۳/۳	۳۶°۵۱'	۵۴°۱۶'	۵۲۹	۸۱۴	۳۱۴	۱۱۸
ناحیه هیرکانی				۱۱۴۳	۲۹۱۳	۲۹۸	۴۴۸

(۵۱۴ میلی‌متر) و دوره سوم (۵۳۷ میلی‌متر) است. در مجموع اختلاف میانگین بارش سالیانه در ناحیه رویشی هیرکانی طی دوره‌های مختلف، پنج میلی‌متر ثبت شد. در دوره‌ی اول، میانگین بارش در ناحیه هیرکانی، ۱۱۴۰ میلی‌متر و در دوره‌های دوم و سوم به ترتیب ۱۱۴۶ و ۱۱۴۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در دوره اخیر یا دوره سوم (۲۰۱۹-۲۰۰۸) نسبت به دوره دوم (۱۹۹۷-۲۰۰۸)، میانگین بارش در شرق ناحیه هیرکانی (گرگان)، ۲۳

میانگین بارش سالیانه طی دوره‌های متوالی یازده ساله (۱۹۸۷-۱۹۹۷)، (۱۹۹۷-۲۰۰۸) و (۲۰۰۸-۲۰۱۹)، اختلاف معنی‌داری را در هیچ‌یک از ایستگاه‌ها و در مجموع در ناحیه هیرکانی، نداشت. بیشترین و کمترین اختلاف بارش در بین سه دوره زمانی، به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های رامسر، با اختلاف ۱۷۸ میلی‌متر در بین دوره اول (۱۱۹۶ میلی‌متر) و دوره سوم (۱۳۷۴ میلی‌متر) و ایستگاه گرگان، با اختلاف ۲۳ میلی‌متر در بین دوره دوم

رخداد در یک روز ثبت شده است، بطور میانگین ۳۲ درصد از روزهای سال، بارش را تجربه کرده‌اند. میانگین اندازه رخداد باران در ناحیه هیرکانی ۹/۵ میلی‌متر، در شرق ناحیه هیرکانی (گرگان)، ۵/۵ میلی‌متر، در مرکز (رامسر، نوشهر، قائم‌شهر و بابلسر)، ۹/۲ میلی‌متر و در غرب (رشت، انزلی و آستارا)، ۱۱/۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (جدول ۲). بزرگترین اندازه رخداد باران در طی دوره آماری سی و سه ساله در ناحیه هیرکانی، ۳۴۰ میلی‌متر در سال ۱۳۶۹ (۱۹۹۰ میلادی) در رامسر ثبت شد. در سراسر ناحیه هیرکانی، ۲۸ درصد رخدادها، بیش از اندازه رخداد میانگین (۹/۵ میلی‌متر) و ۳۷ درصد رخدادها، کوچکتر از ۲ میلی‌متر، اندازه‌گیری شدند (جدول ۲).

میلی‌متر و در مرکز (رامسر، نوشهر، قائم‌شهر و بابلسر) ۵ میلی‌متر افزایش داشت، در حالی که در غرب (رشت، انزلی و آستارا)، ۲۴ میلی‌متر کاهش مشاهده شد. بطور کلی میانگین بارش سالانه در دوره‌های اول و دوم و سوم در شرق ناحیه هیرکانی به ترتیب ۵۳۶، ۵۱۴ و ۵۳۷ میلی‌متر، در مرکز ناحیه هیرکانی، ۱۰۶۲، ۱۰۳۹ و ۱۰۴۴ میلی‌متر و در غرب ناحیه هیرکانی، ۱۴۴۸، ۱۴۹۹ و ۱۴۷۵ میلی‌متر ثبت شد.

۲.۳. بارش و تعداد رخداد

در طول دوره سی و سه ساله، ۳۱۱۶۱ رخداد باران در هشت ایستگاه ناحیه هیرکانی ثبت شد. اگر فرض شود هر

جدول ۲- تعداد و میانگین رخداد بارش در طی دوره آماری سی و سه ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ میلادی (۱۳۹۸-۱۳۶۶ شمسی)) در ایستگاه‌های هواشناسی همدیدبانی ناحیه هیرکانی

ایستگاه همدیدبانی	تعداد رخداد ثبت شده	میانگین اندازه رخداد (میلی‌متر)	بزرگترین رخداد بارش (میلی‌متر)	تعداد رخدادهای بزرگتر از میانگین
آستارا	۴۴۶۹	۱۰/۳	۱۹۰	۱۲۹۱
انزلی	۴۳۰۲	۱۳/۰	۲۰۲	۱۲۶۸
رشت	۴۳۳۲	۱۰/۲	۱۵۴	۱۲۷۷
رامسر	۴۰۷۹	۱۰/۲	۳۴۰	۱۰۰۸
نوشهر	۴۰۵۴	۱۰/۴	۲۰۸	۱۰۸۱
قائم‌شهر	۳۵۸۳	۶/۸	۱۲۵	۱۰۸۱
بابلسر	۳۱۹۳	۹/۴	۱۹۴	۹۵۱
گرگان	۳۱۴۹	۵/۶	۹۷	۹۱۰
ناحیه هیرکانی	۳۱۱۶۱	۹/۵	۳۴۰	۸۸۴۶

کم‌ترین میانگین تعداد رخداد، در دوره سوم و ایستگاه بابلسر (۸۸ رخداد، میانگین اندازه رخداد باران ۹/۴ میلی‌متر) و بیشترین میانگین تعداد رخداد سالانه نیز، در دوره سوم و ایستگاه آستارا (۱۴۰ رخداد، میانگین اندازه رخداد باران ۱۰/۴ میلی‌متر) گزارش شد (جدول ۲ و ۳). اختلاف اندازه رخداد باران در دوره‌های دوم (۹/۹ میلی‌متر) و سوم (۹/۸ میلی‌متر)، نسبت به دوره اول (۹/۴ میلی‌متر)، معنی‌دار نبود.

میانگین تعداد رخدادهای بارش سالانه در ناحیه خزری طی این دوره، ۱۱۸ رخداد ثبت شده است و بیشترین و کمترین تعداد رخداد سالانه، به ترتیب در آستارا (۱۳۵ رخداد) و گرگان (۹۵ رخداد) مشاهده شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که به‌طور متوسط در ناحیه هیرکانی، تعداد رخدادهای بارندگی سالانه در دوره اول (۱۲۱ رخداد) نسبت به دوره‌های دوم (۱۱۶ رخداد) و سوم (۱۱۷) بیشتر بوده است (جدول ۳). همچنین،

جدول ۳- میانگین تعداد رخداد بارش در طی دوره آماری سی و سه ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ میلادی (۱۳۶۶-۱۳۹۸ شمسی)) و سه دوره یازده ساله (۱۹۸۷-۱۹۹۷)، (۲۰۰۸-۲۰۱۹) و (۲۰۰۸-۲۰۱۹) در ایستگاه‌های هواشناسی همدیدبانی ناحیه هیرکانی

ایستگاه همدیدبانی	دوره اول (۱۹۸۷-۱۹۹۷)	دوره دوم (۲۰۰۸-۱۹۹۷)	دوره سوم (۲۰۰۸-۲۰۱۹)	کل دوره (۱۹۸۷-۲۰۱۹)
آستارا	۱۳۸	۱۲۷	۱۴۰	۱۳۵
انزلی	۱۳۵	۱۳۱	۱۲۵	۱۳۰
رشت	۱۳۲	۱۳۳	۱۲۸	۱۳۱
رامسر	۱۱۹	۱۱۸	۱۳۴	۱۲۴
نوشهر	۱۲۶	۱۲۵	۱۱۷	۱۲۳
قائم‌شهر	۱۱۲	۱۰۵	۱۰۹	۱۰۹
بابلسر	۱۰۷	۹۵	۸۸	۹۷
گرگان	۱۰۰	۹۲	۹۴	۹۵
ناحیه هیرکانی	۱۲۱	۱۱۶	۱۱۷	۱۱۸

بدین ترتیب، نوشهر، (۸۲/۰ = r) بیشترین و آستارا (۲۳/۰ = r) کمترین مقدار ضریب همبستگی را در طی دوره آماری نشان دادند (جدول ۴). میانگین ضریب همبستگی بین مقدار بارش (میلی‌متر) و تعداد رخداد سالیانه در ناحیه رویشی هیرکانی، ۵۸/۰ بود.

بررسی رابطه بین مقدار بارش (میلی‌متر) و تعداد رخداد سالیانه طی دوره آماری سی و سه ساله در هر هشت ایستگاه نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد بود، بدین معنی که با افزایش بارش، تعداد رخدادها نیز افزایش یافتند.

جدول ۴- رابطه بین مقادیر بارش (میلی‌متر) و تعداد رخداد سالیانه در ایستگاه‌های ناحیه هیرکانی طی دوره آماری سی و سه ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ میلادی (۱۳۶۶-۱۳۹۸ شمسی))

ایستگاه همدیدبانی	معادله رگرسیونی	ضریب همبستگی (r)
آستارا	$۱۱۰/۴۸ + (۰/۰۱۸ \times \text{تعداد رخداد سالیانه})$	۰/۲۳
انزلی	$۴۸/۳۱ + (۰/۰۴۸ \times \text{تعداد رخداد سالیانه})$	۰/۷۵
رشت	$۹۳/۸۵ + (۰/۰۲۸ \times \text{تعداد رخداد سالیانه})$	۰/۵۰
رامسر	$۱۰۰/۵۸ + (۰/۰۱۸ \times \text{تعداد رخداد سالیانه})$	۰/۳۸
نوشهر	$۳۸/۹۶ + (۰/۰۶۵ \times \text{تعداد رخداد سالیانه})$	۰/۸۲
قائم‌شهر	$۶۹/۱۲ + (۰/۰۵۳ \times \text{تعداد رخداد سالیانه})$	۰/۵۸
بابلسر	$۳۳/۸۴ + (۰/۰۶۹ \times \text{تعداد رخداد سالیانه})$	۰/۷۵
گرگان	$۵۷/۲۷ + (۰/۰۷۲ \times \text{تعداد رخداد سالیانه})$	۰/۶۰

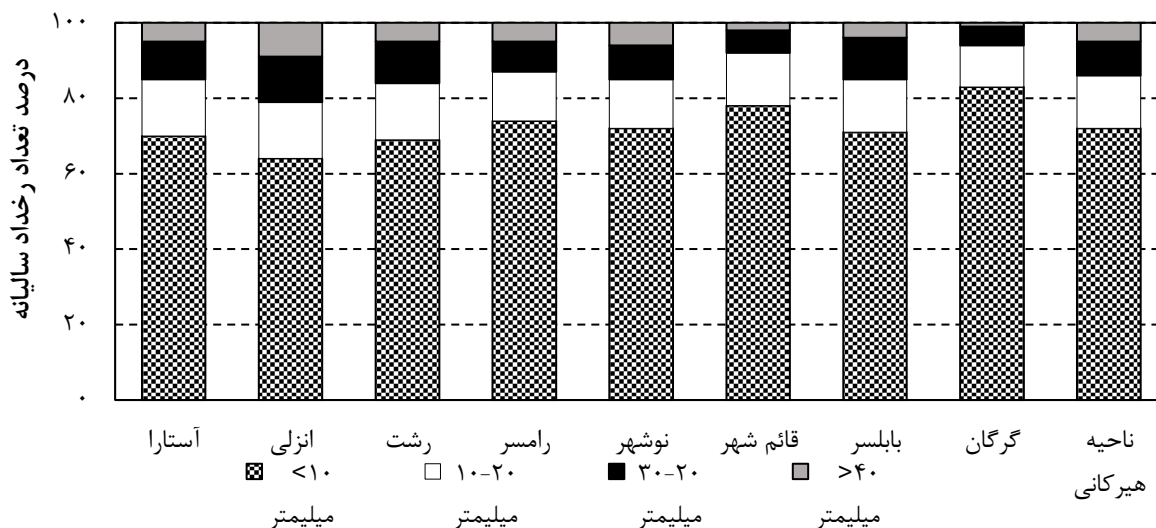
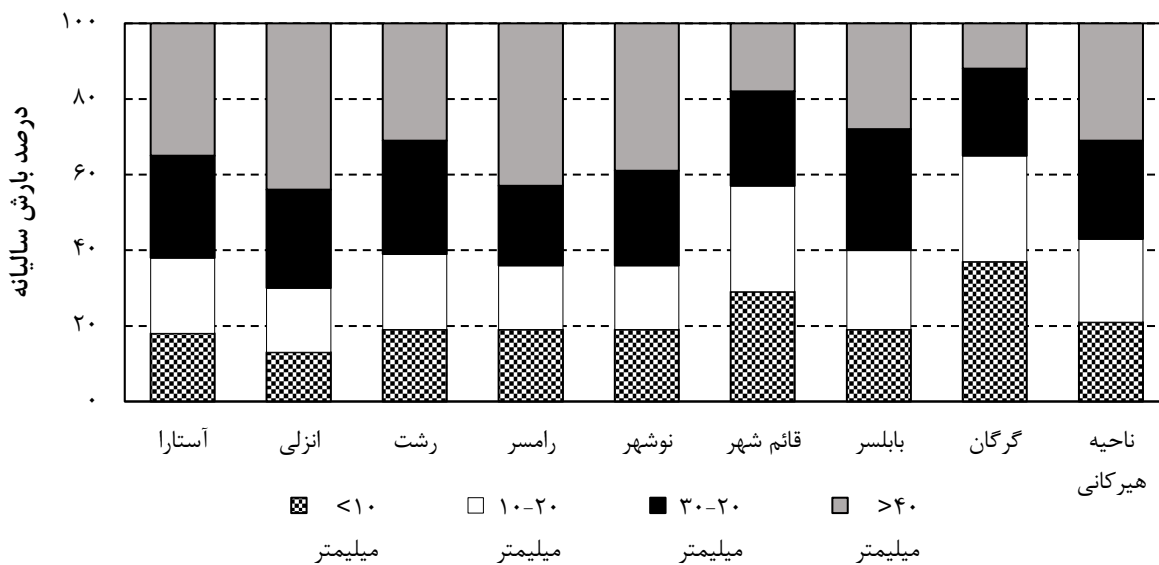
داد که در طبقه کمتر از ۱۰ میلی‌متر، کمترین مقدار بارش (۲۲۴ میلی‌متر؛ ۲۱ درصد از مقدار بارش سالیانه) و بیشترین تعداد رخداد (۸۵ رخداد؛ ۷۲ درصد از تعداد

۳.۳. طبقه‌بندی بارش و رخداد

پراکنش بارش در طبقات کمتر از ۱۰، ۲۰-۱۰، ۲۰-۴۰ و بیشتر از ۴۰ میلی‌متر در ناحیه هیرکانی نشان

طبقه کمتر از ۱۰ میلی‌متر، بیشترین و کمترین سهم بارش و تعداد رخداد به ترتیب در رشت (۲۵۲ میلی‌متر طی ۹۱ رخداد) و بابلسر (۱۷۸ میلی‌متر طی ۶۸ رخداد) ثبت شد. این در حالی است که در طبقه ۲۰-۴۰ میلی‌متر، بیشترین و کمترین مقدار بارش، به ترتیب در ایستگاه‌های انزلی (۴۴۱ میلی‌متر) و گرگان (۱۲۴ میلی‌متر) ثبت شده است.

رخداد سالیانه) ثبت شده است (شکل ۲). درحالی که در طبقه بیش از ۴۰ میلی‌متر، بیشترین مقدار بارش (۳۹۳ میلی‌متر؛ ۳۱ درصد از مقدار بارش سالیانه) و کمترین تعداد رخداد (۶ رخداد؛ ۵ درصد از تعداد رخداد سالیانه)، ثبت شد (شکل ۲). در کلیه ایستگاه‌ها نیز بیشترین و کمترین تعداد رخداد به ترتیب در طبقات کمتر از ۱۰ میلی‌متر و بیشتر از ۴۰ میلی‌متر ثبت شد (شکل ۲). در



شکل ۲- درصد بارش (نمودار بالا) و درصد تعداد رخداد سالیانه (نمودار پایین) در چهار طبقه کمتر از ۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۱۰۰ میلی‌متر در ایستگاه‌های ناحیه هیرکانی طی دوره آماری سی و سه ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ میلادی (۱۳۶۶-۱۳۹۸ شمسی))

میلی متر و بیش از ۴۰ میلی متر ثبت شده است. نتایج نشان داد که در طبقه‌های مختلف و طی دوره سوم (۲۰۰۸-۲۰۱۹)، بیشترین مقدار متوسط بارش در طبقه بیش از ۴۰ میلی متر (۴۱۵ میلی متر؛ ۳۳ درصد از بارش سالیانه) و کمترین مقدار متوسط بارش در طبقه ۲۰-۱۰ میلی متر (۲۱۳ میلی متر؛ ۲۰ درصد از بارش سالیانه) بوده است (جدول ۵). علاوه بر تعداد متوسط رخداد در طبقه ۲۰-۴۰ میلی متر طی دوره‌های متوالی که ثابت بود (۱۱ رخداد؛ ۹ درصد از تعداد رخدادهای سالیانه)، مقدار متوسط بارش نیز تغییر قابل توجهی را نشان نداد (جدول ۵). در طبقه بیش از ۴۰ میلی متر نیز تعداد متوسط رخداد در دوره‌های دوم و سوم (۶ رخداد؛ ۵ درصد از تعداد رخدادهای سالیانه) نسبت به دوره اول (۵ رخداد، ۴ درصد از تعداد رخدادهای سالیانه) تنها یک درصد افزایش یافت.

در طبقه بیشتر از ۴۰ میلی متر نیز نتایج مشابه مشاهده شد؛ ایستگاه‌های انزلی (۷۵۳ میلی متر) و گرگان (۶۵ میلی متر) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بارش را در این طبقه به خود اختصاص دادند. آزمون من‌کنندال طی دوره آماری سی و سه ساله، روند بارندگی و تعداد رخداد را تنها در ایستگاه بابل‌سر در طبقه کمتر از ۱۰ میلی متر، معنی‌دار (در سطح ۹۹ درصد) نشان داد (آماره من-کنندال برای هر دو روند بارش و تعداد رخداد: ۲/۰-). بررسی درصد میانگین بارش در طبقه‌های مختلف و طی دوره‌های متوالی یازده ساله (۱۹۹۷-۱۹۸۷)، (۱۹۹۷-۲۰۰۸) و (۲۰۱۹-۲۰۰۸) نیز نشان داد که در هر سه دوره، بیشترین و کمترین مقدار متوسط بارش سالیانه، به ترتیب در طبقه بیش از ۴۰ میلی متر و کمتر از ۱۰ میلی متر رخ داده است (جدول ۵). در مقابل، بیشترین و کمترین تعداد رخداد به ترتیب در طبقه کمتر از ۱۰

جدول ۵- میانگین (میلی متر) و تعداد رخداد در چهار طبقه کمتر از ۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و بیشتر از ۴۰ میلی متر در سه دوره اول (۱۹۸۷-۱۹۹۷)، دوم (۲۰۰۸-۱۹۹۷) و سوم (۲۰۱۹-۲۰۰۸) در ایستگاه‌های هواشناسی همدیدبانی ناحیه هیرکانی

طبقه بندی بارش و تعداد رخداد	<۱۰ میلی متر	<۱۰ میلی متر	۲۰-۱۰ میلی متر	۲۰-۱۰ میلی متر	۴۰-۲۰ میلی متر	۴۰-۲۰ میلی متر	>۴۰ میلی متر	>۴۰ میلی متر
دوره	بارش (درصد)	رخداد (درصد)	بارش (درصد)	رخداد (درصد)	بارش (درصد)	رخداد (درصد)	بارش (درصد)	رخداد (درصد)
اول (۱۹۸۷-۱۹۹۷)	۲۳۶ (۲۳)	۸۸ (۷۳)	۲۳۲ (۲۱)	۱۷ (۱۴)	۳۰۰ (۲۶)	۱۱ (۹)	۳۷۳ (۳۰)	۵ (۴)
دوم (۱۹۹۷-۲۰۰۸)	۲۱۹ (۲۱)	۸۲ (۷۲)	۲۳۱ (۲۱)	۱۷ (۱۴)	۳۰۵ (۲۷)	۱۱ (۹)	۳۹۱ (۳۱)	۶ (۵)
سوم (۲۰۰۸-۲۰۱۹)	۲۱۸ (۲۱)	۸۵ (۷۳)	۲۱۳ (۲۰)	۱۵ (۱۳)	۲۹۶ (۲۶)	۱۱ (۹)	۴۱۵ (۳۳)	۶ (۵)

۴.۳. روند بارش فصلی

در ناحیه رویشی هیرکانی، بیشترین و کمترین مقدار بارندگی فصلی به ترتیب در فصل‌های پاییز (متوسط ۴۹۵ میلی متر، ۴۳ درصد از بارندگی سالیانه) و بهار (متوسط ۱۲۵ میلی متر، ۱۱ درصد از بارندگی سالیانه) ثبت گردید (جدول ۶). فصل‌های تابستان و زمستان، به ترتیب ۲۳

درصد (متوسط ۲۵۸ میلی متر) و ۲۳ درصد (متوسط ۲۶۵ میلی متر) از بارندگی سالیانه را در ناحیه رویشی هیرکانی به خود اختصاص دادند. در فصل‌های تابستان و پاییز، بیشترین مقدار بارندگی در انزلی به ترتیب با مقادیر ۴۳۶ و ۷۸۱ میلی متر ثبت شد. در مقابل، کمترین مقادیر بارندگی در فصل‌های زمستان (۱۷۶ میلی متر)، تابستان (۸۳ میلی متر) و پاییز (۱۷۰ میلی متر) در گرگان به ثبت

من‌کندال نشان داد که طی دوره آماری سی و سه ساله، تنها در ایستگاه آستارا و در فصل پاییز، روند معنی‌دار افزایشی (در سطح ۹۹ درصد) بارندگی وجود داشته است (آماره من-کندال: ۲/۰۴).

رسید (جدول ۶). در طی دوره سی و سه ساله، حداکثر مطلق بارندگی فصلی در رامسر (۱۳۱۱ میلی‌متر) در فصل پاییز و حداقل مطلق بارندگی فصلی در بابلسر (۶ میلی‌متر) در فصل بهار گزارش شد (جدول ۶). آزمون

جدول ۶- میانگین بارندگی فصلی (میلی‌متر) دوره آماری ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ میلادی (۱۳۹۸-۱۳۶۶ شمسی) (اعداد داخل پرانتز، حداقل و حداکثر بارندگی فصلی (میلی‌متر) را در طول دوره آماری نشان می‌دهند)

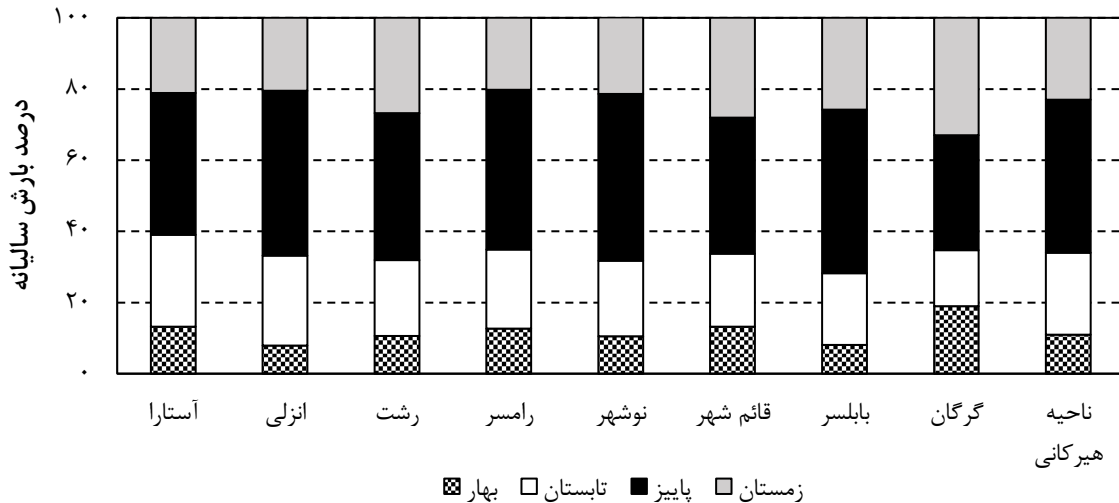
زمستان	پاییز	تابستان	بهار	
۲۹۱	۵۵۸	۳۶۳	۱۷۸	آستارا
(۱۰۹-۴۳۵)	(۱۲۱۴-۲۵۹)	(۸۰۹-۱۱۴)	(۴۲۵-۵۱)	
۳۴۷	۷۸۱	۴۳۶	۱۳۰	انزلی
(۱۲۲-۷۲۷)	(۱۱۷۲-۳۲۹)	(۹۴۲-۱۱)	(۲۷۹-۲۸)	
۳۵۵	۵۵۱	۲۹۰	۱۴۰	رشت
(۱۵۰-۵۹۵)	(۸۹۶-۲۳۲)	(۷۲۴-۷۸)	(۳۳۷-۲۹)	
۲۵۲	۵۹۰	۲۷۶	۱۴۸	رامسر
(۸۵-۵۴۳)	(۱۳۱۱-۲۳۱)	(۵۷۲-۳۸)	(۳۰۸-۳۶)	
۲۶۹	۶۰۳	۲۷۸	۱۳۱	نوشهر
(۷۶-۴۰۱)	(۸۸۹-۱۶۲)	(۵۸۱-۱۰)	(۳۱۱-۲۸)	
۲۰۵	۲۸۱	۱۵۱	۹۸	قائم‌شهر
(۹۷-۳۳۴)	(۴۸۸-۱۰۸)	(۲۷۱-۴۲)	(۲۳۲-۲۹)	
۲۲۵	۴۲۵	۱۸۸	۷۲	بابلسر
(۸۷-۴۲۳)	(۱۰۱۷-۱۲۶)	(۳۶۲-۲۵)	(۱۹۱-۶)	
۱۷۶	۱۷۰	۸۳	۱۰۰	گرگان
(۸۸-۴۳۷)	(۲۸۶-۵۸)	(۱۷۹-۱۴)	(۱۶۴-۲۲)	
۲۶۵	۴۹۵	۲۵۸	۱۲۵	ناحیه هیرکانی
(۷۶-۷۲۷)	(۱۳۱۱-۵۸)	(۹۴۲-۱۰)	(۴۲۵-۶)	

میلی‌متر) از بارش سالیانه در نیمه اول سال (فصل بهار و تابستان) و ۶۶ درصد (۷۶۰ میلی‌متر) از بارش سالیانه در نیمه دوم سال (فصل‌های پاییز و زمستان) بود (شکل ۳). بررسی درصد میانگین بارش فصلی طی دوره‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین مقادیر بارش فصلی به ترتیب مربوط به فصل پاییز در دوره دوم (۴۵ درصد، ۵۱۵ میلی‌متر) و فصل بهار در دوره سوم (۹ درصد، ۱۰۵ میلی‌متر) است (جدول ۷). همچنین بیشترین و کمترین درصد بارش نیمه اول سال (فصل‌های بهار و تابستان) به ترتیب در دوره اول (۳۵ درصد، ۴۰۵

مقایسه درصد بارش فصلی در ایستگاه‌ها نیز نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر بارش فصلی زمستان (۳۳ درصد) و بهار (۱۹ درصد) در گرگان به ثبت رسیده است. به علاوه، کمترین مقدار بارش فصل تابستان نیز در گرگان رخ داده است (۱۶ درصد) (شکل ۳). آستارا بیشترین بارش فصلی تابستان (۲۶ درصد) و بابلسر و انزلی کمترین مقدار بارش فصلی بهار (۸ درصد) را تجربه کردند (شکل ۳).

بدین ترتیب طی دوره آماری سی و سه ساله، ناحیه رویشی هیرکانی به ترتیب شاهد ۳۴ درصد (۳۸۳

میلی متر) و دوره سوم (۳۲ درصد، ۳۶۹ میلی متر) رخ داده است (جدول ۷).



شکل ۳- درصد بارش فصلی در ایستگاه‌های هواشناسی همدیدبانی ناحیه هیرکانی طی دوره آماری سی و سه ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۹)

جدول ۷ - درصد بارش فصلی در سه دوره اول (۱۹۸۷-۱۹۹۷)، دوم (۱۹۹۷-۲۰۰۸)، سوم (۲۰۰۸-۲۰۱۹) و در طول دوره آماری سی و سه ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۹) در ناحیه رویشی هیرکانی. (اعداد داخل پرانتز، متوسط بارندگی (میلی متر) را در طول دوره‌های آماری در فصول نشان می‌دهد)

دوره	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
اول	۱۱ (۱۲۷)	۲۴ (۲۷۸)	۴۱ (۴۶۷)	۲۴ (۲۷۰)
دوم	۱۳ (۱۴۳)	۲۰ (۲۳۲)	۴۵ (۵۱۵)	۲۲ (۲۵۶)
سوم	۹ (۱۰۵)	۲۳ (۲۶۴)	۴۴ (۵۰۳)	۲۴ (۲۷۰)
دوره آماری ۳۳ ساله	۱۱ (۱۲۵)	۲۳ (۲۵۸)	۴۳ (۴۹۵)	۲۳ (۲۶۵)

۴. بحث و نتیجه گیری

۱.۴. بارش سالیانه

نتایج این پژوهش نشان داد میانگین بارش در ایستگاه‌های واقع در ناحیه هیرکانی و طی دوره آماری مورد بررسی بین ۵۲۹ تا ۱۶۹۴ میلی متر در نوسان است که بیشینه و کمینه آن به ترتیب مربوط به بخش‌های غربی و شرقی است. Asakereh و Varnaseri Ghandali، در بررسی تغییرات بارندگی منطقه در بین سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۶۶ بیشینه بارندگی را برای غرب ناحیه خزری

۲۵۰۰ میلی متر برآورد کردند [۴]. در تحقیق حاضر، میانگین بارندگی سالانه ناحیه رویشی هیرکانی، ۱۱۴۳ میلی متر برآورد شد. بطور کلی روند تغییرات بارش سالیانه در ناحیه رویشی هیرکانی، معنی دار نیست. Kiapasha و همکاران طی بررسی پارامترهای اقلیمی دما و بارش در محدوده جنگل‌های هیرکانی، نشان دادند که بارش سالانه در این ناحیه از روند معنی داری پیروی نمی‌کند [۱۳]. از سوی دیگر، مقایسه میانگین بارش سالانه در سه دوره یازده ساله (دوره اول (۱۹۹۷-۱۹۸۷)، دوم (۲۰۰۸-

نمی‌شود، می‌تواند محرکی برای ایجاد یکی از مخاطرات طبیعی (مثلاً سیل) مخصوصاً در بخش‌های شرقی ناحیه هیرکانی باشد [۳].

۳.۴. طبقه‌بندی بارش و تعداد رخداد

بررسی مقادیر بارش در چهار طبقه کمتر از ۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۴۰ میلی‌متر و تعداد رخداد نشان می‌دهد که بیشترین مقدار متوسط بارش در هر یک از ایستگاه‌ها و در کل دوره آماری سی و سه ساله مربوط به بارش‌هایی با مقادیر بیش از ۴۰ میلی‌متر (۳۱ درصد از بارش سالیانه) است. از سوی دیگر مقادیر بارش کمتر از ۱۰ میلی‌متر، کمترین سهم را در بارش‌های ناحیه هیرکانی داشته است (۲۱ درصد از بارش سالیانه). همچنین کمترین و بیشترین تعداد رخداد نیز به ترتیب در طبقات بیش از ۴۰ میلی‌متر (۵ درصد از کل تعداد رخداد) و کمتر از ۱۰ میلی‌متر (۷۲ درصد از کل تعداد رخداد) به ثبت رسیده است. Alijani و همکاران نیز با بررسی شاخص تمرکز در ۹۰ ایستگاه در سراسر ایران نشان دادند که وقایع حدی با شدت زیاد و تعداد کم، سهم بیشتری در بارش کشور دارد و سهم رخدادهای شدید را ۴۴ درصد برآورد کردند [۱]. مقایسه میانگین بارش در طبقه‌های بارش طی دوره‌های متوالی یازده ساله دوره اول (۱۹۹۷-۱۹۸۷)، دوم (۲۰۰۸-۱۹۹۷) و سوم (۲۰۱۹-۲۰۰۸) نشان داد که مقدار متوسط بارش در طبقه‌های ۴۰، ۲۰، ۴ میلی‌متر کاهش و بیش از ۴۰ میلی‌متر، ۴۲ میلی‌متر افزایش داشته است. در صورتی که تغییرات محسوسی در تعداد رخداد هر دو طبقه مشاهده نشد. Alizadeh و Najafi، طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۵۴، با بررسی وقایع حدی نشان داد که فراوانی بارش در طبقات بالاتر کاهش داشته است حال آنکه در طبقات پایین فراوانی افزایش یافته است [۲]. با توجه به اثر مستقیم گرمایش جهانی بر بارندگی به صورت افزایش گرما و تبخیر و تعرق و در نهایت افزایش ظرفیت نگهداری آب، به ازای هر یک درجه افزایش دما، ظرفیت نگهداری آب در هوا هفت درصد

(۱۹۹۷) و سوم (۲۰۰۸-۲۰۱۹)) و نیز در مقایسه با میانگین بارش سی و سه ساله، اختلاف معنی‌داری نشان نداد. Pirnia و همکاران نیز با بررسی میانگین بارش سالانه سواحل جنوبی دریای خزر طی پنج دوره ده ساله (۱۹۶۵-۲۰۰۵)، نشان دادند که روند تغییرات بارش سالانه در دهه‌های اخیر معنی‌دار نبوده است [۱۸].

۲.۴. بارش و تعداد رخداد

در ناحیه رویشی هیرکانی، طی مقیاس زمانی سالانه و نیز طی سه دوره‌ی متوالی یازده ساله، با افزایش مقدار بارش، متقابلاً تعداد رخداد نیز افزایش را نشان داد. میانگین تعداد رخداد سالانه در ناحیه رویشی هیرکانی بطور میانگین در طی بازه زمانی سی و سه ساله، ۱۱۸ رخداد برآورد شد ((میانگین اندازه رخداد: ۹/۵ میلی‌متر)). یافته‌های Asakereh و Varnaseri Ghandali، ضمن تایید وجود رابطه مثبت بین تعداد رخداد و بارش سالیانه، میانگین تعداد رخداد بارش ناحیه خزری در بازه زمانی (۱۹۶۶-۲۰۱۶) را نیز بین ۳۰ تا ۱۸۰ رخداد نشان دادند [۴]. با وجود کاهش میانگین تعداد رخداد بارش در دوره سوم نسبت به دوره اول (۱۲۱ در مقابل ۱۱۷ رخداد)، تفاوت چندانی در مقدار بارش مشاهده نشد (یک میلی‌متر)، در حالیکه در دوره دوم نسبت به اول (۱۲۱ در مقابل ۱۱۶ رخداد) این اختلاف به پنج میلی‌متر رسید. به بیان دیگر، در این دوره (۲۰۰۸-۱۹۹۷) نسبت به سایر دوره‌ها، اگرچه تعداد رخداد کمتر بوده، اما مقدار بارش بیشتری ثبت شده است. در هر رخداد بارش، تنها قسمتی از نزولات مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرد و مابقی آن به طرق مختلف (تبخیر، رواناب و عبور از ناحیه ریشه) از دسترس گیاه خارج می‌شود. آن قسمت از باران که مستقیماً جوابگوی نیاز آبی گیاه است، به عنوان بارش موثر (effective rainfall) در نظر گرفته می‌شود [۱۰] که معمولاً مقدار آن در باران‌های کوتاه مدت و با شدت کم بیشتر است. در نتیجه عدم توزیع بهینه بارش در هر رخداد بارندگی، علاوه بر اینکه نیاز گیاهان تامین

عوامل زیادی از جمله عوامل اقلیمی در شکل‌گیری یک منطقه با ویژگی‌های منحصر به فرد اکولوژیک نقش دارند. بارش به عنوان یک عامل موثر در رویش گیاهان شناخته می‌شود که تغییرات آن از نظر شدت، مدت و مقدار می‌تواند نظم موجود در یک اکوسیستم خاص را برهم زند. از این رو لازم است که اکوسیستم جنگل‌های هیرکانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های کشور به طور پیوسته مورد ارزیابی قرار گیرد. بدین ترتیب، می‌توان در صورت بروز تغییرات شدید، نه تنها بارش بلکه تمامی پارامترهای اقلیمی، به موقع شناسایی شده و با آگاهی بیشتری در مدیریت آن گام برداشت. پژوهش حاضر و مطالعات پیشین بیانگر تغییر الگوی بارش در سال‌های اخیر است که می‌تواند نمودی از تغییر اقلیم در دراز مدت باشد. در ناحیه رویشی هیرکانی عواملی نظیر نحوه پراکنش بارش در فصل رشد، واکنش گیاهان در برابر تغییرات بارندگی، افزایش و یا کاهش رطوبت و بسیاری از عوامل دیگر که تاثیرات آن در تحقیق حاضر مد نظر قرار نگرفته است، نقش کلیدی دارد. بنابراین با توجه به اینکه تغییر در مجموع عوامل اقلیمی می‌تواند منجر به آشفتگی در اکوسیستم‌ها شود، لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی پایش سایر عوامل اقلیمی نیز در کنار بارش مد نظر قرار گیرد.

افزایش می‌یابد و در نهایت منجر به افزایش بخار آب در اتمسفر می‌شود. این افزایش بخار آب با بارش‌های شدید همراه است که احتمال جاری شدن سیل، طوفان و رعد و برق‌های شدید را افزایش می‌دهد [۲۴]. تداوم بارش‌های شدید منجر به افزایش فرسایش خاک، تخریب جاده‌ها و پل‌ها و خسارات کشاورزی می‌شود [۱].

۴.۴. بارش فصلی

بررسی بارش فصلی طی دوره آماری سی و سه ساله نشان می‌دهد که تنها در ایستگاه آستارا و در فصل پاییز بارش به‌طور معنی‌داری افزایش نشان می‌دهد. ضمن اینکه، در ناحیه هیرکانی، تغییرات بارش فصلی در دوره‌های متوالی یازده ساله نیز روند معنی‌داری را نشان نداد. Azizi و Roshani با مطالعه تغییرات اقلیمی در سواحل جنوبی دریای خزر، روند معنی‌داری را در میانگین بارش فصلی این ناحیه مشاهده نکردند [۶]. با توجه به اینکه نوسانات بارش ناشی از تغییر در گردش عمومی جو است، می‌توان یکی از دلایل تغییر در توزیع بارش‌های سالانه و فصلی را تغییر اقلیم در طی دهه‌های اخیر دانست [۲۷]. جابجایی و کاهش بارش‌های فصلی بهار و تابستان می‌تواند منجر به تشدید خشکسالی‌ها در منطقه شود [۱۹].

References

- [1] Alijani, B., O'Brien, J., and Yarnal, B. (2008). Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran. *Theoretical and Applied Climatology Journal*, 94(1), 107-124.
- [2] Alizadeh-Choozari, O., and Najafi, M. S. (2018). Extreme weather events in Iran under a changing climate. *Climate Dynamics Journal*, 50(1), 249-260.
- [3] Asakereh, H., and Hosseinjani, L. (2019). Spatial Relationship Modeling of the Sum Frequency of Monthly Heavy Precipitation Occurrence (Cool Seasons) in Iranian Coastal Region of Caspian Sea. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 7(4), 182-165.
- [4] Asakereh, H., and Varnaseri Ghandali, N. (2019). Analysis of the Amount, Frequency and Intensity of Annual Precipitation in Caspian Region during 1966-2016. *Journal of Physical Geography Research Quarterly*, 51(2), 335-352.

- [5] Attarod, P., Sadeghi, S.M.M., Fathizadeh, O., Motahari, M. Rahbari Sisakht, S., Ahmadi, M.T., and Bayramzadeh, V. (2015). Temperature- and radiation based methods against the standard FAO Penman- Monteith for estimating the reference evapotranspiration (ET₀) in Gorgan. *Iranian Journal of Forest and Wood Product*, 68 (2), 359-369.
- [6] Azizi, G., and Roushani, M. (2008). Using Mann-Kendall test to recognize of climate change in Caspian Sea southern coasts, *Journal of Geophysical Research*, 64, pp.13-28.
- [7] GILANIPOOR, J., & GILANIPOOR, N., and ARYA, H. (2011). Evaluation position economic and Estimation Dependence of livelihood rurals to forest (CASE STUDY: KORCHI). *Natural Ecosystems of Iran*, 1(4), 48-54.
- [8] <https://rifr-ac.ir/> (21/3/2021)
- [9] JAFARI, M. (2008). Investigation and analysis of climate change factors in Caspian Zone forests for last fifty years. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(2 (32)), 314-326.
- [10] Khaleghi, N. (2016). Comparison of effective rainfall estimation methods in agriculture. *Journal of Water and Sustainable Development*, 2(2), 51-58.
- [11] Khoramdel, S. Kochaki, A. and Rezazadeh, m. (2014). The effects of climate change and global warming on biodiversity, *National Conference on Climate Change and Sustainable Development Engineering of Agriculture and Natural Resources*, 26/June/summer, Hamadan, Iran, 12p.
- [12] Khoshravesh, M., Mirnaseri, M., and Pesarakloo, M. (2017). Change detection of precipitation trend of northern part of Iran using Mann-Kendall Non-Parametric Test. *Journal of Watershed Management Research.*, 8, 223-231.
- [13] Kiapasha, kh. Darvish sefat, a. and Nadi, M. (2019). Seasonal trend of changes in temperature, rainfall and changes in forest cover dynamics in Hyrcanian forests, *Sixth Regional Conference on Climate Change*, 18/November/Fall, Tehran, Iran, 8p.
- [14] Lettenmaier, D. P., Wood, E. F., and Wallis, J. R. (1994). Hydro-climatological trends in the continental United States, 1948-88. *Journal of Climate*, 7(4), 586-607.
- [15] Mohammadi, B. (2011). "Trend Analysis of annual rainfall over Iran." *Journal of Geography and Environmental Planning*: 95-106.
- [16] Netherer, S., and Schopf, A. (2010). Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests- General aspects and the pine processionary moth as specific example. *Journal of Forest Ecology and Management*, 259, 831-838.
- [17] Partal, T., & Kahya, E. (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrological Processes: An International Journal*, 20(9), 2011-2026.
- [18] Pirnia, A.; Habibnejad Roshan, M. and Solaimani, K. (2015). Investigation of Rainfall and Temperature Changes in Caspian Sea Southern Coasts and Its Comparison with Changes in Northern Hemisphere and Global Scales. *Journal of Watershed Management Research*, 6(11): 90- 100.
- [19] Razinei, T., Daryabari, J., Bordi, I., and Pereira, L. S. (2014). Spatial patterns and temporal trends of precipitation in Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, 115(3), 531-540.
- [20] Sa'adi, Z., Shahid, S., Ismail, T., Chung, E. S., and Wang, X. J. (2019). Trends analysis of rainfall and rainfall extremes in Sarawak, Malaysia using modified Mann-Kendall test. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 131(3), 263-277.
- [21] Sheykholeslami, a., Ahangarian, gh, And Azarnosh, M. (2011): A study of socio-economic status of forest dwellers in the northern forests of the country with regard to sustainable development goals Case study: Lavij Noor forestry plan, The second regional conference on sustainable development of natural resources on the southern shore of the Caspian Sea, 15/ December/ Fall, Noor, Iran.
- [22] Shirzadi, M.H., and Hemayati, S.S. (2012). Study of the trend of long-time variations of meteorological parameters in Jiroft, Iran. *Plant Ecophysiology*, 4, 129-134.
- [23] Shoja, M. (2018). The effects of drought crisis on different sectors of agriculture, natural resources and environment (with emphasis on West Azarbaijan province). *Zist Sepehr Student Magazine*, 13(1), 38-50.
- [24] Trenberth KE. (2011). Changes in rainfall with climate change. *Climate Research*. 47(1-2):123-38.

-
- [25] Wang, T., Luo, Y., and Zhong, Y. M. (2017). Comparison of recent precipitation tendency between Northwest and North China. *Journal of China Hydrology*, 37(1), 56-63.
- [26] www.amar.org.ir (21/3/2021)
- [27] Zarin Kamar Majd, Sh. & Katirayi Broujerdi, P.S. (2016) "The analysis of seasonality and seasonal rainfall anomaly changes in Iran during 1977-2006". *Journal of Marine Science and Technology Research*.11 (3), 24-39.