

واکاوی همدید رخداد سیلاب آبان‌ماه ۱۳۹۰ در شهرستان‌های بهبهان و لیک

فرامرز خوش‌اخلاق* - استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

رضا صفایی‌راد - دانشجوی دوره دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

داود سلمانی - دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۷/۱۰ تأیید نهایی: ۱۳۹۳/۰۷/۰۲

چکیده

در پژوهش حاضر به منظور واکاوی همدید سیلاب ۲۹ آبان ۱۳۹۰ (۲۰ نوامبر ۲۰۱۱) که در شرق خوزستان و غرب کهگیلویه و بویراحمد رخ داد، تغییرات الگوهای همدید در نقشه‌های سطح زمین و تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال از دو روز پیش از رخداد سیلاب تا یک روز پس از آن واکاوی شد. بررسی‌های انجام شده نشان داد که تشکیل و گسترش مراکز کم‌فشار مدیترانه-سودانی به دلیل قرارگیری بین مراکز پرفشار اروپا و پرفشار جنب حاره‌ای جنوب‌شرق عربستان، سبب تشکیل کمربند همگرایی روی سودان و دریای سرخ می‌شود. وجود دو مرکز پرفشار یادشده به ترتیب سبب فرارفت هوای سرد و گرم به درون کمربند همگرایی دریای سرخ و سامانه سودانی می‌شود و موجبات تقویت آن را فراهم می‌کند. همچنین، وجود ناهه عمیق شمال آفریقا که محور آن از شرق مدیترانه تا شمال سودان امتداد دارد، سبب تشدید تضاد دمایی در ترازهای بالای جو و پویایی بیشتر این سامانه شد. قرارگیری منطقه پژوهش در خروجی جت‌باد^۱ جنب‌حاره‌ای نقش مهمی در تقویت و عمیق شدن کم‌فشار مدیترانه-سودانی و حرکت شرق‌سوی آن داشته است. در این شرایط آرایش الگوهای همدید به نحوی بود که منجر به ورود رطوبت از منابع رطوبتی دریای عرب، دریای سرخ و خلیج فارس به منطقه پژوهش شد و سبب شد تا در روز بیستم نوامبر در منطقه پژوهش بارش شدید و در نهایت سیلاب رخ دهد.

کلیدواژه‌ها: آب‌وهواشناسی همدید، سیلاب، کم‌فشار سودانی، پرفشار جنب‌حاره، جنوب‌غربی ایران.

مقدمه

سیلاب از جمله بلایای طبیعی است که رخداد آن ناشی از فعالیت سامانه‌های جوئی باران‌زا از یک‌سو و ویژگی‌های توپوگرافی و فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز از سوی دیگر و نیز وجود ذخایر برفی حوضه‌هاست. شناخت دقیق سازوکار و نحوه عمل الگوهای گردش هوا و عناصر جوئی مؤثر در رخداد سیل بسیار حائز اهمیت است، به‌ویژه آنکه تغییرات شدید آب‌وهوایی به‌ویژه گرم شدن کره زمین در سال‌های اخیر منجر به تغییر در الگوهای گردش جوئی و پدید آمدن ناهنجاری‌های اقلیمی در اکثر نقاط جهان شده است (عزیزی و صمدی، ۱۳۸۶: ۶۱). الگوهای بارشی ایران، تحت تأثیر عوامل محلی و بیرونی است که برخی از آن‌ها ریشه در گردش عمومی جو دارد (کریمی‌خواجانه‌نگی، ۱۳۸۵: ۴).

* E-mail: fkhosh@ut.ac.ir

کشور ایران به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، دارای آب‌وهوایی متنوع است. بارش‌های سالانه اندک و نوسانات شدید رگباری و کوتاه‌مدت بارش‌ها، از خصوصیات بارز رژیم بارش‌های ایران به شمار می‌آید (عربی، ۱۳۸۵: ۲). بارش‌های شدید و سیل‌آسای غیرعادی در زمان‌های خاص برای کشوری مانند ایران با ویژگی‌های آب‌وهوایی و اقلیمی خاص خود بسیار مهم و همواره یکی از عواملی است که در مناطق مختلف جغرافیایی از نظر مالی و جانی آثار جبران‌ناپذیری به همراه داشته و انسان و طبیعت را در سطح وسیع متأثر ساخته است (موسوی‌بایگی و اشرف، ۱۳۸۹: ۱۰۳۶). منطقه جنوب‌غربی ایران که در دامنه‌های رو به باد کوه‌های زاگرس و در مسیر بادهای غربی و توده‌هواهای باران‌زا قرار گرفته، از جمله مناطقی است که تحت تأثیر الگوهای گردش جوی مختلف، بارش‌های سنگین و شدید را دریافت می‌کند و سیل‌های مخربی در آن رخ می‌دهد. سیل ۲۰ نوامبر ۲۰۱۱ برابر با ۲۹ آبان ۱۳۹۰ که در استان‌های خوزستان و کهگیلویه و بویراحمد رخ داد از آن جمله است. این سیل باعث وارد آمدن خسارات جانی و مالی فراوانی به مناطق مذکور شد. جان باختن بیش از ده نفر از جمله یک تن از مأمورین هلال احمر، وارد آمدن خسارات زیاد به تأسیسات زیربنایی و لوله‌های انتقال نفت، تخریب واحدهای مسکونی و زمین‌های کشاورزی، قطع شبکه‌های آبرسانی، برق و مخابرات، قطع راه‌های ارتباطی و محاصره شدن روستاها در سیلاب از جمله خسارات جانی و مالی این سیلاب بوده است. به نقل از روزنامه‌های وقت^۱، ارتفاع رواناب حاصل از این سیلاب در محور ارتباطی بهبهان - رامهرمز به حدود ۲ متر رسیده است.

در خصوص تأثیر الگوهای گردش جوی در رخداد بارش‌های سنگین و سیل‌آسا تحقیقات گسترده‌ای به عمل آمده است. علیجانی (۱۳۶۶) عوامل همدید مؤثر در ایجاد بارش‌های ایران را بر اساس نقشه‌های سطح دریا و ترازهای بالایی جو، واکاوی کرد و آشفتگی‌های غربی را در تمام فصول سال به استثنای تابستان عامل اصلی ایجاد بارش مطرح کرده است. لشکری (۱۳۷۵) بارش‌های شدید جنوب‌غربی ایران را نتیجه تقویت و تشدید فعالیت سامانه کم‌فشار مونسونی سودانی و منطقه همگرایی دریای سرخ و تبدیل آن‌ها به سامانه‌های دینامیکی و ترمودینامیکی دانسته است. نجارسلیقه (۱۳۷۷) نفوذ زبانه کم‌فشار موسمی از سمت شرق در ترازهای زیرین وردسپهر را عامل انتقال رطوبت از اقیانوس هند و خلیج بنگال و صعود آن به لایه‌های میانی و رخداد بارش رگباری در جنوب شرق ایران می‌داند. اسدی و مسعودیان (۱۳۸۳) سامانه‌های بارشی مدیترانه‌ای و سودانی - دریای سرخ را عامل بروز سیلاب در شیراز دانسته‌اند. مفیدی و زرین (۱۳۸۴) با واکاوی همدیدی هجده طوفان با منشأ سودانی نشان دادند که بیشترین فراوانی رخداد این کم‌فشار روی ایران در درجه اول مربوط به ماه دسامبر، سپس فصل زمستان است. امیدوار (۱۳۸۶) معتقد است بارش‌های شدید جنوب‌غربی کشور متأثر از سامانه‌های مدیترانه‌ای نیست و از دو مرکز کم‌فشار سودان و منطقه همگرایی دریای سرخ تأثیر می‌پذیرد. عزیزی و صمدی (۱۳۸۶) در بررسی همدید سیلاب ۲۸ مرداد ۱۳۸۲ در مازندران و گیلان دریافتند که وجود ناوهای در شمال شرق اروپا و امتداد محور آن روی دریای خزر، سبب فرارفت هوای سرد قطبی به روی دریای خزر می‌شود و حضور و اچرخند مهاجر با کشیدگی شمال‌غرب - جنوب در غرب ناوه و چرخند جبهه‌ای در شرق ناوه، منجر به رخداد

۱. روزنامه فارس نیوز (شماره ۱۰۰۰۷۲۸، ۱۳۹۰۰۹۰۱)

بارش سیل آسا در این ناحیه شده است. مسعودیان (۱۳۸۷) معتقد است که در پدید آمدن بارش‌های آبرسنگین یک روزه ایران، دو الگوی گردشی نقش دارند. الگوی اول با استقرار یک پرفشار روی دریای سیاه و گسترش ناوه خلیج فارس مشخص می‌شود و الگوی دوم با شکل‌گیری ناوه روی عراق و رخنه‌زبان‌های پرفشار سیبری - سیاه به درون ایران همراه است. عزیزی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی یک نمونه سیل در جنوب غربی ایران، تقویت و گسترش توده‌های کم‌فشار سودان واقع در غرب دریای سرخ را عامل اصلی بارش سنگین دانستند. کرمی و همکاران (۱۳۸۹) وجود پرفشار آزرورز در غرب اروپا و پرفشار عربستان در جنوب شرقی عربستان و نحوه فرارفت هوای سرد و گرم از این دو مرکز پرفشار به درون مرکز کم‌فشار سودانی را باعث ترمودینامیکی شدن و رخداد بارش سیل آسا در پلدختر دانسته‌اند.

گندمکار (۱۳۸۹) عامل اصلی بروز بارش‌های شدید در نواحی جنوبی بوشهر را سامانه سودانی می‌داند و معتقد است همراهی این سامانه با سامانه‌های مدیترانه‌ای منجر به تشدید بارش‌ها می‌شود. قادری و علیجانی (۱۳۸۹) با تحلیل همدید بارش‌های شدید لارستان به این نتیجه رسیدند که الگوهای فشار مؤثر در بارش‌های شدید در فصل سرد، در سطح زمین ورود چرخندهای غربی، کم‌فشار سودانی و در فصل گرم، نفوذ کم‌فشار موسمی، عقب‌نشینی پرفشار جنب‌حاره، استقرار کم‌فشار گرمایی و ایجاد ناپایداری شدید است و در سطوح بالا نفوذ بادهای غربی به همراه گسترش ناوه عمیق و فرارفت هوای مرطوب است. نبوی (۱۳۹۰) در واکاوی همدیدی شدت بارش در خراسان رضوی و شمالی به این نتیجه دست یافت که وجود ناوه عامل اصلی بارش‌های شدید و متوسط است که دارای دو الگوی بندالی^۱ و غیربندالی^۲ است.

خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۹۱) با واکاوی همدید بارش تگرگ فراگیر در شمال غربی ایران به این نتیجه دست یافتند که با عقب‌نشینی مرکز پرفشار آزرورز به سمت غرب و پرفشار سیبری به سمت شرق، کم‌فشار ایسلند با حرکت به سمت شرق و جنوب و قوی‌تر شدن، زبانه‌هایش تا جنوب دریای خزر می‌رسد. همچنین، با عقب‌نشینی هسته پرفشار جنب‌حاره‌ای از شمال عربستان مسیر حرکت کم‌فشارهای دریای سرخ به سمت بین‌النهرین باز و شرایط مناسبی برای ایجاد بارش شدید فراهم می‌شود. دایان و آبرامسکی (۱۹۸۳) با واکاوی چند نمونه از بارش‌های سیل آسا در شبه‌جزیره سینا و خاورمیانه به این نتیجه دست یافتند که موقعیت و شکل یا نوع انحنای محور جت‌باد جنب‌حاره در شمال دریای سرخ و به‌طور کلی در خاورمیانه، نقش اساسی در ایجاد بارش‌های سیل آسا روی منطقه و به همین ترتیب در فعال شدن همگرایی دریای سرخ بر عهده دارد.

کاهانا و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی همدید سیل‌های بزرگ صحرای نقب به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین و فراوان‌ترین الگوی همدید سیل‌زا مربوط به کم‌فشارهای ناشی از همگرایی دریای سرخ است. کاتو و آرانامی (۲۰۰۴) بارش‌های ناحیه نیاگاتا فوی کوشیما را در روزهای سیزدهم و هجدهم ژوئیه ۲۰۰۴ بررسی کردند و نتیجه گرفتند که عامل اصلی این بارش‌ها تشدید ناپایداری همرفتی ناشی از هوای مرطوب سطح پایین و هوای خشک سطح بالا بوده است. وانگ و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تغییرات چرخندهای برون‌حاره در آسیای شمال شرقی، با استفاده از الگوهای

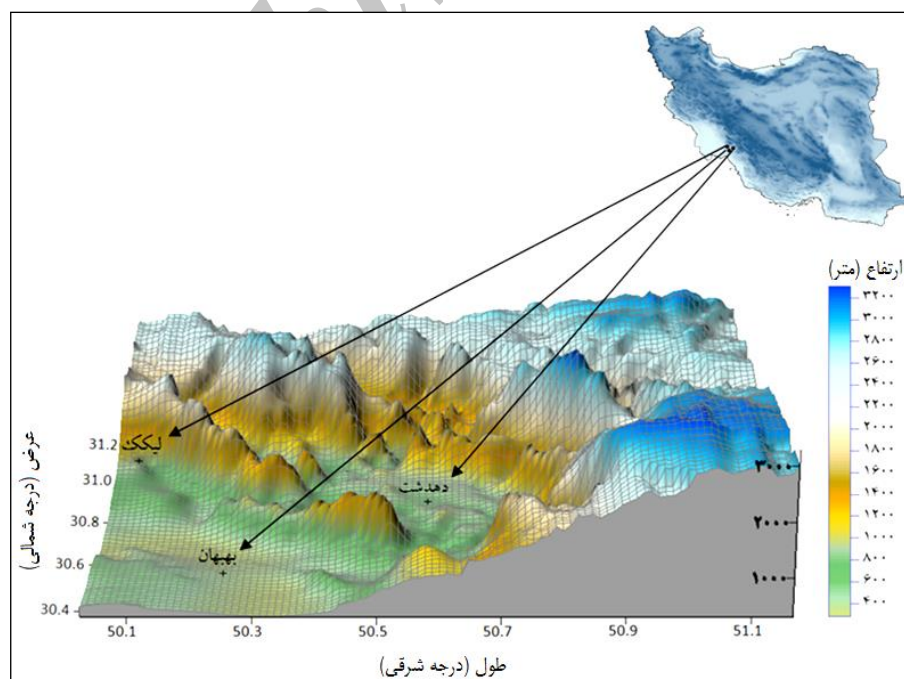
1. Blocking

2. Non Blocking

همدید دریافتند که فراوانی این چرخندها در فصل بهار بیشتر است و توزیع فضایی آن‌ها نیز در عرض ۴۰ تا ۵۰ درجه شمالی است. سبزی‌پرور و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی بیست بارش شدید منجر به سیلاب در حوضه آبریز رودخانه دالکی، به این نتیجه رسیدند که سیلاب‌های شدید در پی تقویت مرکز کم‌فشار حرارتی سودان و هم‌زمان با آن تغذیه رطوبت از اقیانوس هند و دریای مدیترانه رخ می‌دهد. بررسی منابع نشان می‌دهد هدف اکثر این پژوهش‌ها شناسایی الگوها و سامانه‌های منجر به رخداد بارش‌های مخاطره‌آمیز است. در این پژوهش نیز سعی بر آن است تا با به‌کارگیری فنون آب‌وهواشناسی همدید علت رخداد سیلاب در منطقه پژوهش شناسایی شود. هماهنگی قبل از وقوع حوادث و مخاطرات، رمز موفقیت مدیریت بحران است. از این‌رو، شناسایی الگوهای سیل‌زا و پیش‌بینی به موقع آن‌ها سبب مدیریت بهتر بحران‌های رخ داده می‌شود و خسارات جانی و مالی ناشی از این بلاهای طبیعی را به حداقل ممکن می‌رساند.

منطقه مورد مطالعه

پهنه مطالعاتی این پژوهش شهرستان بهبهان واقع در جنوب‌شرقی خوزستان و شهرستان بهمنی به مرکزیت شهر لیکک در شمال‌غربی کهگیلویه و بویراحمد است. این منطقه از لحاظ هیدرولوژی جزو حوضه آبریز رودهای جراحی و زهره محسوب می‌شود. بهبهان با ۳۱۳ و لیکک با ۶۷۳ متر ارتفاع از سطح دریا در کوهپایه‌های زاگرس قرار گرفته‌اند و با فاصله اندکی از این مراکز، زاگرس مرتفع قرار دارد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی این مناطق را همراه با سیمای توپوگرافی آن نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت و توپوگرافی منطقه پژوهش

مواد و روش‌ها

سیلاب رخ داده در منطقه پژوهش در پی رخداد طوفان شدید در قسمت‌های غربی و جنوب‌غربی کشور شکل گرفت. به منظور واکاوی الگوی همیدیدی منجر به این رخداد، داده‌های مربوط به فشار تراز دریا، جهت باد سطحی، دمای سطحی و ارتفاع ژئوتانسیل متر^۱، تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال^۲، مقدار نم ویژه و جهت باد ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ ه. پ، داده‌های باد مداری و نصف‌النهاری تراز ۲۰۰ ه. پ و مقادیر اُمگا از مرکز NCEP دریافت و نقشه‌های مربوط برای دو روز پیش از سیلاب تا یک روز پس از آن با استفاده از نرم‌افزار GrADS ترسیم شد. برای نشان دادن حرکات فرازشی^۳ (صعودی) بر فراز منطقه پژوهش، نمودارهای هاف‌مولر در محیط GrADS ترسیم شد. در نهایت با واکاوی همدید نقشه‌ها علل رخداد سیلاب مشخص شد.

جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های همدید و میزان بارش ۲۴ ساعته در منطقه پژوهش

ایستگاه	طول (درجه شرقی)	عرض (درجه شمالی)	ارتفاع (متر)	بارش روز ۲۷/۸/۹۰ (میلی‌متر)	بارش روز ۲۸/۸/۹۰ (میلی‌متر)	بارش روز ۲۹/۸/۹۰ (میلی‌متر)	بارش روز ۳۰/۸/۹۰ (میلی‌متر)	مجموع بارش (میلی‌متر)
لیکک	۵۰/۰۹	۳۰/۳۹	۶۷۳	۰	۳	۱۵۰/۳	۱۳/۱	۱۶۶/۴
دهدشت	۵۰/۵۶	۳۰/۷۹	۸۱۰	۱	۳/۴	۱۰۷/۸	۴۳/۵	۱۵۵/۷
بهبهان	۵۰/۲۳	۳۰/۰۶	۳۱۳	۰	۰/۶	۷۹/۴	۱۷/۶	۹۷/۶
سی سخت	۵۱/۴۵	۳۰/۸۶	۲۲۰۰	۰/۴	۰/۲	۵۹/۶	۵۳/۶	۱۱۳/۸
یاسوج	۵۱/۶۸	۳۰/۸۳	۱۸۳۱/۵	۰/۳	۰/۱	۵۰/۶	۴۸/۵	۹۹/۴۱
دوگنبدان	۵۰/۷۶	۳۰/۴۳	۶۹۹/۵	۰	۰	۴۷/۸	۱۴/۲	۶۲
دهدز	۵۰/۲۶	۳۱/۷۱	۱۴۵۷	۰	۱۷/۹	۳۶	۹	۶۲/۹
امیدیه	۴۹/۶۶	۳۰/۷۶	۲۷	۰	۱/۲	۳۳/۱	۱۰/۱	۴۴/۴
رامهرمز	۴۹/۶	۳۱/۲۶	۱۵۰/۵	۰	۴/۴	۲۳	۲/۵	۳۰/۹
مسجدسلیمان	۴۹/۲۸	۳۱/۹۳	۳۲۰/۵	۰	۰	۱۵/۸	۳۱	۴۶/۸
ایذه	۴۹/۸۶	۳۱/۸۵	۷۶۷	۰	۱۹/۳	۱۴/۴	۱/۱	۳۴/۸
شوشتر	۴۸/۸۳	۳۲/۰۵	۶۷	۰	۲۴/۴	۱۳/۴	۰	۳۷/۸
صفی‌آباد	۴۸/۴۱	۳۲/۲۶	۸۲/۹	۰	۴۶/۶	۶/۹	۰	۵۳/۵
بستان	۴۸/۰۰	۳۱/۷۱	۷/۸	۰	۳۱/۹	۰/۲	۰	۳۲/۱

۱. در ادامه واژه «ژئوتانسیل‌متر» جهت کوتاه‌نویسی به صورت «ژ.پ.م.» نوشته شده است.

۲. در ادامه واژه «هکتوپاسکال» جهت کوتاه‌نویسی به صورت «ه. پ.» نوشته شده است.

3. ascending

واکاوی همدید

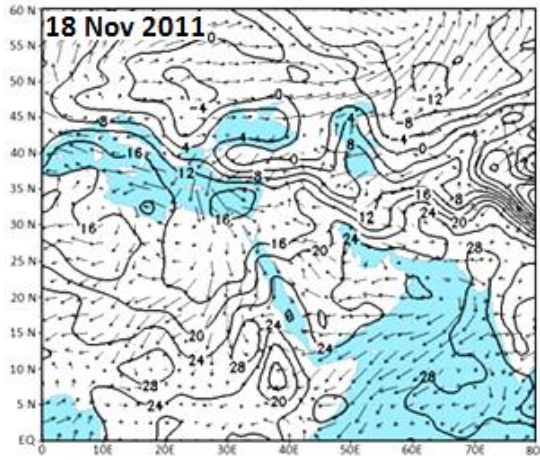
در نقشه فشار سطح دریا در روز ۱۸ نوامبر (شکل ۲) یک مرکز کم‌فشار با فشار مرکزی ۱۰۰۸ ه. پ در غرب دریای سرخ روی سودان و اتیوپی قرار داشت. در این روز یک پرفشار با فشار مرکزی ۱۰۲۶ ه. پ روی اروپا تشکیل شده است که در راستای مداری و نصف‌النهار گسترش قابل توجهی یافت، به نحوی که هم‌فشار ۱۰۲۰ ه. پ آن تا طول ۷۰ درجه شرقی امتداد داشت و هم‌فشار ۱۰۱۸ ه. پ این پرفشار از جهت شمال غربی به کشور وارد شد و نواحی غربی کشور را زیر نفوذ خود گرفت. در راستای نصف‌النهار نیز زبانه‌های آن از طریق مدیترانه به شمال آفریقا نفوذ کرده است. همچنین، در شمال دریای عربی نیز یک مرکز پرفشار وجود دارد که با هم‌فشار ۱۰۱۵ ه. پ بسته شده است. در این روز در همه مناطق ایران بالنسبه زبانه پرفشاری حاکم است و پربند ۱۰۱۶ ه. پ از منطقه پژوهش گذر می‌کند.

نحوه آرایش سامانه‌های فشار سبب شده است که از یک‌سو هوای سرد از عرض‌های بالا به پشت سامانه کم‌فشار مدیترانه-سودانی جریان یابد و از سوی دیگر حرکت واچرخندی سامانه پرفشار مستقر روی دریای عربی هوای گرم و مرطوب را به طرف دریای سرخ و کم‌فشار سودانی انتقال دهد که این حالت در تشدید شیو دما^۱ در مرکز دریای سرخ و سواحل جنوبی ایران مؤثر بوده است. نقشه هم‌جریان سطحی (شکل ۳) نشان می‌دهد که در نتیجه حرکت واچرخندی هوا در مراکز پرفشار اروپا و دریای عمان، یک پهنه همگرایی در محل برخورد این جریانات روی سودان، دریای سرخ و قسمت‌های غربی شبه‌جزیره عربستان شکل می‌گیرد. پیدایش مناطق همگرایی اولیه در منطقه دریای سرخ نتیجه تأثیر متقابل جریان‌های وردسپهری و ویژگی‌های توپوگرافی است (مفیدی، ۱۳۸۳: ۷۲). در این روز با توجه به عبور منحنی‌های پرفشار از منطقه جنوب غربی کشور، هوا در منطقه پژوهش به سمت خلیج فارس جریان دارد. این شرایط با فشار تراز ۵۰۰ ه. پ (نقشه ۴) تطابق دارد، به نحوی که ناوه فرعی در راستای دریای سیاه تا مصر دیده می‌شود که قسمت غربی آن سبب فرارفت هوای سرد عرض‌های بالا به سوی دریای سرخ و کم‌فشار سودانی شده است. همچنین، مرکز پراترفاع ۵۸۸۰ ژ.پ.م روی دریای عربی و شرق شبه‌جزیره عربستان مستقر است که حرکت واچرخندی آن منجر به شارش هوای گرم و مرطوب به جلوی ناوه می‌شود و پشته گسترش یافته آن به سمت شمال ایران گسترش دارد. منطقه پژوهش در زیر پربندهای^۲ ۵۷۶۰ تا ۵۸۰۰ ژ.پ.م قرار دارد که عدد دوم معرف حاشیه پراترفاع جنب‌حاره در تراز ۵۰۰ ه. پ است.^۳ در نمودار هاف‌مولر شاخص امگا برای عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی (شکل ۵) حاکی از صعود نه‌چندان قوی هوا در قسمت‌های جنوبی عراق در تراز ۸۵۰ تا ۵۰۰ ه. پ است، در صورتی که در همین زمان در جو ایران حرکت صعودی دیده نمی‌شود.

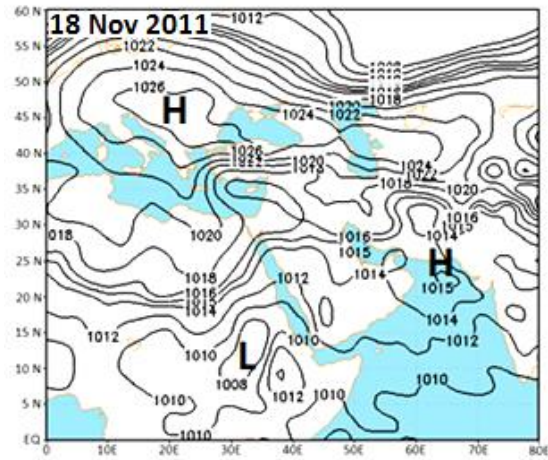
1. temperature gradient

2. countours

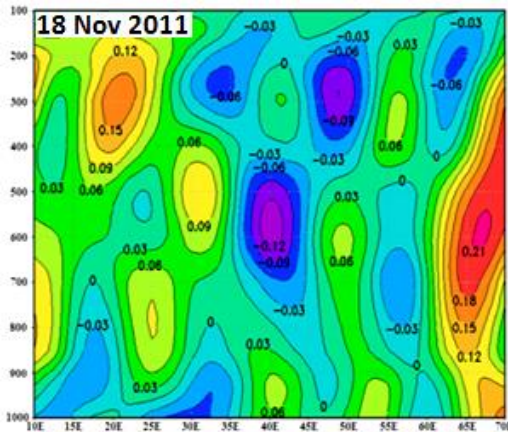
۳. به رساله دکتری فرامرز خوش‌اخلاق با عنوان «تحقیق در خشک‌سالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل‌های سینوپتیکی» مراجعه شود.



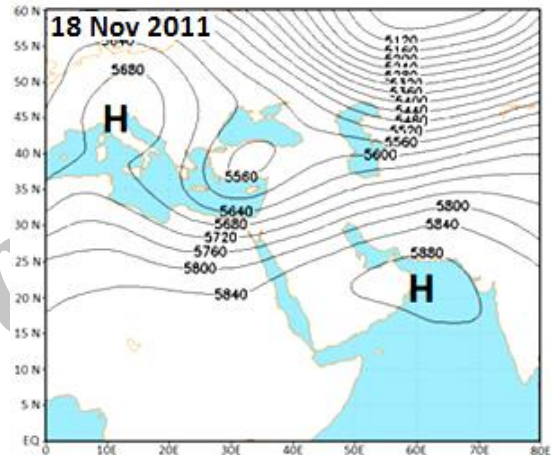
شکل ۳. جهت باد و دمای سطح زمین در ۱۸ نوامبر



شکل ۲. نقشه فشار سطح زمین در ۱۸ نوامبر



شکل ۵. نمودار هافمولر اُمگا عرض ۳۰ درجه ۱۸ نوامبر

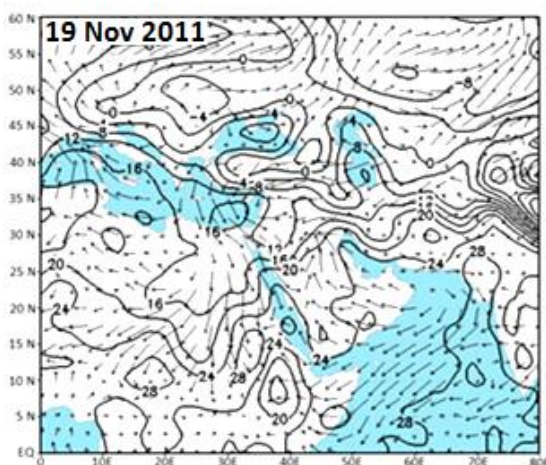


شکل ۴. نقشه تراز ۵۰۰ ه. پ در ۱۸ نوامبر

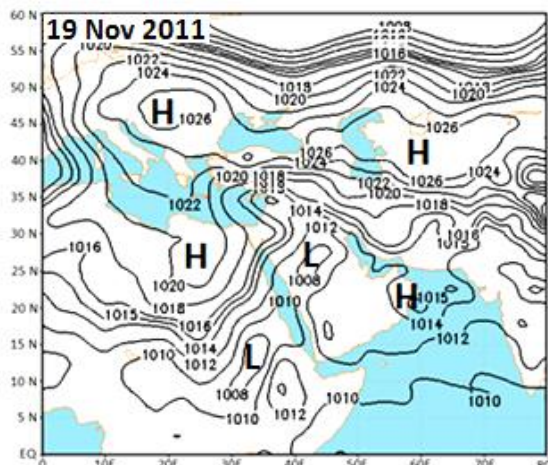
در روز ۱۹ نوامبر زبانه‌های مرکز پرفشار اروپا نسبت به روز قبل تا عرض‌های جغرافیایی پایین‌تری در شمال آفریقا پیشروی کرده و هم‌فشار ۱۰۱۵ ه. پ آن تا عرض ۱۵ درجه گسترش یافته است (شکل ۶). در پی گسترش جنوب‌سوی زبانه‌های پرفشاری و فرارفت هوای سرد از عرض‌های بالا به شمال شرق آفریقا، سامانه کم‌فشار سودانی - مدیترانه تقویت شده و در جهت شمال شرقی گسترش یافته است، به طوری که سلولی از مرکز کم‌فشار سودان جدا شده و به شرق دریای سرخ منتقل شده و روی شبه‌جزیره عربستان قرار گرفته است. یاخته پرفشار جنب‌حاره‌ای که روز قبل روی دریای عمان قرار داشت در این روز به موقعیت غربی‌تری انتقال یافته و در شرق شبه‌جزیره عربستان بسته شده است. همچنین، زبانه‌های پرفشار از قسمت‌های شمالی کشور به سمت جنوب پیش‌روی کرده و به موازات سواحل خلیج فارس گسترش یافته است.

مجموع این شرایط سبب تشدید شیو فشاری از جنوب ایران تا شرق مدیترانه شده است. در این روز نیز تمام کشور زیر سیطره زبانه پرفشاری قرار دارد و پربند ۱۰۱۴ ه. پ از منطقه پژوهش گذر کرده است. نقشه هم‌جریان سطحی

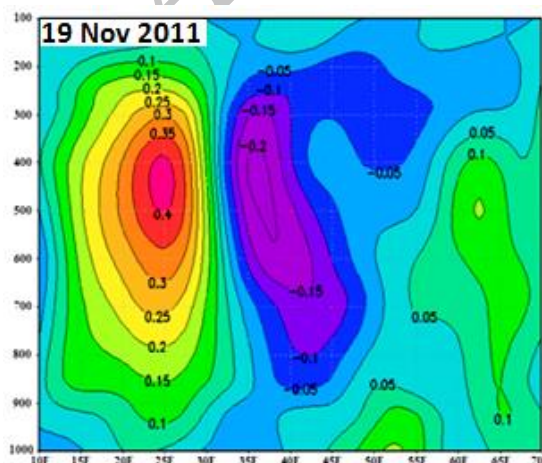
(شکل ۷) نشان می‌دهد که کمربند همگرایی نسبت به روز قبل گسترش بیشتری یافته و به دنبال قرارگرفتن سلول کم‌فشاری روی شبه‌جزیره عربستان، همگرایی نیز در این قسمت تشدید شده است. همچنین، هوای گرم و مرطوب از مرکز پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان به‌صورت ساعتگرد روی خلیج فارس گذر کرده و در منطقه همگرایی روی شبه‌جزیره عربستان با هوای شارش یافته از عرض‌های بالا، همگرا شده است ولی در منطقه پژوهش ناپایداری در تراز بالا دیده می‌شود. این شرایط با الگوی فشاری تراز ۵۰۰ ه. پ (شکل ۸) منطبق است، به نحوی که در این الگو ناوه شمال آفریقا تقویت و عمیق‌تر شده و به‌واسطه انتقال پراترفاع ۵۸۸۰ ژ.پ.م به طرف هندوستان مناطق واقع در شمال دریای سرخ و عربستان و جنوب‌غربی ایران از زیر پربند ۵۸۰۰ ژ.پ.م خارج شده است. نمودار هاف‌مولر شاخص اُمگا در عرض ۳۰ درجه شمالی (شکل ۹) نیز مؤید آغاز صعود هوا در ترازهای ۸۵۰ تا ۳۰۰ ه. پ بر فراز خوزستان است. اما در این روز قسمت‌های شرقی خوزستان فاقد حرکت فرازشی (صعودی) است. به دنبال گسترش لایه ناپایدار در مناطق غربی خوزستان بارش نسبتاً سنگینی به ترتیب در ایستگاه‌های صفی‌آباد دزفول با ۴۶، بستان ۳۱، شوشتر ۲۴، ایذه ۱۹ و دهدز ۱۷ میلی‌متر گزارش شده است.



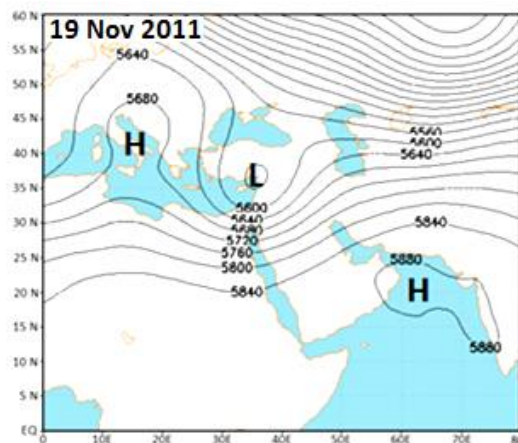
شکل ۷. جهت باد و دمای سطح دریا در ۱۹ نوامبر



شکل ۶. نقشه فشار سطح دریا در ۱۹ نوامبر



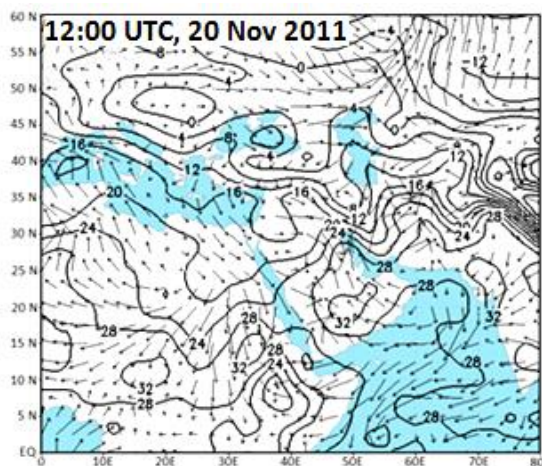
شکل ۹. نمودار هوف مولر اُمگا عرض ۳۰ درجه ۱۹ نوامبر



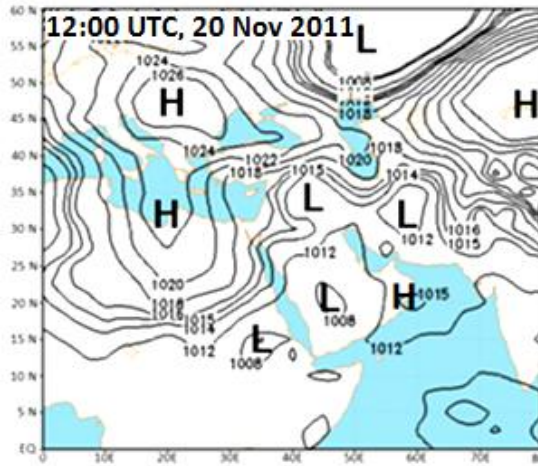
شکل ۸. نقشه تراز ۵۰۰ ه. پ در ۱۹ نوامبر

در ساعت ۱۲ UTC روز ۲۰ نوامبر که مصادف با اوج بارش در منطقه پژوهش است، الگوی فشار سطح دریا (شکل ۱۰) نشان می‌دهد که زبانه کم‌فشار سودانی به بیشینه گسترش خود رسیده و با حرکت شمال‌شرقی خود نواحی جنوب‌غربی ایران را متأثر کرده، به نحوی که هم‌فشار ۱۰۱۲ ه پ آن از روی منطقه پژوهش گذر کرده و سبب اُفت فشار در این منطقه شده و منحنی ۱۰۱۴ ه پ به منزله مرز نهایی زبانه کم‌فشاری تقریباً در سراسر ایران گسترش یافته است. پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان نیز همچنان با هم‌فشار ۱۰۱۵ ه پ در مناطق شرقی شبه‌جزیره عربستان حاکم است. شکل‌گیری چنین الگوی فشاری در سطح دریا سبب شده است که بیشتر مناطق ایران به استثنای مناطق شمالی کشور، تحت سامانه کم‌فشار قرارگیرد. نقشه هم‌جریان و دمای سطحی (شکل ۱۱) نشان می‌دهد که در این روز حرکت هوا در ترازهای زیرین و دریا از مراکز پرفشار شرق عربستان و زبانه کم‌فشاری مرکز عربستان از طریق خلیج فارس و نه دریای سرخ به سوی مرکز کم‌فشار واقع در جنوب‌غربی کشور بوده است. وجود شیو شدید دما روی منطقه نشان‌دهنده مستعدتر شدن شرایط ناپایداری در ترازهای زیرین جو منطقه است. چنین جریان مرطوبی از خلیج فارس به همراه شارش‌های مرطوب ترازهای بالا (مثلاً ۷۰۰ ه پ) منجر به تقویت سامانه بارشی روی منطقه پژوهش شده است. الگوی ارتفاع تراز ۵۰۰ ه پ (شکل ۱۲) نزدیک‌تر شدن ناوه به ایران را نشان می‌دهد. همچنین، ارتفاع تراز یادشده در منطقه پژوهش به ۵۷۲۰ تا ۵۷۶۰ ژ.پ.م کاهش یافته است. در این روز محور ناوه شمال آفریقا با حرکت شرق‌سوی خود روی دریای سرخ استقرار یافته است. الگوی مرکز پراارتفاع عربستان - هند به صورت شمال شرقی - جنوب‌غربی مناسب برای فرارفت‌های ناپایدار است. در شکل ۱۳ نمایه قائم امگا دیده می‌شود که پهنه امگای منفی تا سطح زمین امتداد یافته و این حالت سبب صعود هوای مرطوب خلیج فارس به ترازهای بالاتر شده است.

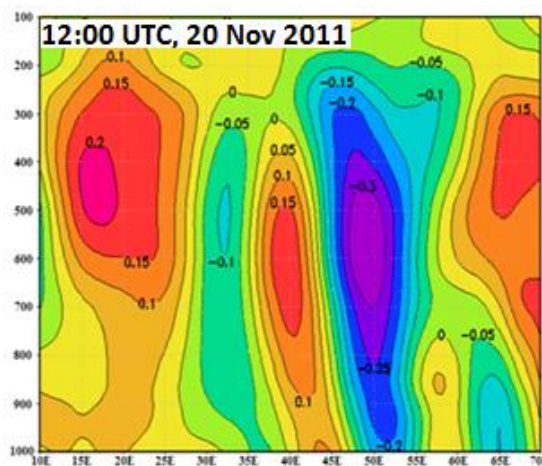
با توجه به این نکته که تکوین و گسترش کم‌فشارهای منطقه دریای سرخ و جابه‌جایی و انتقال آن‌ها به خاورمیانه به موقعیت و شدت جریان جتی جنب‌حاره نیز بستگی دارد (مفیدی، ۱۳۸۳)، موقعیت محور جت‌باد جنب‌حاره در شکل ۱۴ به صورت خط‌چین ارائه شده است. به طوری که دیده می‌شود، در روز بارش بیشینه جت‌باد با سرعت مرکزی ۶۵ متر بر ثانیه در قسمت‌های شمالی آفریقا گسترش داشته و منطقه پژوهش در بخش شمال شرقی خروجی آن با سرعت ۳۵ متر بر ثانیه واقع شده است. استقرار چنین وضعیتی منجر به واگرایی شدید هوا در ترازهای بالایی جو در منطقه پژوهش شده و همگرایی هوا را به درون مرکز کم‌فشاری تقویت کرده است که در قسمت‌های جنوب‌غربی کشور قرار دارد. بارش این روز به ترتیب برای ایستگاه‌های لیکک ۱۵۳، دهدشت ۱۰۷، بهبهان ۷۹، سی‌سخت ۵۹، یاسوج ۵۰ و دوگنبدان ۴۷ میلی‌متر بوده است. البته، در سایر مناطق خوزستان بارش نیز با شدت کمتری رخ داده است. وجود شیب‌های تند کوهستان زاگرس در پهنه پژوهش سبب تشدید ناپایداری هوا و رخداد بارش و نهایتاً سیلاب شده است. ویژگی ریخت‌شناختی منطقه سبب شدت تا شهر بهبهان به دلیل ارتفاع پست‌تر، محل تجمع رواناب ناشی از سیلاب شود و لذا دچار خسارات بیشتری می‌شود.



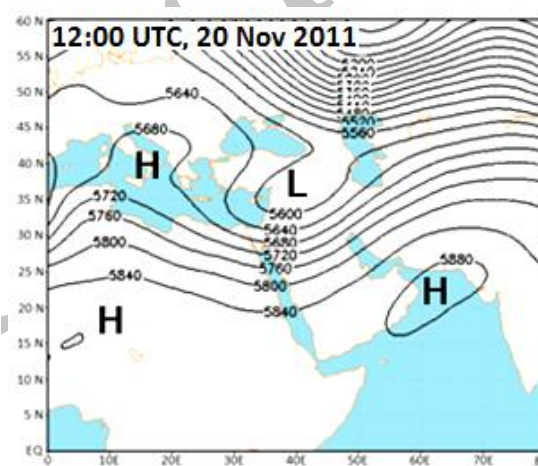
شکل ۱۱. جهت باد و دمای سطح زمین ساعت ۱۲ UTC ۲۰ نوامبر



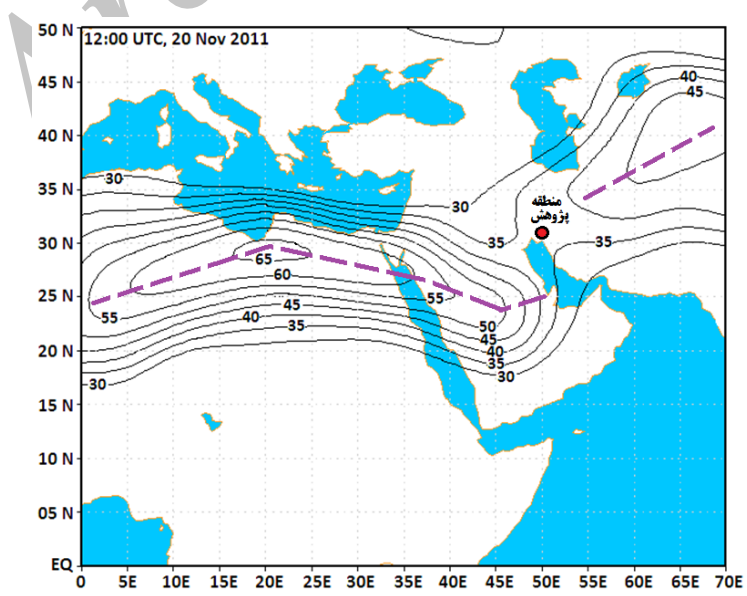
شکل ۱۰. نقشه فشار سطح زمین ساعت ۱۲ UTC ۲۰ نوامبر



شکل ۱۳. نمودار هوف مولر أمگا ۳۰ درجه ساعت ۱۲ UTC ۲۰ نوامبر



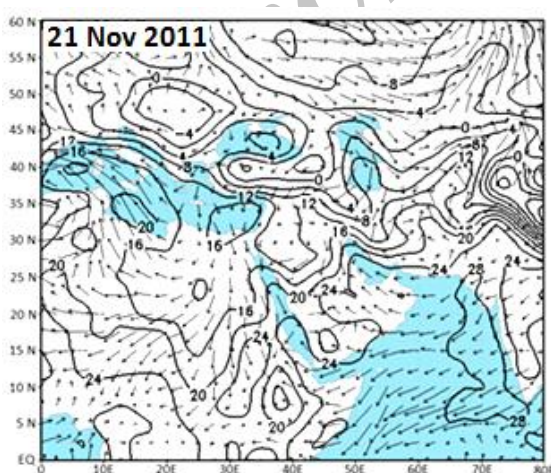
شکل ۱۲. نقشه تراز ۵۰+ ه. پ ساعت ۱۲ UTC ۲۰ نوامبر



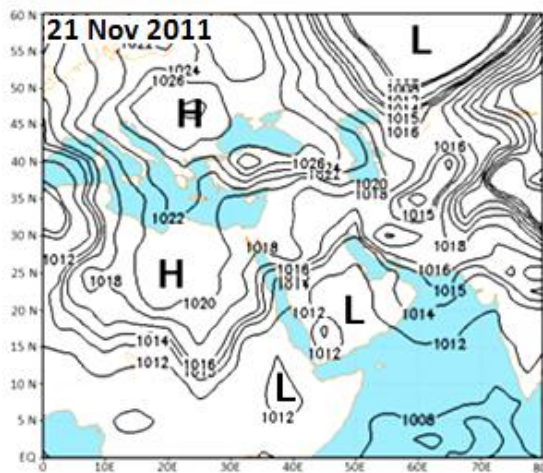
شکل ۱۴. موقعیت منطقه پژوهش نسبت به محور جت باد جنب‌حاره‌ای تراز ۲۰+ هکتوپاسکال در ساعت ۱۲ UTC ۲۰ نوامبر

الگوی فشار تراز دریا (شکل ۱۵) نشان می‌دهد که در روز ۲۱ نوامبر مرکز پرفشار شمال اروپا همچنان قوی است و هوای سرد را به پشت سامانه بارشی انتقال می‌دهد، اما سامانه کم‌فشار سودانی ۴ ه پ ضعیف‌تر شده و به زبانه آن به سوی شبه‌جزیره عربستان پس‌روی کرده است، به نحوی که هم‌فشار ۱۰۱۲ ه پ آن از روی کویت می‌گذرد و بیشتر سطح کشور تحت سیطره پربند فشار ۱۰۱۶ و بیشتر قرار دارد. همچنین، مرکز پرفشار عربستان نسبت به روز قبل اندکی تضعیف شده و به سوی شرق حرکت کرده است. نقشه هم‌جریان و دمای سطح (شکل ۱۶) نشان می‌دهد که هوای سرد از سمت غرب و شمال غرب به منطقه پژوهش وارد شده و منجر به پایداری جو در آن شده و بارش در قسمت‌های غربی خوزستان کاملاً قطع شده است. در الگوی تراز ۵۰۰ ه پ (شکل ۱۷) مرکز پرفشار عربستان به سمت شرق حرکت کرده و از میزان شیو ارتفاع (فشار) آن کاسته شده و جهت‌گیری آن نسبت به روز قبل تغییر کرده و نیز به واسطه پس‌روی پربند ۵۶۰۰ ژ.پ.م به سمت مرکز خزر از شمال غرب کشور، از شیو ارتفاعی تراز ۵۰۰ در سراسر غرب ایران کاسته شده است.

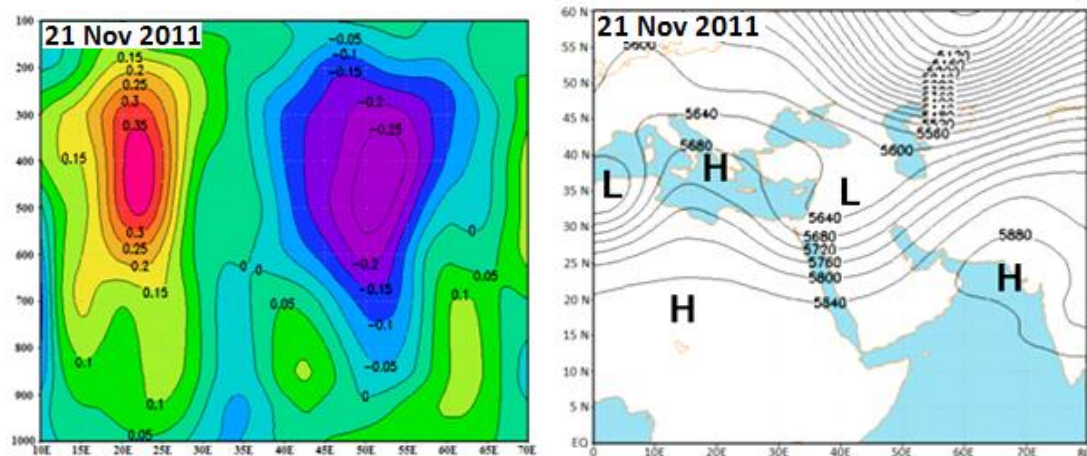
نمودار هافمولر امگا (شکل ۱۸) نشان می‌دهد که به دنبال حرکت شرق‌سوی ناوه، پهنه ناپایداری و فرازش هوا از زمین جدا شده و به تراز بالا انتقال یافته و از شدت آن نیز کاسته شده به طوری که در منطقه پژوهش تا تراز ۸۰۰ ه پ حرکت نزولی شده است. از این‌رو، ورود رطوبت خلیج فارس به سامانه بارشی قطع شده است، اما در ترازهای بالاتر هنوز حرکت صعودی مشاهده می‌شود. مجموع این شرایط سبب شده در ایستگاه‌های غربی خوزستان بارش‌ها قطع شود، ولی در ایستگاه‌های شرقی بارش سنگین هنوز موجود باشد. در این روز سی سخت ۵۳، یاسوج ۴۸ و دهدشت ۴۳ میلی‌متر باران دریافت کرده‌اند، ولی سایر ایستگاه‌ها عمدتاً بارشی کمتر از ۲۰ میلی‌متر داشته‌اند. با حرکت شرق‌سوی سامانه بارشی و تضعیف آن در روز ۲۲ نوامبر بارش‌های پراکنده و اندکی در منطقه مشاهده شد و سرانجام در روز ۲۳ نوامبر جو منطقه کاملاً پایدار شده و بارشی در منطقه پژوهش دیده نشده است.



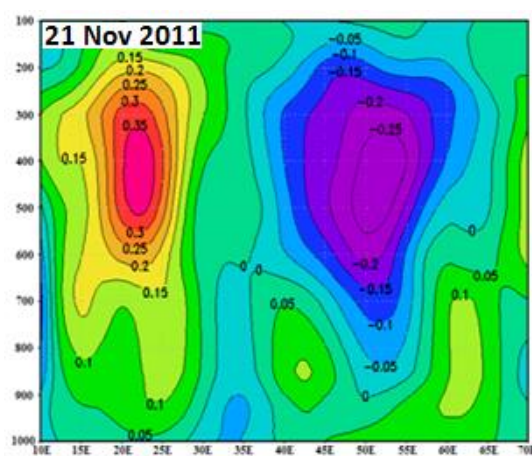
شکل ۱۶. جهت باد و دمای سطح زمین در ۲۱ نوامبر



شکل ۱۵. نقشه فشار سطح زمین در ۲۱ نوامبر



شکل ۱۷. نقشه تراز ۵۰۰ ه. پ در ۲۱ نوامبر



شکل ۱۸. نمودار هوفمولر امگا عرض ۳۰ درجه در ۲۱ نوامبر

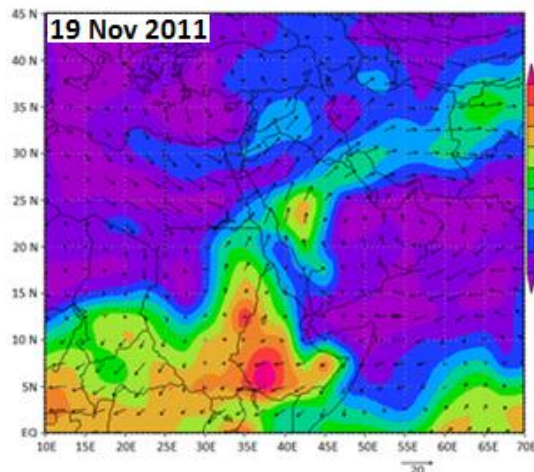
منابع رطوبتی بارش

آب‌وهوشناسی بارش یک جایگاه جغرافیایی صرفاً با ترازنامه تابشی و رطوبتی محلی کنترل نمی‌شود، بلکه فرارفت‌های گوناگون از نواحی مختلف جغرافیایی به‌ویژه در مقیاس زناری یا نصف‌النهاری بر آن تأثیر می‌گذارد. از این‌رو، رژیم بارش مناطق جغرافیایی ارتباط تنگاتنگی با سامانه‌های جوئی منطقه‌ای یا همدید دارد. بدین منظور برای مشخص کردن منشأ و چگونگی انتقال رطوبت به سامانه بارشی، از نقشه ترکیبی جهت باد و مقدار نم و ویژه ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ ه. پ طی یک روز پیش از رخداد طوفان تا زمان اوج فعالیت استفاده شد. در نقشه تراز ۸۵۰ ه. پ روز ۱۹ نوامبر (شکل ۱۹) با توجه به حاکمیت سامانه پرفشار عربستان روی دریای عربی، وزش واپرخندی هوا در این منطقه مشاهده می‌شود. وزش بادهای شرقی در جنوب این سامانه سبب انتقال مقادیر زیادی رطوبت به مناطق شرقی و جنوب‌شرقی شبه‌جزیره عربستان شده است که مقدار آن در این نواحی به ۱۰ گرم بر کیلوگرم^۱ می‌رسد.

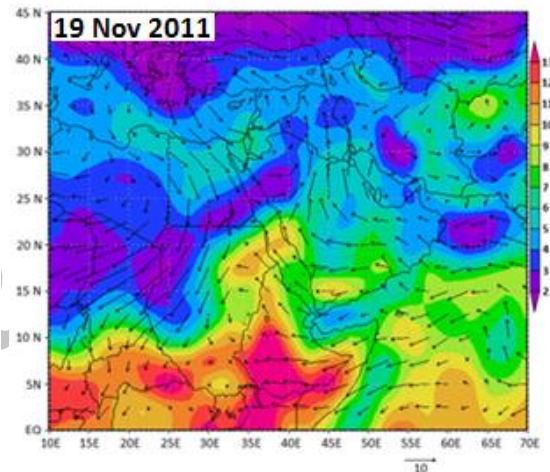
گفتنی است جریان هوا در تراز ۸۵۰ ه. پ به‌واسطه تأثیر توپوگرافی متغیرتر از ترازهای بالایی است و به گونه‌ای است که از طریق دریای عربی و عربستان مرکزی و خلیج فارس رطوبت به سوی جنوب‌غربی ایران هدایت می‌شود و هسته‌ای از هوای مرطوب با رطوبت ۶ گ.ب.ک در نیمه جنوبی خوزستان ایجاد شده است. در نقشه تراز ۷۰۰ ه. پ (شکل ۲۰) جهت وزش باد در منطقه پژوهش جنوب‌غربی است. حاکمیت چنین جریانی سبب انتقال زبانه‌ای از هوای مرطوب از دریای سرخ به نواحی جنوب‌غربی تا شرق کشور شده است. واکاوی نقشه تراز ۸۵۰ ه. پ (شکل ۲۱) در زمان اوج فعالیت سامانه بارشی نشان می‌دهد که تداوم حرکت واپرخندی پرفشار جنوب‌شرق عربستان سبب انتقال هسته‌های هوای مرطوب از طریق دریای عربی، عربستان و خلیج فارس به منطقه پژوهش شده که نسبت به روز قبل در ایران نفوذ

۱. در ادامه واژه «گرم بر کیلوگرم» جهت کوتاه‌نویسی به صورت «گ.ب.ک» نوشته شده است.

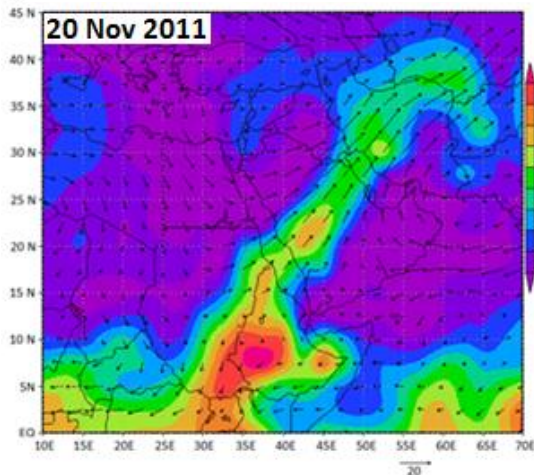
بیشتری به سمت شمال داشته است. همچنین، تداوم وزش بادهای جنوب‌غربی بر فراز دریای سرخ به سوی مناطق جنوب‌غربی کشور، انتقال هوای مرطوب از دریای سرخ به منطقه را در پی داشته است. در این زمان مقدار رطوبت هوا بر فراز منطقه پژوهش به ۱۰ گ.ب.ک رسیده که مقدار قابل توجهی است. در تراز ۷۰۰ ه. پ (شکل ۲۲) نیز بر اثر تداوم الگوی جریان جنوب‌غربی بادهای زبانه‌ای از هوای مرطوب از دریای سرخ با رطوبت ۶ گ.ب.ک مناطق جنوب‌غربی کشور را فراگرفته که بر اثر گذر آن از خلیج فارس تقویت شده و به ۷ گ.ب.ک افزایش یافته است. به این ترتیب واکاوی نقشه‌های جریان هوا و نم ویژه نشان می‌دهد که در تراز ۸۵۰ ه. پ و پایین‌تر، دریای عربی، خلیج فارس و سپس دریای سرخ و در تراز ۷۰۰ ه. پ دریای عربی، دریای سرخ و در نهایت خلیج فارس منبع تأمین رطوبت برای سامانه بارشی یادشده بوده‌اند.



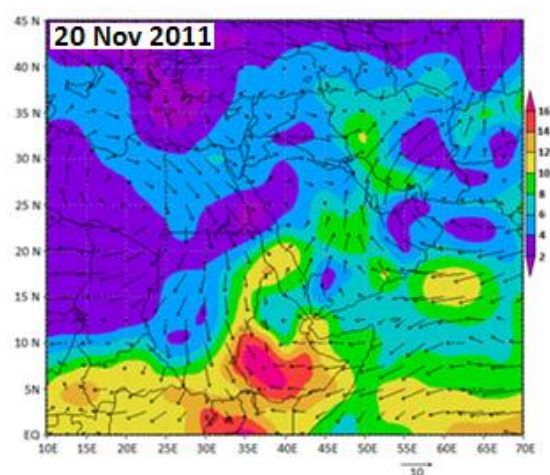
شکل ۲۰. الگوی جریان و مقدار نم ویژه تراز ۷۰۰ ه. پ در ۱۹ نوامبر



شکل ۱۹. الگوی جریان و مقدار نم ویژه تراز ۸۵۰ ه. پ در ۱۹ نوامبر



شکل ۲۲. الگوی جریان و مقدار نم ویژه تراز ۷۰۰ ه. پ در ۲۰ نوامبر



شکل ۲۱. الگوی جریان و مقدار نم ویژه تراز ۸۵۰ ه. پ در ۲۰ نوامبر

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر به منظور واکاوی الگوی همدید منجر به رخداد سیلاب در منطقه پژوهش، نقشه‌های همدید از دو روز پیش از رخداد سیلاب تا یک روز پس از آن بررسی شد. واکاوی همدید نقشه‌های هوای سطح دریا، نقش چند سامانه را در رخداد سیلاب نشان می‌دهد. واقع شدن مراکز کم‌فشار مدیترانه-سودان بین مراکز پرفشار اروپا-شمال آفریقا و جنوب‌شرق شبه‌جزیره عربستان، سبب تشکیل کمربند همگرایی از سودان و دریای سرخ تا سواحل جنوبی ایران شده است. مرکز پرفشار اروپا سبب فرارفت هوای سرد عرض‌های بالا و مرکز پرفشار جنب‌حاره‌ای عربستان سبب فرارفت هوای گرم و مرطوب عرض‌های پایین از ترازهای زیرین به درون سامانه پیش‌گفته می‌شود. همگرایی هوای سرد شمالی و گرم جنوبی در این کمربند، تقویت آن را به دنبال داشته و خط ناپایداری هوا را در مناطق یادشده تشکیل داده است. استقرار منطقه پژوهش در بخش شمال شرقی خروجی جت‌باد جنب‌حاره‌ای منجر به تقویت سامانه کم‌فشار و ژرف شدن آن می‌شود و به تدریج با تقویت سامانه و حرکت شمال شرقی آن، کمربند همگرایی روی نواحی جنوب‌غربی ایران مستقر شده است.

نقشه تراز ۵۰۰ هـ پ نیز یک ناوه عمیق را در شرق مدیترانه تا عراق نشان می‌دهد که سبب تشدید شیو دما-فشار در ترازهای بالایی جو شده و با تقویت سامانه، محور آن ژرف‌تر شده و روی دریای سرخ قرار گرفته است. ضمناً نقش پرند ۵۸۰۰ ژ.پ.م کاهش و ۵۶۰۰ ژ.پ.م افزایش بارش‌ها بوده است. فرارفت هوای سرد عرض‌های بالا به پشت سامانه بارش‌زا سبب تشدید فرازش هوا و رخداد بارش رگباری و سیل آسا شد. واکاوی نقشه‌های جریان هوا و نمونه‌ها نشان داد که در تراز ۸۵۰ هـ پ، دریای عربی، خلیج فارس و دریای سرخ و در تراز ۷۰۰ هـ پ دریای عربی و دریای سرخ، سپس خلیج فارس منبع تأمین رطوبت برای رخداد این بارش و بارش‌های مشابه بوده‌اند. به این ترتیب، رطوبت خلیج فارس در آغاز بارش‌ها مؤثرتر از زمان تشدید و تداوم بارش‌هاست و فرارفت رطوبت تراز ۷۰۰ هـ پ به‌ویژه از سوی دریای سرخ (با سهم بیشتر دریای عربی) در بارش‌های سنگین یا شدید منطقه و ایران مؤثرتر از خلیج فارس است. به عبارتی دیگر، اگر مقدار تبخیر دریاها یادشده یکسان فرض شود، برای بارش‌های شدید و استثنایی در نواحی جنوبی ایران سهم دریای عربی به‌واسطه سطح بزرگ‌تر از دو دریای دیگر، بیشتر و مهم‌تر است.

منابع

- اسدی، الف. و مسعودیان، س. الف. (۱۳۸۳). بررسی سینوپتیکی سیلاب سال ۱۳۸۰ شیراز. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک، ۲۳ و ۲۴ اردیبهشت، شیراز.
- امیدوار، ک. (۱۳۸۶). بررسی و تحلیل شرایط سینوپتیکی و ترمودینامیکی رخداد بارش در منطقه شیرکوه. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۹، ص ۸۱-۹۸.
- خوش‌اخلاق، ف.، محمدی، ح.، شمسی‌پور، ع. الف. و افتادگان خوزانی، الف. (۱۳۹۱). واکاوی همدید بارش تگرگ فراگیر در شمال‌غرب ایران. فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲، ص ۵۵-۶۹.
- عربی، ز. (۱۳۸۴). تحلیل سینوپتیکی بارندگی دوره ۲۱ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۷۸ در ایران. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۶، ص ۱۵-۱.

- عزیزی، ق. و صمدی، ز. (۱۳۸۶). تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل ۲۸ مهرماه ۱۳۸۲ استان‌های گیلان و مازندران. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۰، ص ۶۱-۷۴.
- عزیزی، ق.، رنجبر، ف. و عابدینی، م. ح. (۱۳۸۹). تحلیل سینوپتیکی رخداد بارش فروردین ماه ۱۳۸۶ در ناحیه جنوب غرب ایران. فصلنامه محیط جغرافیایی، شماره ۱، ص ۱۵-۳۰.
- علیجانی، ب. (۱۳۶۶). رابطه پراکندگی مکانی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه با سیستم‌های هوایی سطح بالا. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، ص ۱۲۵-۱۴۳.
- قادری، ح. و علیجانی، ب. (۱۳۸۹). تحلیل سینوپتیکی بارش‌های شدید لارستان. فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۸، ص ۱۷-۳۶.
- کریمی، ف.، شیروانده، ه. و درگاهیان، ف. (۱۳۸۹). بررسی الگوی سینوپتیک سیل بهمن ۱۳۸۴ شهرستان پلدختر. فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۴، ص ۹۹-۱۰۶.
- کریمی خواجه‌لنگی، ص. (۱۳۸۵). ارتباط آنسو با نوسانات الگوی بارش ماهانه در ایران (مطالعه موردی شهرکرد). دوفصلنامه نیوار، شماره ۶۰-۶۱، ص ۴۳-۵۲.
- گندمکار، الف. (۱۳۸۹). بررسی همدید بارش‌های شدید در نواحی جنوبی استان بوشهر. مجله چشم‌انداز جغرافیایی، شماره ۱۰، ص ۱۴۳-۱۵۷.
- مسعودیان، س. الف. (۱۳۸۷). شناسایی شرایط همدید همراه با بارش‌های ابرسنگین ایران. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، ۲۳ الی ۲۵ مهرماه، دانشگاه تبریز.
- مفیدی، ع. (۱۳۸۳). اقلیم‌شناسی سینوپتیکی بارش‌های سیل‌زا با منشأ منطقه دریای سرخ در خاورمیانه. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۵، ص ۷۱-۹۳.
- مفیدی، ع. و زرین، آ. (۱۳۸۴). بررسی سینوپتیکی تأثیر سامانه‌های کم‌فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل‌زا در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۷، ص ۱۱۳-۱۳۶.
- موسوی‌بایگی، م. و اشرف، ب. (۱۳۸۹). بررسی نمایه قائم هوای منجر به بارندگی‌های مخرب تابستانه (مطالعه موردی: مشهد). نشریه آب و خاک، شماره ۵، ص ۳۶-۱۰۴۸.
- نبوی، س. الف. (۱۳۹۰). تحلیل سینوپتیک شدت بارش استان‌های خراسان رضوی و خراسان شمالی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.
- نجارسلیقه، م. (۱۳۷۷). الگوهای سینوپتیکی بارش‌های تابستانه جنوب شرق ایران. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، ص ۹۲.

Alijani, B. (1987), **Relationship between the Spatial Distributions of Middle East Cyclonic Routes with High Level Systems**, Geographical Research Quarterly, No. 4, pp. 125-143.

Arabi, Z. (2006), **Synoptic Analysis of the Rainfall on 12-17 July 1999 in Iran**, Physical Geography Research Quarterly, No. 56, pp. 1-15.

Asadi, A. and Masoudian S.A. (2004), **Synoptic Analysis of the Flood on 2001 in Shiraz**, Second National student Conference of water and soil resources, 13th – 14th May, Shiraz.

Azizi, Gh., Ranjbar, F. and Abedini M.H. (2010), **A Synoptic Analysis of April 2008 Rainfall in SW Of Iran**, Geographical Environment Quarterly, No.1, pp. 15-30.

Azizi, Gh. and Samadi Z. (2007), **A Synoptic Pattern Analyses of 20th October 2003 Flood in Mazandaran and Gilan Provinces**, Physical Geography Research Quarterly, No. 60, pp. 61-74.

Dayan, U. and Abramski R. (1983), **Heavy Rain the Middle East Related to Unusual Jet Stream Properties**, Met, Vol. 25, No. 5, pp. 591-595.

Gandomkar, A. (2010), **Synoptic Analysis of Severe Precipitations in Southern Parts of Bushehr Province**, Journal of Geographical landscape, No. 10, pp. 143-157.

- Ghaderi, H. and Alijani, B. (2010), **Synoptic Analysis of Severe Precipitations of Larestan**, Physical Geography Quarterly, No. 8, pp. 17-36.
- Kahana, R., Ziv, B., Enzel, Y., and Dayan, U. (2002), **Synoptic Climatology of Major Floods in the Negev Desert, Israel**, Int. J. Climatol. Vol. 22, No. 7, pp. 867-882.
- Karami, F., Shiravand, H. and Dargahiyan, F. (2010), **Synoptic Analysis of February 2005 Flood in Poldokhtar City**, Geography and Environmental Studies, No. 4, pp. 99-106.
- Karimi Khaje langi, S. (2006), **The ENSO Relationship with Oscillation of Monthly Precipitation in Iran (Case Study: Shaheer-e Kurd)**, Journal of Nivar, No. 60-61, pp. 43-52.
- Kato, T. and Aranami, K. (2005), **Formation Factors of 2004 Niigata-Fukushima and Fukui Heavy Rainfall and Problems in the Precipitations Using a Cloud-Resolving Model**, SOLA, Vol. 1, pp. 1-4.
- Khoshakhlagh, F., Mohammadi, H., Shamsipour, A.A. and Oftadegan Khozani, A. (2013), **The Statistical and Synoptic Analysis on Widespread Hailstorm Events in Northwest of Iran**, Quarterly of Geography and Environmental Hazard, No. 2, pp. 55-69.
- Lashkari, H. (1996), **Synoptic Pattern of Severe Precipitations of SW of Iran**, PhD Thesis, University of Tarbiyat Modares, pp. 120.
- Masoudian, S.A. (2008), **Recognition of Synoptic Conditions Associated with Super Heavy Precipitations of Iran**, Third Conference of Water Resources Management of Iran, 15th-17th October, Tabriz University.
- Mofidi, A. (2004), **Synoptic climatology of torrential rain falls originating from Red Sea region in Middle East**, Geographical Research Quarterly, Vol. 75, pp. 71-93.
- Mofidi, A., Zarrin, A. (2005), **Synoptic Analysis of Influence of Sudan Systems in Occurring of Torrential Precipitations in Iran**, Geographical Research Quarterly, No. 77, pp. 113-136.
- Mousavi Baigi, S.M. and Ashraf, B. (2011), **The Investigation of Vertical Profile of Weathers that Caused Destroyer Summer Rainfall (Case Study: Mashhad)**, Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Technology), No. 5, pp. 1036-1048.
- Nabavi, S.O. (2011), **Synoptic Analysis of Rainfall Intensity in Khorasan-e Razavi and Northern Khorasan Provinces**, MSc Dissertation, University of Tehran, Faculty of Geography.
- Najar saliqe, M. (1994), **Synoptic Patterns of Summer Precipitation in Southeast Iran**, PhD Thesis, Tarbiyat Modares University, pp. 92.
- Omidvar, K. (2007), **Studying and Analyzing of Synoptic and Thermodynamic Conditions of Precipitation Occurrence in the Shir-Kuh Mountains**, Physical Geography Research Quarterly, No. 59, pp. 81-89.
- Sabziparvar, A.A., Parandeh, A., Lashkari, H. and Yazdanpanah H. (2010), **Mid-Level Synoptic Analysis of Flood-Generating Systems in South-West of Iran (Case Study: Dalaki Watershed River Basin)**, Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol. 10, pp. 2269-2279.
- Xinmin, W., Panmao, Zh. and Cuicui, W. (2009), **Variations in Extropical Cyclone Activity in Northern East Asia**, Journal of Atmospheric Sciences, Vol. 26, No. 3, pp. 471-479.