

مطالعه بارش‌های تابستانه سواحل جنوبی دریای خزر با کاربست مدل پیش‌بینی عددی WRF و ماهواره

دنیا صادق نژاد^{*}، ابراهیم فتاحی^۱، غلامعلی کمالی^۲، زهرا قصابی^۳، مجید وظیفه دوست^۴

۱- دانشجوی دکتری هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲- دانشیار اقلیم شناسی، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران

۳- دانشیار اقلیم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۴- استادیار هواشناسی، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران

۵- استادیار مهندسی آب، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۵)

چکیده

میزان بارش نقشی اساسی در وقوع سیل دارد. هر چه پیش‌بینی بارش از دقت بیشتری برخوردار باشد می‌توان سیل را نیز بهتر پیش‌بینی نمود. مدل‌های پیش‌بینی عددی وضع هوا نظیر WRF معمولاً در ساعت‌های ابتدایی اجرا، دارای خروجی‌های مناسب برای پیش‌بینی میزان بارش نیستند؛ این امر در فصل تابستان در سواحل جنوبی دریای خزر در استان‌های گیلان و مازندران تشدید می‌گردد. زیرا اغلب بارش‌های سنگین در این فصل به صورت همرفتی و در ابعاد مکانی و زمانی کوچک رخ می‌دهد. استفاده از برون‌یابی محصولات ماهواره GPM، TRMM برای پیش‌بینی بارش کوتاه مدت تا ۲۴ ساعت می‌تواند روشی مناسب برای دستیابی به مقدار بارش با تفکیک و دقت مناسبتر باشد. در این تحقیق رخداد دو سامانه بارشی روزانه بیش از ۴۰ میلی‌متر در تابستان در سواحل جنوبی دریای خزر بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از محصولات ماهواره GPM، TRMM برای پیش‌بینی بارش کوتاه‌مدت تا ۲۴ ساعت در مقایسه با برون‌داد مدل از دقت بیشتری برخوردار است. بررسی آماری همبستگی مناسبی بین پیش‌بینی مدل و داده‌های زمینی و داده‌های ماهواره نشان داد.

کلمات کلیدی: بارش تابستانه، مدل WRF، ماهواره GPM و TRMM، سواحل جنوبی دریای خزر.

مقدمه

بارش برای مقابله با سیل‌های احتمالی می‌باشند. در این تحقیق، هدف پیش‌بینی بارش‌های سنگین تابستانه است که عمدتاً منجر به وقوع سیل در سواحل جنوبی دریای خزر می‌گردد. یکی از عوامل مهم و موثر در پیش‌بینی وقوع سیل، پیش‌بینی بارش است.

(متکان، ۱۹۹۹) در طول سال‌های اخیر ماهواره‌ها برای اکتساب داده‌های باران به هر دو صورت بلندمدت و کوتاه‌مدت استفاده شده‌اند. تصاویر ماهواره می‌توانند علاوه بر مطالعه بارش در کل سطح یک منطقه، داده‌ها را در زمان واقعی و در مناطق دور از دسترس کسب کنند. ماهواره TRMM اولین ماهواره‌ای است که بارش را در سه بعد اندازه‌گیری شدت و توزیع باران، تخمین عمق توفان و اندازه‌گیری آب معادل ذوب برف بررسی می‌کند. بی‌همتا و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی داده‌های بارش ماهواره‌های GPM و TRMM در

شناخت نحوه تغییرات آب و هوا در زمان از دیرباز مورد توجه بشر بوده است. در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در پیش‌بینی‌های هواشناسی به دلیل افزایش دقت در خروجی مدل‌های عددی و استفاده از ابزارهای مختلف دیدبانی مانند ماهواره حاصل شده است. در واقع منافع اقتصادی و اجتماعی کاربری فناوری‌های هواشناسی در مدیریت بلایای طبیعی و اقلیمی از هزینه نسبتاً اندک به کارگیری این فناوری‌ها و نیروهای متخصص در مقابل کاهش قابل توجه خسارات انسانی و مالی بلایای طبیعی و اقلیمی در کوتاه‌مدت و بلندمدت منتج می‌شود. بسیاری از بلایای طبیعی از جمله سیل در مدت زمان کوتاه و در منطقه مکانی کوچک رخ می‌دهد. پیش‌بینی و پیش‌آگاهی‌های هواشناسی به منظور مقابله با بحران‌های احتمالی نیازمند دقت بالای مکانی، زمانی و برآورد میزان

لایه مرزی YUS و پارامتر کومولوس Kian-Fritsch هستند. دلیل اصلی بارش‌های شدیدی که در جنوب شرق دریای خزر رخ داده‌اند، شار افقی گرما و رطوبت و ناپایداری همرفتی است. این ناپایداری همرفتی به دلیل فرارفت گرم در سطح زمین و فرارفت هوای سرد در ترازهای میانی و در سپهر است. چشمه رطوبتی این سامانه در نواحی شمالی تر و روی دریای خزر دیده می‌شود. بر این اساس در این تحقیق از طرحواره‌های لایه مرزی سیاره‌ای MYNN3 پارامتر بارش شامل طرحواره میکروفیزیکی WSM5 طرحواره تابش طول موج بلند RRTM طرحواره طول موج کوتاه Dudhia پارامتر کومولوس Kian-fritsch استفاده شده است.

در این تحقیق بارش مشاهده شده در ایستگاه‌های زمینی با بارش برآورد شده ماهواره (TRMM و GPM) و پرونداد مدل پیش‌بینی عددی WRF در سواحل جنوبی دریای خزر برای بارش‌های روزانه بیش از ۴۰ میلی‌متر مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش

در این تحقیق بارش‌های تابستانه سواحل جنوبی دریای خزر مورد بررسی قرار می‌گیرد. منظور از سواحل جنوبی دریای خزر پهنه‌ای است که استان‌های گیلان و مازندران را در بر می‌گیرد. این منطقه بین عرض جغرافیایی ۳۶ تا ۳۸ درجه شمالی و طول جغرافیای ۴۸.۵ تا ۵۶ درجه شرقی قرار دارد.

به منظور انتخاب بارش شدید تابستانه در منطقه مطالعه در دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۰، ابتدا مقادیر دبی در حوزه‌های آبخیز ایستگاه‌های هیدرومتری موجود شامل لوندویل، حویق، شمروود، شفارود، خالکایی، گشت رودخان، خشکروود، شلمانرود و پلرود در استان‌های گیلان و مازندران که از طول آماری مناسبی برخوردارند، از اداره رودخانه‌های این دو استان دریافت شد. سپس با روش سری مقادیر حداکثر سالانه، مقادیر سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف (۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۰، ۲۵ و ۵۰ ساله) محاسبه شد. مناسب‌ترین توزیع آماری در برآورد دبی حداکثر سالانه سیلاب، توزیع آماری لوگ پیرسون نوع سوم برای ایستگاه‌های مورد بررسی به دلیل داشتن کمترین خطا انتخاب

مقیاس‌های روزانه، ماهانه و فصلی در شهر تهران پرداختند. در مقایسه تطبیقی بین داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های مشاهده‌ای بارش، ضریب همبستگی، انحراف نسبی، خطای قدر مطلق میانگین و میانگین مربعات خطا به منظور ارزیابی و واسنجی داده‌ها و مقادیر احتمال تشخیص، نسبت هشدار اشتباه و شاخص موفقیت با هدف راستی آزمایی داده‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که هر دو محصول 3B42V7 و IMERG در ایستگاه شمیران، کمترین میزان خطا را با داده‌های مشاهده‌ای دارند. میری و همکاران (۱۳۹۸) با ارزیابی دقت برآورد بارش روزانه داده‌های TRMM و GPM در مقابل داده‌های مشاهده‌ای در ایران به این نتیجه رسیدند که هر چند شباهت زیادی بین مقادیر بارش برآوردی GPM و TRMM وجود دارد، ولی دقت داده‌های روزانه سنجنده GPM در ایران نسبت به داده‌های TRMM بیشتر است، زیرا مقدار ضریب تعیین برای داده‌های بارش TRMM در بهترین حالت به ۰.۴۶ و برای GPM به ۰.۶ می‌رسد.

مدل‌های پیش‌بینی عددی وضع هوا برای بررسی کمی و کیفی پدیده‌ها و جریان‌های جوی در مقیاس‌های گوناگون استفاده می‌شوند و علاوه بر هسته دینامیکی، دارای طرحواره‌های مختلف برای پارامتری‌سازی کمیت‌های فیزیکی و ترمودینامیکی در مقیاس زیر شبکه‌ای هستند. برای نمایش بهتر مشخصه‌های محیط همرفتی و بالا بردن دقت پیش‌بینی وضع هوا در شرایط سخت، نیاز به کاهش خطاها در پیش‌بینی ساختار قائم جو به ویژه لایه مرزی است. پارامتری‌سازی لایه مرزی یکی از کلیدی‌ترین عناصر در مدل‌سازی جریان باد درون لایه مرزی است. نتایج بررسی بارش همرفتی سیل‌آسا در سواحل جنوبی دریای خزر با مطالعه طرحواره‌های لایه مرزی سیاره‌ای مدل WRF، کمترین میزان خطا را در پیکربندی طرحواره محلی لایه مرزی سیاره‌ای MYNN3 با لایه سطحی MM5 نشان داد. بررسی عوامل مؤثر بر بارش‌های تابستانی در سواحل از طرحواره‌های فیزیکی انتخاب شده پس از راست آزمایی مدل WRF بر روی پارامتر بارش شامل طرحواره میکروفیزیکی WSM5، طرحواره تابش طول موج بلند RRTM، طرحواره طول موج کوتاه Dudhia، طرحواره

تفکیک ۹ و ۳ کیلومتر برای دو رویداد بارشی منتخب اجرا گردید. داده‌های ورودی مدل ERA5 از مرکز اروپایی پیش-بینی‌های میان‌مدت (ECMWF) با تفکیک ۰/۲۵ درجه طول و عرض جغرافیایی استخراج شد.

برای مقایسه بارش شبکه داده‌های واقعی (ثبت شده در ایستگاه زمینی)، خروجی بارش مدل و ماهواره می‌بایست داده‌های بارش در ایستگاه زمینی بر روی نقاط شبکه طراحی شده درون‌یابی شود. تحقیقات متعددی برتری روش کریجینگ را بر سایر روش‌ها در ایران نشان می‌دهد، لذا از این روش برای درون‌یابی بارش ثبت شده در ایستگاه‌های زمینی استفاده شد.

نتایج

جدول ۱ سری مقادیر حداکثر سیلاب لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های مختلف (متر مکعب بر ثانیه) در حوزه‌های آبریز استان‌های گیلان و مازندران را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه مقادیر حداکثر سیلاب لحظه‌ای در اغلب ایستگاه‌ها بیشتر از ۴۰ میلی‌متر است، در نهایت دو مورد بارش روزانه بیش از ۴۰ میلی‌متر در تاریخ‌های ۱۱ اوت ۲۰۱۸ و ۲۳ اوت ۲۰۲۰ برای مطالعه انتخاب شد.

شد. در سری‌های حداکثر، مقداری از هر متغیر که ۹۰ درصد داده‌ها از آن کوچک‌تر باشند به عنوان مقدار آستانه در نظر گرفته و کلیه وقایع که از آستانه بالاتر باشند در تحلیل فراوانی سیلاب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سپس داده‌های ۶ ساعته بارش ماهواره TRMM و GPM شامل محصولات 3B42 V7 و 3IMERGE از پایگاه سازمان فضایی آمریکا در روزهای مورد نظر و یک روز قبل و بعد از آن استخراج گردید. برون‌یابی داده‌ها با استفاده از روش برون‌یابی خطی براساس رابطه (۱) صورت گرفته. در این رابطه بارش گام پیش‌بینی، بارش یک گام قبل از پیش‌بینی و بارش دو گام قبل از پیش‌بینی است و فواصل گام‌های زمانی سه ساعت یکبار می‌باشد.

برای کاربست مدل WRF انتخاب‌های زیادی برای خواص فیزیکی و دینامیکی وجود دارد که کاربران برای استفاده بهینه از WRF می‌بایست آنها را متناسب با وضعیت جغرافیایی محل، مقیاس و کاربرد تنظیم نمایند. در این پژوهش، پیکربندی مدل به صورت زیر انتخاب شد. طرحواره‌های لایه مرزی سیاره‌ای MYNN3، میکروفیزیکی WSM5، تابش طول موج بلند RRTM، طرحواره طول موج کوتاه Dudhia و کومولوس kian-fritsch مدل در دو آشیانه به ترتیب با

جدول ۱: سری مقادیر حداکثر سیلاب لحظه‌ای با دوره بازگشت‌های مختلف (متر مکعب بر ثانیه) در حوزه‌های آبریز گیلان و مازندران

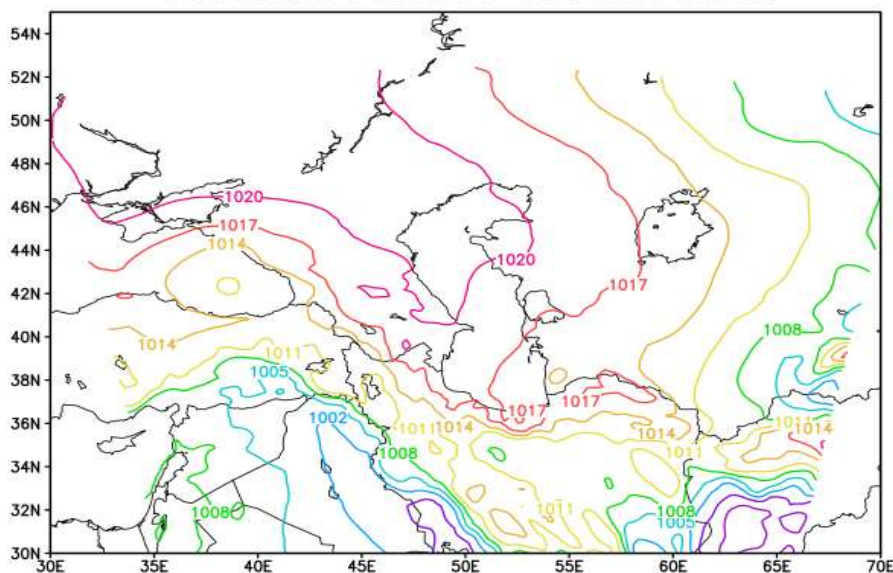
نام ایستگاه	دوره بازگشت (سال)						
	۲	۳	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰
لونویل	۱۸/۷	۲۴/۵	۳۱/۴	۴۱	۵۰/۸	۵۴	۶۴/۴
حویق	۲۹/۸	۴۰/۶	۵۴/۴	۷۵/۶	۱۰۰	۱۰۹	۱۳۸
شمروود	۳۹/۸	۴۹/۴	۶۰/۵	۴۵/۶	۹۱	۹۶/۱	۱۱۳
شفارود	۵۶/۷	۷۵/۸	۹۸/۶	۱۳۰	۱۶۲	۱۷۳	۲۰۷
خالکائی	۴۲/۲	۴۹/۳	۵۶/۸	۶۶/۳	۷۵/۲	۷۸/۱	۸۶/۸
گشت رودخان	۲۹/۳	۳۷/۶	۴۶/۷	۵۷/۷	۶۷/۷	۷۰/۷	۷۹/۶
خشکروود	۲۹/۱	۴۱	۵۶	۷۷/۹	۱۰۲	۱۱۰	۱۳۶
شلمانرود	۱۰۳	۱۳۵	۱۷۶	۲۴۴	۳۲۶	۳۵۵	۴۶۲
پلرود	۹۵/۵	۱۲۱	۱۵۵	۲۱۱	۲۷۹	۳۰۴	۳۹۳
بابرود	۶۳/۴	۸۰/۳	۹۹/۷	۱۲۵	۱۵۱	۱۵۹	۱۸۶
تالار	۷۳/۳	۹۸	۱۲۹	۱۷۵	۲۲۶	۲۴۴	۳۰۳
تجن	۱۲۳	۱۶۴	۲۱۲	۲۷۴	۳۳۴	۳۵۳	۴۱۱
چالوس	۵۵/۴	۶۶/۸	۸۰	۹۸/۴	۱۱۸	۱۲۴	۱۴۶
نهر آبلو	۳/۰۷	۶۹/۵	۱۰/۷	۲۳/۷	۴۸/۹	۶۰/۹	۱۲۰
هراز	۹۱/۱	۱۱۳	۱۳۷	۱۶۷	۱۹۶	۲۰۵	۲۳۲

داده‌ها

نقشه‌های بارش نشان می‌دهد که شروع بارش در منطقه مطالعه در ساعات پایانی روز ۱۰ ام اوت است و از ساعت ۰۶ روز ۱۱ تا ساعت ۰۰ گرینویچ روز ۱۲ اوت بیشترین مقدار را داشته است. اوج بارش در ساعات‌های ۰۶۱۲-۱۸ و ۲۴ روز ۱۱ ام اوت ۲۰۱۸ دیده می‌شود. در زمان شروع بارش مقدار بارش ۲۵ میلی‌متر در بخش‌های مرکزی و شرق استان گیلان و در ساعات اوج بیش از ۷۰ میلی‌متر در منطقه مذکور پیش‌بینی شده است. جریان جتی در میانه دریای خزر واقع شده و نوار ساحلی شمال کشور در ورودی سرد پایین جت قرار دارد. سرعت هسته‌ی جت ۵۰ نات است. بررسی نقشه‌ی رطوبت تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال تزریق رطوبت از روی دو منبع رطوبتی دریای خزر و دریای سیاه از سمت غرب منطقه مطالعه را نشان می‌دهد. بیشینه مقدار آن در ساعت ۰۰ و ۰۶ گرینویچ روز ۱۱ اوت ۲۰۱۸ (۹۰ درصد) است (به علت محدودیت حجم مقاله نقشه‌های ساعت ۱۸ گرینویچ روز ۱۱ اوت ۲۰۱۸ در ذیل آمده است).

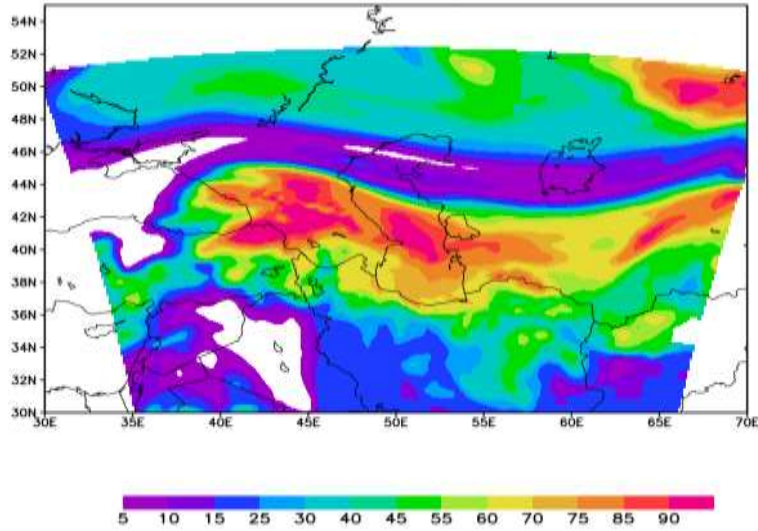
سامانه ۱۱ اوت ۲۰۱۸: نقشه‌ی فشار تراز سطح دریا حاکی از حضور کم‌فشار با مرکز ۹۹۹ دکامتر در جنوب هند است و از سمت جنوب شرق وارد کشور شده است و تا مرکز ایران را تحت تاثیر خود قرار داده است. در جنوب غربی ایران بر روی خلیج فارس نیز مرکز کم‌فشار شکل گرفته و در امتداد جنوب غربی- غربی کشیده شده است. پرفشاری از اروپا به سوی شمال غرب گسترش دارد و هم‌فشار ۱۰۱۴ هکتوپاسکال بر روی سواحل جنوبی دریای خزر نشسته است. در ساعت ۹ گرینویچ روز ۱۱ اوت ۲۰۱۸ گرادیان فشاری ۶ هکتوپاسکال در نیمه‌ی غربی دریای خزر مشاهده می‌شود و نشان از افزایش وزش باد در این منطقه است. در نقشه‌ی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال طی روزهای ۱۰ تا ۱۲ اوت ۲۰۱۸ پراارتفاع جنب‌حاره با مرکز ۵۸۲ دکامتر روی ایران استقرار دارد. با تقویت پراارتفاع در مرکز ایران و توسعه‌ی پشته به عرض‌های بالاتر، کم‌فشار در امتداد شرقی- غربی دریای خزر به سوی ایران پیشروی داشته است. همچنین بررسی خروجی مدل در

Sea Level Pressure 20180811:18z



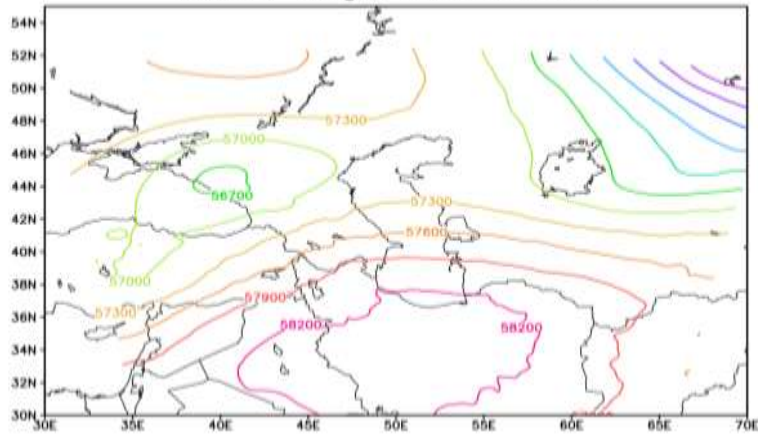
شکل الف: نقشه تراز سطح زمین مورخ ۱۱ اوت ۲۰۱۸ ساعت ۱۸ گرینویچ

700mb Relative Humidity 20180811:18z



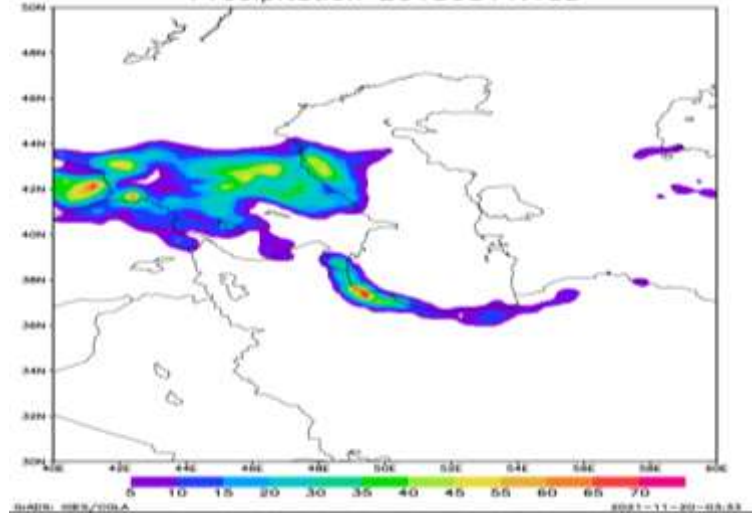
شکل ب: نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال مورخ ۱۱ اوت ۲۰۱۸ ساعت ۱۸ گرینویچ

500mb Height 20180811:18z

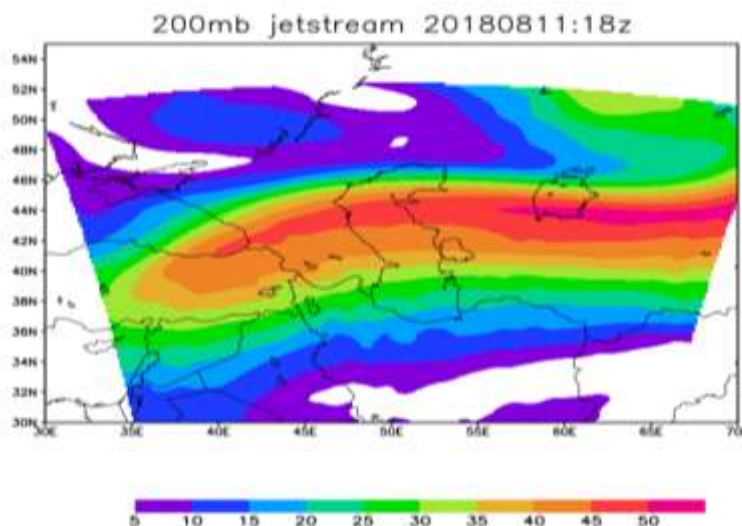


شکل پ: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مورخ ۱۱ اوت ۲۰۱۸ ساعت ۱۸ گرینویچ

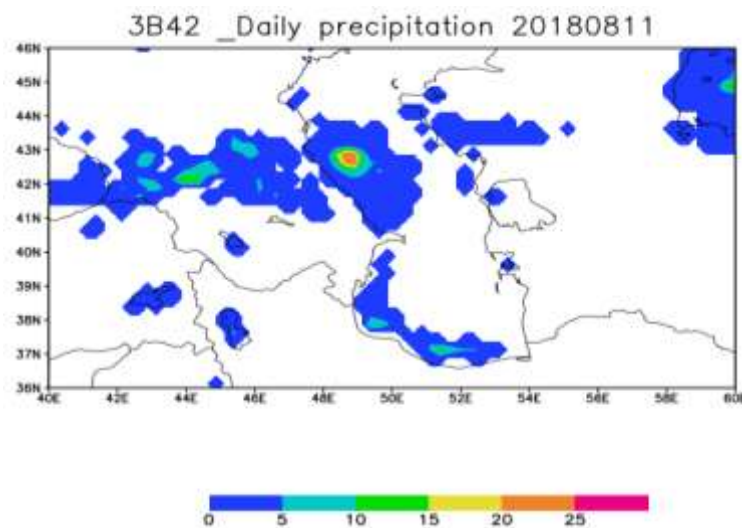
Precipitation 20180811:18z



شکل ت: نقشه بارش ۶ ساعته مورخ ۱۱ اوت ۲۰۱۸ ساعت ۱۸ گرینویچ



شکل ج: نقشه جت استریم تراز ۲۰۰ میلی بار مورخ ۱۱ اوت ۲۰۱۸ ساعت ۱۸ گرینویچ



شکل د: تصویر روزانه ماهواره مورخ ۱۱ اوت ۲۰۱۸

جدول ۲: بارش دیدبانی شده طی ۲۴ ساعت برای ایستگاه‌های سواحل جنوبی دریای خزر

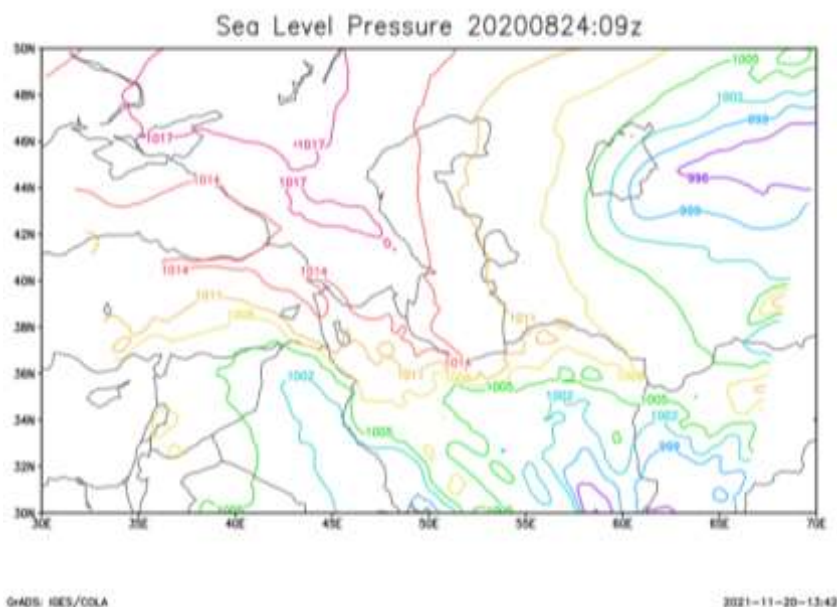
بارش دیدبانی شده مورخ ۱۱/۰۸/۲۰۱۸					
نام ایستگاه					ساعت
99306	40736	40734	انزلی	آستارا	
۱	۱۰	۱	۰.۱	۴۱	۰
۳	۰.۴	۳	۳	۴۷	۶
۰	۰	۰	۴۱	۰.۱	۱۲
۲۲	۰	۲۲	۴۰	TR	۱۸

سواحل شمالی کشور است. در شرق دریای خزر کم فشار ۹۹۸ هکتوپاسکال در جنوب دریاچه اورال بسته شده و زبانه‌های آن شرق سواحل را تحت تاثیر خود قرار داده است. از جنوب شرق

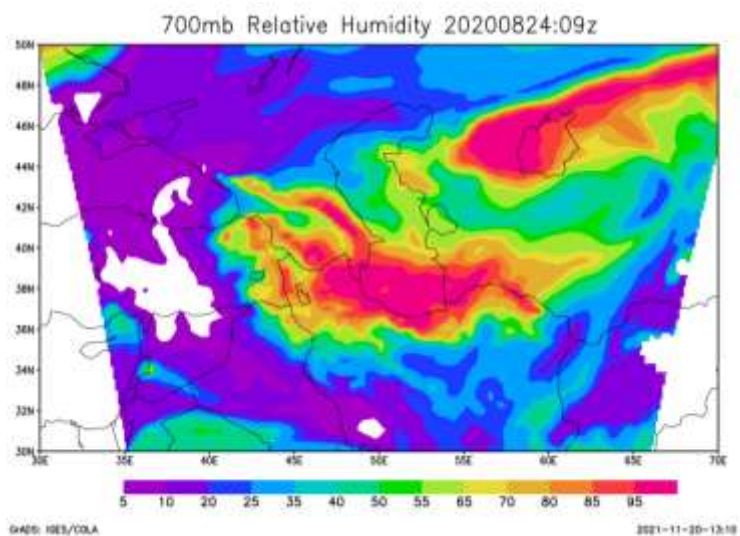
سامانه ۲۳ اوت ۲۰۲۰: نقشه فشار تراز دریای خزر طی روزهای ۲۲ تا ۲۴ اوت ۲۰۲۰ نشان‌دهنده مرکز پرفشار از شمال دریای سیاه و گسترش زبانه آن بر روی دریای خزر خصوصاً نیمه‌ی غربی

که انتهای ناوه تا عرض ۳۲ درجه شمالی گسترش دارد. در ساعت‌های بعد گرادیان خطوط ارتفاعی افزایش یافته است و مقدار ارتفاع از ۵۷۰ به ۵۶۴ دکامتر کاهش یافته است. نقشه‌ی رطوبت تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال تزریق رطوبت کافی از روی دریای خزر با مقدار رطوبت بالای ۹۰ درصد را طی روزهای فعالیت سامانه نشان می‌دهد. هسته سرعت جریان جتی ۵۵ نات است و نوار شمالی کشور در ورودی سرد پایین جت قرار دارد. واگرایی در سمت راست منطقه ورودی سبب بوجود آمدن همگرایی در تراز پائین، افزایش سرعت باد در ترازهای پایین و حرکات صعودی قوی شده است. نقشه‌های بارش ۶ ساعته نشان‌دهنده رخداد بیشینه بارش (بیش از ۷۰ میلی‌متر در مناطق شرقی و مرکزی استان گیلان در ساعت ۲۱ روز ۲۳ و ساعت‌های ۳، ۹ و ۱۵ روز ۲۴ ام و پیشروی بارش به سمت شرق سواحل با مقدار کمتر را نشان می‌دهد.

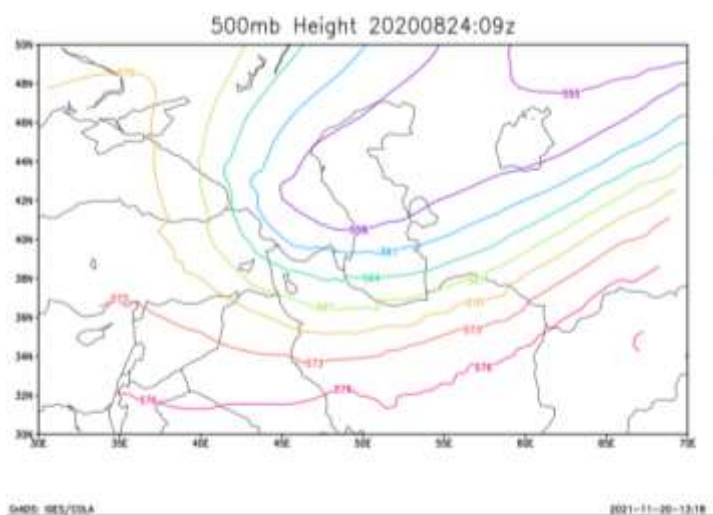
تا شمال شرق کشور تحت تاثیر کم‌فشار قرار دارد و هم‌فشار ۱۰۱۴ هکتوپاسکال روی خط ساحلی کشیده شده است. در ساعات اولیه روز ۲۴ اوت اوج فعالیت سامانه و بیشینه مقادیر بارش دیده می‌شود. در تراز میانی جو، مرکز کم‌ارتفاع در موقعیت جغرافیایی با طول ۴۸ درجه شرقی و عرض ۴۸ درجه شمالی با مرکز ۵۵۵ دکامتر بسته شده است. هم‌مقدار ۵۷۰ دکامتر بر روی سواحل خصوصا استان گیلان می‌باشد و امتداد آن تا عرض‌های پایین در حد فاصل شمال تا غرب ایران کشیده شده است. ایران در دامنه شرقی کم‌ارتفاع قرار گرفته است و تشدید جریانات غربی- جنوب‌غربی بر روی ایران سبب شده که پشته عمیقی در نیمه شرقی ایران شکل بگیرد که در امتداد جنوب شرق تا شمال شرق ایران قرار دارد و مانع پیشروی شرق‌سوی کم‌ارتفاع بر روی سواحل شده است. تزریق تاوایی از ترازهای بالاتر به درون ناوه سبب شده است که ناوه در این منطقه به سوی عرض‌های پایین‌تر گسترش یابد طوری-



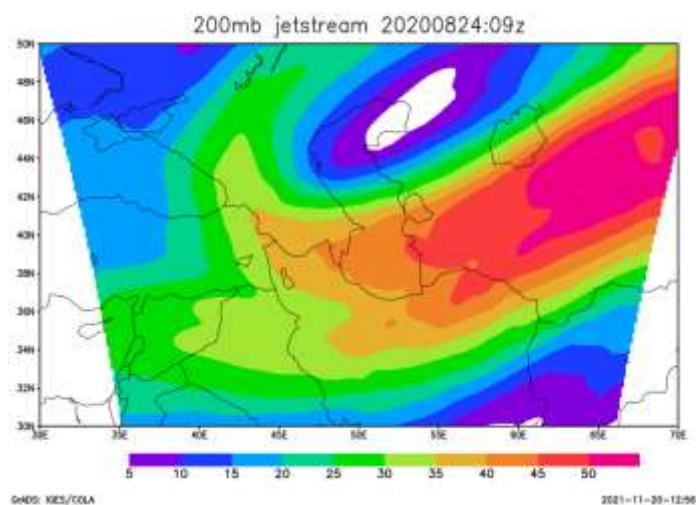
شکل الف: نقشه سطح زمین مورخ ۲۳ اوت ۲۰۲۰ ساعت ۱۵ گرینویچ



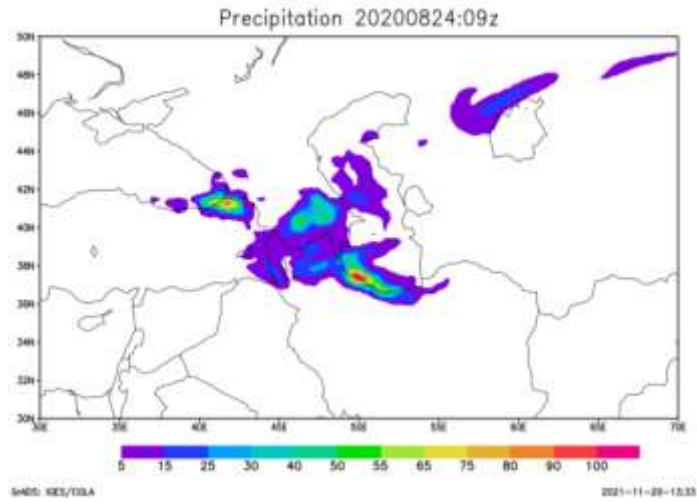
شکل ب: نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال مورخ ۱۱ اوت ۲۰۱۸ ساعت ۰۹ گرینویچ



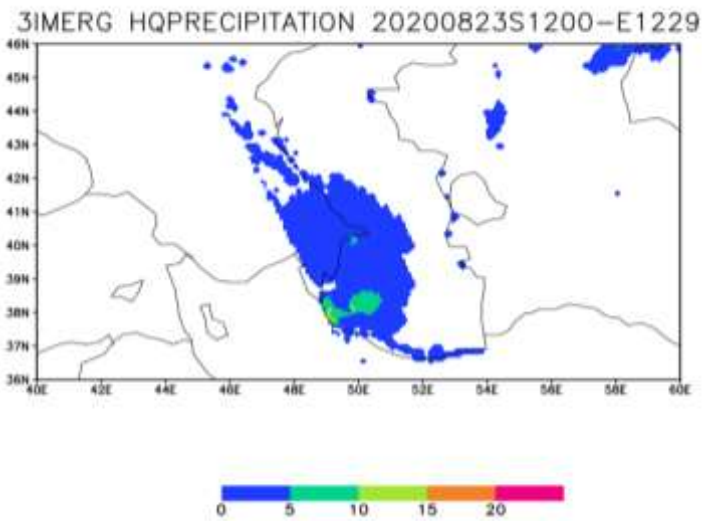
شکل پ: نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مورخ ۲۴ اوت ۲۰۲۰ ساعت ۰۹ گرینویچ



شکل ت: نقشه جت استریم تراز ۲۰۰ میلی بار مورخ ۲۴ اوت ۲۰۲۰ ساعت ۰۹ گرینویچ



شکل ج: نقشه بارش ۶ ساعته مورخ ۲۴ اوت ۲۰۲۰ ساعت ۰۹ گرینویچ



شکل د: تصویر ماهواره سه ساعته مورخ ۲۳ اوت ۲۰۲۰

جدول ۳: بارش دیدبانی شده طی ۲۴ ساعت برای ایستگاه های سواحل جنوبی دریای خزر

بارش دیده بانی شده مورخ ۲۳/۰۸/۲۰۲۰					
نام ایستگاه					ساعت
99306	40736	40734	انزلی	آستارا	(گرینویچ)
۱۹	۰		۴۹	۳۱	۰
۱۹	tr	۴۰	۵۶	۲۰	۶
۱	۰		۲۷	۱۹	۱۲
۵	۰		۲۴	۴	۱۸
۳۹.۳	tr	۴۰	۱۱۳.۲	۶۳.۵	بارش ۲۴ ساعته

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

برای انجام فرآیند صحت‌سنجی به تابع احتمال مشترک پیش‌بینی و مشاهدات نیاز داریم. به این منظور ساده‌ترین راه استفاده از جدول توافقی (2x2) است. در جدول توافقی دودویی (جدول 2) فراوانی پیش‌بینی‌ها و مشاهدات به صورت توزیع مشترک از چهار ترکیب پیش‌بینی‌ها و مشاهدات به صورت "بله" یا "خیر" می‌باشد که عبارتند:

- Hit رویداد پیش‌بینی شده و اتفاق نیز افتاده است.

- Miss رویداد پیش‌بینی نشده و اما اتفاق افتاده است.

- False alarm رویداد پیش‌بینی شده و اما اتفاق نیفتاده است.

- Correct Negative رویداد پیش‌بینی نشده و اتفاق نیز نیفتاده است.

در این تحقیق ضریب همبستگی نشان می‌دهد مقادیر پیش‌بینی مدل و مقادیر دیدبانی بارش مطابقت مناسبی دارند. برای رخدادهای بارش سال 2018 از محصولات ماهواره TRMM و برای رخدادهای بارش سال 2019 از محصولات ماهواره GPM استفاده شد. در این پژوهش به کمک نرم‌افزار GrADS خروجی بارش مدل به تصویر کشیده شد و به کمک نرم‌افزار PANOPLY آرایه‌های دوبعدی محصول بارش ماهواره، جهت مقایسه بین پیش‌بینی مدل و داده‌های دیدبانی برای بارش‌های 6 ساعته طی 24 ساعت بررسی و همبستگی گرفته شد. داده‌های دیدبانی با توجه به بلندمدت انتخاب و جهت بررسی استفاده شده است.

بیشینه بارش دیدبانی شده در سامانه بارشی مورخ 23 اوت 2020 در ساعت‌های 00 و 06 گرینویچ در استان گیلان به ثبت رسیده است (جدول 3). بیشینه بارش دیدبانی شده در سامانه بارشی مورخ 11 اوت 2018 در ساعت‌های 06، 00 و 12 گرینویچ به ثبت رسیده است. مطالعه همبستگی بین داده‌های ماهواره و پیش‌بینی مدل برای رخدادهای بارش سال 2020 همبستگی مناسب و مثبت با مقدار 0/5 و برای رخدادهای بارشی سال 2018 همبستگی مثبت با مقدار 0/4 نشان می‌دهد که در مقایسه با داده‌های زمینی کاملاً هم‌خوانی و مطابقت در زمان رخداد و مقدار بارش دیده می‌شود.

امتیاز درستی (accuracy) نشان دهنده امتیاز 1 است و این زمانی رخ خواهد داد که پیش‌بینی مدل کامل باشد. و در اینجا مقدار یک را کسب کرده است نسبت هشدار نادرست (False Alarm Ratio) این امتیاز نشان می‌دهد که چه کسری از پیش‌بینی رویدادهای "yes" در واقع رخ نداده‌اند. دامنه تغییرات آن بین 0 و 1 می‌باشد. امتیاز 0 برای حالتی است که پیش‌بینی کامل باشد و در اینجا برای هر دو رویداد امتیاز 0 را کسب کرده است.

منابع

- متکان، ع و غیره، 1388 قابلیت داده‌های ترکیبی مادون قرمز و میکروویو غیرفعال سنجش از دور و تخمین بارندگی و پایش سیلاب (مطالعه موردی: استان گلستان) جلد 2، 44-31 pp.
- بی‌همتا، آرش، گهرنژاد، حمید و معظمی، صابر، 1397. "بررسی داده‌های بارش ماهواره‌های GPM و TRMM در مقیاس‌های روزانه و فصلی در شهر تهران"، سنجش از دور و GIS ایران، شماره 2، 124-115.
- میری، مرتضی، رحیمی، مجتبی و نوروزی، علی‌اکبر، 1398. "ارزیابی دقت برآورد بارش روزانه پایگاه داده‌های TRMM و GPM در مقابل داده‌های مشاهده‌ای در ایران" نشریه مهندسی و مدیریت آب‌خیز، شماره 4، 983-972.
- فتحی، مانده، قصابی، زهرا، رضازاده، پرویز، وظیفه، احد، 1397. بررسی بارش همرفتی سیل‌آسا در سواحل خزر با مطالعه طرحواره‌های لایه مرزی سیاره‌ای مدل WRF، مطالعه موردی: 5-6 اکتبر 2018، نشریه هواشناسی و علوم جو، شماره 4، 379-365.
- شبانیان چالشتی، امیر، نصرافهانی، محمدعلی، ارکیان، فروزان، 1394. بررسی عوامل موثر بر بارش‌های تابستانی در یک ناحیه با توپوگرافی پیچیده، مجله فیزیک زمین و فضا، شماره 3، 565-577.

سالانه در استان بوشهر، همایش ملی کاربرد مدل های پیشرفته تحلیل فضایی سنجش از دور GIS در آمایش سرزمین

۹. ثقفیان ب. ه. رزمخواه و ب. قرمز چشمه. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات منطقه‌ای بارش سالانه با کاربرد روش‌های زمین آمار، مجله مهندسی منابع آب، ص ۲۹-۳۸

10. Thomsen, G. L., T, M. M. & Smith, R. K., 2014. Sensitivity of tropical-cyclone intensification to perturbations in the surface drag coefficient. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Societyc. 140,407-415.

۶. عساکره، حسین، رزمی، ۱۳۹۰. تحلیل ناهنجاری‌های بارش شمال غرب ایران طی دهه‌های اخیر، مجله علمی و فنی نیوار، شماره ۷۴ و ۷۵، ص ۲۷-۴۰

۷. عباسی جندانی، شهربانو و ع. طالبی ۱۳۹۵. بررسی تأثیر زمان وقوع رگبار بر اولویت‌بندی عوامل مؤثر در فرسایش با استفاده از آنالیز حساسیت مدل WEPP، مرتع و آبخیزداری، ص ۱۲۵-۱۴۰

۸. صفتی ز، م. انصاری. ۱۳۹۳. ارزیابی روش‌های زمین-آماري مبتنی بر GIS در پهنه‌بندی مکانی میانگین بارش