

مخاطرات محیط طبیعی، شماره ۵، بهار ۱۳۹۴

وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۲۶

تأیید مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۱۷

صفحات: ۷۵-۹۰

اقلیم‌شناسی سیلاب ناشی از بارش سنگین ۴ فوریه ۲۰۰۶ استان لرستان

دکتر عباسعلی آروین[□]، جواد محمدی‌نژاد[□]

چکیده

بررسی شرایط رخداد بارش یکی از پارامترهای مهم در مطالعات اقلیمی و رفتار سیستمهای جوی موجد سیل است. هدف این پژوهش بررسی اقلیم‌شناختی وقوع سیل ۴ فوریه ۲۰۰۶ در استان لرستان است. این بارش در کمتر از ۲۴ ساعت در بیش از ۱۵ ایستگاه، بارشهای بیش از ۷۰ میلیمتر را ثبت نمود و باعث ایجاد سیلاب و خسارت در مناطق جنوبی استان گردیده است.

در این پژوهش از دادههای بارش ۶۴ ایستگاه استان استفاده شد. همچنین فایل رقومی نقشههای فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل، وزش رطوبتی و نقشههای باد مداری به ترتیب در سطوح ۱۰۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰ و ۲۰۰ میلیباری از مرکز دادههای جوی و اقیانوسی NCEP تهیه گردید. روش کار بر مبنای تحلیل همدیدی محیطی به گردشی بوده است. نتایج بدست آمده نشان میدهد سه عامل اصلی؛ وجود کم فشار سطح زمین در منطقه بروز سیل، قرارگیری فرارفت بادهای غربی بر روی کم فشار سطح زمین و انطباق چپ خروجی محور رودباد جنب حاره بر روی منطقه فرارفت بادهای غربی از مهمترین علل وقوع سیل در منطقه بوده است. قرارگیری راست ورودی رودباد جنبه قطبی بر منطقه فرارفت بادهای غربی در روز وقوع سیل در تقویت اثر رودباد جنب حاره و نهایتاً تشدید ناپایداری بسیار مؤثر بوده است.

کلیدواژه‌ها: الگوهای سینوپتیکی، رودباد، بارش سنگین، لرستان.

مقدمه

آگاهی از زمان وقوع سیلها، شدت، مدت و مکان آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به صورتی که با این پیش‌آگاهی می‌توان از خطرات و زیانهای احتمالی ناشی از سیل کاست. روش‌های هواشناسی مبتنی بر تحلیلهای سینوپتیکی نقش مهمی در شناسایی سیستمهای بارشزا و منبع و مسیرهای حرکت آنها دارد و از این طریق میتوان زمان، شدت و مدت سیل را شناسایی نمود. با شناسایی الگوهای سیلزا نیز میتوان بر اساس مشاهده علائم آن بر روی نقشه‌های هوا، به موقع آنها را پیشبینی کرد. در رخدادهای بارشهای سنگین، شرایط همدیدی جوی نقش قابل ملاحظه‌ای ایفا میکند. الگوهای فشار مانند سیکلونها برون حاره، موجهای کوتاه و یا هسته‌های رودباد مهمترین عوامل صعود دینامیکی هستند. بنابراین شناسایی الگوهای فشار میتواند هم عامل صعود و هم منبع و مسیر تامین رطوبت را مشخص کند (علیچانی، ۱۳۸۰: ۵۸).

بارش پدیده پیچیده‌ای است که رخداد آن نیازمند تأمین شرایط متعددی است. رطوبت، ناپایداری عمیق، سرماییش و... شرایط لازم اما نه کافی برای رخداد بارش به شمار می‌آید (محمدی، ۱۳۸۷: ۳۲). برای رخداد این گونه بارش مجموعه این شرایط باید در قوی ترین حالت خود ظهور کند، به همین دلیل فراوانی رخدادها بسیار کم است. تحقیقات متعددی که در زمینه بارشهای سنگین انجام گرفته حاکی از افزایش فراوانی تعداد روزهای همراه با بارش سنگین در اغلب نقاط جهان است. به اعتقاد (هارنک و همکاران، ۱۹۹۹: ۷۲۲) در بررسی بارشهای سنگین، شرایط جوی در مقیاس همدید عمده‌تأ نقش قابل ملاحظه‌ای دارند. تحقیقات بسیاری در ایران شرایط سینوپتیکی سیستمهای سیلزا را مطالعه کرده‌اند. از جمله این مطالعات میتوان به بررسی سینوپتیکی اقلیم سیل در جنوب غرب ایران (براتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۴) بررسی سینوپتیک سیل در شهرستان لارستان (موغلی، ۲۰۱۴: ۱۶۴) واکاوی همدیدی رخداد سیلاب آبان‌ماه ۱۳۹۰ در شهرستان بهبهان و لیکک (خوش‌خلاق و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۰۹) و بررسی الگوهای سینوپتیکی بارشهای شدید استان اصفهان (لشکری و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۹) اشاره کرد.

شناسایی شرایط همدید بارشهای سنگین ایران توسط مسعودیان (۱۳۸۷: ۸۶) نشان داد که دو الگوی گردشی در پدید آمدن بارشهای ابر سنگین یک روزه ایران نقش دارند. الگوی اول با استقرار یک پرفشار بر روی دریای سیاه و گسترش فرود خلیج فارس مشخص میشود. در این شرایط شیو شدید فشار از شمال غرب تا جنوب غرب ایران برقرار میشود. دو سوم بارشهای ابرسنگین یک روزه ایران در چنین شرایطی می‌بارند. الگوی دوم با شکلگیری فرود بر روی عراق و رخنه‌ی زبانه‌ی پرفشار سبزی - سیاه به درون ایران همراه است. این الگو مسبب یک سوم از بارشهای ابرسنگین یک روزه‌ی ایران است. سبزی‌پروری و همکاران (۲۰۱۰: ۲۲۶۹) الگوهای سینوپتیکی سطوح میانی جو که منجر به رخداد سیل در جنوب غرب ایران حوضه دالکی میشود را تحلیل نمودند و به این نتیجه رسیدند که تأمین رطوبت از اقیانوس هند و نیز دریای مدیترانه در سیستم‌های سودانی منجر به رخداد سیل در این حوضه شده است. کرمی و همکاران (۱۳۸۹: ۱۰۵) سیل بهمن ۱۳۸۴ پل دختر را از دید سینوپتیکی مطالعه کرده و به این نتیجه رسیدند که ادغام سامانه سودانی با سامانه مدیترانه و نیز ریزش هوای سرد از عرضهای بالا در وقوع سیل در این حوضه بسیار مؤثر است. همچنین باعقیده و همکاران (۱۳۹۱: ۱۲۰) ۳۹ بارش فراگیر روزانه بیش از

۷ میلی‌متر در یک دوره آماری ۶ ساله در حوضه اترک و گرگانرود را تحلیل سینوپتیکی کردند. بر اساس این تحلیل ۶ الگوی سینوپتیکی در سطح زمین و سطح ۵۰۰ میلی باری تشخیص داده شد.

خسروی و همکاران (۱۳۹۱: ۵۹) تیپهای غالب هوای سیستان را از نظر همدید مطالعه کرده‌اند. نتایج ایشان نشان داد مؤلفه دمایی-رطوبتی، بادی و بارشی در مجموع ۸۷ درصد پراش داده‌ها را تبیین میکنند و به عنوان مهمترین مؤلفه تأثیرگذار بر اقلیم سیستان شناخته شده‌اند.

در خارج از کشور نیز به این تحقیقات اهمیت داده شده است. برای مثال؛ پی. آر. راخچا و پی. آر. پیشاروتی (۱۹۹۶: ۱۷۹) از بارش روزانه ۵۰۰۰ ایستگاه در هند در دوره بارشهای موسمی در چند دهه اخیر بمنظور تخمین رخداد بارش‌های سنگین کشور هندوستان استفاده کردند. بر این اساس بارشهای سنگین سالانه، بارشهای سنگین در تداوم‌های زمانی یک، دو سه روزه و بالاترین بارش ساعتی را تعیین نمودند.

تی‌روبرت و همکاران (۱۹۹۲: ۲۵۴) توسعه و گسترش توفان سیل را در مناطق جنوبی نوادا مطالعه کرده است. جولی‌ای و همکاران (۲۰۰۲: ۱۸۴) سیکلونها‌های فوق شدید حاره را از نظر سینوپتیکی مورد مطالعه قرار داده‌اند.

دی.کا.پیزامانیس و همکاران (۲۰۰۵: ۱۶۵) خصوصیات عمده شرایط سینوپتیکی جو را در ارتباط با فعالیت‌های رگباری در خلال ماه‌های جون و آگست در تسالونیک (شهری در شمال یونان) مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که مهمترین عوامل مؤثر در رخداد چنین فعالیت جوی، قرارگیری در مسیر عبور هوای سردی بوده است که معمولاً از ناحیه قطبی منشاء میگیرد. پرنده خوزانی و لشکری (۲۰۱۰) نقش عوامل مختلف را در رخداد سیل در جنوب غرب ایران بررسی کردند و ۶ مرحله متوالی را بطور متوالی ذکر نمودند. چینگ سن و همکاران (۲۰۱۳: ۲۳۴) بارشهای سنگین بیش از ۱۰۰ میلی متر بعد از ظهرهای تایوان در سال‌های ۱۹۹۳-۱۹۹۷ در طی فصل بهار را مطالعه کرده و آنها را به دوگروه طبقه‌بندی کردند. یکی بارشهایی که در زمان وقوع، جریانات جوی جهتی جنوبی داشته و محور فراز بر روی شرق تایوان مستقر بوده و گروه دوم بارشهای سنگینی بودند که در زمان وقوع، جریانات جوی جهتی جنوب غربی پیدا کرده و محور فراز روی جنوب تایوان واقع میگردد.

با عنایت به اهمیت بارشهای سنگین در رخداد سیل، هدف این پژوهش بررسی شرایط اقلیمشناختی وقوع سیل ۴ فوریه ۲۰۰۶ در استان لرستان است. این بارش علاوه بر اینکه در ۶۴ ایستگاه استان ثبت شد، در کمتر از ۲۴ ساعت نیز در بیش از ۱۵ ایستگاه بارانسنجی و سینوپتیک، بارشهای بیش از ۷۰ میلیمتر را ثبت نمود و باعث ایجاد سیلاب و خسارت در مناطق جنوبی استان گردیده است. استان لرستان با مساحتی حدود ۸۵/۲۸۱۵۷ کیلومتر مربع، ۱/۷ درصد از مساحت کشور را فرا گرفته و بین ۴۶ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۰۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. میانگین ارتفاع استان بیش از ۲۲۰۰ متر از سطح دریا میباشد و پستترین نقطه آن با ارتفاع ۲۳۹ متر در دشته‌ها و بلندترین قله آن اشترانکوه با ارتفاع حدود ۴۰۸۰ متر از سطح دریا در میان رشته‌کوه زاگرس قرار دارد.

1-P.R. Rakhecha and P.R. Pisharoty

2-T. Robert et al

3-Joly A et al

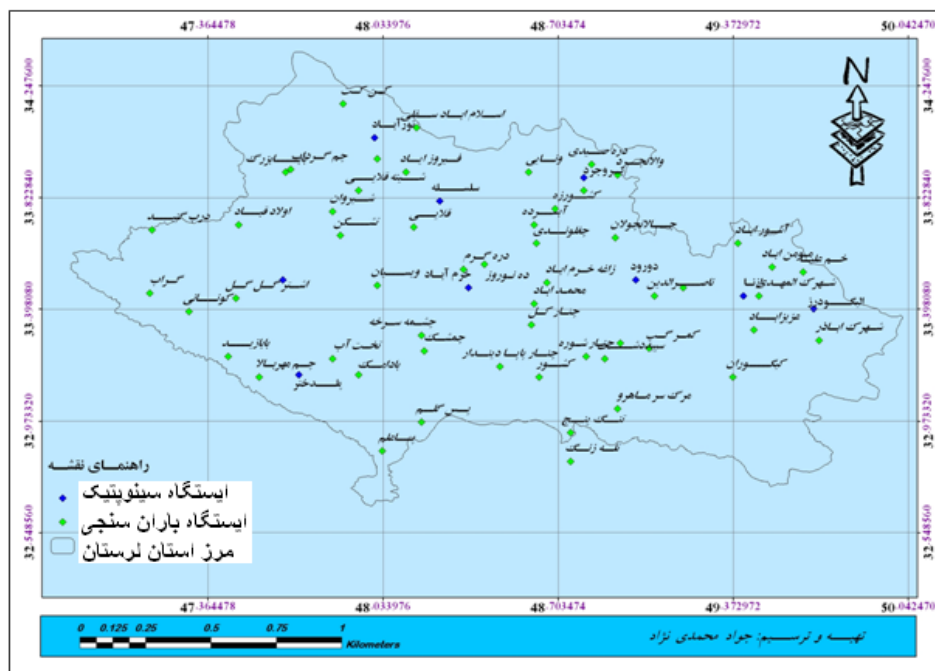
4-D.K.Pissimanis

5-Ching-Sen et al

مواد و روش‌ها

با توجه به رویکرد محیطی به گردشی در این پژوهش، از دو پایگاه داده‌های استفاده شده است، پایگاه اول داده‌های مربوط به ۹ ایستگاه سینوپتیک و ۵۵ ایستگاه بارانسنجی است که بیشینه‌های بارشی در سطح استان در روز وقوع سیل در آنها ثبت شده است جدول ۱ مشخصات و شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد. پایگاه دوم مربوط به داده‌های رقومی نقشه‌های فشار سطح دریا، ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ میلیبار و همچنین نقشه‌های وزش رطوبتی سطح ۷۰۰ میلیبار و نقشه موقعیت رودباد برای روز بارشی در سطح ۲۰۰ میلیبار است که از مرکز داده‌های جوی اقیانوسی NCEP تهیه گردید. این نقشه‌ها برای از ۲ روز قبل از وقوع بارش تا یک روز بعد از خروج سامانه (روزهای ۲، ۳، ۴ و ۵ فوریه ۲۰۰۶) ساعت ۰۶ زولو استخراج شد. به این دلیل این ساعت انتخاب شد که اوج بارش در حدود همین ساعت رخ داده است.

در این پژوهش ابتدا وضعیت توزیع زمانی بارش در طول رخداد سیل از طریق روش‌های آماری بررسی گردید. سپس جهت آگاهی بر توزیع و گسترش مکانی آن در سطح استان، نقشه همبارش ترسیم شد. به منظور بررسی علل رخداد بارش سنگین و وقوع سیل، نقشه‌های همفشار سطح زمین و همچنین نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ میلیبار، وزش باد مداری در سطح ۲۰۰ میلیبار و وزش رطوبتی در سطح ۷۰۰ میلیبار در محیط نرم‌افزاری سرفر ترسیم شد. تحلیل همدیدی مبتنی بر رویهم قرارگیری و انطباق نقشه‌های سطوح مختلف بصورت بصری بود که در ادامه نتایج آن ارائه خواهد شد.



شکل ۱: نقشه پراکندگی ایستگاه‌های بارانسنجی و سینوپتیک مورد مطالعه در سطح استان لرستان

مأخذ: اداره کل هواشناسی استان لرستان

جدول ۱: مشخصات ایستگاههای بارانسنجی و سینوپتیک* مورد استفاده

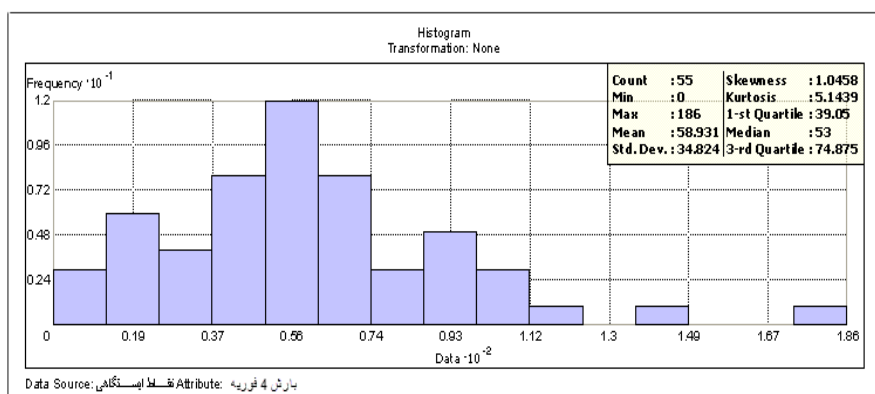
مقدار بارش	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام ایستگاه	ردیف	مقدار بارش	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام ایستگاه	ردیف
۲۸	1100	33.21	48.88	سپیددشت	33	۱۴۵	1740	33.97	48.01	شهرک امام	۱
۴۸/۸	2131	33.28	49.7	شهرک ابادر	34	۸۷	2099	34.09	48.16	اسلام اباد سفلی	۲
۳۶	1891	33.45	49.47	شهرک المهدی	35	۱۰۶	1334	33.44	47.47	اشتر گل گل	۳
۴۸	1152	33.77	47.84	شیروان	36	۹۹	1237	33.72	47.48	اولاد قباد	۴
۵۹	1452	33.85	47.94	شیننه قلایی	37	۷۷/۲	1789	33.72	48.61	آبسرده	۵
۲۰	2080	33.32	49.45	عزیزآباد	38	۸۶/۵	2036	33.65	49.39	آشور اباد	۶
۶۶	1717	33.92	48.12	فیروز اباد	39	۱۲۲	1474	33.92	47.66	بابابزرگ	۷
۶۶/۳	1699	33.71	48.15	قلایی	40	۳۹	697	33.22	47.44	بابازید	۸
۶۵/۳	747	33.14	48.63	کشور	41	۶۰	1242	33.15	47.94	بادامک	۹
۲۵/۴	1818	33.78	48.69	کشورزه	42	۴۷	362	32.86	48.03	پاعلم	۱۰
۱۳/۵	1792	33.25	49.05	کمر گپ	43	۵۰	715	32.97	48.18	پس گلم	۱۱
۳۹/۲	1004	33.39	47.29	کونانی	44	۱۰۰	982	33.21	47.84	تخت آب	۱۲
۴۷	1015	33.46	47.14	گراب	45	۸۹	1193	33.68	47.87	تشکن	۱۳
۱۰۳	1826	33.42	48.61	محمد اباد	46	۵۱	522	32.82	48.75	تله زنگ	۱۴
۵۳	1947	33.56	49.52	مومن اباد	47	۶۶	642	32.93	48.75	تنگ پنج	۱۵
۱۱	1488	33.45	49.07	ناصرالدین	48	۱۲/۵	1480	33.67	48.92	چالانچولان	۱۶
۵۲	1559	33.85	48.8	همت اباد	49	۲۲/۳	1600	33.3	48.18	چشمه سرخه	۱۷
۵۳	1641	33.91	48.93	والانجرد	50	۹۰/۵	1602	33.27	48.94	چشمه علی	۱۸
۲۴	1970	33.92	48.59	ونایی	51	۵۶	1678	33.65	48.62	چغلوندی	۱۹
۵۷/۲	1020	33.49	48.01	ویسیان	52	۷۱/۵	670	33.93	47.68	چم گرداب	۲۰
۱۶	1861	34.18	47.88	کن کت	53	۱۸۶	557	33.14	47.56	چم مهربالا	۲۱
۰	1832	33.02	48.93	مرگ سر ماهرو	54	۴۱	1475	33.24	48.19	چمشک	۲۲
۰	1926	33.14	49.37	کیگوران	55	۹۵/۵	1248	33.18	48.48	چنار پایا دیندار	۲۳
۸۶	1567	33.81	48.25	سلسله*	56	۵۶	1763	33.22	48.81	چنار شوره	۲۴
۳۱/۴	2022	33.4	49.68	الیگودرز*	57	۴۸	1756	33.34	48.6	چنار کل	۲۵
۲۵/۶	1872	33.45	49.41	ازنا*	58	۶۳/۵	1534	33.48	49.18	حشمت اباد	۲۶
۴۲/۲	1629	33.9	48.8	بروجرد*	59	۵۰	2167	33.54	49.64	خم علیا	۲۷
۱۱۳/۶	1527	33.51	49	دورود*	60	۵۲	975	33.7	47.15	درب گنبد	۲۸
۸۱/۴	1148	33.48	48.36	خرم آباد*	61	۳۶	1990	33.95	48.83	دره صیدی	۲۹
۷۰/۱	1197	33.51	47.65	کوهدهشت*	62	۶۲	1200	33.55	48.34	دره گرم	۳۰
۵۰/۷	1860	34.05	48	نورآباد*	63	۷۶	1467	33.57	48.42	ده نوروز	۳۱
۹۲/۷	713	33.15	47.71	پلدختر*	64	۶۶	2000	33.5	48.66	زاغه خرم آباد	۳۲

مأخذ: اداره کل هواشناسی استان لرستان

بحث

توزیع زمانی بارش روز خرداد سیل

بررسی توزیع زمانی بارش بر روی شکل ۲ نشان می‌دهد بارش از روز ۳ فوریه در برخی ایستگاهها شروع و در روز ۴ فوریه به حداکثر میزان خود در بیشتر ایستگاهها رسیده است. حداکثر مقدار بارش در صبح روز ۴ فوریه تقریباً مقارن با ساعت ۰۶ زولو بوده است. حداکثر مقادیر بارشی (مقادیر بالای ۱۰۰ میلی‌متر) دارای پایینترین فراوانی در ایستگاههای استان است و مقادیر بارشی بین ۳۷ تا ۷۴ میلی‌متر دارای بیشترین فراوانی میباشد. دامنه بارشها در سطح استان بین صفر تا ۱۸۶ میلی‌متر متغیر بوده است و بطور میانگین در حدود ۶۰ میلی متر در طول روز خرداد سیل در سطح استان بارش باریده است. در حالی که میانگین بارش ایستگاههای استان در روز ۳ فوریه (روز قبل از خرداد سیل) ۲۶ میلی متر بوده است.



شکل ۲: هیستوگرام بارش برای ۴ فوریه ۲۰۰۶ در سطح ایستگاههای استان

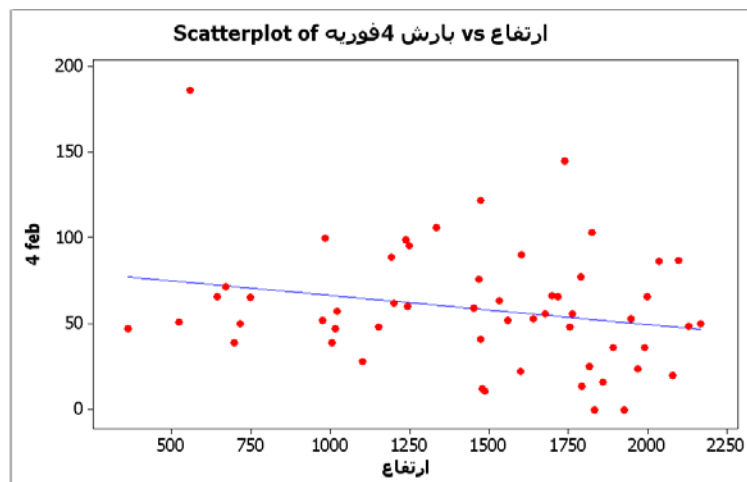
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۲۰۰۶

بررسی نمودار پراکنش بارش نسبت به ارتفاع در ایستگاههای استان بر روی شکل شماره ۳ نشان می‌دهد، از نظر ارتفاعی بارشها در این روز را به سه گروه قابل تقسیم است:

الف- ایستگاههایی که بارشهایی کمتر از ۴۰ میلی‌متر را دارند و در ارتفاع بالای ۱۵۰۰ متر پراکنده‌اند.

ب- ایستگاههایی که بارش ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر در آنها رخ داده است و این بارشها در بین تمام ارتفاعات قابل ملاحظه میباشد.

ج- بارشهایی که بالای ۱۰۰ میلی‌متر اتفاق افتاده‌اند و تقریباً در ارتفاع بین ۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ متر قرار دارند.

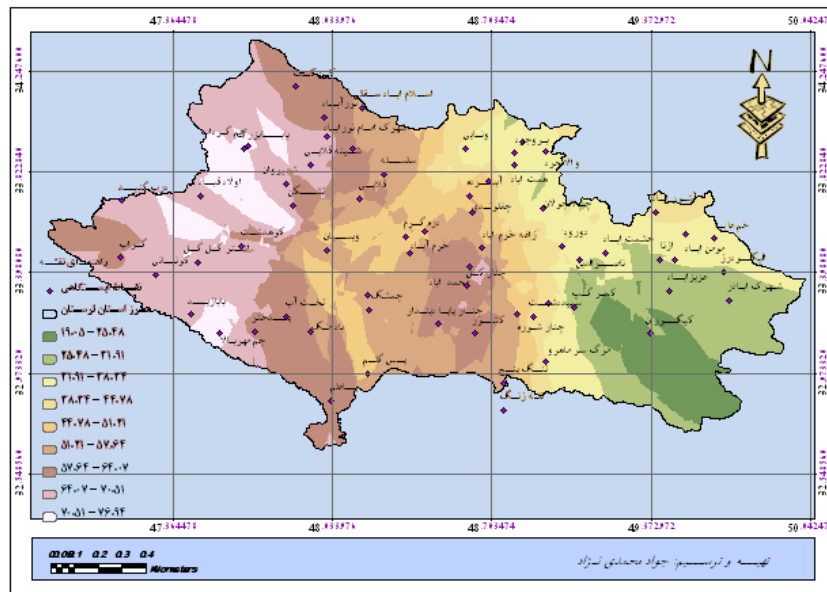


شکل ۳: نمودار پراکنش بارش نسبت به ارتفاع برای بارش ۴ فوریه ۲۰۰۶ ایستگاههای استان
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۲۰۰۶

توزیع مکانی بارش

بررسی توزیع مکانی بارش در روز رخداد سیل بر روی نقشه شکل شماره ۴ نیز سه ناحیه بارشی را در روز ۴ فوریه ۲۰۰۶ در سطح استان لرستان نشان میدهد. ناحیه اول که بیشترین مقادیر بارشی مربوط به غرب استان است به طوری که تنها در ۷ ایستگاه باران سنجی؛ چم مهربالا، شهرک امام، بابابزرگ، اشترگلگ، محمد آباد، تخت آب و اولاد قباد بین ۱۰۰ تا ۱۸۶ میلیمتر گزارش بارش را داریم. این ایستگاهها همگی بطور متوسط در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ متری قرارگرفتهاند.

ناحیه دوم که بخش عمدهای از مناطق مرکزی استان را در بر گرفته، شامل ایستگاههایی است که بارشهای بین ۳۸-۵۸ میلیمتر را در خود ثبت نمودهاند. این ایستگاهها شامل؛ خرم آباد، چمشک، پاعلم، چنارکل، پس کلم، خم علیا، ویسیان و ... است و در اطراف یک هسته بارشی در ایستگاههای محمد آباد و چنار پایا دیندار تجمع یافتهاند که مقادیر بالای ۹۵ میلیمتر را بارش دریافت داشتهاند. بالاخره ناحیه سوم بارشی شامل ایستگاههایی است که در شرق استان بارشهای بین صفر تا ۳۸ میلیمتر از آنها گزارش گردیده است. این ایستگاهها شامل؛ ازنا، الیگودرز، درود، مرگسر ماهرو، کیگوران، ناصرالدین، چالانچولان، کمر گپ، عزیزیآباد، سبچ دشت، شهرک المهدی و... هستند که همگی تقریباً در ارتفاع بالای ۱۵۰۰ متر واقع هستند. به طور کلی بررسی نقشه همبارش استان نشان میدهد هر چه از سمت غرب و شمال غربی به شرق و جنوب شرقی استان پیش میرویم از میزان بارشها در ایستگاهها در این روز کاسته میشود.



شکل ۴: نقشه پراکنش بارش در روز ۴ فوریه به روش کریجینگ

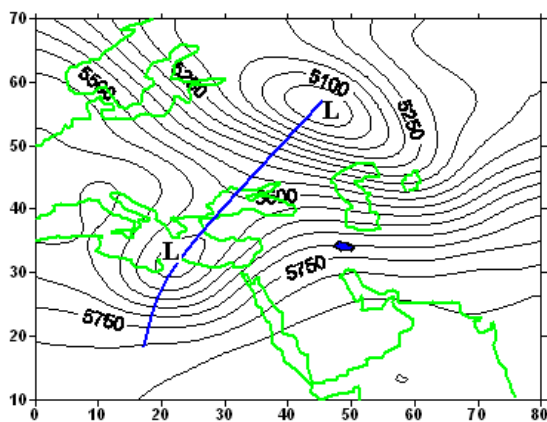
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۲۰۰۶

تحلیل و تفسیر نقشه‌های الگوی دو روز قبل از بارش

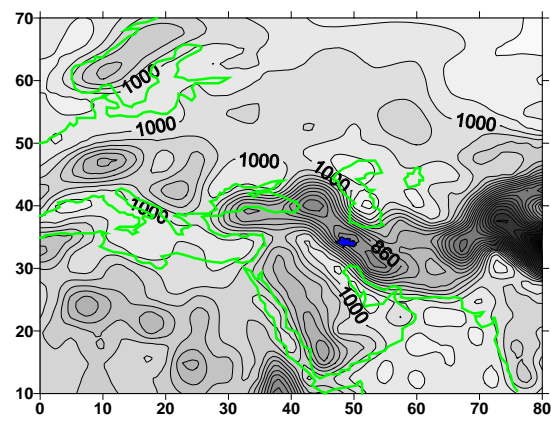
بررسی نقشه سطح زمین در روز دوم فوریه (دو روز قبل از بارش) حاکی از وجود مراکز کم فشاری است که از غرب اروپا تا دریای سیاه، منطقه قفقاز و از جمله بر روی غرب ایران و مرکز وجود دارد. این کم فشار بر روی منطقه تبت بسیار عمیق گردیده است. خط کم فشار ۸۲۰ میلی باری بر روی استان لرستان شکل گرفته است که بعد از منطقه تبت پایینترین میزان فشار در منطقه است (شکل ۵).

تحلیل شرایط همدیدی نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ میلیباری در این روز نشان می‌دهد ناوه نسبتاً عمیقی، مرکز کم فشار پوششی بر روی منطقه روسیه را به کم فشار پوششی بر روی مرکز مدیترانه وصل میکند و ارتباط این دو، شرایط باروکلینیکی قوی را بر روی شرق مدیترانه نوید میدهد. مقایسه منحنی بسته با ارتفاع ۵۵۵۰ متر بر روی مدیترانه و منحنی بسته با ارتفاع ۵۰۵۰ متر روی روسیه نشان میدهد که کم فشار پوششی روی روسیه بسیار قویتر است و تشکیل کم ارتفاع بر روی خاورمیانه مدیون امتداد محور ناوه همین کم ارتفاع تا مرکز مدیترانه است. امتداد روبه استوای بادهای غربی با توجه به قوی بودنش و حرکت چرخندی، هوای سرد را از سمت عرضهای بالا به سمت پایین یعنی بر روی دریای مدیترانه سرازیر میکند. خط هم ارتفاع ۵۵۵۰ متر نیز از روی دریای عمان و شبه جزیره عربستان عبور کرده است. شرایط سینوپتیکی در روز ۲ فوریه نشان میدهد که ناوه روی شرق مدیترانه و شمال آفریقا عمیقتر شده و مقدار کمی هم به سمت شرق جا به جا شده است. هسته مرکزی این ناوه در شرق اروپا بسیار قوی بوده و ۵۱۰۰ متر است. عمیقتر شدن این ناوه باعث ریزش هوای سرد عرضهای بالا بر روی مدیترانه و در نتیجه تقویت ناوه شده است. خط هم ارتفاع ۵۸۵۰ متر از روی دریای عمان و خلیج فارس و از مرکز عربستان عبور میکند (شکل ۶). تحلیل شرایط وزش باد مداری در سطح ۲۰۰ میلیباری حاکی از قرارگیری راست خروجی محور رودباد بر روی ایران و استان لرستان است که موجب ایجاد شرایط چرخندگی منفی شده و باعث نزول هوا در سطوح

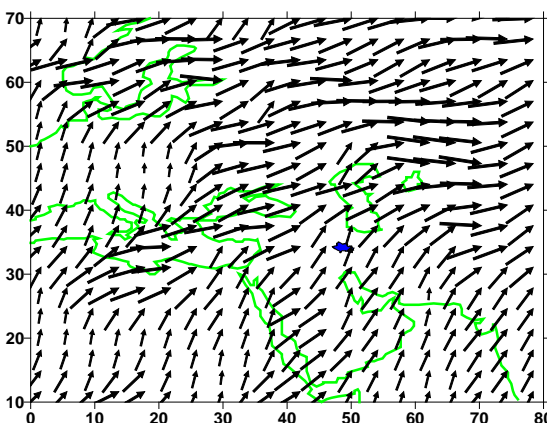
زیرین میشود و جو پایداری را برای ایران و منطقه لرستان به همراه دارد. عبور مرکز رودباد با منحنی هم سرعت ۶۰ متر بر ثانیه در این روز نیز ایران را دور زده و بر روی شمال غرب افریقا قرار دارد از این رو اثری بر ناپایداری هوا در منطقه به دلیل قرارگیری راست خروجی بر روی استان لرستان ندارد (شکل ۷). بررسی نقشه‌های وزش رطوبتی نشان میدهد منابع عمده تأمین و انتقال رطوبت دریای مدیترانه و دریای سرخ است. مسیر وزش رطوبت با منحنی رطوبتی ۵-۲ گرم نیز دقیقاً منطبق بر منحنیهای ارتفاع ژئوپتانسیل هستند. در روی دریای سرخ هسته‌های رطوبتی ۲-۵ گرمی در بخش جنوبی ناوه مدیترانه‌ای، با عبور از روی خلیج فارس به سمت غرب و جنوب غرب با سرعت 20m/s در سطح ۷۰۰ میلیبار در حرکت است (شکل ۸).



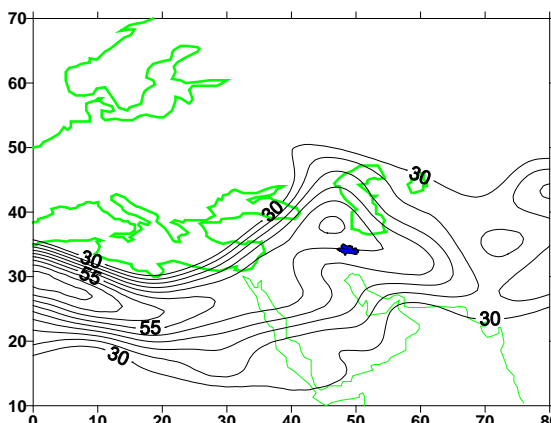
شکل ۶: نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ میلیباری ساعت ۰۶ روز ۰۶ زولو ۲ فوریه. خط آبی رنگ محور ناوه بادهای غربی، حرف L مرکز کم فشار پویشی و محدوده با رنگ آبی استان لرستان را نشان میدهد.



شکل ۵: نقشه فشار سطح دریا ساعت ۰۶ روز ۲ فوریه ۲۰۰۶ منحنیهای پررنگتر سیاه، مراکز کم فشار و استان لرستان با رنگ آبی مشخص است.



شکل ۸: نقشه وزش رطوبتی سطح ۷۰۰ میلیباری ساعت ۰۶ روز ۲ فوریه ۲۰۰۶. جریان رطوبتی در امتداد خطوط جریان هوا در نقشه ۶ مشخص است.

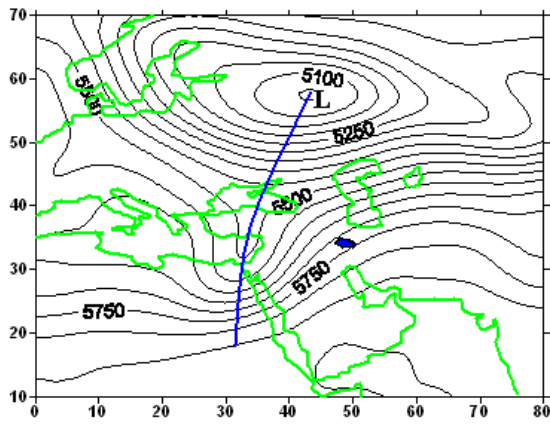


شکل ۷: نقشه همسرعت باد مداری در سطح ۲۰۰ میلیباری ساعت ۰۶ روز ۲ فوریه ۲۰۰۶، رودباد جنب مداری با هسته سرعت ۷۰ متر بر افریقا مشخص است ساعت بر روی شمال

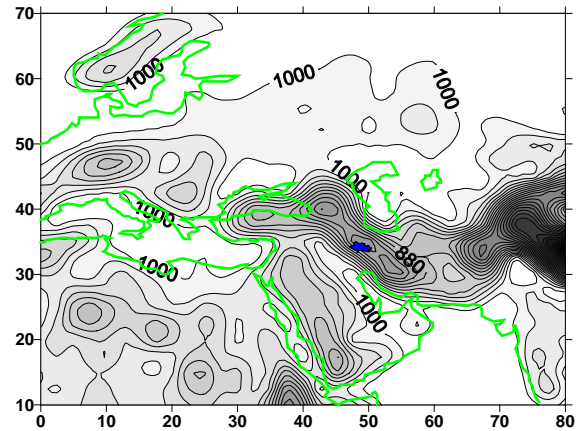
تحلیل و تفسیر نقشه‌های الگوی روز قبل از روز بارش

بررسی و مقایسه الگوی فشار سطح زمین روز سوم با روز دوم فوریه ۲۰۰۶ حاکی از تداوم شرایط روز قبل در این روز است که البته امتداد مرکز کم فشار قفقاز- زاگرس مشخصتر شده و با سه مرکز کم فشار یکی بر روی قفقاز، یکی بر روی استان لرستان و دیگری بر روی دامنه‌های جنوبی زاگرس و جنوب کشور کاملاً مشخص است (شکل ۹). البته همچنان کمترین میزان فشار در شمال چین و تبت مستقر است. در سطح ۵۰۰ میلی‌باری، ناهای که روز قبل در مرکز مدیترانه بود، در این روز به شرق مدیترانه منتقل شده و منطقه فرارفت ناوه بادهای غربی بر روی غرب ایران قرار میگیرد و کم کم بارشها بر روی منطقه آغاز میشود. لیکن مرکز کم ارتفاع همچنان بر روی منطق روسیه مرکزی واقع شده و حرکتی از خود بروز نداده است. بطوری که با نزدیک شدن منطقه واگرایی بالایی و فراهم شدن شرایط چرخندگی مثبت در منطقه مورد نظر، باعث شده به تدریج هوا ابری شده و در برخی مناطق بطور پراکنده بارش رخ دهد. مرکز پر ارتفاع ۵۸۵۰ بر روی خلیج فارس و عربستان قرار دارد (شکل ۱۰). در همین روز بررسی نقشه باد مداری در تراز ۲۰۰ میلیباری در ساعت 06z روز ۳ فوریه ۲۰۰۶ نشان از تشکیل دو هسته سرعت باد؛ یکی در مرکز دریای خزر که ناشی از رودباد جبهه قطبی است و دیگری در شمال شرق آفریقا که ناشی از رودباد جنب‌حاره است. البته شیب تغییر سرعت باد در رودباد جنب حاره بیشتر است بطوری که منحنی هم سرعت ۶۵ متر بر ثانیه این رودباد منطقه وسیعی از شمال شرق تا شمال غرب آفریقا غرب را در بر میگیرد و با منحنی هم سرعت ۵۵ متر بر ثانیه رودباد جبهه قطبی که فقط مرکز خزر را در بر میگیرد قابل مقایسه نیست و لذا اثر بارز رودباد جنب حاره بر بارشهای سنگین استان بسیار بیشتر از رودباد جبهه قطبی است. (شکل ۱۱)

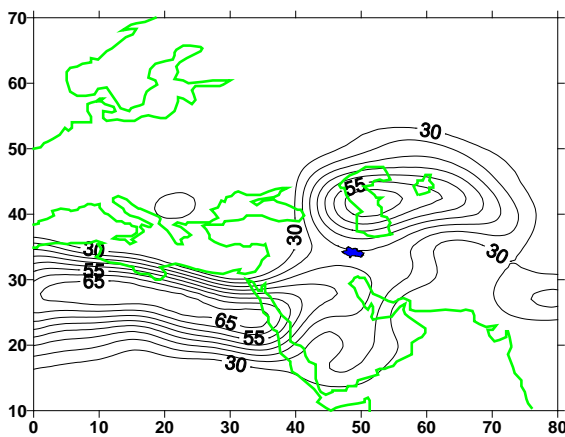
وارسی نقشه‌های وزش رطوبتی نشان از افزایش شیب و قویتر شدن وزش رطوبتی از دریای سیاه، مدیترانه و دریای سرخ به سمت مناطق شمال غرب و غرب کشور است. به طوری که مسیر وزش رطوبت نیز دقیقاً منطبق بر منحنیهای هم ارتفاع در سطح ۵۰۰ میلیباری است. هسته‌های رطوبتی ۶ گرمی که در این روز در سطح مناطق غربی کشور ظاهر شده باعث ایجاد بارشهای پراکنده‌های در منطقه گردیده، اما هسته اصلی رطوبت در ساعت 06z بصورت ناهای عمیق و با منحنی رطوبتی ۶-۸ گرم بر روی جنوب ترکیه و عراق قرار گرفته است، این جریان رطوبتی با سرعت $0m/s^3$ در سطح ۷۰۰ میلیباری در حرکت است (شکل ۱۲).



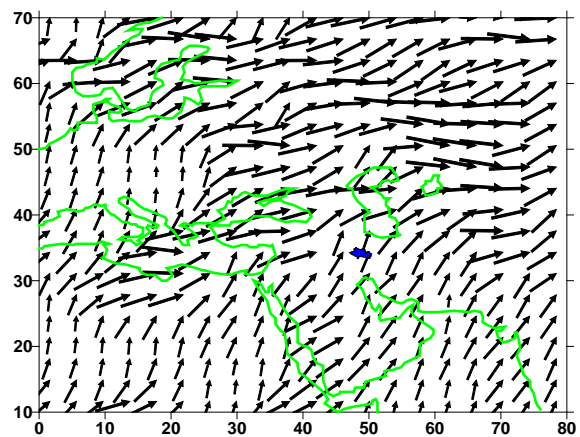
شکل ۱۰: مانند شکل ۶ برای روز ۳ ژانویه. در این روز محور تراف به سمت شرق مدیترانه جابجا شده است.



شکل ۹: مانند شکل ۵ برای روز ۳ ژانویه



شکل ۱۲: مانند شکل ۸ برای روز ۳ ژانویه که نسبت به روز قبل جریان رطوبت شدت گرفته است.



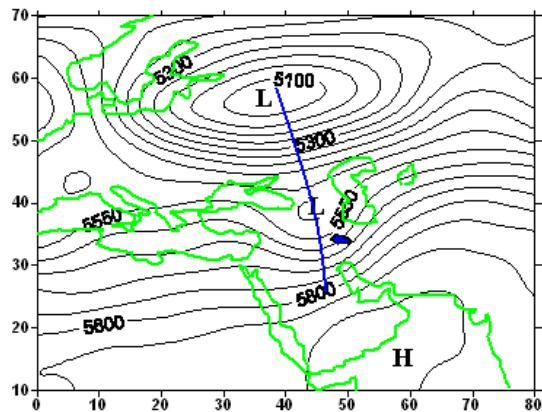
شکل ۱۱: مانند شکل ۷ برای روز ۳ ژانویه که رودباد جنب جبهه قطبی نمایان شده است.

مأخذ: سایت نوا و باز ترسیم توسط نگارندگان

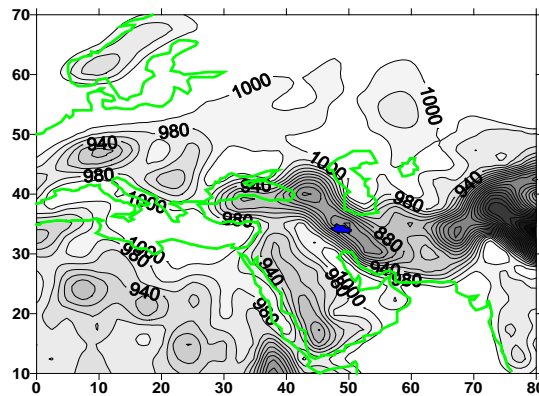
تحلیل و تفسیر نقشه‌های الگوی روز بروز سیل

الگوی فشار سطح زمین در روز وقوع سیل که روز بارش سنگین در مناطق مختلف لرستان محسوب میشود، تغییر زیادی نکرده و همچنان بر وجود مرکز کم فشار بر روی منطقه لرستان مانند روزهای قبل تأکید دارد (شکل ۱۳). بررسی نقشه‌های ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ میلیباری نشان میدهد در روز بارش استان لرستان کاملاً در جلوی ناوه و در زیر منطقه فرارفت هوا قرار گرفته و لذا ناپایداری شدید هوا و افزایش شدت بارشهای سیلاسا در این روز را در استان موجب شده است. به طوری که در روز ۴ فوریه ۲۰۰۶ برابر با ۱۵ بهمن ماه سال ۱۳۸۴ بارش باران در بین ایستگاههای سینوپتیک سطح استان، یعنی خرم آباد ۹۹، پلدختر ۹۲، کوهدشت ۷۰/۱، و نورآباد ۵۰/۷ میلیمتر گزارش شده است، این بارش در برخی ایستگاههای بارانسنجی بین ۱۰۰ تا ۱۸۶ میلیمتر نیز به ثبت رسیده است (شکل ۱۴). بررسی نقشه رودباد در ساعت 06z روز ۴ فوریه ۲۰۰۶ نشان از قرارگیری ناحیه چپ خروجی محور

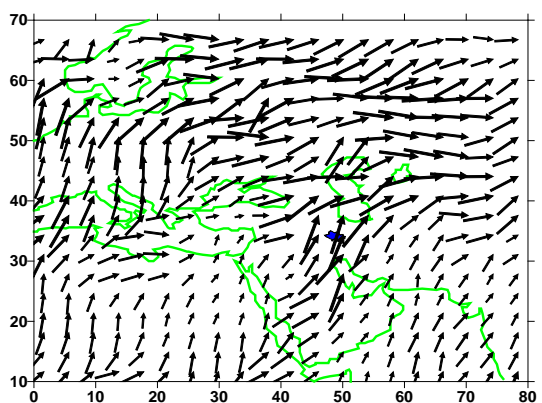
رودباد جنب حاره بر روی فرافت بادهای غربی بر روی لرستان دارد. همچنین ناحیه راست ورودی رودباد جنبه قطبی نیز بر روی استان لرستان قرار گرفته که در تقویت اثر مکش هوا و ایجا صعود دینامیکی در ترکیب با رودباد جنب حاره‌های مؤثر بوده است (شکل ۱۵). ترکیب اثر چپ خروجی رودباد جنب حاره و راست ورودی رودباد جنبه قطبی در افزایش چرخندگی مثبت بر روی فرافت هوا در سطح ۵۰۰ میلی باری منجر به ناپایداری شدید هوا و وقوع بارش‌های سیل‌آسا شده است. در روز بارشی ۴ فوریه ۲۰۰۶ هسته‌های رطوبتی کاملاً بر روی استان مستولی هستند. یکی از هسته‌های رطوبتی از روی خلیج فارس با منحنی رطوبتی ۹-۵ گرم تقویت شده و از سمت جنوب غرب تا شمال شرق را در بر گرفته است که باعث ایجاد بارشهای سنگین گردیده است، این جریان رطوبتی با سرعت 20m/s در سطح ۷۰۰ میلیباری در حرکت است (شکل ۱۶).



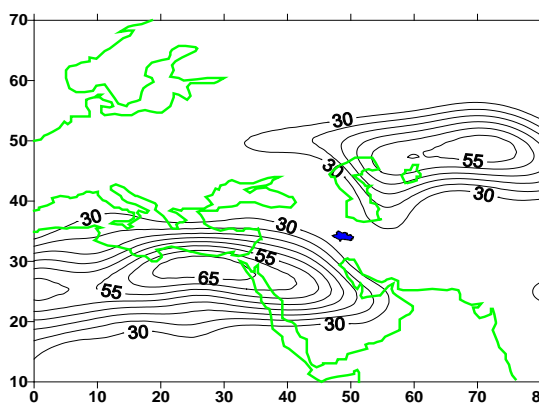
شکل ۱۴: مانند شکل ۶ برای روز وقوع سیل



شکل ۱۳: مانند شکل ۵ برای روز وقوع سیل محور تراف کاملاً در غرب ایران قرار گرفته و استان لرستان در زیرمنطقه فرافت هوا قرار گرفت.



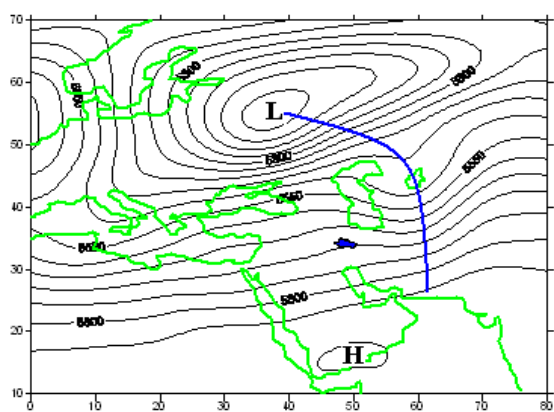
شکل ۱۶: مانند شکل ۸ برای روز وقوع سیل نسبت به روز قبل جریان مرطوت به شدت استان را تحت تأثیر قرار داده و فلشهای کاملاً پُر رنگ به سمت استان متمایز هستند.



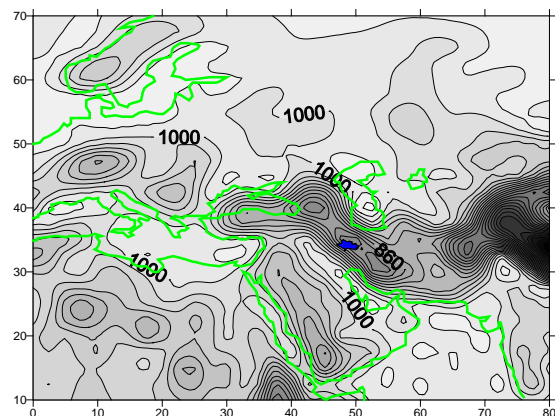
شکل ۱۵: مانند شکل ۷ برای روز وقوع سیل استان کاملاً در سمت چپ خروجی رودباد جنب حاره و راست ورودی جنبه قطبی قرار گرفته است.

تحلیل و تفسیر نقشه‌های الگوی روز بعد از سیل

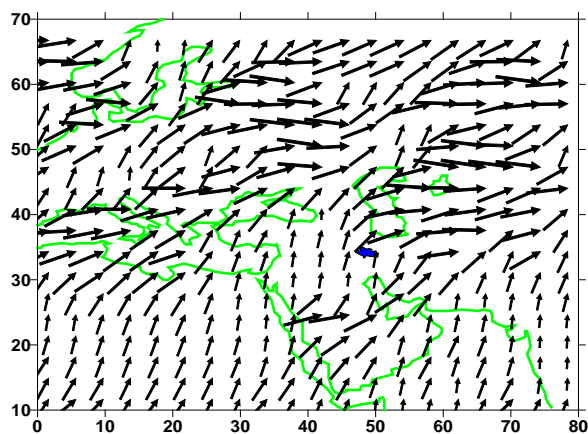
در روز بعد از بارش سنگین در لرستان، تغییر چندانی در الگوی نقشه سطح زمین رخ نداده است (شکل ۱۷). همچنین موقعیت و شدت کم فشار پویشی در سطح ۵۰۰ میلیباری روی روسیه از تغییری زیادی برخوردار نبوده اما ناوهای غربی منشعب از این کم فشار که در روز قبل، شرایط ناپایدار و ریزشهای سیل آسا را در منطقه ایجاد نموده بود با حرکت شرق سوی خود از مرزهای شمال شرقی کشور خارج شده است. (شکل ۱۸). در این روز موقعیت روبراد جبهه قطبی تضعیف و از منطقه دور شده و بر روی مغولستان و سیبری تغییر موقعیت داده ولی هنوز چپ خروجی محور رودباد جنب حاره بر روی استان لرستان است. با این حال به دلیل اینکه قسمت عقبی ناوه و جریان نزولی بادهای غربی در این روز بر روی استان مستولی شده، بارش قطع و سیل فروکش کرده است (شکل ۱۹). همچنین با تضعیف هسته‌های رطوبتی در روز ۵ فوریه ۲۰۰۶، شارش رطوبتی به حداقل کاهش یافته است (شکل ۲۰).



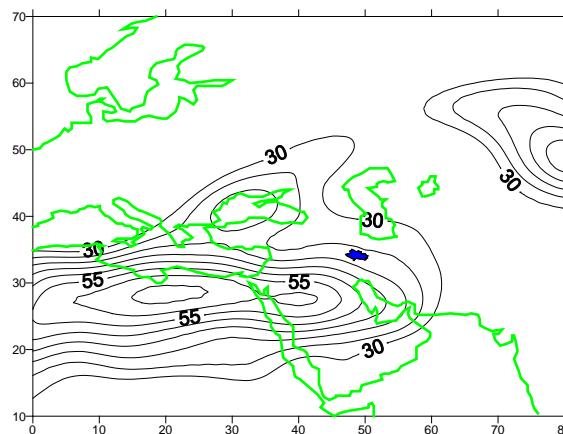
شکل ۱۸: مانند شکل ۶ برای روز بعد از وقوع سیل که محور ناوه به شرق ایران جابجا



شکل ۱۷: مانند شکل ۵ برای روز بعد از وقوع سیل



شکل ۲۰: مانند شکل ۸ برای روز بعد از وقوع سیل نسبت به روز قبل جریان مرطوب روز قبل روی استان به روی دریاچه آرال منتقل



شکل ۱۹: مانند شکل ۷ برای روز بعد از وقوع سیل که رودباد جبهه قطبی از منطقه خارج شده و رودباد جنب حاره نیز تضعیف شده

نتیجه

منشأ عمده بارش در استان لرستان نزولات جوی ناشی از جریان‌های هوای مرطوبی می‌باشد که از مدیترانه، خلیج فارس، دریای سرخ به منطقه می‌رسند. بررسی نقشه‌های وزش رطوبتی سطح ۷۰۰ میلیباری نیز شارش رطوبتی قوی را بر روی منطقه بخصوص در زمان وقوع سیل که از منابع دریای سرخ و خلیج فارس تغذیه می‌شود نشان می‌دهد. در سطوح میانی جو در سطح ۵۰۰ میلیبار منطقه فرارفت شرق ناوه بادهای غربی بر روی حوضه لرستان واقع می‌گردد که فرایند صعود همرفتی را بر روی هوای مرطوب تجمع یافته در اطراف مرکز کم فشار را در منطقه فراهم می‌کند. اثر صعود دینامیکی منطقه فرارفت بادهای غربی توسط رودباد جنب حاره تقویت می‌گردد. بررسی موقعیت رودباد جنب حاره حاکی از قرارگیری چپ خروجی محور رودباد جنب حاره بر روی منطقه فرارفت هوا در جانب شرقی محور ناوه بادهای غربی در منطقه وقوع سیل بر روی استان لرستان دارد که همین عامل به تشدید ناپایداری بر روی این منطقه منتهی شده و بارش‌های سیل آسا را موجب گردیده است. همچنین قرارگیری راست ورودی رودباد جنبه قطبی بر روی منطقه فرارفت بادهای غربی در تشدید ناپایداری بسیار مؤثر بوده است. نتایج کلی نشان می‌دهد به ترتیب؛ قرارگیری منطقه فرارفت بادهای غربی بر روی منطقه و تشکیل کم فشار پویشی در غرب ایران، قرارگیری چپ خروجی محور رودباد جنب حاره‌های با شیب سرعت قابل ملاحظه بر روی منطقه فرارفت بادهای غربی که با راست ورودی رودباد جنبه قطبی تقویت می‌شود مهمترین عوامل تأمین شرایط دینامیکی ریزش بارش سیلاسا در استان هستند. متناسب با عمیق شدن ناوه بادهای غربی منابع رطوبتی سیستم علاوه بر مدیترانه از دریای سیاه و دریای سرخ و نیز خلیج فارس تأمین می‌گردد که حضور کم فشار در سطح زمین در جهت دادن به ریزش هوای مرطوب از مناطق اطراف مؤثر است.

منابع

- ۱) ایزد نگهدار، زهرا (۱۳۸۸). بررسی سینوپتیکی بعضی سیستم‌های کم فشار مدیترانه‌ای مخصوص و اثرات آنها را بر روی ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه هواشناسی. دانشگاه تهران.
- ۲) باعقیده، محمد؛ علیرضا انتظاری؛ فاطمه علی‌مردانی (۱۳۹۱). تحلیل سینوپتیکی بارش های حوضه های اترک و گرگانرود (۳۹ بارش فراگیر)، جغرافیا و توسعه. شماره ۲۶. بهار. صفحات ۱۱۳-۱۲۴.
- ۳) خوشحال دستجردی، جواد؛ محمود خسروی؛ حمید نظری‌پور (۱۳۸۸). شناسایی منشا و مسیر رطوبت بارش های فوق سنگین استان بوشهر، جغرافیا و توسعه. شماره پیاپی ۱۶. صفحات ۷-۲۸.
- ۴) جونبخش، حسین (۱۳۷۴). بررسی سینوپتیک سیل در شهرستان لار در تاریخ ۱۹۹۵/۷/۵، پایان نامه ارشد. دانشگاه آزاد لارستان.
- ۵) سبزی‌پور، علی‌اکبر (۱۳۷۰). بررسی سینوپتیکی سیستم‌های سیل‌زا در جنوب غرب ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.
- ۶) لشکری، حسن؛ هوشنگ قائمی؛ زهرا حجتی؛ میترا امینی (۱۳۹۱) تحلیل سینوپتیکی بارش های شدید در استان اصفهان، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. سال ۴۴. شماره ۴. صفحات ۹۹-۱۱۶.
- ۷) علیجانی، بهلول (۱۳۸۵). اقلیم‌شناسی سینوپتیک، چاپ دوم. انتشارات سمت. تهران.
- ۸) کرمی، فریبا؛ هنگامه شیراوند؛ فاطمه درگاهیان (۱۳۸۹). بررسی الگوی سینوپتیکی سیل بهمن ۱۳۸۴ پلدختر، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی. سال دوم. شماره ۴. صفحات ۹۹-۱۰۶.
- ۹) مسعودیان، سیدابوالفضل (۱۳۸۷). شناسایی شرایط همدید همراه با بارش های سنگین ایران، سومین کنفرانس مدیریت منابع ایران. ۲۳-۲۵ مهر ۱۳۷۸. دانشگاه تبریز.
- ۱۰) یارنال، برنت (۱۳۸۵) اقلیم‌شناسی همدید و کاربرد آن در مطالعات محیطی، ترجمه سیدابوالفضل مسعودیان. چاپ اول. انتشارات دانشگاه اصفهان.

- 11) Barry R. Gand, Perry, A. H (1992). Synoptic Climatology Methods and Applications. Methuen. co.Itd.
- 12) Ching-Sen Chen, Chuan-Yao Lin, Yin-Jin Chuang, Hsi-Chyi Yeh (2002). A study of afternoon heavy rainfall in Taiwan during the mei-yu season, Atmospheric Research Volume 65, Issues 1-2, PP: 129-149.
- 13) Pissimanis D. K., V. A. Notaridou, C. K. Spyrou (2006). On the main characteristics of synoptic weather conditions associated with thunderstorm activity during the months of July and August in the city of Thessaloniki (Northern Greece), Theoretical and Applied Climatology, Volume 83, Issue 1-4, PP: 153-167
- 14) Joly A., Ayrault F., Malardel S (2002). Extra- Tropical Cyclones, Meteo-France, Version 1.1.
- 15) Rakhecha P.R., P.R. Pisharoty (1996). Heavy rainfall and monsoon: point and spatial distribution, Curent Science, Vol. 71, No. 30.

- 16) Robert T., T. Cylke (1992).The development of flash-flood storm over southern Nevada, WRTA, Vol. 31, No. 92, PP: 47-55.