

بررسی تغییرات زمانی بارش‌های پوششی و فرا رفتی مبتنی بر کدهای داده‌های همدیدی  
(مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی)

الهام عابدینی - دانشجوی دکتری هواشناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
محمد موسوی بایگی<sup>۱</sup> - استاد آب و هواشناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۶

### چکیده

بررسی نوع ابر و مقدار بارش ابرها از مواردی است که کمتر در کارهای پژوهشی به آن پرداخته می‌شود؛ لذا در این پژوهش با استفاده از فن‌دی کد کردن داده‌های سینوپ شش ایستگاه هواشناسی استان خراسان جنوبی، ویژگی‌های اقلیمی و روند بارش‌های پوششی و فرا رفتی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد درصد بارش‌های پوششی، فرا رفتی و مخلوط در استان خراسان جنوبی در دو فصل پاییز و زمستان مشابه یکدیگر و درصد بارش‌های پوششی، فرا رفتی و مخلوط فصل تابستان تفاوت زیادی با دیگر فصول دارد. بیشینه بارش‌های فرا رفتی در بیرجند در ماه‌های می تا اکتبر، در بشرویه در ماه‌های می تا جولای، در فردوس در ماه‌های می و ژوئن، در قاین در ماه‌های مارس تا نوامبر، در نهبندان در ماه‌های آوریل تا نوامبر و در طبس در ماه‌های می تا سپتامبر رخ می‌دهد و ایستگاه‌های بیرجند، قاین و نهبندان که ارتفاع بالاتری از سطح دریا نسبت به سه ایستگاه دیگر دارند بیشتر بارش‌های تابستانه آن‌ها از نوع فرا رفتی است.

**کلیدواژه‌ها:** بارش‌های فرا رفتی، بارش‌های پوششی، داده‌های سینوپ، استان خراسان جنوبی.

### ۱. مقدمه

بارش به معنای کلی، ریزش قطرات باران یا ذرات منجمد از ابرهاست که در اثر فرایند میعان در جو تشکیل و به زمین می‌ریزد و شامل باران، باران‌ریزه، برف و تگرگ است. پدیده‌هایی از قبیل کولاک برف که در طبقات بالا تشکیل نشده و به‌طور کلی از ابر ریزش نمی‌نمایند نبایستی بارش محسوب شوند. انواع شبنم‌ها

و پدیده‌های مشابه که به دلیل میعان بخار آب در سطح زمین به وجود می‌آیند و ممکن است سطح زمین را مرطوب و گاهی اوقات مقداری آب در باران‌سنج جمع شود نیز جزو بارندگی محسوب نمی‌شوند (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۹: ۶۱). به هنگام مطالعه ابرهای عرض‌های میانی بایستی بر روی نوع ابر پایه به لحاظ پوششی و فرا رفتی بودن آن تمرکز کنیم. تورنبرث<sup>۱</sup> و همکارانش در پژوهشی (۲۰۰۳: ۱۲۰۵) به اهمیت ویژگی‌های ابرها در پیش‌بینی و شبیه‌سازی وضعیت جوی اشاره کردند. بارش‌های پوششی دارای شدت کم و مدت طولانی می‌باشند و از ابرهای نیمبواستراتوس، آلتواستراتوس، استراتوکومولوس و استراتوس ریزش و بارش‌های فرا رفتی دارای شدت زیاد و مدت کم هستند که از ابرهای کومولوس و کومولونیمبوس ریزش می‌کنند. گاهی اوقات ممکن است رگبار باران و رعدوبرق شدیدی نیز رخ دهد که عناصر بارش در اندازه‌های بزرگ‌تری رشد کنند؛ مانند تگرگ که ناشی از حرکات قوی رو به بالاست. طبقه‌بندی بارش‌ها به بارش‌های فرا رفتی و پوششی در علم هواشناسی و اقلیم‌شناسی بسیار مهم است و می‌تواند برای ارزیابی کارایی مدل‌های اقلیمی بکار رود (هوز<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵: ۵۳؛ لین<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۴: ۲۶۹؛ استینر<sup>۴</sup> و همکاران، ۱۹۹۵: ۱۹۷۸). وقوع بارش‌ها در قالب بارش‌های فرا رفتی و پوششی یکی از مهم‌ترین شناخت ویژگی‌های بارش‌های جهانی است. منطق تفکیک بارش‌ها توسط سیمپسون<sup>۵</sup> و همکاران (۱۹۸۸: ۲۸۸) به رسمیت شناخته شد و هوز ( : ) نیز در این رابطه پیشنهادهایی را ارائه کرد. بسیاری از محققان الگوریتم‌های مختلفی برای تفکیک بارش‌ها از یکدیگر ارائه کردند که بسیاری از این الگوریتم‌ها بر پایه اطلاعات زمینی است. لانگ<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۳: ۵۰۵) چندین الگوریتم را در قالب یافته علمی خلاصه کردند که بسیاری از این الگوریتم‌ها الهام گرفته از طرح‌های چرچیل<sup>۷</sup> و هوز (۱۹۸۴: ۹۳۳) بودند.

بسیاری از محققین از داده‌های رادار و ماهواره جهت تفکیک بارش‌ها استفاده کردند که این روش‌ها برای نقشه‌های رادار با رزولوشن‌های بالای ۲ کیلومتر بکار برده شد (استینر، ۱۹۹۵: ۱۹۷۸). روندانلی و همکاران (۲۰۰۸: ۱) ارتباط بارش‌های فرا رفتی و پوششی با دمای سطح دریا را با استفاده از داده‌های مشاهداتی رادار زمینی و داده‌های بارندگی رادار ماهواره TRMM بررسی کردند. بارش‌های فرا رفتی مناطق با حرکات عمودی قوی بزرگ‌تر از ۱ متر بر ثانیه و بارش‌های پوششی مناطق با بارش‌های آهسته با سرعت کمتر از ۱ متر بر ثانیه در نظر گرفته شد. نتایج نشان‌دهنده افزایش بارش‌های فرا رفتی و کاهش بارش‌های پوششی به

1 Trenberth

2 Houze

3 Lin

4 Steiner

5 Simpson

6 Lang

7 Churchill

ازای واحد کل باران با دمای سطحی آب بود. رولفووا<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۱۳: ۱۰۰) بارش‌های فرا رفتی و پوششی کشور مجارستان را با استفاده از الگوریتم پیشنهادی و بر پایه داده‌های ساعتی ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک از یکدیگر تفکیک کردند. نتایج نشان داد که بارش‌های فرا رفتی در مجارستان در حال افزایش است و این اثر ممکن است در نتیجه گرم شدن سطح زمین و به علت افزایش ناپایداری هوا باشد. لی<sup>۲</sup> و همکارانش (۲۰۱۴: ۲۴۵) طرح جدیدی برای جداسازی بارش‌ها بر اساس ترکیب بودجه سطحی انواع بارش‌های تفکیک‌شده با استفاده از مدل شبیه‌سازی داده‌ها ارائه کردند. سه نوع باران به صورت همگرایی بخار، حرکات رو به بالا در سراسر تروپوسفر و فرآیندهای میکرو فیزیکی مایع در غالب بارش‌های همرفتی و چهار نوع باران همراه با همگرایی، حرکات رو به بالا در تروپوسفر بالا و فرآیندهای میکرو فیزیکی یخ غالب بارش‌های پوششی را تشکیل دادند. نتایج نشان داد که در حالتی که خشکی اتمسفر به صورت محلی و همگرایی بخار آب و همگرایی متوثرهای آبی بزرگ‌تر از صفر است شدیدترین نوع بارش‌ها اتفاق می‌افتد. حداکثر بارش در مناطق با حداکثر همگرایی بخار آب رخ نمی‌دهد و همگرایی متوثرهای آبی ابرها در تمام مناطق با بارش‌های پوششی منبع مهم بارش برای مناطق با رطوبت محلی کم است. تنویر<sup>۳</sup> و همکارانش (۲۰۱۵: ۱۳۶۴) از الگوریتم آموزشی برای تفکیک رژیم بارش‌های فرا رفتی و پوششی که توسط تصویربردار ماکروویو TMI ماهواره TRMM به دست آمده بود استفاده کردند و نتایج نشان داد که این الگوریتم قادر است رژیم بارش‌ها را با دقت منطقی و قابل قبولی از یکدیگر تفکیک کند. توراریا و همکارانش (۲۰۱۶: ۴۱۶) برای جداسازی ابرهای پوششی از فرا رفتی از پارامتر ویژگی‌های توزیع سایز قطرات باران که با استفاده از اطلاعات رادار در داروین استرالیا جمع‌آوری شده بود استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان می‌داد که استفاده از فن جداسازی بارش‌ها با استفاده از داده‌های رادار می‌تواند برای دیگر مناطق هم قابل اجرا باشد. هان<sup>۴</sup> و همکارانش (۲۰۱۶: ۱۳۹) در پژوهشی در شمال غربی چین که یکی از مناطق خشک شرق آسیاست نشان دادند که در طول سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۶۱ روندهای متفاوتی در بارش‌های سالانه بخش‌های غربی و شرقی این منطقه وجود دارد. مناطق غربی دارای روند افزایش معنی‌دار و مناطق شرقی دارای روند کاهش معنی‌دار می‌باشند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش روند در مناطق غربی ناشی از افزایش بارش‌های سنگین در تابستان و کاهش روند مناطق شرقی ناشی از کاهش بارش‌های سنگین در پاییز است. در نتیجه آن‌ها جهت یافتن نوع بارش از پارامتر فراوانی بارش‌ها استفاده کردند و نشان دادند که افزایش بارش‌های سنگین در

1 Rulfová

2 Li

3 Tanvir

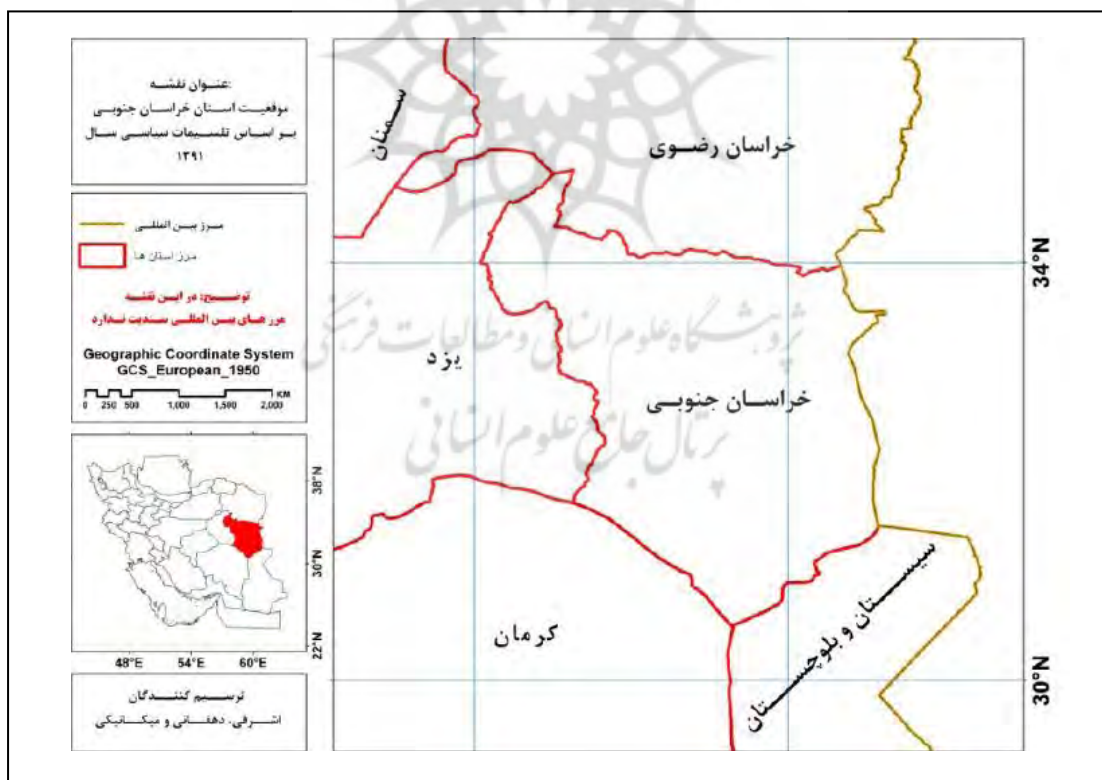
4 Han

تابستان در نتیجه افزایش فراوانی بارش‌های فرا رفتی و کاهش بارش‌های سنگین در پاییز در شرق چین در نتیجه کاهش فراوانی بارش‌های پوششی است.

در مطالعه حاضر، جداسازی بارش‌های فرا رفتی و پوششی با فرض اینکه بارش‌های سنگین منشأ فرا رفتی دارند با بررسی کدهای سینوپ گزارش‌های هواشناسی شش ایستگاه سینوپتیک استان خراسان جنوبی واقع در شرق ایران صورت گرفته است. برخلاف داده‌های رادار و داده‌های ماهواره‌ای، این داده‌ها دارای بازه زمانی طولانی می‌باشند و بررسی روند و برآورد مقادیر بالا و طراحی مقدار بارش را برای اعتبارسنجی مدل‌های آب‌وهوا راحت‌تر می‌کنند.

## ۲. منطقه مورد مطالعه

استان خراسان جنوبی با وسعتی در حد ۹۵۳۸۸ کیلومتر مربع در شرق ایران واقع شده است که بین مدار جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۳ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۶۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است و به لحاظ اقلیمی دارای اقلیمی خشک و بیابانی در نواحی پست و آب‌وهوای نیمه‌خشک در نواحی کوهستانی است.



شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه

جدول ۱ ویژگی‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه

ارتفاع از سطح دریا	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام ایستگاه	سال تأسیس	دوره آماری مورد استفاده
۱۵۰۴	۳۲/۹	۵۹/۲۵	بیرجند	۱۹۵۵	۱۹۵۶-۲۰۱۴
۱۴۳۲	۳۳/۷۳	۵۹/۱۸	قاین	۱۹۸۷	۱۹۸۷-۲۰۱۴
۱۱۸۸	۳۱/۵۳	۶۰/۰۳	نهبندان	۱۹۸۵	۱۹۸۶-۲۰۱۴
۱۲۹۳	۳۴/۰۳	۵۸/۱۸	فردوس	۱۹۸۴	۱۹۸۵-۲۰۱۴
۷۱۱	۳۳/۶۰	۵۶/۹۵	طبس	۱۹۶۰	۱۹۶۱-۲۰۱۴
۸۷۹	۳۳/۵۲	۵۷/۲۶	بشرویه	۱۹۷۳	۱۹۸۸-۲۰۱۴

## ۳. مواد و روش‌ها

## ۳.۱. داده‌ها

داده‌های مورد نیاز از گزارش‌های سینوپتیک سازمان هواشناسی کشور برای ۶ ایستگاه سینوپتیک استان خراسان جنوبی واقع در شرق ایران از بدو تأسیس جمع‌آوری شد. بانک آماری شامل مقدار بارش ۶ ساعته، کد هوای گذشته و حاضر در طول شش ساعت و داده‌های ساعتی پوشش ابر، نوع ابر، میزان پوشش ابر و دما می‌باشد.

## ۳.۲. روش تفکیک بارش‌ها

بارش‌های فرا رفتی و پوششی از انواع مختلفی از ابرها ریزش می‌کنند و به انواع مختلفی از پدیده‌های هواشناسی طبقه‌بندی می‌گردند که به صورت کدهای سینوپ در ایستگاه‌های هواشناسی کدگذاری می‌شوند. لذا در این پژوهش هوای حاضر و گذشته و نوع ابر معیار اول برای تفکیک بارش‌ها می‌باشند. دو گروه اصلی کدهای سینوپ حالت هوا برای بارش‌های فرا رفتی رگباری کدهای ۹۰-۸۰ و برای طوفان‌ها کدهای ۹۹-۹۱ می‌باشند. همچنین کدهایی که رگبار و رعدوبرق در خارج ایستگاه اتفاق می‌افتد شامل کدهای ۱۷-۱۹ و ۲۷-۲۵ است که در گروه بارش‌های فرا رفتی قرار می‌گیرند. سه گروه اصلی حالت هوا نیز برای بارش‌های پوششی شامل باران‌ریزه با کدهای ۵۹-۵۰، باران غیر از رگبار ۶۹-۶۰ و برف ۷۹-۷۰ می‌باشند (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۹: ۶۳). معیار دوم برای تفکیک بارش‌ها استفاده از نوع ابر است. بارش‌های فرا رفتی وابسته به ابرهای کومولونیمبوس و کومولوس هستند درحالی‌که بارش‌های پوششی وابسته به ابرهای استراتوس، استراتونیمبوس، استراتوکومولوس و آلتواستراتوس می‌باشند. در این پژوهش فایل‌های داده‌های سینوپ برای هرماه از سال برای کلیه ایستگاه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SCdata دی کد شدند و بارش‌های شش ساعته غیر صفر برای کلیه ساعت‌ها برای حالت هوا و نوع ابر شمارش شد. سپس بارش‌ها بر اساس دو

معیار ذکرشده به سه دسته فرا رفتی، پوششی و مخلوط تبدیل شدند و درنهایت سری‌های زمانی بارش‌های فرا رفتی، پوششی و مخلوط ۶ ساعته به دست آمد. سپس بارش‌های بالاتر از ۵ میلی‌متر بر اساس حالت‌های هوا و یا نوع ابر به بارش‌های فرا رفتی، پوششی و مخلوط ۶ ساعته تبدیل و سری زمانی آن‌ها نیز به دست آمد. سپس بررسی‌های آماری بر روی آن‌ها انجام شد.

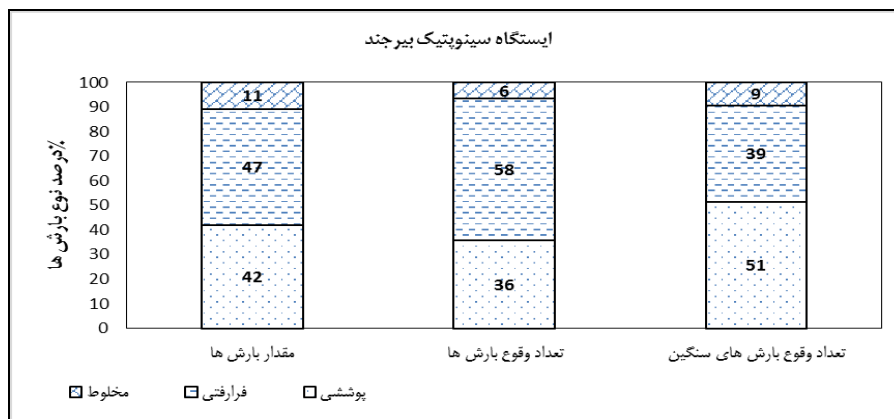
#### ۴. بحث و نتایج

درصد مقدار، تعداد وقوع بارش‌ها و تعداد وقوع بارش‌های سنگین بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر پس از تفکیک بارش‌های فرا رفتی و پوششی برای هر ایستگاه در شکل‌های ۱ تا ۶ نشان داده شده است. پس از بررسی آماری و آنالیز داده‌ها مشخص گردید که به‌طور مثال از کل مقدار بارش‌ها در ایستگاه بیرجند ۴۲ درصد بارش‌ها از نوع پوششی و ۴۷ درصد آن از نوع فرا رفتی و تعداد وقوع بارش‌های پوششی ۳۶ درصد و کمتر از بارش‌های فرا رفتی است. این در حالی است که نتایج نشان می‌دهد که بارش‌های بیشتر از ۵ میلی‌متر به وقوع پیوسته ناشی از وقوع بارش‌های پوششی است. در ایستگاه بشرویه، فردوس، نهبندان و طبس به ترتیب ۷۳، ۷۷، ۵۹ و ۶۹ درصد بارش‌ها از نوع پوششی می‌باشد و بارش‌های فرا رفتی کمتری در این دو ایستگاه رخ می‌دهد. درصد مقدار بارش‌های پوششی و فرا رفتی در ایستگاه قاین تقریباً مشابه یکدیگر است. در ایستگاه‌های نهبندان، قاین و بیرجند تعداد وقوع بارش‌های فرا رفتی بیشتر از پوششی است به ترتیب ۴۹، ۵۹ و ۵۸ درصد. بر طبق نتایج جدول ۲ داده‌های کل دوره آماری مشترک بارش‌های پوششی ۴۵/۵ درصد، بارش‌های فرا رفتی ۴۴/۹ و بارش‌های مخلوط ۹/۴ درصد از کل حجم بارش‌ها را نشان می‌دهند. درصد بارش‌های پوششی، فرا رفتی و مخلوط دو فصل پاییز و زمستان مشابه یکدیگر و درصد بارش‌های پوششی، فرا رفتی و مخلوط فصل تابستان تفاوت زیادی با دیگر فصول دارد.

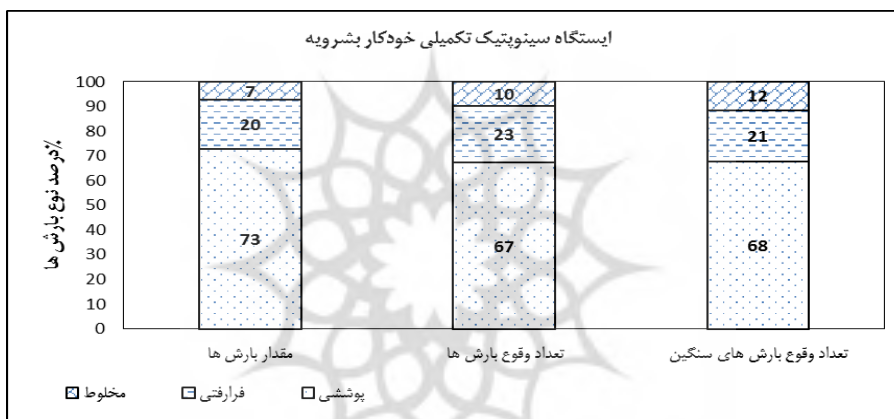
جدول ۲ درصد متوسط بارش‌های فرا رفتی، پوششی و مخلوط در فصول مختلف سال و

کل دوره آماری مشترک شش ایستگاه هواشناسی

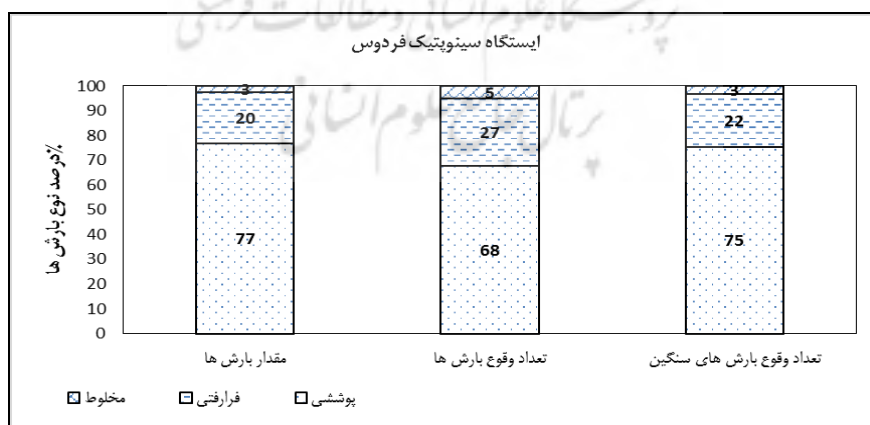
کل دوره آماری مشترک	زمستان	پاییز	تابستان	بهار	
۴۵/۵	۶۴/۵	۶۳/۳	۱۸/۶	۳۵/۷	پوششی
۴۴/۹	۳۰/۱	۳۰/۱	۶۴/۵	۵۵/۱	فرا رفتی
۹/۴	۵/۴	۶/۵	۱۶/۸	۸/۹	مخلوط



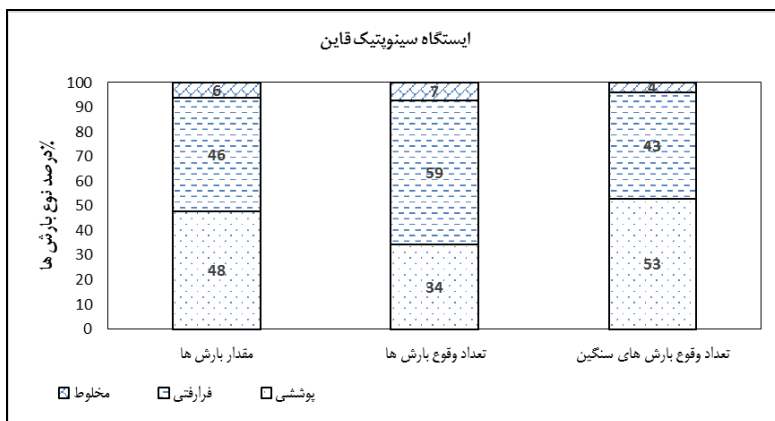
شکل ۲ درصد مقدار، تعداد وقوع بارش‌ها و تعداد وقوع بارش‌های سنگین بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر به تفکیک بارش‌های پوششی، فرارفتی و مخلوط برای دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۵۶ ایستگاه بیرجند



شکل ۳ درصد مقدار، تعداد وقوع بارش‌ها و تعداد وقوع بارش‌های سنگین بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر به تفکیک بارش‌های پوششی، فرارفتی و مخلوط برای دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۸۸ ایستگاه بشرویه



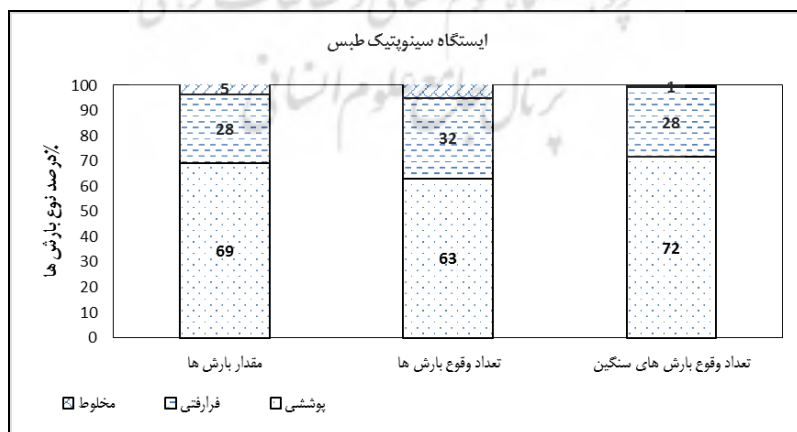
شکل ۴ درصد مقدار، تعداد وقوع بارش‌ها و تعداد وقوع بارش‌های سنگین بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر به تفکیک بارش‌های پوششی، فرارفتی و مخلوط برای دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۸۵ ایستگاه فردوس



شکل ۵ درصد مقدار ، تعداد وقوع بارش ها و تعداد وقوع بارش های سنگین بزرگ تر از ۵ میلی متر به تفکیک بارش های پوششی، فرارفتی و مخلوط برای دوره آماری ۱۹۸۷-۲۰۱۴ ایستگاه قاین



شکل ۶ درصد مقدار ، تعداد وقوع بارش ها و تعداد وقوع بارش های سنگین بزرگ تر از ۵ میلی متر به تفکیک بارش های پوششی، فرارفتی و مخلوط برای دوره آماری ۱۹۸۶-۲۰۱۴ ایستگاه نهبندان

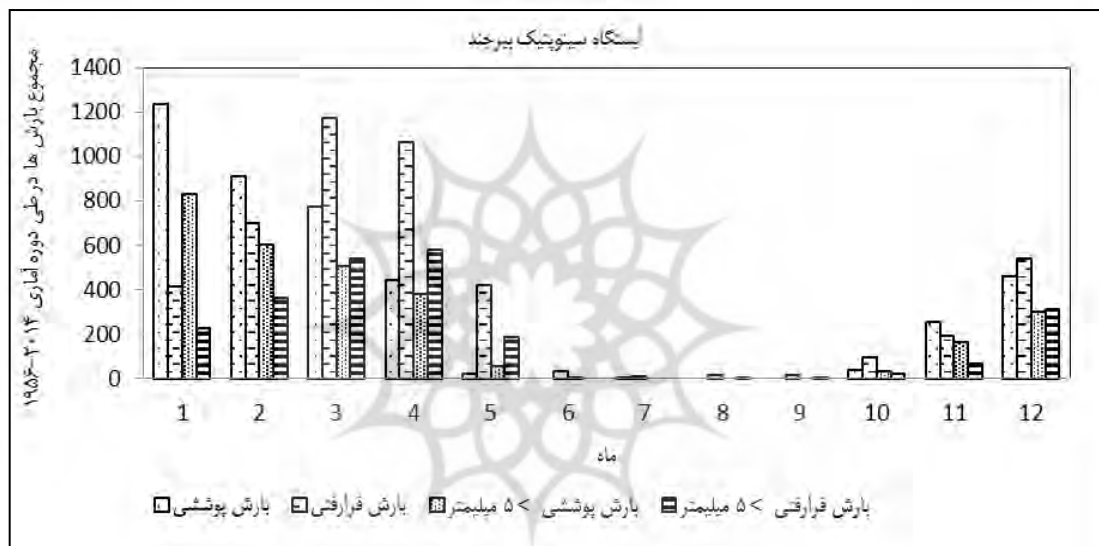


شکل ۷ درصد مقدار ، تعداد وقوع بارش ها و تعداد وقوع بارش های سنگین بزرگ تر از ۵ میلی متر به تفکیک بارش های پوششی، فرارفتی و مخلوط برای دوره آماری ۱۹۶۱-۲۰۱۴ ایستگاه طبس

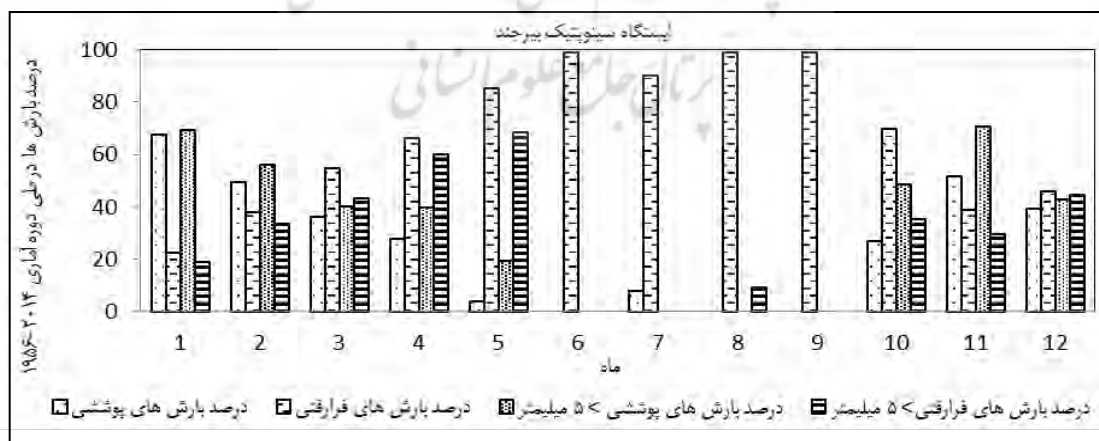


### a. ویژگی‌های بارش‌های فرا رفتی و پوششی

شکل ۷ و ۸ مجموع و درصد بارش‌های پوششی، فرا رفتی و مخلوط ایستگاه بیرجند را به‌طور نمونه در ماه‌های مختلف سال نشان می‌دهند. با بررسی دیگر ایستگاه‌ها مشخص شد که بارش‌ها دارای دوره سالانه منظمی می‌باشند که بیشینه بارش آن‌ها مابین ماه‌های نوامبر تا آوریل در تمامی فصول است. این دوره سالانه نشان می‌دهد که بیشینه بارش‌های فرا رفتی در بیرجند در ماه‌های می تا اکتبر، در بشرویه در ماه‌های می تا جولای، در فردوس در ماه‌های می و ژوئن، در قاین در ماه‌های مارس تا نوامبر، در نهبندان در ماه‌های آوریل تا نوامبر و در طبس در ماه‌های می تا سپتامبر رخ می‌دهد. ایستگاه‌های بیرجند، قاین و نهبندان که ارتفاع از سطح دریای بالاتری نسبت به سه ایستگاه دیگر دارند بیشتر بارش‌های تابستانه آن‌ها از نوع فرا رفتی است.



شکل ۸ مجموع بارش‌های پوششی، فرا رفتی و مخلوط ایستگاه بیرجند برای دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۱۴



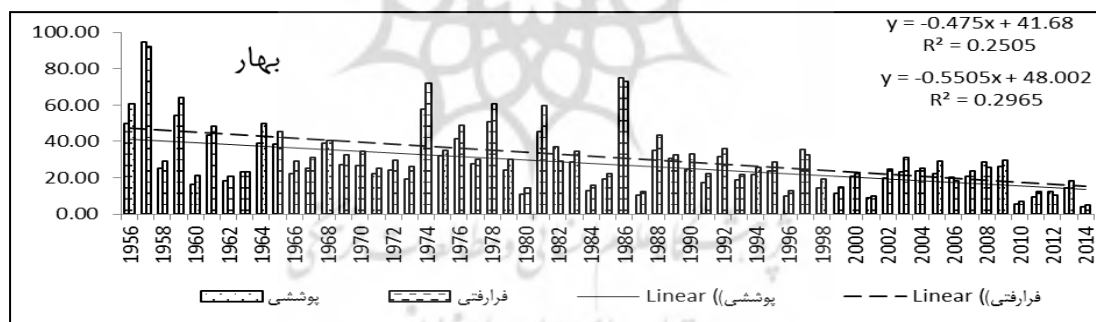
شکل ۹ درصد بارش‌های پوششی، فرا رفتی و مخلوط ایستگاه بیرجند برای دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۱۴

## b. آنالیز روند

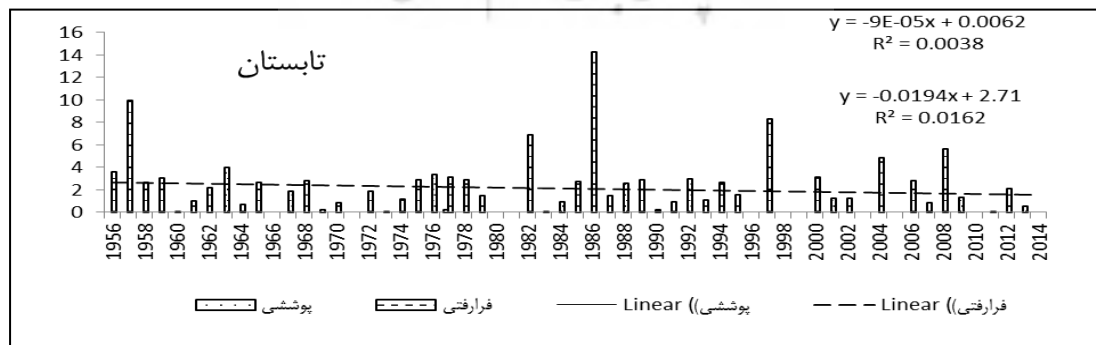
## - ویژگی‌های بارش و تخمین روندها

روند مقدار بارش‌های پوششی و فرارفتی فصلی کلیه ایستگاه‌های هواشناسی استان خراسان جنوبی مورد آنالیز و بررسی قرار گرفته است که برای نمونه اشکال بارش‌های ایستگاه‌های بیرجند و قاین آورده شده است. به علت اینکه بارش‌ها دارای تغییرات مکانی زیادی است و استان خراسان جنوبی از پراکندگی مکانی بارش زیادی برخوردار نیست سری‌های زمانی به دست آمده از متوسط بارش‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. روند بارش‌های فصلی در محیط نرم‌افزار اکسل محاسبه شد.

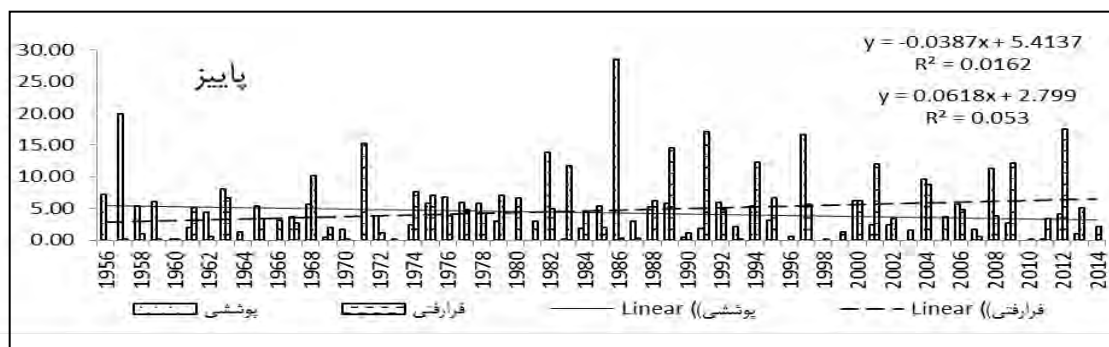
در طول دوره آماری بارش‌های پوششی ایستگاه بیرجند در تمامی فصول و بارش‌های فرارفتی در فصول بهار و تابستان در حال کاهش است. در ایستگاه بشرویه بارش‌های پوششی در تمامی فصول به جز فصل تابستان در حال کاهش و بارش‌های فرارفتی در فصول بهار، پاییز و زمستان در حال افزایش است. در ایستگاه فردوس بارش‌های پوششی همه فصول در حال کاهش و بارش‌های فرارفتی به جز فصل تابستان در دیگر فصول در حال افزایش است. در ایستگاه قاین فقط بارش‌های پوششی در پاییز و زمستان روند افزایشی دارند و بارش‌های فرارفتی در کلیه فصول در حال کاهش است. در ایستگاه نهبندان هم بارش‌های پوششی و هم بارش‌های فرارفتی در تمامی فصول در حال کاهش است و بارش‌های پوششی بهار و زمستان ایستگاه طبس در حال کاهش و بارش‌های فرارفتی این ایستگاه در کلیه فصول در حال افزایش است.



شکل ۱۰ تغییرات بارش‌های فرارفتی و پوششی ایستگاه بیرجند طی دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۱۴ در فصل بهار

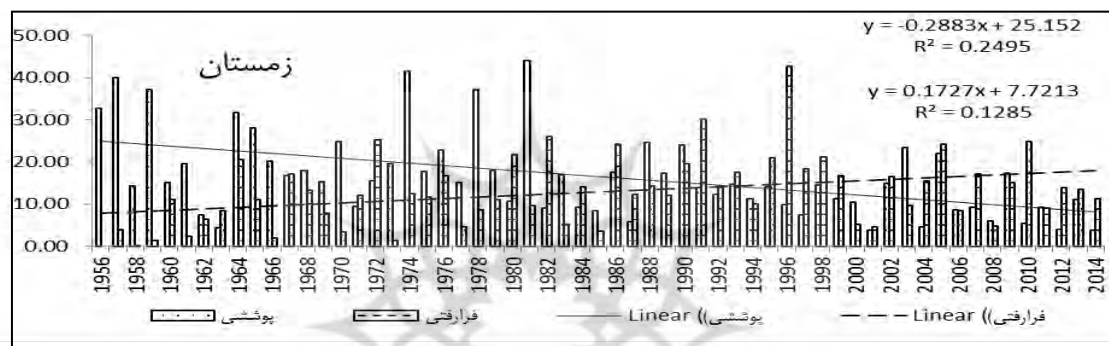


شکل ۱۱ تغییرات بارش‌های فرارفتی و پوششی ایستگاه بیرجند طی دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۱۴ در فصل تابستان



شکل ۱۲ تغییرات بارش‌های فرارفتی و پوششی ایستگاه بیرجند طی دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۱۴

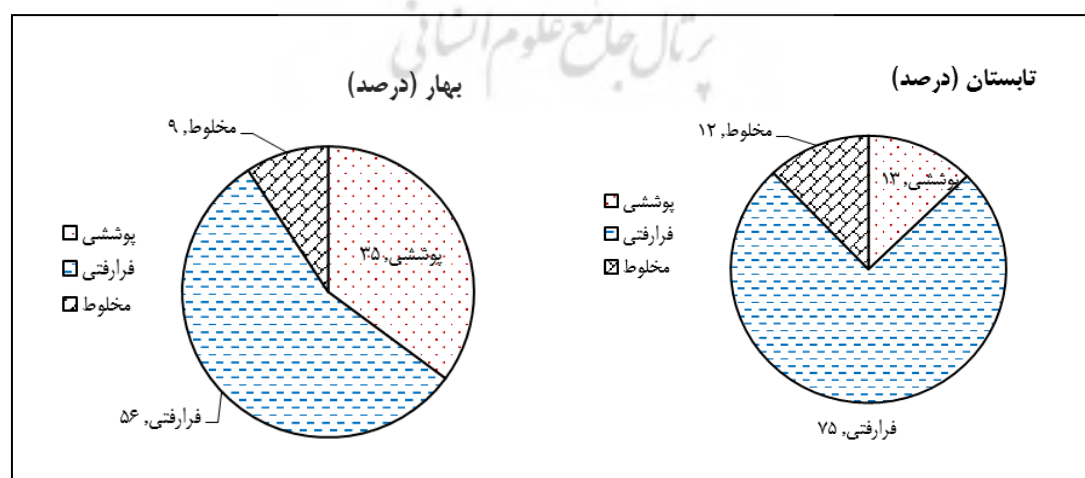
در فصل پاییز

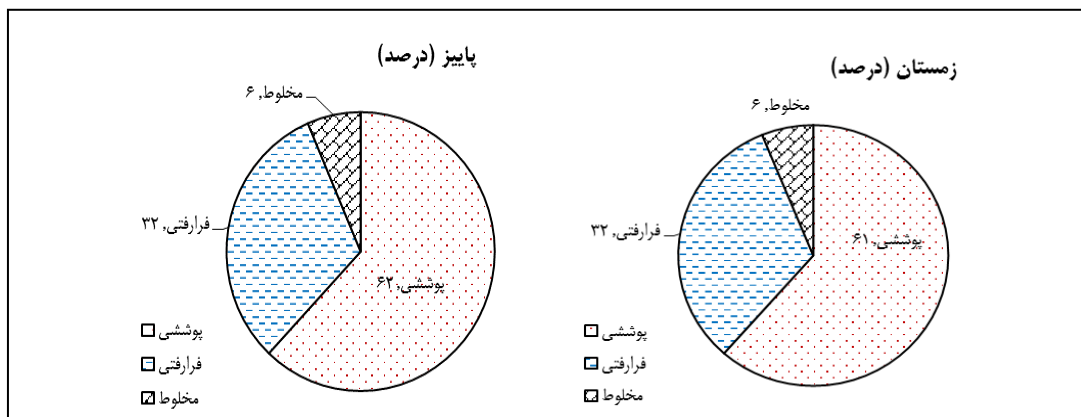


شکل ۱۳ تغییرات بارش‌های فرارفتی و پوششی ایستگاه بیرجند طی دوره آماری ۱۹۵۶-۲۰۱۴

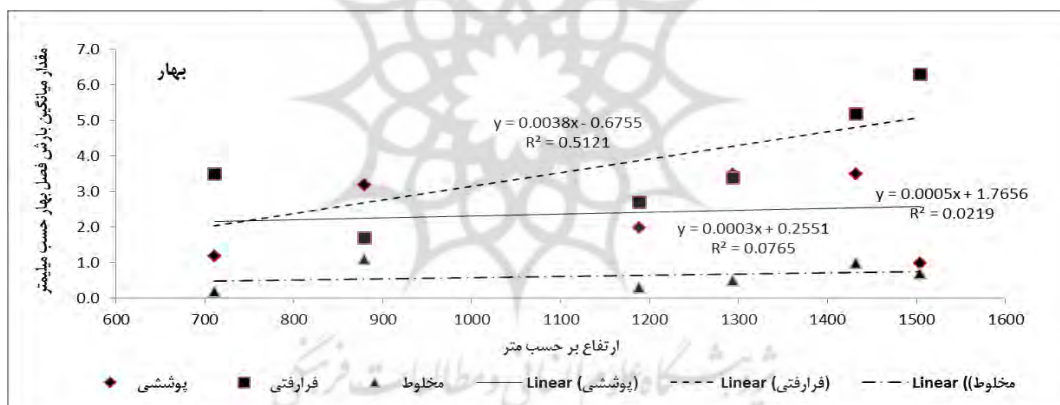
در فصل زمستان

متوسط بارش‌های بهاره و تابستانه ایستگاه‌های خراسان جنوبی اغلب از نوع فرارفتی و بارش‌های پاییزه و زمستانه استان از نوع پوششی هست. الگوی بارش‌های پاییزه و زمستانه متوسط بارش‌های ایستگاه‌های استان مشابه یکدیگر است.

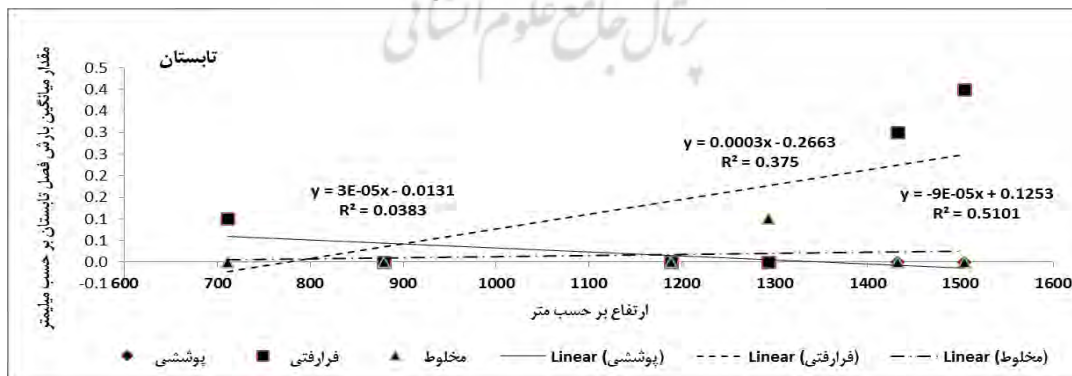




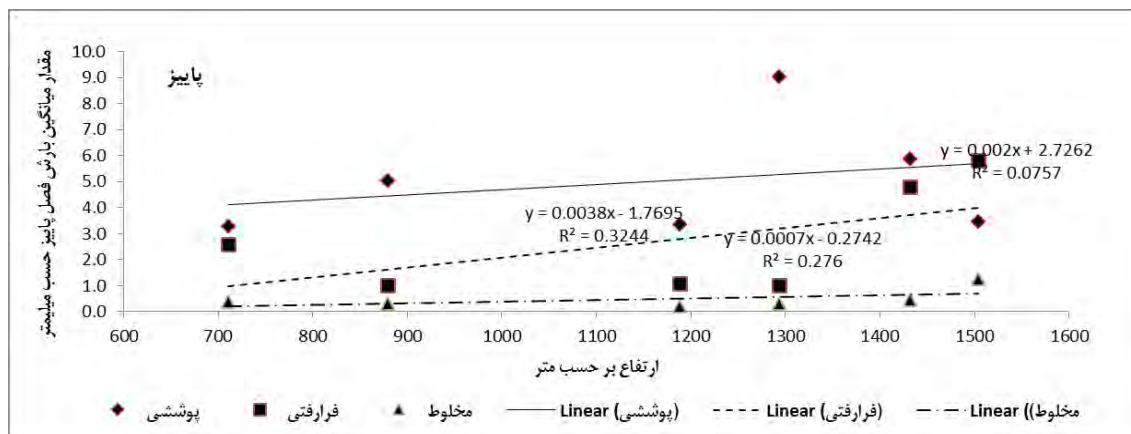
شکل ۱۴ تغییرات الگوی بارش در فصول مختلف سال برای دوره آماری ۱۹۸۸-۲۰۱۴ استان خراسان جنوبی با افزایش ارتفاع مقدار بارش‌های فرارفتی در همه فصول افزایش و مقدار بارش‌های پوششی در فصول تابستان و زمستان کاهش می‌یابد. شیب بارش‌های فرارفتی در دو فصل بهار و پاییز مشابه یکدیگر هست. به‌رحال اختلافات بزرگی در شیب وابستگی بارش‌ها با ارتفاع برای هر دو نوع بارش در همه فصول وجود دارد (اشکال ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷).



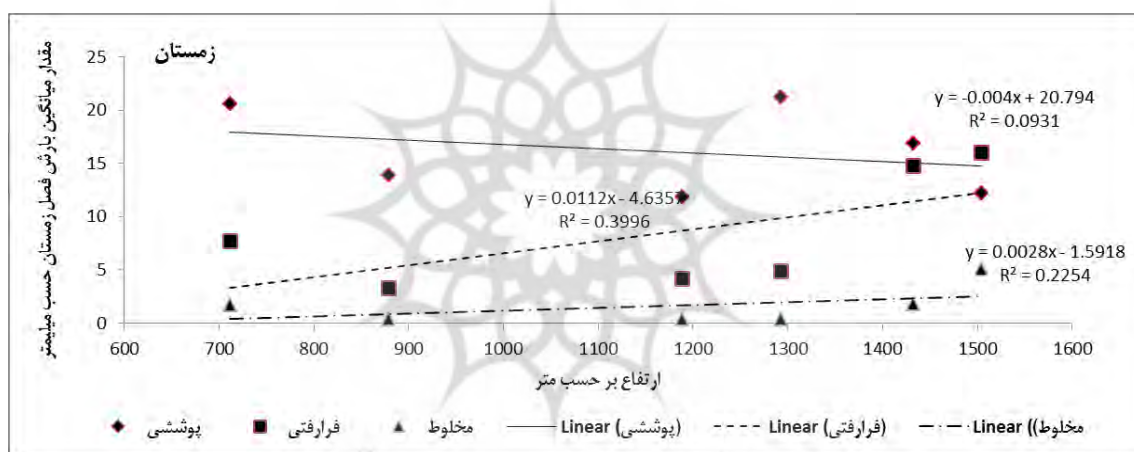
شکل ۱۵ تغییرات میانگین بارش‌های فرارفتی، پوششی و مخلوط فصل بهار با ارتفاع برای دوره آماری ۱۹۸۸-۲۰۱۴ استان خراسان جنوبی



شکل ۱۶ تغییرات میانگین بارش‌های فرارفتی، پوششی و مخلوط فصل تابستان با ارتفاع برای دوره آماری ۱۹۸۸-۲۰۱۴ استان خراسان جنوبی

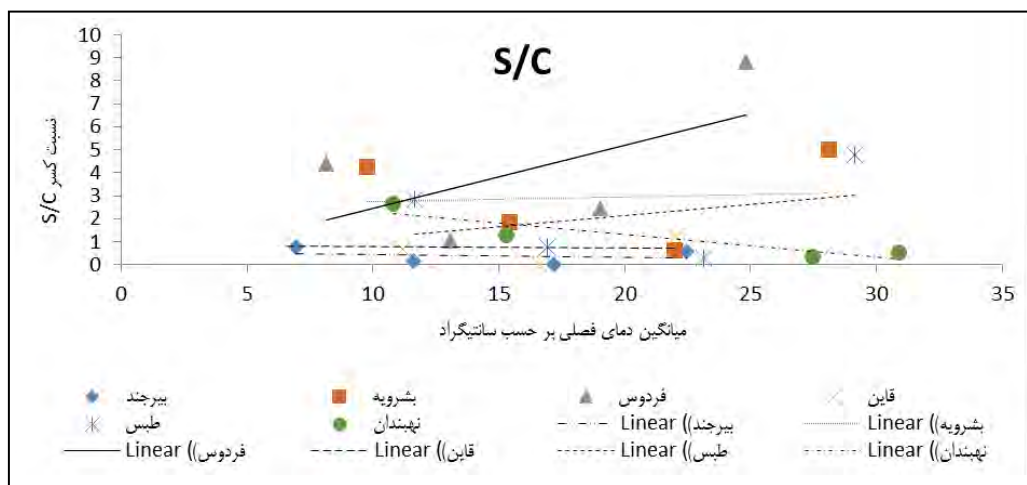


شکل ۱۷ تغییرات میانگین بارش‌های فرا رفتی، پوششی و مخلوط فصل پاییز با ارتفاع برای دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۸۸ استان خراسان جنوبی



شکل ۱۸ تغییرات میانگین بارش‌های فرا رفتی، پوششی و مخلوط فصل زمستان با ارتفاع برای دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۸۸ استان خراسان جنوبی

رابطه میانگین دماهای فصلی با کسر بارش‌های پوششی به فرارفتی در شکل ۱۸ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که نسبت بارش‌های پوششی به فرارفتی ایستگاه‌های فردوس، بشرویه و طبس با افزایش دمای فصلی افزایش می‌یابد و افزایش دمای هوا موجب تغییر در مقدار بارش‌ها می‌شود درحالی‌که این کسر برای بارش‌های نهندان کاهش می‌یابد. نسبت بارش‌های پوششی به فرارفتی ایستگاه‌های بیرجند و قاین نیز با افزایش دما تقریباً ثابت است و با افزایش دما تغییری در مقدار بارش‌ها دیده نمی‌شود.



شکل ۱۹ رابطه میانگین دماهای فصلی با کسر بارش‌های پوششی به فرا رفتی

#### ۵. نتیجه‌گیری

برخلاف مطالعات دیگر که از سرعت بارندگی که توسط ماهواره‌ها و رادارها اندازه‌گیری می‌شود، در این پژوهش از داده‌های شش ساعته مقدار بارش‌ها، وضعیت هوای حاضر و گذشته و نوع ابرهای داده‌های سینوپ گزارش‌ها هواشناسی برای تفکیک انواع بارش‌ها از یکدیگر استفاده شده است. فایده اصلی این کار این است که داده‌ها مستقیماً اندازه‌گیری شده و نیاز به تبدیل آن‌ها مانند داده‌های جمع‌آوری شده از رادارها نیست. همچنین سری زمانی طولانی مدت آن‌هم در دسترس است و امکان بررسی‌های اقلیمی بارش‌های پوششی و فرا رفتی بهتر میسر می‌شود (رولفووا، ۲۰۱۳: ۱۰۰). با این دیدگاه روش مورد استفاده در این پژوهش یک گام موفق برای تفکیک بارش‌های استان خراسان جنوبی در درازمدت محسوب می‌شود. بارش‌های پوششی در اکثر ایستگاه‌ها در حال کاهش و بارش‌های فرارفتی در حال افزایش است که این موضوع را می‌توان به تغییرات اقلیمی نسبت داد و نتایج آن مشابه نتایج رولفووا (۲۰۱۳: ۱۰۰) می‌باشد. با توجه به اینکه اغلب نقاط استان خراسان جنوبی دارای اقلیم خشک و بیابانی است و بارش‌های با شدت زیاد و مدت کم منجر به جاری شدن سیل در این استان می‌شود بارش‌های بیشتر از ۵ میلی‌متر به‌عنوان بارش‌های سنگین در نظر گرفته شد. دوره بارش‌های استان دارای یک بیشینه در ماه مارس و دارای کمینه بارش در ماه‌های تیر و مرداد است که این دوره کاملاً مشابه دوره بارش‌های فرارفتی است. در حالی که دوره بارش‌های پوششی در ماه ژانویه دارای بیشینه است. در تمامی ایستگاه‌ها مقدار بارش‌های پوششی به‌جز در فصل تابستان بارش غالب محسوب می‌شوند و در تابستان کلیه بارش‌های سنگین بارش‌های فرارفتی هستند که مشابه تحقیقات هان و همکارانش (۲۰۱۶: ۱۳۹) در چین می‌باشد. همان‌طور که رولفووا (۲۰۱۳: ۱۰۰) در

تحقیقاتش افزایش روند بارش‌های فرارفتی در سه فصل بهار، تابستان و پاییز در کلیه ایستگاه‌های مجارستان را نشان داده بود، نتایج نشان می‌دهد که به‌طور متوسط برای کل استان خراسان جنوبی میانگین بارش‌های فرا رفتی با ارتفاع برای دوره آماری ۲۰۱۴-۱۹۸۸ در حال افزایش است. در ایستگاه‌های بیرجند، قاین و نهبندان که دارای ارتفاع بالاتری از سطح دریادارند و در مجاور کوه‌های بلند هستند مقدار بارش‌های فرا رفتی در تابستان بیشتر به چشم می‌خورد. نتایج بررسی سری‌های زمانی بارش‌های فرارفتی و پوششی کاربردهای بی‌شماری دارد. به‌طوری‌که علاوه بر تجزیه و تحلیل مقادیر حدی و روندها، جداسازی داده‌های بارش می‌تواند برای ارزیابی مدل‌های اقلیمی که بارش‌های فرارفتی و پوششی را در مقیاس بزرگ به‌طور جداگانه شبیه‌سازی می‌کنند نیز بکار رود (هو، ۲۰۱۱: ۱۵۹۵).

#### کتابنامه

مجموعه دستورالعمل کدها و روش‌های دیده‌بانی سطح زمین؛ ۱۳۸۹. سازمان هواشناسی ایران.

- Churchill, D., & Houze, R.A. (1984). Development and structure of winter monsoon cloud cluster on 10 December 1978. *Atmos Bulletin*, 41, 933° 960.
- Han, X., Xue, H., Zhao, C., & Lu, D. (2016). The roles of convective and stratiform precipitation in the observed precipitation trends in Northwest China during 1961° 2000. *Atmospheric Bulletin*, 169, 139-146.
- Houze, R.A. (199 ). Cloud dynamics. *International Geophysics Series Bulletin*, 53, 53-573.
- Houze, R.A. (1997). Stratiform precipitation in regions of convection: A meteorological paradox? *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 2179-2196.
- Hu, L., Li, Y.D., & Song, Y. (2011). Seasonal variability in tropical and subtropical convective and stratiform precipitation of the East Asian monsoon. *Science China-Earth Sciences*, 54, 1595° 1603.
- Lam, H.Y., Luini, L., Din, J., Capsoni, C., & Panagopoulos, A.D. (2010, December). *Stratiform and convective rain discrimination for equatorial region*. Paper presented at the Conference on Research and Development- Engineering: Innovation and Beyond. Kuala Lumpur, Malaysia, Malaysia.
- Lang, S., Tao, W.K., Simpson, J., & Ferrier, B. (2003). Modeling of convective stratiform precipitation processes: Sensitivity to partitioning methods. *Meteor Bulletin*, 42, 505-527.
- Li, X., Zhai, G., Gao, S., & Shen, X. (2014). A new convective° stratiform rainfall separation scheme. *Atmospheric Science Letters*, 15(4), 245-251.
- Lin, J., Mapes, B., Zhang, M., & Newman, M. (2004). Stratiform precipitation, vertical rating profiles, and the Madden° Julian oscillation. *Atmospheric Science*, 61, 269° 309.
- Mapes, B.E., & Houze, R.A. (1995). Diabatic divergence profiles in western. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 52, 1807° 1828.

- Rondanelli, R., & Lindzen, R. S. (2008). Observed variations in convective precipitation fraction and stratiform area with sea surface temperature. *Journal of Geophysical Research*, 113, 1-17.
- Rulfová, Z., & Kyselý, J. (2013). Disaggregating convective and stratiform precipitation from station weather data. *Atmospheric Research*, 134, 100-115.
- Simpson, J., Adler, R. A., North, G. R. (1988). A proposed tropical rainfall measuring mission (TRMM) satellite. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 69, 278-295.
- Sokol, Z., & Bližňák, V. (2009). Areal distribution and precipitation° altitude relationship of heavy short-term precipitation in the Czech Republic in the warm part of the year. *Atmospheric Research*, 94, 652-662.
- Steiner, M.R., Houze, R.A., & Yuter, S.E. (1995). Climatological characterization of threedimensional storm structure from operational radar and rain gauge data. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 34, 1978-2007.
- Steiner, M., & Smith, J.A. (1998). Convective versus stratiform rainfall: A micrometeorological and kinematic conceptual model. *Atmospheric Research*, 34, 1978-2007.
- Tanvir, I., Prashant, K., Srivastava, Q., Dai, M., Gupta, W., & Zurina, W. (2015). Stratiform/convective rain delineation for TRMM microwave imager. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 133, 25-35.
- Thuraia, M., Gatlin, P.N., & Bringia, V.N. (2016). Separating stratiform and convective rain types based on the drop size distribution characteristics using 2D video disdrometer data. *Atmospheric Research*, 169, 416-423.
- Trenberth, K.E., Dai, A., Rasmussen, R.M., & Pearson, D. (2003). The changing character of precipitation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 84, 1205-1217.