

## تحلیل آماری - همید بارش‌های سنگین دو حوضه آبریز کرخه و دز

زیبا حسونند<sup>۱</sup>، داریوش یاراحمدی<sup>۲\*</sup>، حسن لشکری<sup>۳</sup>، حمید میرهاشمی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری، آب و هواشناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- دانشیار، آب و هواشناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- دانشیار، آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۴- استادیار، آب و هواشناسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

### چکیده

بارش‌های سنگین به عنوان عامل مخاطره‌انگیز در بروز حوادث طبیعی نظیر سیل هستند. بنابراین شناسایی و پیش‌بینی وقوع آنها از جمله اقداماتی است که می‌تواند خسارت‌های ناشی از آن را کاهش داد. این مطالعه با هدف تحلیل و تبیین بارش‌های سنگین با استفاده از روش‌های آماری - همید انجام گرفت. بدین منظور از داده‌های بارش ۱۴ ایستگاه سینوپتیکی و باران‌سنجی دو حوضه کرخه و دز در بازه زمانی ۶۰ ساله (۲۰۱۹ - ۱۹۵۹) استفاده شد. در این رابطه ابتدا با استفاده از تابع توزیع احتمالات حد نهایی تیپ یک (گامبل) آستانه بارش سنگین تعیین شد. نتایج بدست آمده از آستانه‌های بارش سنگین مشخص کردند که به‌طور متوسط بارش بیش از ۴۰/۷ میلی‌متر در حوضه کرخه و متوسط بارش بیش از ۴۷ میلی‌متر در حوضه دز به عنوان بارش سنگین محسوب می‌شوند. تعداد روزهای بارش سنگین حوضه کرخه متوسط ۱۱۸ روز و حوضه دز ۸۱ روز است. آستانه سیلاب‌خیزی حوضه کرخه کمتر از حوضه دز است. بنابراین بارش‌های کرخه ناگهانی‌تر و نامنظم‌تر رخ می‌دهد در حالی بارش‌های حوضه دز از سری‌های زمانی به‌هنگارتری برخوردار است. در نتیجه حوضه کرخه از نظر افزایش بارش‌های سنگین منجر به سیلاب آسیب‌پذیرتر از حوضه دز است. نتایج حاصل از تحلیل همید نشان داد در تمام الگوها همیدی سامانه‌های سودانی و سامانه ادغامی سودانی - مدیترانه نقش مؤثری در ایجاد بارش سنگین همزمان در هر دو حوضه کرخه و دز داشته‌اند. همچنین عمیق شدن ناوه مدیترانه در ترازهای میانی جو سبب فعال شدن سامانه کم‌فشار مرطوب بر روی سودان و دریای سرخ می‌شود. سامانه سودانی به واسطه حرکت به سمت شمال و شمال شرقی ناوه مدیترانه بر روی منطقه مورد مطالعه سبب ایجاد بارش سنگین می‌شود. منبع اصلی تأمین رطوبت این بارش از دریای عرب، دریای عمان، دریای سرخ و مدیترانه است.

**کلید واژه‌ها:** آماری، بارش سنگین، دز، کرخه، همید.

## مقدمه

بارش پدیده‌ای حاصل از اندر کنش‌های پیچیده جوی است. در میان رویدادهای اقلیمی، با توجه به نقش حیاتی آن اهمیت ویژه‌ای دارد و نسبت به پدیده‌های اقلیمی دیگر از پیچیدگی رفتاری چشمگیرتری برخوردار است (راستگو و رنجبر سعادت آبادی، ۱۳۹۷). در ایران بارش یکی از متغیرهای اساسی برای ارزیابی بالقوه‌ی منابع آب است اما توزیع زمانی و مکانی آن بسیار ناموزون بوده که از یک سو به طبیعت رفتار مکانی بارش و از سوی دیگر به تنوع منشأ بارش در نقاط مختلف ایران باز می‌گردد (غیور و همکاران، ۱۳۹۱). در مقیاس جهانی، بارش سنگین به‌عنوان مهم‌ترین عامل پیدایش سیلاب‌ها به شمار می‌رود. بارش سنگین یکی از ویژگی‌های ذاتی مناطق خشک است، بنابراین از سویی کشور ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک بوده و از سویی به سبب حاکمیت شرایط خاص همیدی و محیطی، همه ساله در مناطق مختلفی از کشور وقوع بسیاری از بلایای جوی از جمله بارش‌هایی که باعث طغیان رودخانه‌ها و جاری شدن سیل‌های سهمگین می‌شوند را شاهد هستیم (حسینی و اکبری قمصری، ۱۳۹۵). گستردگی حوضه آبریز دو رودخانه کرخه و دز، تنوع توپوگرافی و شرایط اقلیمی آن باعث شده که حجم سیلاب‌های این رودخانه‌ها قابل‌توجه باشند. به همین خاطر سد کرخه و دز بر روی آنها به‌منظور کنترل سیلاب و تولید برق‌آبی و تأمین آب کشاورزی و شرب منطقه ساخته شده است. برهم‌کنش سیستم‌های مختلف جوی در حوضه آبریز این رودخانه‌ها سیلاب‌های عظیمی را به وجود می‌آورند که با مطالعه و شناخت آنها می‌توان زمینه را برای استفاده بهینه از منابع آبی فراوان آن فراهم ساخت. در خصوص تبیین الگوهای همیدی ایجاد کننده بارش‌های سنگین مطالعات زیادی در ایران و خارج صورت گرفته از جمله نصیری (۱۳۷۸) با مطالعه بارش حوضه‌های کرخه و دز به این نتیجه رسید که بارش حوضه دز تحت تأثیر کم‌فشار سودانی بوده و بارش کرخه تحت تأثیر کم‌فشارهای مدیترانه‌ای و ادغام هوای گرم حاره‌ای به درون آن است. اشجعی باشکند (۱۳۷۹) در بررسی و ارائه‌ی مدل‌های همدید، بارش‌های سنگین بیش از ۳۰ میلی‌متر شمال‌غرب ایران را استخراج کرد و به این نتیجه رسید که از میان

سامانه‌های متفاوتی که منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، سامانه‌های کم‌فشار مدیترانه‌ای به دلیل برخورداری از رطوبت زیاد، بیش از سامانه‌های دیگر بر روی بارش‌های سنگین منطقه مؤثر بوده و در مواقعی که سردچاله‌های تراز بالا در منطقه استقرار طولانی داشته باشند بارش‌های سنگین همراه با تگرگ خواهند داشت. به علاوه زمانی که سامانه کم‌فشار مدیترانه با سامانه واچرخند اروپا از روی قفقاز و شمال‌غرب ایران نفوذ کند، شدیدترین حالت جبهه‌زایی و همگرایی به وجود می‌آید و بارش سامانه چشمگیرتر خواهد بود. لشکری (۱۳۸۲) طی بررسی بارش‌های سنگین جنوب و جنوب‌غرب ایران چهار الگوی کلی را معرفی کرده است. یاراحمدی و مریانجی (۱۳۹۰) الگوهای دینامیکی و همدید بارش‌های سنگین در جنوب و جنوب‌غرب خزر و غرب ایران را بررسی کردند نتایج نشان داد که در روز بارش سنگین در جنوب غرب خزر سامانه کم‌فشار در سطح زمین گسترش یافته است. همچنین در این روز، شکل‌گیری ناوه در ترازهای میانی جو و فرارفت هوای سرد نیز مشاهده شده است. جهانبخش اصل و همکاران (۱۳۹۴) در تحلیل همدید- ترمودینامیک بارش‌های ابر سنگین شمال‌غرب ایران به این نتایج رسیدند که در تمامی الگوهای همدید کم‌فشار قطبی و پرفشار جنب حاره‌ای ضمن انحراف از موقعیت به هنجار و بلند مدت خود، زبانه‌های آن بر روی منطقه مدیترانه و خاورمیانه گسترش می‌یابد. لذا این شرایط باعث افزایش شیو مداری دما- فشار و برقراری گردش نصف النهاری و ایجاد سردچاله‌ها و سامانه مانع در منطقه مورد مطالعه شده است. در مطالعه‌ای صادقی (۱۳۹۵) به بررسی تغییرات زمانی و مکانی فرارفت دمایی و تأثیر آن بر تقویت بارش‌های سنگین ایران پرداخت. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های فرارفت دمایی تراز دریا (مربوط به ۳۶ روز بارش سنگین) نشان داد که سه الگوی فرارفت دمایی ناشی از پرفشار سبیری- کم‌فشار خلیج فارس، سامانه قطبی- مدیترانه و الگوی چند هسته‌ای با تلفیق پرفشار سبیری- کم‌فشار دریای سیاه- ایران مرکزی در تقویت رخداد بارش سنگین کشور مؤثر بوده‌اند، به طوری که فرارفت‌های دمایی مؤثر از سه مسیر شرق و شمال‌شرق، غرب و شمال‌غرب و جنوب‌غرب وارد کشور می‌شوند و به سبب شیو دمایی شدید زمینه ناپایداری‌های شدید را به هنگام وقوع بارش‌های

سنگین فراهم می‌آورد. انصاری (۱۳۹۶) واکاوی آماری و همدیدی بارش‌های سنگین و فراگیر جنوب کشور را مورد بررسی قرار داد. یافته‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان بارش‌های سنگین دریافتی متعلق به ایستگاه‌های غربی منطقه کنگان، بوشهر، فسا است. بیشترین فراوانی روزهای بارش سنگین هم در ایستگاه‌های شیراز، کرمان و فسا رخ داده است. همچنین ماه‌های ژانویه، دسامبر، فوریه و مارس به ترتیب بیش‌ترین فراوانی روزهای بارش سنگین را به خود اختصاص داده‌اند. بررسی منابع تأمین‌کننده رطوبت نیز نشان داد دریای عرب، دریای سرخ، خلیج فارس، مدیترانه به ترتیب بیش‌ترین نقش را در تغذیه رطوبتی فراگیرترین روز بارش ابرسنگین منطقه مورد مطالعه ایفا کرده‌اند. رضایی (۱۳۹۷) تحلیل آماری - سینوپتیکی بارش‌های سنگین بهاری استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار داد. از هفت الگو سه الگو به عنوان نماینده بارش سنگین و فراگیر بهاری استان کرمانشاه شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. امگای منفی در سطح ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ هکتوپاسکال، عمیق شدن ناوه مدیترانه‌ای و همسو شدن با پشته‌ی عربستان و شمال‌شرقی و شرق آفریقا و قرارگیری جلو ناوه و واگرایی آن در هر سه الگوی مورد نظر بر روی منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. روهلی و همکاران (Rohli et al, 2001) رابطه بین الگوهای گردشی و دبی حوضه‌ی دریاچه‌های بزرگ آمریکا را بررسی کردند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که تغییرات رواناب در ناحیه مذکور با میانگین ماهانه ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و فشار تراز دریا بر روی ایالت‌های میسوری و ایلی نویز به ترتیب همبستگی ضعیف و قوی دارد. ویلیام و همکاران (William et al, 2004) پس از تحلیل بارش‌های سنگین انگلستان، آن‌ها را به سه دسته جبهه‌ای، همرفتی و کوهستانی تقسیم کرد. زمان رخداد، محدوده تأثیر و ویژگی‌های هر یک از سه نوع بارش را بیان کرد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که بارش‌های جبهه‌ای زمانی رخ می‌دهند که رطوبت نسبی هوا به بیش از ۸۰ درصد برسد و یک کم‌فشار به آرامی از محدوده ۲۰۰ کیلومتری به طرف جنوب با شرق محل رویداد بارش سنگین عبور کند اتفاق افتد. بارش‌های سنگین همرفتی در ماه‌های ژوئن، جولای و آگوست و بارش سنگین در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه رخ می‌دهند. سبیرت و همکاران (Seibert et al, 2005)

الگوهای همدید بارش‌های اتریش را با استفاده از روش خوشه‌بندی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بارش‌های سنگین اتریش تحت تأثیر هفت الگو سینوپتیکی قرار دارند. لنا و همکاران (Lana et al, 2007) الگوهای جوی رویداد بارش‌های سنگین در جزایر بارلیک را بررسی کرده و این نوع بارش‌ها را در ارتباط با چرخندها دانسته‌اند. کیسلی (Kysely, 2008) روند بارش‌های سنگین جمهوری چک را با استفاده از داده‌های ۱۷۵ ایستگاه باران‌سنجی، طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۶۱ بررسی کرد. نتایج نشان داد که تغییرات زمانی بارش در بخش‌های غربی مشخص‌تر از بخش‌های شرقی چک بوده و همچنین بارش‌های سنگین روند افزایشی کاملاً مشخصی را در تمام بخش‌های غربی از خود نشان داده و بزرگی نسبی این روند حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد در ۴۵ سال اخیر است. سان و همکاران (Sun et al, 2010) با بررسی منبع رطوبت و بخارآب و وقوع بارش‌های سنگین و گسترده در شمال‌شرق چین با استفاده از داده‌های روزانه ۲۰۰ ایستگاه از سال ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۵ نشان داد در طول و قبل از این رویدادها بادهای آسیایی در شمال‌شرق چین فعال بوده‌اند و بخارآب بر تقویت این رویدادها از شرق آسیا منطقه موسمی نیمه گرمسیری، دریای چین جنوبی، جنوب-شرق و غربی منطقه گرمسیری سرچشمه می‌گیرد. بنابراین افزایش و تبادل رطوبت موسمی شمالی عامل اصلی بارش سنگین در شمال شرق چین می‌باشد. با این وجود ریزش‌های جوی همواره تحت وجود یک شرایط خاصی رخ می‌دهند. سورو و همکاران (soro et al, 2016) در بررسی بارش‌های شدید ساحل عاج در طی دوره ۱۰ ساله، نشان داد که داده‌های بارش شدید در مقیاس زیر روزانه (ساعتی) دارای روند منفی بوده است. بنابراین ایجاد بارندگی‌های شدید و تغییرات در روند آن در مقیاس زمانی و مکانی مختلف در هر گوشه از جهان دارای رفتار متفاوتی بوده و بی‌تأثیر از سایر متغیرهای اقلیمی نیست. سرجیو و همکاران (Sergio et al, 2019) در تحلیل سینوپتیکی بارش‌های سنگین ماتوگروسو برزیل نشان داد رشد عمودی ابرها به همراه تنش‌های بادی سطح بالا در منطقه سبب ایجاد بارش‌های سنگین و طوفان‌ها می‌شوند. یان ژنو همکاران (Yan Zhen et al, 2020) بارش‌های سنگین شمال چین را مورد بررسی قرار داد به این نتیجه رسید که عامل اصلی

مختصات جغرافیایی بین ۴۶ درجه و ۶ دقیقه تا ۴۹ درجه تا ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی قرار گرفت. مساحت این حوضه برابر ۵۱۶۴۳ کیلومتر مربع است که حدود ۵۵/۵ درصد آن در مناطق کوهستانی و حدود ۴۴/۵ درصد آن را دشت‌ها و کوهپایه‌ها تشکیل می‌دهد. مناطق کوهستانی این حوضه در بخش‌های شرقی و میانی متمرکز هستند و دشت‌ها که عموماً در بخش‌های شمالی و جنوبی قرار دارند حدود ۴۷ درصد از وسعت کل حوضه را می‌پوشانند. از شهرهای مهم داخل این حوضه می‌توان ملایر، نهاوند، تویسرکان، کنگاور، کامیاران، کرمانشاه، خرم‌آباد و سوسنگرد را نام برد (سالنامه آماری آب کشور، ۱۳۹۱).

حوضه آبریز دز واقع در جنوب غربی کشور از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. رودخانه دز یکی از اصلی‌ترین شاخه‌های رودخانه کارون بزرگ است که آب‌های مناطقی از استان لرستان (شهرستان‌های الیگودرز، بروجرد، خرم‌آباد)، شهرستان فریدون‌شهر اصفهان و دزفول استان خوزستان را تا محل الحاق به رودخانه کارون دربرمی‌گیرد. این رودخانه که از به هم پیوستن رودخانه‌های سزار و بختیاری در استان لرستان تشکیل می‌شود و پس از ورود به استان خوزستان به رود کارون می‌ریزد.

بارش سنگین در منطقه به دلیل حضور جت سطح فوقانی جو و توپوگرافی سطح زمین است. حوضه‌های کرخه و دز از جمله حوضه‌های سیلابی کشور به شمار می‌روند و تعداد زیادی رخ داد سیلاب در این حوضه-ها مشاهده و ثبت شده است. با توجه به خسارت‌های اقتصادی و همچنین تعدد تلفات جانی همراه با این مخاطره در مناطق این حوضه‌ها انگیزه لازم برای انجام این پژوهش ایجاد شد. بر اساس بررسی‌های اولیه مشخص گردید که دو حوضه مذکور با وجود قرار داشتن در منطقه زاگرس و به صورت مشخص تر زاگرس چین خورد، تفاوت‌هایی از نظر سیلاب خیزی نشان می‌دهند و به همین سبب لزوم بررسی این موضوع که سیلاب‌های حوضه‌های از چه الگوهایی تبعیت می‌کنند و کدام الگوها منجر به سیلاب‌های آن‌ها می‌شود از دغدغه‌های اصلی محقق برای انجام این پژوهش شد.

## داده‌ها و روش‌ها

### ویژگی منطقه مورد مطالعه

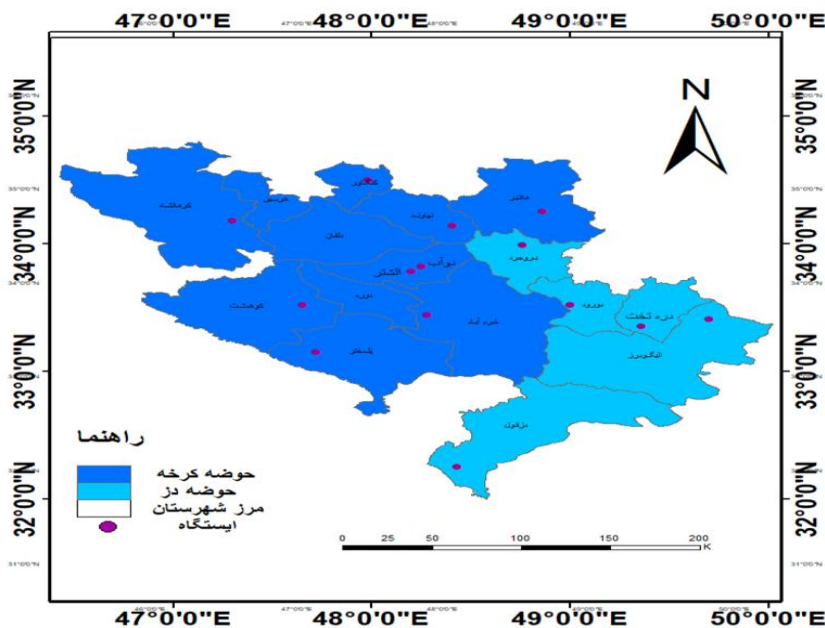
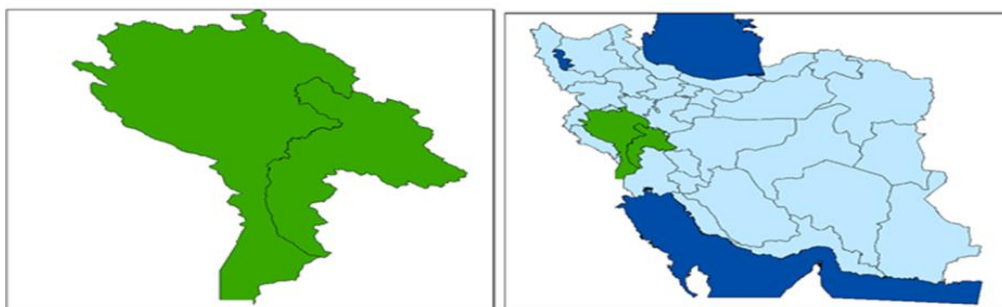
حوضه آبریز رودخانه کرخه در غرب کشور و در مناطق میانی و جنوب غربی رشته کوه‌های زاگرس قرار دارد. این حوضه از شمال به حوضه رودخانه‌های سیروان، سفیدرود و قره چای، از غرب به حوضه‌های رودخانه‌های مرزی ایران و عراق، از مشرق به حوضه رودخانه دز و از جنوب به قسمتی از مرز غربی کشور محدود می‌شود. این حوضه آبریز از نظر

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه حوضه آبریز کرخه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی برحسب درجه	عرض جغرافیایی برحسب درجه	نام حوضه	ارتفاع (متر)
الشر	۴۸/۲۵	۳۳/۸۲	کرخه	۱۵۶۷/۱
پلدختر	۷۲	۳۳/۱۵	کرخه	۷۱۳/۵
خرم‌آباد	۴۸/۲۸	۳۳/۴۴	کرخه	۱۱۴۷/۸
دو آب (الشر)	۴۸/۱۲	۳۳/۴۶	کرخه	۱۵۳۰
کرمانشاه	۴۷/۱۵	۳۴/۳۵	کرخه	۱۳۱۸/۵
کنگاور	۴۷/۹۸	۳۴/۵	کرخه	۱۴۶۸
کوهدشت	۴۷/۶۵	۳۳/۵۲	کرخه	۱۱۹۷/۸
نهاوند	۴۸/۴۱	۳۴/۱۴	کرخه	۱۶۷۷/۸
ملایر	۴۸/۸۶	۳۴/۲۵	کرخه	۱۷۷۶/۵

جدول ۲- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه حوضه آبریز دز

نام ایستگاه	طول جغرافیایی بر حسب درجه	عرض جغرافیایی بر حسب درجه	نام حوضه	ارتفاع (متر)
الیگودرز	۴۹/۷	۳۳/۴۱	دز	۲۰۲۲/۱
بروجرد	۴۸/۷۶	۳۳/۹۹	دز	۱۶۲۹
دورود	۴۹	۳۳/۵۲	دز	۱۵۲۲/۳
دره تخت	۴۹/۲۲	۳۳/۱۲	دز	۱۸۹۰
صفی‌آباد (دزفول)	۴۸/۴۳	۳۲/۲۵	دز	۸۲/۹



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه (منبع: نگارندگان)

### روش تحقیق

می‌شود که از منظر آماری نیز از پشتوانه مناسبی برخوردار است. به این ترتیب با اجتناب از یک آستانه کلی و ضمن توجه به سری زمانی بارش هر ایستگاه، آستانه بارش سنگین به صورت محلی برای هر ایستگاه محاسبه شد که این آستانه تا حد زیادی مبتنی بر خصوصیات اقلیم‌شناختی منطقه مورد مطالعه است.

برای انجام این پژوهش نخست ضرورت دارد تا آستانه بارش سنگین بر پایه خصوصیات بارشی منطقه مورد مطالعه مشخص شود. تاکنون روش‌های زیادی برای تعیین آستانه بارش سنگین ارائه شده که شاخص پایه صدک به عنوان یکی از پرکاربردترین و سودمندترین این روش‌ها محسوب

۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال، مولفه باد مداری و نصف النهاری و نم ویژه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز بارش سنگین از مرکز ملی پیش بینی محیطی آمریکا (NCEP) تهیه گردید. همچنین با استفاده از داده‌های گرفته شده از سایت مذکور نقشه‌های ترکیبی پارامترهای بالا را در محیط گرس ترسیم شد. محدوده جغرافیایی نقشه‌های مورد استفاده ۱۰ تا ۷۰ درجه عرض شمالی ۱۰ درجه طول غربی تا ۹۰ درجه طول شرقی است.

### بحث و نتایج

#### الف) تحلیل آماری

##### شاخص گامبل

ابتدا با استخراج بیشینه بارش روزانه هر سال، تابع توزیع احتمالات  $(f(x))$ ، متغیر کوچک شده  $(u)$ ، پارامتر مکان  $(a)$  و پارامتر زمان  $(b)$  تابع توزیع گامبل بارش روزانه ۱۴ ایستگاه دو حوضه کرخه و دز بررسی شد. برای اعتبار سنجی بیشینه بارش روزانه با توزیع گامبل، نمودار مقادیر بیشینه بارش روزانه در مقابل متغیر کوچک شده تابع توزیع گامبل به اجرا در آمده است. بیشینه بارش روزانه طی دوره-های برگشت دو تا صد ساله از تابع توزیع حد نهایی تیپ ۱ (گامبل) استفاده شد جدول (۳)، (۴)، (۵). بررسی‌ها نشان داد با افزایش دوره برگشت مقدار بیشینه بارش روزانه نیز افزایش یافته است. همچنین با بررسی شاخص‌های بارش سنگین و تعداد روزهای رخداد آن‌ها مشخص شد که هر دو حوضه شاخص بارش سنگین در بین ایستگاه‌ها متفاوت است و این نوسانات در واقع شدت بارش‌های اتفاق افتاده در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد شاخص بارش سنگین ایستگاه پلدختر در حوضه کرخه و شاخص بارش سنگین ایستگاه دورود در حوضه دز از کمیت بیش‌تری برخوردار است که این امر نشان دهنده شدت بالای بارش روزانه این ایستگاه در مقایسه با سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد جدول (۶) و (۷). بنابراین هر دو ایستگاه پلدختر و دورود از پتانسیل بیشتری برای رخداد بارش سنگین‌تر را در منطقه دارند.

لازم به ذکر است که برای تعریف بارش سنگین باید هم به فرکانس و هم به شدت آن توجه کرد چراکه برحسب تعریف، هیئت بین الدول تغییر اقلیم، با در نظر گیری فرکانس و شدت بارش می‌توان به طور مناسبی سختی بارش را بیان کرد. بنابراین بارش‌های سنگین با فرکانس بسیار پایین و یا بارش‌های با شدت کم، هیچ‌کدام دقیقاً نمی‌توانند بازتاب دهنده سختی بارش سنگین براساس یک‌سری زمانی بلند مدت باشند.

در این مطالعه با استفاده از روش تیپ نهایی حد ۱ (گامبل)، آستانه بارش سنگین با در نظرگیری فرکانس و شدت بارش تعریف عملیاتی شد جدول (۷) و (۸). بدین ترتیب ابتدا با استخراج بیشینه بارش روزانه هر سال، تابع توزیع احتمالات  $(f(x))$ ، متغیر کوچک شده  $(u)$ ، پارامتر مکان  $(a)$  و پارامتر زمان  $(b)$  تابع توزیع گامبل بارش روزانه ۱۴ ایستگاه دو حوضه کرخه و دز بررسی شد. برای اعتبار سنجی بیشینه بارش روزانه با توزیع گامبل، نمودار مقادیر بیشینه بارش روزانه در مقابل متغیر کوچک شده تابع توزیع گامبل به اجرا در آمده است. در معادله خطی توزیع گامبل بیشینه بارش روزانه ایستگاه‌های مورد مطالعه از پارامترهای مکان، مقیاس و متغیر کوچک شده به کار رفته شده است.

$$\text{Rain} = (a + b * u) \quad (1)$$

این معادله، مقادیر بیشینه بارش روزانه طی دوره‌های ۲، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله را بررسی می‌کند جدول (۴)، (۵) و (۶). در گام بعدی برای تعیین بارش سنگین در ایستگاه‌های دو حوضه کرخه و دز با مطالعه وضعیت منطقه دو معیار تعریف شد.

۱- حداقل ۵۰ درصد ایستگاه‌ها انتخابی در منطقه مورد مطالعه براساس آستانه توزیع گامبل درگیر بارش بوده‌اند (لشکری و همکاران، ۱۳۹۷).

۲- بارش بیش از یک روز ادامه داشته باشد.

با این معیارها ۱۵ روز همراه با بارش سنگین انتخاب شد جدول (۸) این ۱۵ روز استخراج شده را نشان می‌دهد. در نهایت با بررسی تمامی نقشه‌های تراز دریا، ۲ الگو به نمایندگی الگوهای معرفی شده برای تحلیل هم‌دید در بازه زمانی ۴ فوریه ۲۰۰۶ و ۲۵ مارس ۲۰۱۹ تعیین شد. در این تحقیق به منظور بررسی هم‌دید برای هر نمونه بارش سنگین داده‌های تراز دریا، توپوگرافی و سرعت قائم ترازهای

جدول ۳- شاخص بیشینه بارش برای دوره‌های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله

دوره بازگشت (T)	۲ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۱۵ ساله	۲۰ ساله	۲۵ ساله	۵۰ ساله	۱۰۰ ساله
فراوانی تابع تجربی F (X)	۰/۵	۰/۸	۰/۹	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۹
متغیر کوچک شده (U)	۰/۳۶	۱/۵	۲/۲۵	۲/۶۷	۲/۹۸	۳/۱	۳/۹	۴/۶

جدول ۴- شاخص بیشینه بارش روزانه برای دوره‌های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله حوضه آبریز کرخه

دوره بازگشت (T)	۲ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۱۵ ساله	۲۰ ساله	۲۵ ساله	۵۰ ساله	۱۰۰ ساله	بارش روزانه (mm)
خرم‌آباد	۴۲/۷	۵۷/۴۳	۶۷/۱۷	۷۲/۶۷	۷۶/۵۲	۷۹/۴۸	۸۸/۶۱	۹۷/۶۷	
کرمانشاه	۳۴/۰۸	۴۳/۶۷	۵۰/۰۳	۵۳/۶۲	۵۶/۱۳	۵۸/۰۶	۶۴/۰۱	۶۹/۹۳	
نهادند	۳۴/۲۷	۵۸/۷۷	۷۴/۹۹	۸۴/۱۴	۹۰/۵۵	۹۵/۴۸	۱۱۰/۶	۱۲۵/۷	
کوه‌دشت	۶۳/۴۳	۴۵/۸۳	۵۲/۰۵	۵۵/۵۶	۵۸/۰۲	۵۹/۵۹۱	۶۵/۷۵	۷۱/۵۴	
پلدختر	۵۰/۳۶	۸۱/۲۶	۱۰۱/۷۲	۱۱۳/۲۶	۱۲۱/۳۴	۱۲۷/۵۶	۱۴۶/۷۴	۱۶۵/۷۷	
دو آب	۴۴/۴۹	۵۷/۱۰	۶۵/۴۵	۷۰/۱۶	۷۳/۵۴	۷۵/۹۹	۸۳/۸۲	۹۱/۵۸	
الشتر	۴۵/۹	۶۶/۶۶	۸۰/۳۸	۸۸/۱۲	۹۳/۵۳	۹۷/۷۱	۱۱۰/۵	۱۲۳/۳	
کنگاور	۲۹/۸	۴۴/۱۸	۵۳/۷	۵۹/۰۷	۶۲/۸۳	۶۵/۷۳	۷۴/۶۵	۸۳/۵۱	
ملایر	۲۷/۵	۴۰/۲	۴۸/۶	۵۳/۴	۵۶/۷	۵۹/۳	۶۷/۲	۵۷	

جدول ۵- شاخص بیشینه بارش روزانه برای دوره‌های بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله حوضه آبریز دز

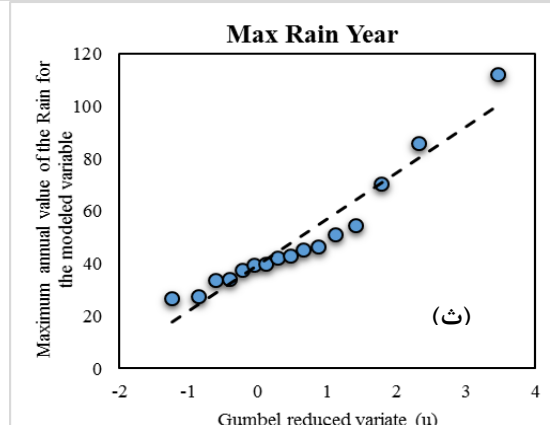
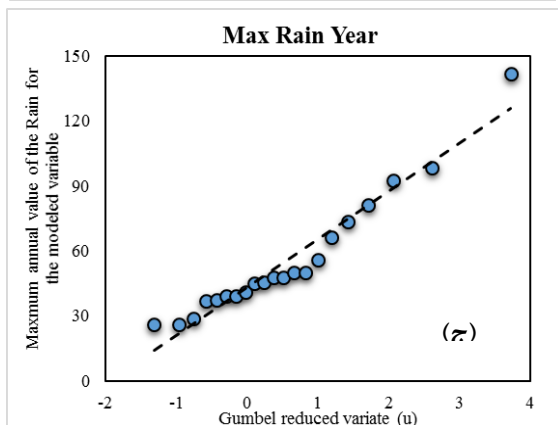
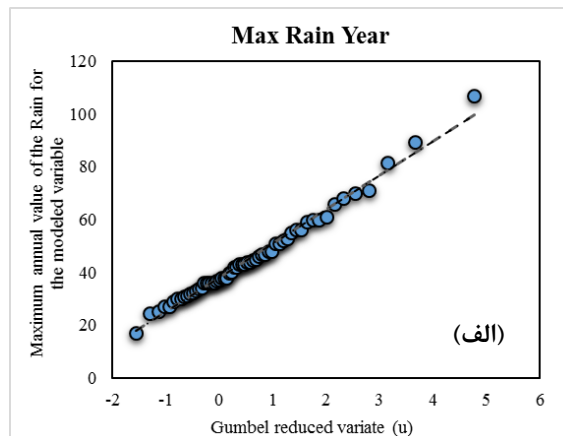
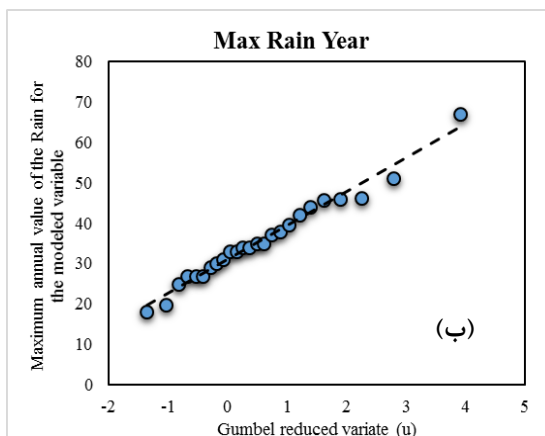
دوره بازگشت (T)	۲ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۱۵ ساله	۲۰ ساله	۲۵ ساله	۵۰ ساله	۱۰۰ ساله	بارش روزانه (mm)
بروجرد	۳۴/۳۳	۴۸/۰۱	۵۸/۰۸	۶۲/۱۹	۶۵/۷۷	۶۸/۵۲	۷۷/۰۲	۸۵/۴۵	
دورود	۶۰/۴۸	۸۰/۰۱	۹۲/۹۴	۱۰۰/۲	۱۰۵/۳	۱۰۹/۲	۱۲۱/۴	۱۳۳/۴	
دره تخت	۵۸/۳۰	۷۵/۹۰	۸۷/۵۵	۹۴/۱۳	۹۸/۷۳	۱۰۲/۲۸	۱۱۳/۲۰	۱۲۴/۰۴	
الیگودرز	۳۹/۲۹	۴۹/۹۵	۷۵/۰۲	۶۱	۶۳/۷۹	۶۵/۹۴	۷۲/۵۶	۷۹/۱۳	
دزفول	۳۵/۴	۵۰/۶۸	۶۰/۷۶	۶۶/۴۸	۷۰/۴۷	۷۳/۵۴	۸۳/۰۱	۹۲/۴۱	

جدول ۶- شاخص‌های بارش سنگین و تعداد رخداد آنها در ایستگاه‌های حوضه آبریز کرخه

ایستگاه	شاخص بارش سنگین	تعداد روزهای بارش سنگین
خرم‌آباد	۴۵	۲۵
کرمانشاه	۳۵	۱۲
نهادند	۳۸	۱۰
کوه‌دشت	۳۸	۱۱
پلدختر	۵۵	۹
دو آب (سراب صیدعلی)	۴۶	۲۵
الشتر	۴۹	۵
کنگاور	۳۲	۱۱
ملایر	۲۹	۱۰

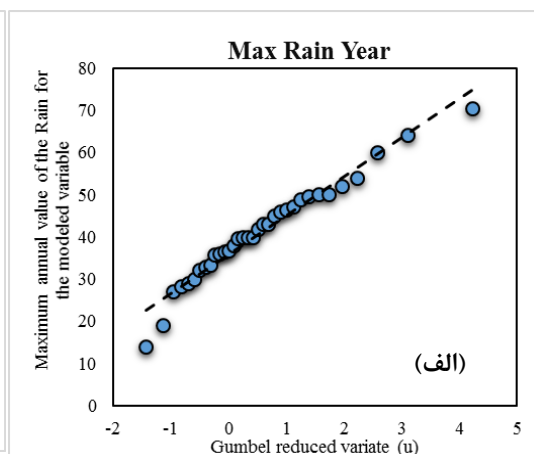
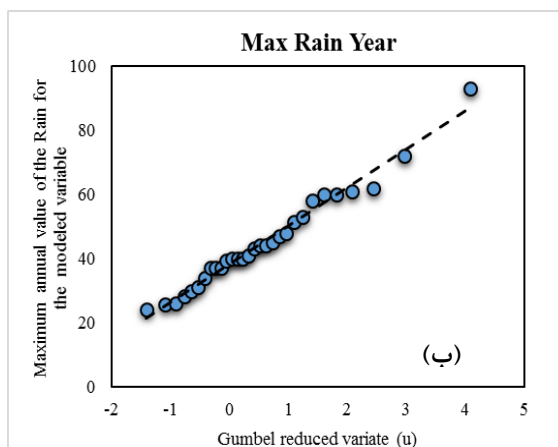
جدول ۷- شاخص‌های بارش سنگین و تعداد رخداد آن‌ها در ایستگاه‌های حوضه آبریز دز

ایستگاه	شاخص بارش سنگین	تعداد روزهای بارش سنگین
بروجرد	۳۶	۲۳
دورود	۶۳	۷
دره تخت	۶۱	۲۴
الیگودرز	۴۱	۱۶
دزفول	۳۸	۱۱

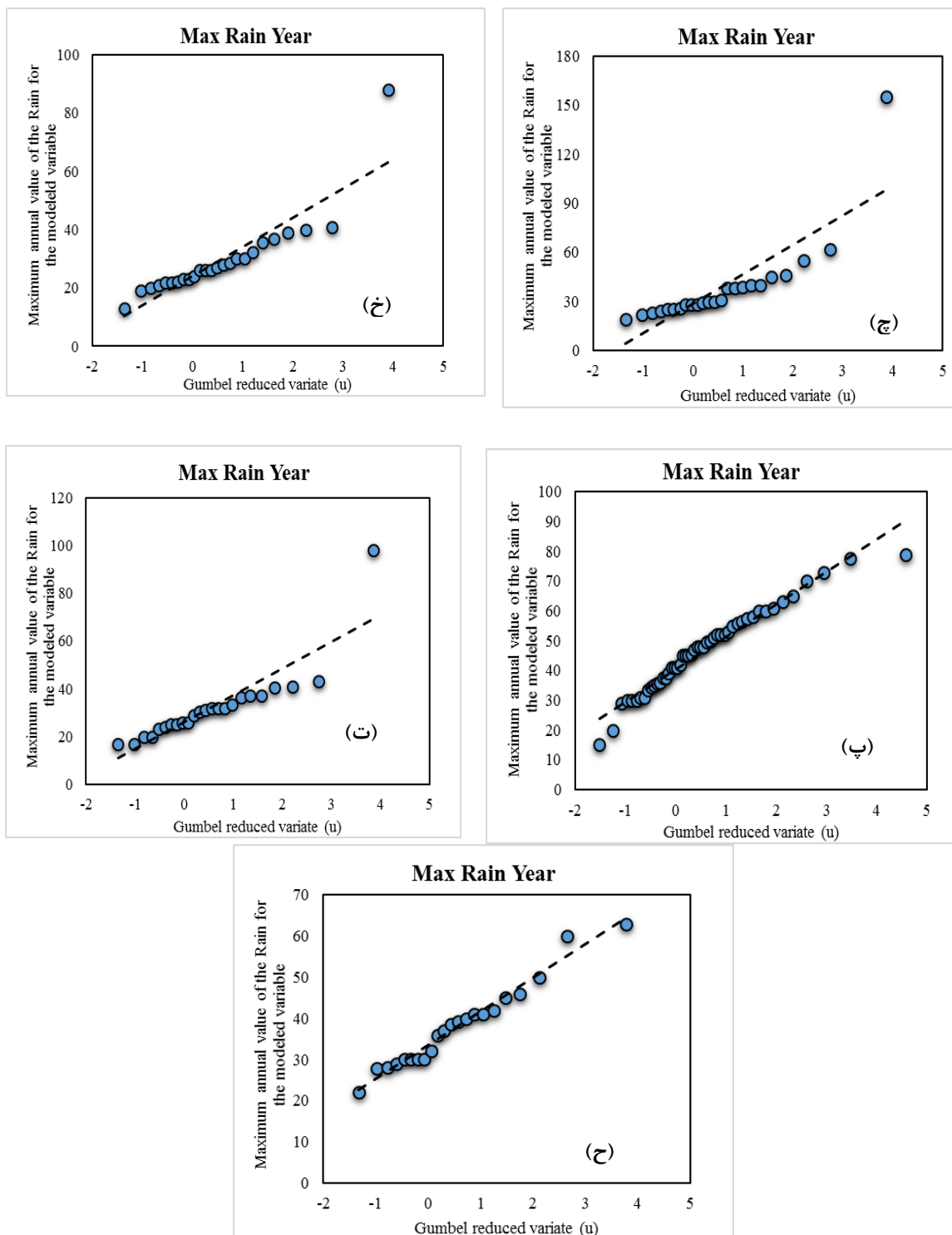


شکل ۲- الف) پراکنندگی آستانه گامبل بارش سنگین دو حوضه ب) پراکنندگی مکانی بارش ج) پراکنندگی زمانی بارش د) پراکنندگی

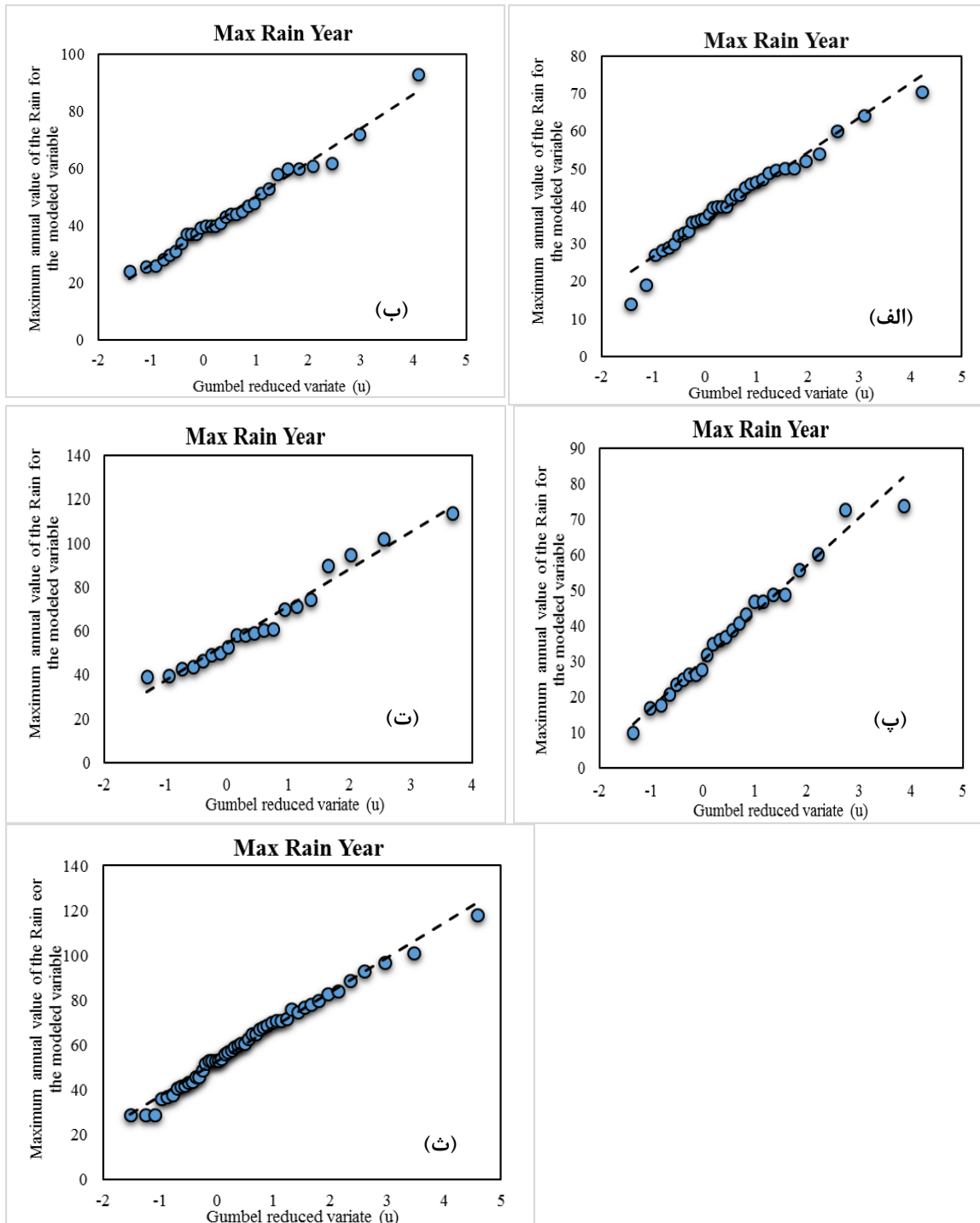
متغیر کوچک شده گامبل







شکل ۳: نمودار پراکنندگی بیشینه بارش سالانه بارش در مقابل متغیر کوچک شده توزیع گامبل ایستگاه‌ها حوضه کرخه الف) ایستگاه خرم‌آباد ب) ایستگاه کرمانشاه پ) ایستگاه دوآب ت) ایستگاه کنگاور ث) ایستگاه الشتر ج) ایستگاه پلدختر چ) ایستگاه نهاوند خ) ایستگاه ملایر ح) ایستگاه کوهدشت



شکل ۴: نمودار پراکندگی بیشینه بارش سالانه بارش در مقابل متغیر کوچک شده توزیع گامبل ایستگاه‌ها حوضه آبریز دز (الف) ایستگاه الیگودرز (ب) ایستگاه بروجرد (پ) ایستگاه دزفول (ت) ایستگاه دره تخت

شمال و جنوب، منتهی الیه شرقی منطقه مورد مطالعه دارای آستانه بارشی بیشتر نسبت به نقاط دیگر هر دو حوضه مدنظر دارد. برای سنجش صحت این محاسبات و دستیابی به نتایج دقیق‌تر از تناسب بیشینه بارش روزانه با توزیع گامبل، نمودارهای مقادیر بیشینه بارش روزانه در مقابل

شکل (۲) مقدار آستانه گامبل، زمان، مکان و متغیر کوچک شده را به صورت پهنه بندی برای هر دو حوضه نشان می‌دهد. بیش‌ترین آستانه بارشی از آن ایستگاه دورود با ۶۷ میلی‌متر بارش و کمترین آستانه بارشی متعلق به ایستگاه ملایر با ۲۹ میلی‌متر بارش است جدول (۶) و (۷). بنابراین

و دز است، با توجه به معیارهای در نظر گرفته مشخص شد دو سامانه سودانی و ادغامی (سودانی - مدیترانه‌ای) بیشترین نقش را در ایجاد بارش سنگین همزمان هر دو حوضه مورد مطالعه داشته‌اند جدول (۸). بدین ترتیب ۲ الگو به نمایندگی الگوهای معرفی شده برای تحلیل هم‌مدیدی در بازه زمانی ۴ فوریه ۲۰۰۶ و ۲۵ مارس ۲۰۱۹ تعیین شد و مورد تحلیل هم‌مدید قرار گرفت.

متغیر کوچک شده تابع توزیع گامبل ترسیم شد. با ارزیابی نمودارهای هر دو حوضه، خطی بودن نتایج این فرآیند را آشکار کرد شکل (۳) و (۴).

ب) تحلیل هم‌مدیدی نماینده الگوهای بارش سنگین منطقه مورد مطالعه

از آنجاکه هدف اصلی این تحقیق بررسی و شناسایی الگوهای بارش سنگین ایستگاه‌های منتخب دو حوضه کرخه

جدول ۸- سامانه‌های بارشی دو حوضه کرخه و دز (۱۹۵۹-۲۰۱۹)

ردیف	زمان وقوع (میلادی)	تعداد ایستگاه‌های درگیر بارش سنگین	نوع سامانه
۱	۱۹۷۷/۱۲/۱۴	۷	سودانی
۲	۱۹۹۴/۲/۱	۷	سودانی
۳	۱۹۹۴/۱۱/۱۷	۸	ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای
۴	۱۹۹۷/۳/۲۹	۷	سودانی
۵	۲۰۰۰/۳/۲۴	۷	ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای
۶	۲۰۰۰/۱۲/۱	۷	ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای
۷	۲۰۰۵/۳/۱۱	۷	ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای
۸	۲۰۰۶/۲/۴	۹	ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای
۹	۲۰۰۹/۱۱/۱۸	۷	سودانی
۱۰	۲۰۱۶/۲/۱۳	۷	سودانی
۱۱	۲۰۱۶/۴/۱۴	۸	سودانی
۱۲	۲۰۱۶/۲/۱۳	۸	سودانی
۱۳	۲۰۱۸/۱۱/۲۵	۹	ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای
۱۴	۲۰۱۹/۴/۱	۹	ادغامی سودانی - مدیترانه‌ای
۱۵	۲۰۱۹/۳/۲۵	۱۴	سودانی

دریای عرب و دریای عمان مستولی است تا رطوبت مورد نیاز سامانه را فراهم می‌کند شکل (۵-الف). در این روز بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال دو هسته امگای منفی با امتداد شمالی - جنوبی یکی در جنوب غربی ایران با سرعت ۰/۲- پاسکال بر ثانیه و دیگری در شرق دریای سرخ با سرعت ۰/۱- پاسکال بر ثانیه دیده می‌شود که این خود سبب تشدید جریانات بالاسو و ایجاد ناپایداری در این مناطق می‌شود. محور ناوه به سمت ایران کاملاً متمایل شده است و منطقه مورد مطالعه بخش اعظمی از سرزمین ایران به طور کامل در جلو ناوه قرار گرفته است. بنابراین در این

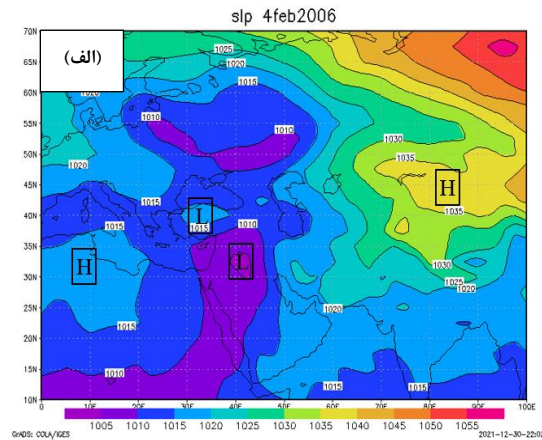
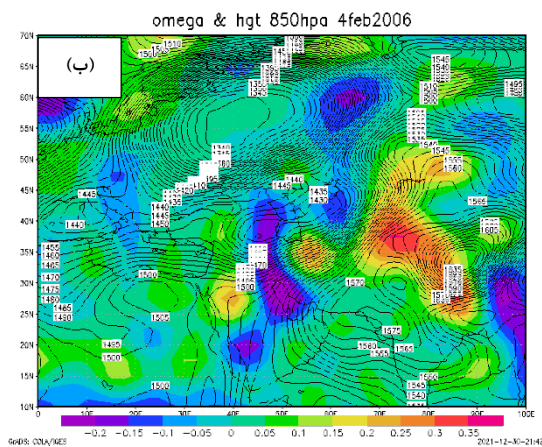
تحلیل هم‌مدیدی الگو ادغامی سودانی -

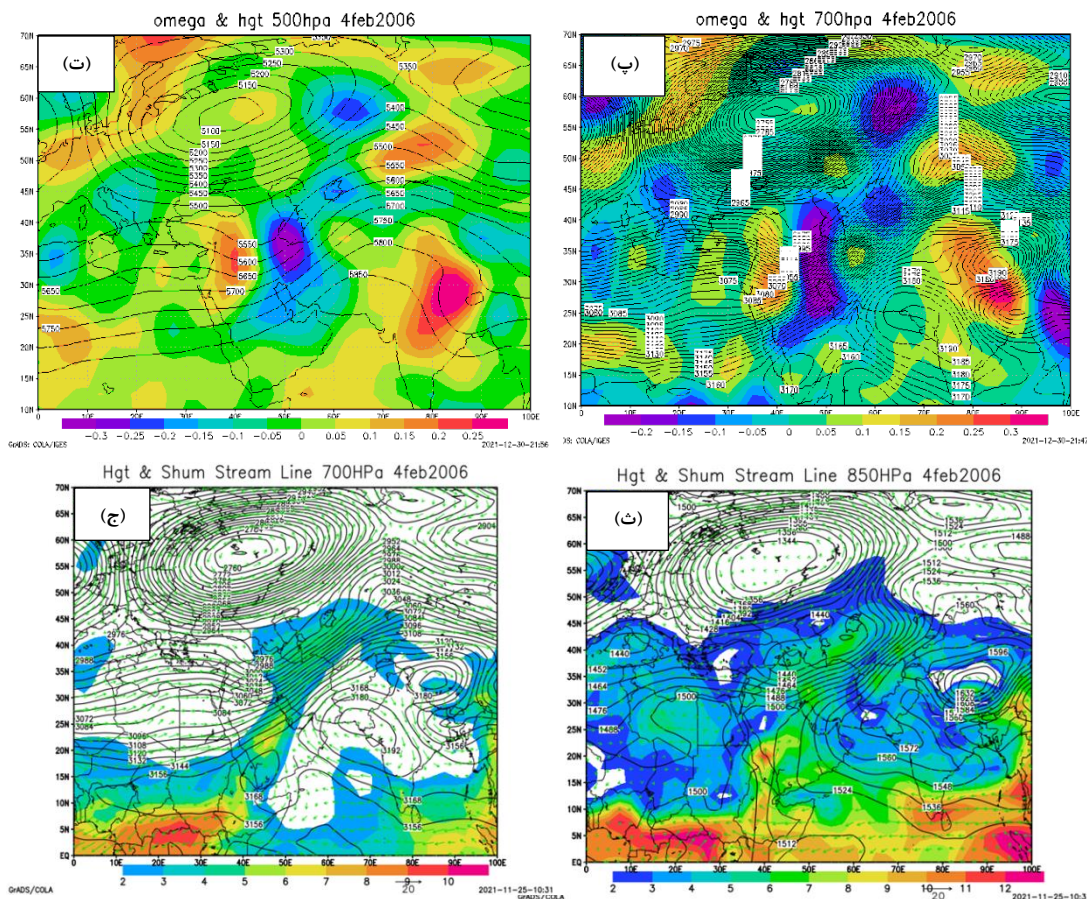
مدیترانه‌ای روز ۴ فوریه ۲۰۰۶

ویژگی‌های هم‌مدیدی در این روز وجود دو هسته چرخندی یکی بر روی شرق دریای مدیترانه با هم‌فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال و دیگری با مرکزیت ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر روی عراق در حال ادغام شدن هستند. همچنین زبانه پرفشار نفوذی از روی مغولستان کاملاً از غرب کشور عقب نشینی کرده و زمینه نفوذ چرخندهای غرب و جنوبی ایران را فراهم کرده است. ولی زبانه واچرخندی همچنان بر روی

قرار دارد با راستای جنوب غربی - شمال شرقی که زبانه‌های آن پس از عبور از روی عربستان و جنوب غرب ایران تا منطقه مورد مطالعه امتداد یافته است سبب انتقال رطوبت و گرما از عرض‌های جنوبی به منطقه مورد مطالعه می‌شود. میزان بیشینه هسته مرکزی آن برابر با ۱۱ گرم بر کیلوگرم است. همانطور که ملاحظه می‌شود هسته رطوبتی قوی با حرکت شرق سوی به سمت جنوب غرب و غرب ایران در حال حرکت است. حضور هسته رطوبتی و جهت جریانات باد به سمت عرض‌های بالاتر و به خصوص منطقه مورد مطالعه فرارفت هوای گرم و مرطوب را به سمت منطقه پژوهشی را موجب می‌شود. به این ترتیب شرایط لازم برای ایجاد بارش سنگین در این روز فراهم می‌شود شکل (۵-۵-ث). همانطور که بر روی نقشه جریان باد و نم ویژه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال این روز مشاهده می‌شود بر روی دریای عرب و عمان و به خصوص بخش جنوبی دریای عرب جهت جریان باد مداری و شرقی است و از تندی جنوبی برخوردار است. و به این ترتیب هوای گرم و مرطوب دریاهای گرم عرب و عمان به سمت غرب و بر روی اتیوپی و سودان فرارفت می‌شود این درحالی است جریان باد مداری بر روی شمال مصر غربی می‌باشد. همچنین میدان باد جنوبی به سمت شرق جابه‌جا شده و بخش غربی و جنوب غربی ایران را دربر گرفته است. در نتیجه جریانات بر روی غرب ایران کاملاً جنوبی شده به عبارتی زمینه انتقال رطوبت و گرما به سمت غرب و جنوب غرب ایران فراهم شده است شکل (۵-ج).

تراز حرکات قائم بسیار قوی در روی منطقه حاکم است. همچنین میدان امگای منفی قوی‌تر شده باعث تشدید حرکات بالاسو و در نتیجه شدت یافتن ناپایداری‌ها در منطقه شده است شکل (۵-ب). بر روی نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و اچرخند عربستان با جابه جایی شرق سو دریای عمان و پاکستان و غرب هند را دربر گرفته است. جابه جایی شرق سوی و اچرخند عربستان زمینه لازم برای عمیق شدن ناوه مدیترانه‌ای و حرکت شرق سوی این ناوه را سبب می‌شود. در این روز غرب و جنوب غرب ایران کاملاً در جلو ناوه واقع شده‌اند. وجود یک میدان با جریانات بالاسو قوی درست در جلو ناوه بر روی منطقه مورد مطالعه نشان دهنده یک ناپایداری شدید بر روی منطقه است. مقدار امگای بر روی منطقه مورد مطالعه به  $0.2$  پاسکال بر ثانیه می‌رسد که نشان دهنده واگرایی شدید در این تراز است شکل (۵-پ). بر روی نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در این روز ایران به طور کامل در جلو ناوه قرار دارد. این ناوه تا جنوب عربستان را دربر گرفته و بیانگر تشدید جریانات جنوبی بر روی منطقه در عمق قابل توجهی از جو است. درست در جلو ناوه و بر روی منطقه مورد مطالعه میدان گسترده‌ای از امگای منفی و حرکات بالاسو قوی با مرکزیت  $0.3$  پاسکال بر ثانیه است. در پشت ناوه نیز امگای مثبت با مرکزیت  $0.2$  پاسکال بر ثانیه مشاهده می‌شود. که این امر باعث افزایش شیو ارتفاعی شدید در پشت و جلو ناوه و عمیق شدن هر چه بیشتر ناوه مدیترانه‌ای و ایجاد ناپایداری‌های شدید بر روی منطقه مورد مطالعه می‌شود شکل (۵-ت). هسته نم ویژه بالایی که درون دریای سرخ





شکل ۵- نقشه‌های همدیدی الف) تراز دریا، ب)، پ) و ت) ترکیبی جریان‌ات با لاسو و ارتفاع ژئوپتانسیل متر به ترتیب در ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال (ث) و ج) ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل (m)، نم و ویژه (g/kg) و جریان (m/s) ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال سامانه بارشی روز ۴ فوریه ۲۰۰۶

برای ریزش بارش فراهم شده است شکل (۶-الف).  
 و اچرخند آזור همچنان بر روی دریای مدیترانه، شمال آفریقا استقرار دارد. هوای سرد قطبی و جنب قطبی را به پشت سامانه سودانی ریزش می‌نماید. مرکز کم ارتفاع با مرکزیت ۱۳۵۰ ژئوپتانسیل متر بر روی شمال عربستان و جنوب عراق بسته شده است. در مقابل و اچرخند عربستان با و اچرخند سیبری ادغام شده است و فرارفت هوای گرم و مرطوب شدیدی را در شرق کم ارتفاع سودانی به همراه دارد. در این روز بر روی شمال غرب، غرب و جنوب غرب ایران جلو ناوه مرکز امگا با مقدار ۰/۴- پاسکال بر ثانیه بسته شده است. حضور امگای مثبت با سرعت ۰/۲ پاسکال بر ثانیه در قسمت غرب عراق گردان شدیدی را ایجاد کرده است. با توجه به شدت جریان‌ات جنوبی در سطح زمین، نم ویژه را به عرض‌های بالا حمل و به شرق کم فشار تزریق نموده است. مقادیر بیشینه امگا بر منطقه مطالعاتی سیطره

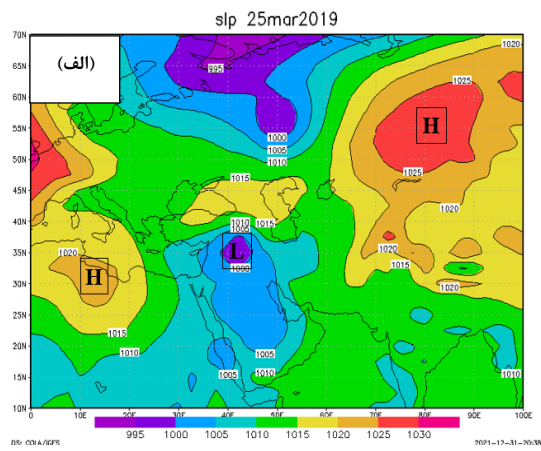
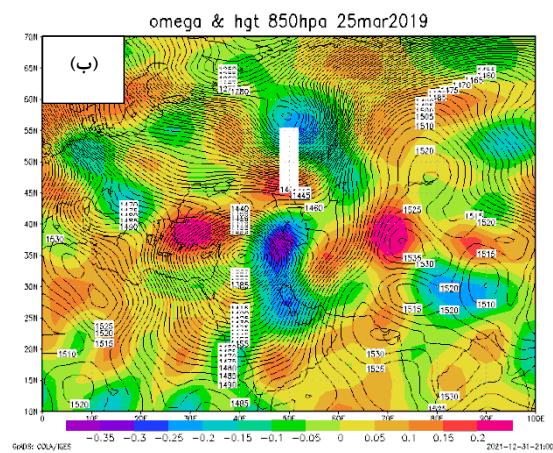
### تحلیل همدیدی الگو سودانی روز ۲۵ مارس

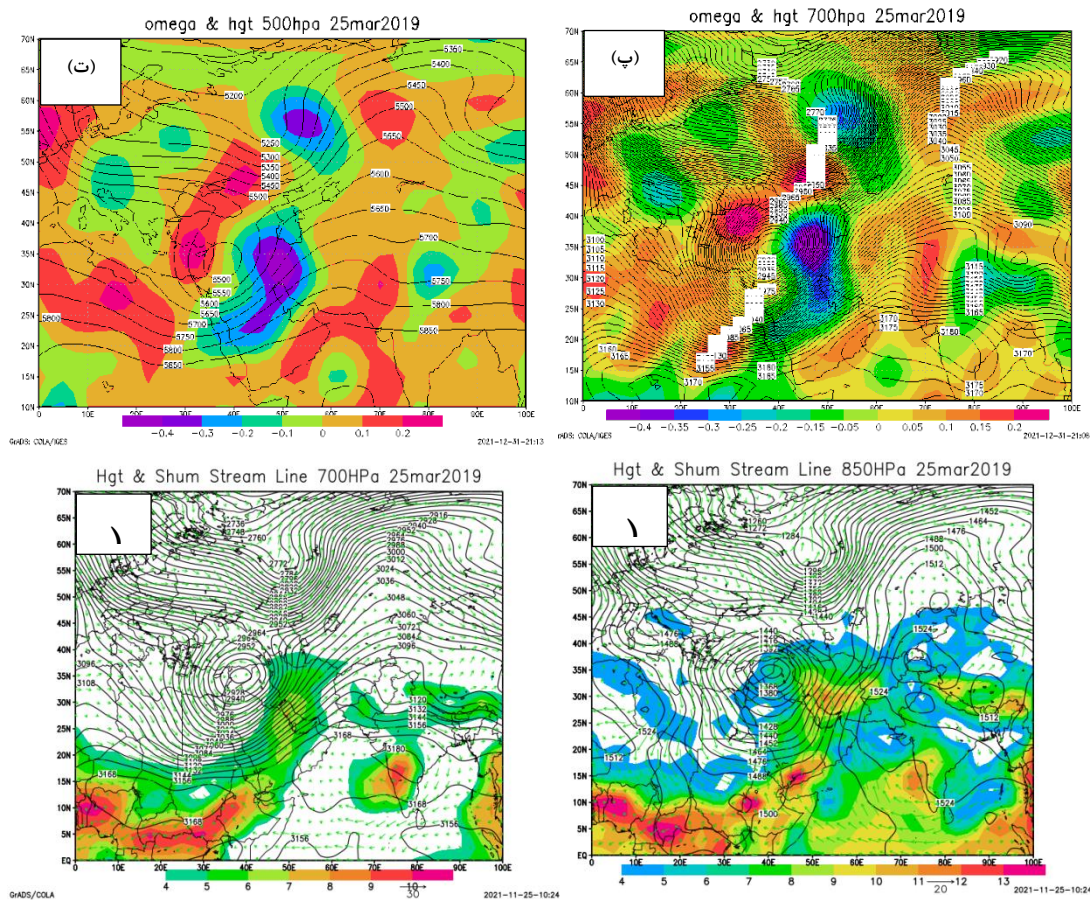
۲۰۱۹

در این روز مرکز و اچرخند با جابه‌جا شدن به سمت عرض‌های بالاتر بر روی مصر و لیبی واقع شده است. منحنی همفشار مرکزی این و اچرخند ۱۰۲۰ هکتوپاسکال است. با فرارفت هوای سرد قطبی و جنب قطبی به پشت کم فشار سودانی شرایط مناسبی برای تقویت این سامانه در این روز می‌شود. همچنین زبانه و اچرخند سیبری بر روی دریای عمان و دریاهای جنوبی هوای گرم و مرطوب را به سمت جلو سامانه فرارفت می‌کند. فرارفت هوای سرد به پشت سامانه و فرارفت هوای گرم به جلو سامانه و به تبع شیو فشاری بر روی منطقه را تشدید کرده است و کم فشار سودانی با مرکزیت ۱۰۰۰ هکتوپاسکال بر روی عراق و کویت بسته شده است. در این روز شرایط کاملا مناسب

صعود شدید هوا رخ خواهد داد شکل (۶-ب). در این روز یک هسته با بیشینه مرکزی ۱۱ گرم بر کیلو گرم بر روی شمال خلیج فارس استیلا پیدا کرده است. زبانه‌های این هسته رطوبتی با امتداد جنوبی - شمالی بر روی منطقه مورد مطالعه گسترش یافته است. زبانه‌های از هسته نم ویژه واقع در جنوب سودان در تزریق رطوبت به سمت جنوب‌غرب و غرب ایران شده است. سبب برهم خوردن تعادل گرمایی و رطوبت در منطقه شده است و ایجاد ناپایداری‌ها شدید در این روز می‌شود شکل (۶-ث). جهت جریان بر روی شمال آفریقا همچنان سرد شمالی است. در مقابل در جلو سامانه جهت جریان شرق سو و منفی است. هوای گرم و مرطوب دریای عمان و دریای عرب را به جلو سامانه فرارفت می‌کند. چرخند سودانی به سمت عرض‌های بالاتر جابه‌جا شده است و جهت جریان بر روی جنوب‌غرب و غرب کاملاً جنوبی است. شرایط مناسبی را برای انتقال رطوبت دریای سرخ بر روی منطقه مورد مطالعه می‌شود شکل (۶-ج).

دارد شکل (۶-ب). در این روز مرکز چرخندی با پربند ۲۹۲۵ ژئوپتانسیل متر بر روی عراق مستقر شده است. ۳ پربند بسته آن را همراهی می‌کند. واچرخند عربستان بر روی دریای عمان و عرب با حرکت واچرخندی خود هوای گرم و مرطوب را جلو ناوه فرارفت و سبب تقویت هرچه بیش‌تر کم‌ارتفاع سودانی می‌شود. این هسته امگای منفی نشان دهنده صعود شدید هوا بر فراز منطقه مورد مطالعه است شکل (۶-پ). ناوه عمیق حاصل از کم ارتفاع فعال عرض‌های شمالی بر روی عراق و شرق دریای مدیترانه مستقر شده است. زبانه‌های این ناوه تا جنوب سودان امتداد داشته است. تمام غرب و جنوب‌غرب ایران در جلو این ناوه واقع شده است. منحنی‌های هم ارتفاع در این تراز متراکم‌ترند. غرب ایران در جلو قطاع گرم ناوه و محل بیشینه تاوایی منفی قرار گرفته است. به این ترتیب یک مرکز امگای منفی به مقدار  $-0.4$  پاسکال بر ثانیه بر روی غرب و جنوب‌غرب ایران استقرار دارد. در این تراز عمیق شدن ناوه و شدت یافتن گردادین و به همراه جریانات چرخندی جلو ناوه هوا به شدت واگرا کرده است و در نتیجه این واگرایی





شکل ۱۰- نقشه‌های همدیدی الف) تراز دریا، ب) و ت) ترکیبی جریان‌ات بالاسو و ارتفاع ژئوپتانسیل متر به ترتیب در ترازهای ۷۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال (ث) و ج) ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل (m)، نم و ویژه (g/kg) و جریان (m/s) ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال سامانه بارشی روز ۲۵ مارس ۲۰۱۹

### نتیجه‌گیری

بارش به عنوان مهم‌ترین مشخصه اقلیمی هر منطقه است. این مشخصه اقلیمی جز نوسانی‌ترین متغیرهای اقلیمی است که بر منابع آب منطقه به طور جدی تأثیرگذار است. بارش‌های سنگین در مناطق خشک و نیمه‌خشک در اغلب موارد منجر به سیلاب‌های غیرقابل پیش‌بینی می‌شوند که همه ساله خسارات زیادی را در بخش‌های مختلف به‌ویژه کشاورزی به‌وجود می‌آورد. در این پژوهش به بررسی آماری و شناسایی عوامل همدیدی ایجاد بارش سنگین در دو حوضه آبریز کرخه و دز پرداخت. در بخش آماری با استفاده از روش توزیع احتمالاتی حد نهایی تیپ یک، برای هر ایستگاه آستانه بارشی معرفی شد. نتایج روشن کرد آستانه سیل‌خیزی حوضه آبریز کرخه کمتر از حوضه آبریز دز است. بنابراین بارش‌های کرخه ناگهانی‌تر و نامنظم‌تر رخ

می‌دهد. در حالی بارش‌های حوضه آبریز دز از سری زمانی به هنجاری‌تری برخوردار است. با این شرایط حوضه آبریز کرخه از نظر سیل‌خیزی آسیب‌پذیرتر از حوضه آبریز دز است جدول (۶)، (۷). در بررسی همدیدی بارش‌های سنگین مشخص شد، عمده رطوبت منطقه مورد مطالعه حاصل فرارفت رطوبتی دریای مدیترانه، خلیج فارس، دریای عمان و دریای عرب است. حضور کم‌فشار در تراز سطح زمین در سوق دادن ریزش هوای مرطوب از مناطق اطراف تأثیر به‌سزایی داشته است. جریان بادهای غربی و عمیق شدن ناوه ترازهای مختلف به خصوص تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و افزایش ناپایداری و صعود سریع هوا و به دنبال آن کژفشاری در منطقه مورد مطالعه را تأیید می‌کند. نحوی وزش بادها به گونه‌ای است که رطوبت را از دریای سرخ و عرب مکیده و به سمت منطقه مورد مطالعه می-

- کشانند. جریان بادهای گرم و مرطوب در مجاورت سطح زمین با سرعت سبب جذب رطوبت به سمت مرکز کم‌فشار می‌شود و با آزاد شدن گرمای نهان هوا را به ترازهای بالاتر از جو در صعود هوا مؤثر است. استقرار و اچرخند عربستان بر روی دریای عمان موجب تقویت بیش‌تر سامانه سودانی می‌شود. در تمام الگوها هم‌دید سامانه‌های سودانی و سامانه ادغامی سودانی - مدیترانه نقش مؤثری در ایجاد بارش سنگین دو حوضه کرخه و دز دارند. این نتایج با یافته‌های پژوهشگرانی همچون لشکری (۱۳۸۱)، لشکری (۱۳۸۲)، مفیدی و همکاران (۱۳۸۴)، خوش اخلاق و همکاران (۱۳۹۳)، مسبوت و همکاران (Mathbout et al, 2018) و ادنجال (Eddenjal, 2019) همخوانی دارد.
- منابع**
1. Ansari. S. 2017. Statistical analysis and synoptic of heavy and pervasive rainfall in the south of the country. Master Thesis, Kharazmi University, Faculty of Geography.
  2. Ashjaei Bashkand. M. 2000. Study and presentation of synoptic models of heavy rainfall in northwestern Iran. Master Thesis, Tarbiat Modares University, Faculty of Natural Resources, Department of Meteorology.
  3. Eddenjal. A. S. 2019. Spatio Temporal Variability of Rainfall across Western Libya from 1979 to 2009. Current Environmental. No. 3. . PP: 235-244.
  4. Elf: Macro Water and Wastewater Planning Office of the Ministry of Energy. 2016. National Water Statistical Yearbook 2012-2013. PP: 13.
  5. Ghayer. H. Halabian. A. H. Saberi. B. and Hossein Alipour Jazi. F. 2012. Study of the relationship between heavy rainfall and high atmospheric circulation patterns (a case study of South Khorasan Province). Journal of Environmental Hazards. No. 2. PP: 11-27.
  6. Hosseini. A. Akbari Ghamsari. H. 2016. Identification of synoptic patterns of heavy rainfall in Taleghan watershed in Alborz province. Journal of Spatial Analysis of Natural Hazards. No. 4. PP: 1-20.
  7. Kysely. J. 2008. Trends in heavy precipitation in the Czech republic over 1961-2005. International of climatology. No. 29. PP: 1745-1758.
8. Lana, A. J. Campains Genoves. A. Jansa. A. 2007. Atmospheric Patterns for Heavy Rain Events in the Balearic Islands. Advances Geosci. No.12. PP: 27-32.
  9. Lashkari, H. Mohammadi.Z. 2015. Effect of high-pressure location of subtropical Saudi Arabia on precipitation systems in southern and southwestern Iran. Journal of Natural Geography Research. No. 1. PP: 73-90.
  10. Lashkari, H. Motakan.A and Mohammadi. Z. 2019. Analysis of synoptic patterns leading to early rainfall in the South and Southwest of Iran during the statistical period of 1979-1995. Journal of Geography and Planning Research. No. 67. PP: 247-266.
  11. Lashkari, H. 2003. Mechanism of formation, strengthening and development of Sudan low pressure center and its role on southern and southern rainfall West of Iran. Geographical Research. No. 46. PP: 52-88.
  12. Lashkari, H. 2002. Routing of Sudanese low pressure systems entering Iran. Space planning and planning No, 2. PP: 142-180.
  13. Mofidi. A. Zarin. A. 2005. Synoptic study of the effect of Sudanese low pressure systems on the occurrence of floods in Iran. Geographical Research Quarterly. No. 136. PP: 77-113.
  14. Meshkavati. A. H. Mohammad. Sh. and Mazrae Farahani.M. 1393. Structure of atmospheric circulation during heavy rain on December 21, 1992 on Shiraz. Climatological research.No. 17. PP: 73-90.
  15. Mathbout. S. Lopez-Bustins.J. A. Royé, D. Martin-Vide. J. Bech. J. and Rodrigo, F. S. 2018. Observed changes in daily precipitation extremes at annual timescale over the eastern Mediterranean during 1961–2012. Pure and Applied Geophysics. No. 11. PP: 3875-3890.
  16. Nasiri. B. 1999. Analysis of synoptic and dynamic pattern of precipitation in Karkheh and Dez basins. PhD thesis, Tarbiat Modares University, Faculty of Literature and Humanities.
  17. Rezaei. F. 2019. Statistical-synoptic analysis of heavy spring rainfall in Kermanshah province. Master Thesis, Kharazmi University of Tehran, Faculty of Geography.
  18. Rastgoo. Z. Ranjbar Saadatabad.A. 2019. Study of severe limit rainfall in Bushehr province from a synoptic-dynamic perspective. Journal of Meteorology and Atmospheric Sciences. No. 1. PP: 777-796.



25. William. H. I. Neil. G. Christopher. 2004. Study of Twentieth Century Extreme Rainfall Events in the United Kingdom with Implications for Forecasting. Meteorol. Appl. No. 11. PP: 15-31.
26. Yanzhen. K. Xindong. O. Shigong. W. Chunqing. D. Kezheng. S. And Yang. Z. 2020. Statistical Characteristics and Synoptic Situations Of Long-Duration Heavy Rainfall Events Over North China. Earth and Space Science.No. 9. PP: 1-18.
19. Rohli, R. V. Vega. A. J. Binkley. M. R. Britton. S. D. Heckman. H. E. Jenkins. M. Ono. Y. and Sheeler. D. E. 2001. Synaptic Circulation and stream Discharang in Grent Lake Basin USA. Applied Geography.NO. 21. PP: 364 – 385.
20. Seibert. S .Doll. P. Hoogeveen.I. Faures.G. M. Frenken.K. Ferick.S.2005. Development and validation of the global map of irrigation areas. Hydrology and Earth system sciences Discussions.No. 4. PP: 1299-1327.
21. Sun. Li. Shen. B. Sui. Bo.2010. A study on water vapor transport and budget of heavy rain in northeast China. Advances In atmospheric sciences. No. 27. PP: 1399-1414.
22. Soro. G. E. Noufe .D. Goula Bi t.a. Shorohou. B.2016. Trend analysis for extreme rain full at sub-daily a daily timescales in Divoire. Climate.No. 3. PP: 37.
23. Sadeghi. M .2016. Study of temporal and spatial changes of temperature advection and its effect on the strengthening of heavy rainfall in Iran. Master Thesis, Zanjan University, Faculty of Literature and Humanities.
24. Sergio. H. Franchito. Manoel A. Gan and Julio P. Reyes Fernandez. 2019. Strong Rainfall in Mato Grosso does Sul, Brazil: Synoptic Analysis and Numerical Simulation. Natural Hazards- Risk. Exposure, Response, and Resilience.