

## تحلیل موقعیت رودباد در رابطه با سامانه‌های بارشی غرب کشور (استانهای ایلام و کرمانشاه)

منوچهر فرج زاده اصل<sup>۱\*</sup>، حسن لشکری<sup>۲</sup>، اسداله خورانی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش: ۸۴/۹/۲۱

دریافت: ۸۴/۴/۶

### چکیده

این مطالعه با هدف تعیین موقعیت و چگونگی استقرار رودباد روی منطقه غرب کشور و سرعت آن به هنگام تسلط سامانه‌های سینوپتیک بارش‌زا در سطح زمین انجام گرفته است. به این منظور، داده‌های بارشی ۷ ایستگاه در دو استان ایلام و کرمانشاه در دوره ۱۰ ساله ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹ میلادی، تعداد ۶۰ سامانه انتخاب شده و نقشه‌های سطوح فوقانی ۵۴ سامانه آنها که در دسترس بود، مورد بررسی قرار گرفت. تحلیلهای مورد نیاز با بررسی نقشه‌های دو روز قبل از بارش، روز آغاز بارش و روزهای حداکثر بارش صورت گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که در دو روز قبل از بارش، مسیرهای رودباد دارای انحنای آنتی‌سیکلونی بوده که در روزهای آغاز و حداکثر بارش، انحنای سیکلونی کسب می‌کنند. میزان گرادیان مداری جریان‌ات رودباد نیز به میزان زیادی در روزهای حداکثر بارش، بیشتر از سایر روزهای بارندگی است و در روزهای قبل از بارش به کمترین میزان خود می‌رسد. هسته‌های رودباد نیز در دو روز قبل از بارش پراکنده بوده، در روزهای آغاز و حداکثر بارش در دو منطقه متمرکز شده‌اند. اولین منطقه در عرضهای ۲۵ تا ۳۰ درجه شمالی و طول ۳۲/۵ تا ۴۲/۵ درجه شرقی (شمال شرقی دریای سرخ) قرار داشته، منطقه دیگر در عرضهای ۳۵ تا ۳۹ درجه شمالی و طول ۴۵ تا



منوچهر فرج زاده اصل و همکاران ..... تحلیل موقعیت رودباد در رابطه با ...

۵۰ درجه شرقی (جنوب غرب دریای خزر) است. بین سرعت هسته‌های رودباد و میزان بارش سامانه‌ها، رابطه خطی خاصی وجود ندارد که این امر به علت تأثیر عوامل متعدد در میزان بارش سامانه‌ها است. حداکثر اعمال اثر رودباد در منطقه مورد مطالعه در شرایطی است که رودباد در سطوح بالای تروپوسفر (۲۰۰ هکتوپاسکال)، در جنوب رودباد سطوح پایینتر (۳۰۰ هکتوپاسکال) قرار بگیرد، به گونه‌ای که رودباد در سطوح پایین تروپوسفر به منطقه مورد مطالعه نزدیک باشد.

**کلید واژه‌ها:** آب و هواشناسی، سینوپتیک، رودباد، ایلام، کرمانشاه.

## ۱- مقدمه

رودباد عبارت است از جریان باریکی از باد که در امتداد یک محور نسبتاً افقی در تروپوسفر بالایی یا در استراتوسفر متمرکز شده است [۱، ص ۲۴۲]. رودبادها که بدون استثنا در همه نقشه‌های هوا به صورت کمربند یا نوارهایی با سرعت زیاد دیده می‌شوند و تا مسافتهای طولانی کشیده می‌شوند، هنگامی که سرعت باد به بیش از ۳۰ متر در ثانیه برسد، ایجاد می‌شوند. در روی نقشه‌های هوا، رودباد به صورت هسته‌هایی کاملاً منفرد است که از نظر مکانی نیز کاملاً متغیر است. هسته‌های سرعت یکی در حاشیه استوایی بادهای غربی و دیگری بر روی جبهه قطبی منطقه برون حاره، بیش از نواحی دیگر حرکت می‌کنند. در نتیجه، دو بستر نسبتاً متمایز را به وجود می‌آورند که رودباد جبهه قطبی و رودباد جنب حاره نامیده می‌شوند که از نظر ارتفاع و مدار جغرافیایی با هم متفاوتند. این رودبادها مخصوصاً رودباد جبهه قطبی در اقلیم سطح زمین نقش مؤثری ایفا می‌کنند که به طور عمده به تشکیل سیکلونهاى برون حاره و هدایت آنها و نیز ایجاد ناپایداری در جو زیرین خود کمک کرده، سبب صعود هوا و در صورت وجود هوای گرم و مرطوب، سبب بارش می‌شوند [۲، ص ۶۴]. با توجه به اینکه موقعیت جغرافیایی ایران به گونه‌ای است که در طول سال، مدتی عرصه فعالیت رودبادها واقع می‌شود و نیز این امر که در طول فصل سرد سال، رودباد جبهه قطبی بر قسمتی از آن مسلط می‌شود و نیز با توجه به اینکه سیستمهای بارش‌زا در این فصل وارد کشور می‌شوند می‌توان بین سیستمهای بارش‌زا در ایران و موقعیت رودباد ارتباط برقرار کرد. تعیین موقعیت و چگونگی استقرار رودباد روی منطقه غرب کشور و سرعت آن در هنگام تسلط هر سیستم سینوپتیکی خاص در سطح زمین و ارتباط موقعیت رودباد با سیستمهای باران‌زا هدف مقاله حاضر بوده است.

فصلنامه مدرس علوم انسانی ————— ویژه‌نامه جغرافیا، بهار ۱۳۸۶

شناخت رودباد در تروپسفر بالایی برای اولین بار در سال ۱۹۴۴ و در جریان حملات هوایی آمریکا به ژاپن در جریان جنگ دوم جهانی میسر شد و این جریانات به عقیده برایسون<sup>۱</sup> توسط روزبای<sup>۲</sup> که قبلاً جتها را در جریانات آب مطالعه کرده بود نامگذاری شد<sup>۳</sup> [ص ۱۰۹]. تاکنون مطالعات مختلفی در مورد این جریانات در کشورهای مختلف صورت گرفته، اما در زمینه نرمالهای اقلیمی و پراکندگی آنها مطالعات چندانی صورت نگرفته است. فقط هارمان<sup>۴</sup> در سال ۱۹۹۱ در ادامه کار خویش، الگوهای بادهای غربی را درباره رودباد جبهه قطبی نیز بررسی کرده است<sup>۵</sup> [ص ۵]. از دیگر کارهایی که در زمینه رودبادها در جهان انجام گرفته می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

گرنسی<sup>۶</sup> (۱۹۹۷) ارتفاع، جهت و خصوصیات بعضی از رودبادها را مورد مطالعه قرار داد<sup>۷</sup> [ص ۴۴]. زیف و پالدرو<sup>۸</sup> (۱۹۹۹) اثر متغیرهای حرارتی را در موقعیت یا ساختار رودبادهای با مسیر مستقیم و منحنی، با الگوهای واگرایی مرتبط با آنها مورد آزمون قرار دادند<sup>۹</sup> [ص ۱۸۴۳]. کناتی<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۰۱) رودبادها، جبهه‌ها، سیکلونها، برون حاره و تروپوپاوز را در ماهواره سیستم مشاهده زمین (GEOS)، و گردش عمومی را در مدل‌های شبیه‌سازی تکمیل کردند<sup>۱۱</sup> [ص ۱۸۵۳]. گراور<sup>۱۲</sup> و سانیز (۲۰۰۲) سازوکارهای بارشی حوضه گریتلایک را در فصل پاییز مورد مطالعه قرار داده، بارشهای آن را با رودباد قوی جنب‌حاره تروپسفر بالایی مد نظر قرار داده‌اند<sup>۱۳</sup> [ص ۱۹۴۳]. یانگ<sup>۱۴</sup> و همکاران (۲۰۰۲) آب و هوای آسیا، اقیانوس آرام و آمریکا را با رودباد شرق آسیا در رابطه قرار دادند<sup>۱۵</sup> [ص ۳۰۶]. کاتلیپ<sup>۱۶</sup> (۲۰۰۳) سعی کرد بین الگوهای خشکسالی و دسترسی به آب، در چمنزارهای کانادا و شکل و موقعیت رودباد و مسیر توفان، رابطه برقرار کند<sup>۱۷</sup> [ص ۱۱]. ادریسکول<sup>۱۸</sup> (۲۰۰۲) جریان رودباد را در سالهای ال‌نینو و غیر آن برای ایالات متحده مشخص کرد<sup>۱۹</sup> [ص ۴]. وسیمن<sup>۲۰</sup> و همکاران (۲۰۰۲) علت وقوع تراف معکوس را در ایالات متحده با موقعیت رودباد مشخص کردند<sup>۲۱</sup> [ص ۱۱۷۳]. اریک بی کراوس (۱۹۹۹) در مورد رودباد بر روی انگلیس و جنبه‌های

1. Bryson
2. Rozby
3. Hraman
4. Lee Grenci
5. B.ziv & N.poldor
6. Conaty
7. Grover
8. Yang
9. Cutlip
10. O'Driscoll
11. R.A.Weisman

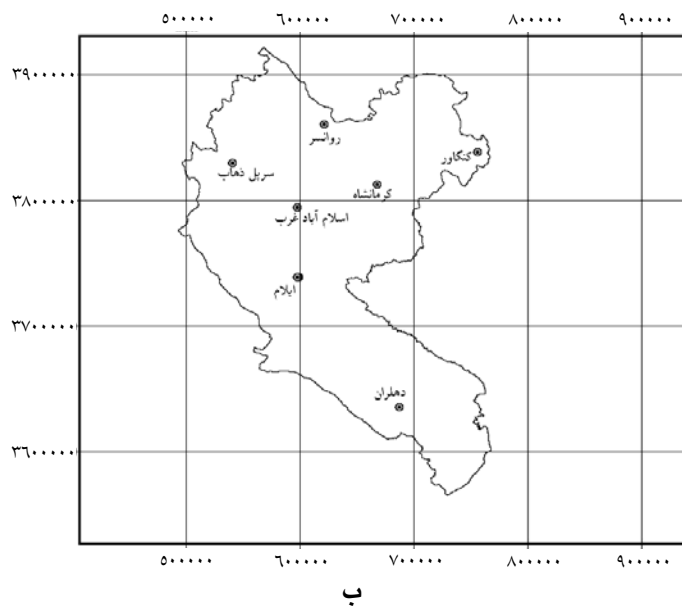
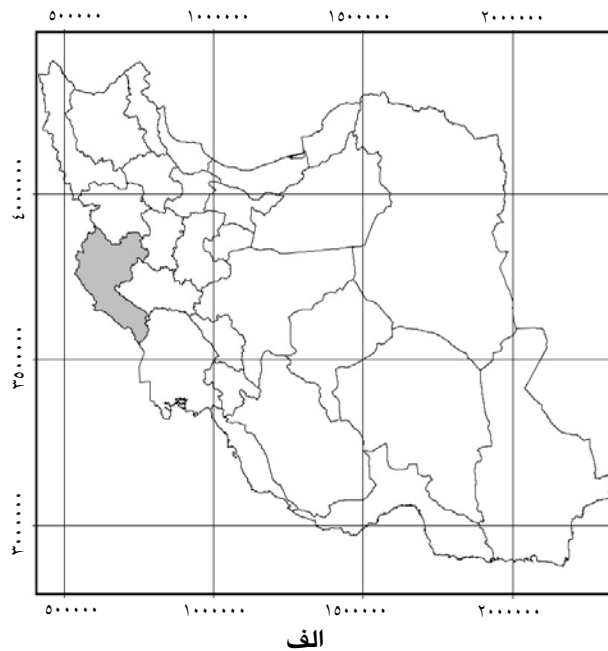


تاریخی آن، مطالعاتی انجام داد [۱۳، ص ۲۶۲۹]. کینگ تون<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) مطالعه کلمنت لی<sup>۲</sup> (۱۸۷۰) را در مورد حرکت ابرهای سیروس برای استنتاج بادهای بالایی جمع‌آوری کرد [۱۴، ص ۹۰۱]. از جمله کارهایی که در رابطه با رودباد در ایران صورت گرفته کارهای کاظم پور در سال ۱۳۵۸ [۱۵، ص ۱] و ترابی در سال ۱۹۷۷ [۱۶، ص ۱] است که هر دو به بررسی و مطالعه رودباد در روی ایران پرداخته‌اند. عبدالحسین در سال ۱۳۵۸ [۱۷، ص ۱] نیز در بررسی عبور مراکز کم‌فشار و رودباد فوق استوایی در فصل زمستان به نتایجی در این مورد دست یافت.

منطقه مورد مطالعه برای این پژوهش، منطقه غرب کشور و محدوده استانهای ایلام و کرمانشاه تعیین شده است. انتخاب این دو استان در جنوب غرب ایران به جهت موقعیت قرارگیری آنها در دامنه‌های بادگیر زاگرس و امکان ورود سامانه‌های بارشی مختلف، یعنی سامانه‌های سودانی و مدیترانه‌ای، در مسیرهای مختلف، یا سامانه‌های ترکیبی (مدیترانه‌ای - سودانی) است. این منطقه در جنوب و جنوب غرب کشور و در محدوده طول ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرض ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی قرار گرفته [۱۸] و در محدوده زاگرس چین خورده (زاگرس خارجی) قرار گرفته و به طور کلی، ناحیه‌ای کوهستانی محسوب می‌شود که ما بین فلات ایران و جلگه بین‌النهرین قرار گرفته است [۱۹، ص ۲۴]. میزان بارش منطقه بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر است و با توجه به عرض جغرافیایی، ارتفاع، توده‌های هوای وارد شده و غیره، میزان دما و تبخیر آن از شمال غرب به جنوب شرق افزایش می‌یابد.

---

1. J.N.Kington  
2. W. Clement Ley



نقشه ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور (الف)، موقعیت ایستگاههای مورد مطالعه (ب)

## ۲- مواد و روشها

### ۲-۱- انتخاب سامانه‌های باران‌زا

به منظور انجام این تحقیق، ۶۰ سامانه در ماههای مختلف در دوره ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹ میلادی که دارای بارش قابل ملاحظه بوده‌اند انتخاب شدند. البته از این سامانه‌ها ۵۴ سامانه دارای نقشه سطوح مورد نظر (۲۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال) بودند و در تحلیلهای نهایی از آنها استفاده شد.

همچنین در انتخاب سامانه‌ها به فراگیر بودن بارش در ایستگاهها توجه شده، یعنی سامانه‌ای که حداقل در ۵۰ درصد ایستگاهها ایجاد بارش کرده، انتخاب گردیده است، ضمن اینکه روزی، به عنوان روز بارشی انتخاب شده که حداقل میزان بارش در یک ایستگاه در آن روز از ۲ میلی‌متر بالاتر باشد. بنابراین، عامل بارش‌های کمتر از ۲ میلی‌متر، همرفت در نظر گرفته شده است.

جدول شماره ۱ سامانه‌های انتخاب‌شده را در ماههای مختلف و مجموع بارش ایستگاههای مربوط را در هر سامانه بارشی نشان می‌دهد. بیشترین سامانه‌های انتخاب شده مربوط به ماه دسامبر و کمترین آن مربوط به ماههای اوت و سپتامبر است. در فصل تابستان و در ماههای ژوئیه تنها یک سامانه مورد بررسی قرار گرفته که زمان این سامانه دو روزه در منطقه غیرعادی است. همان‌طور که ارقام جدول ۱ نشان می‌دهد مرطوبترین سامانه‌ها در ماههای نوامبر و مارس وارد منطقه شده‌اند؛ یعنی در زمانی که منطقه کاملاً از سلطه فشار زیاد جنب‌حاره‌ای خارج شده و کاملاً تحت تأثیر جریانات غربی قرار گرفته است.

جدول ۱ سامانه‌های سنیوپتیک باران‌زای انتخاب شده در ماههای مختلف

ماهها/ پارامترها	تعداد سامانه	مجموع بارش سامانه‌ها
ژانویه (دی)	۶	۱۹۹۰/۲
فوریه (بهمن)	۸	۱۹۵۲/۶
مارس (اسفند)	۸	۲۵۴۶/۵
آوریل (فروردین)	۶	۱۲۹۶/۹
می (اردیبهشت)	۳	۶۹۴/۶
ژوئن (خرداد)	۲	۳۹/۹
ژوئیه (تیر)	۱	۵۴

ادامه جدول ۱

۰	۰	اوت ( مرداد )
۰	۰	سپتامبر ( شهریور )
۶۸۸/۱	۳	اکتبر ( مهر )
۲۸۶۴/۸۱	۸	نوامبر ( آبان )
۱۴۳۱/۴	۸	دسامبر ( آذر )

جدول ۲ سامانه‌های بارشی انتخاب شده را بر حسب طول مدت بارش نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که بیشترین تعداد به سامانه‌های با طول بارش ۵ روز و بیشتر، و نیز سامانه با طول بارش ۲ روز تعلق دارد. دلیل فراوان بودن سامانه‌های ۲ روزه این است که این سامانه‌ها هم در اثر عوامل سینوپتیکی و هم عوامل همرفتی ایجاد می‌شوند و این امر باعث افزایش فراوانی آنها می‌شود. البته با توجه به اینکه در بیشتر ماههای بارشی، منطقه تحت تأثیر سامانه‌های بارشی مهاجری قرار می‌گیرد که توسط عوامل سینوپتیکی به منطقه وارد می‌شوند و این سامانه‌ها معمولاً بلندمدت هستند، تعداد سامانه‌های با دوره بلند (۵ روزه و بیشتر) نیز فراوانی بالایی دارند. سامانه‌های بارشی یک روزه، کمترین فراوانی را دارند و بیشتر در اواخر بهار و پاییز مشاهده شده‌اند. این بارشها بیشتر تحت تأثیر عوامل همرفتی رخ می‌دهند و دلیل پراکندگی آنها در ماههای ذکر شده نیز حداکثر تأثیر همرفت در این ماهها در کشور است.

جدول ۲ سامانه‌های سینوپتیک باران‌زای انتخاب‌شده بر حسب تعداد روزهای بارش

طول بارش	۱ روزه	۲ روزه	۳ روزه	۴ روزه	۵ روزه
تعداد سامانه	۴	۱۵	۸	۱۱	۱۵
درصد	۷/۵۵	۲۸/۳۰	۱۵/۱	۲۰/۷۵	۲۸/۳۰

## ۲-۲- بررسی نقشه‌های رودباد در سامانه‌های سینوپتیک باران‌زای انتخابی

جهت مطالعه رودباد سامانه‌های انتخاب‌شده، سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال در نظر گرفته شده است. انتخاب این سطوح برای مطالعه شرایط رودباد به این دلیل بوده است



که در این سطوح مسیره‌های رودباد مشخصتر است. در حالیکه مسیره‌های رودباد در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال به صورت منقطع و مبهم شکل می‌گیرد. در بعضی سامانه‌ها در حالی که در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال جریان‌ات رودباد شکل نگرفته است، اما در سطوح فوقانی ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال، امکان شکل‌گیری جریان‌ات رودباد فراهم شده‌است و با توجه به ساختار یکپارچه و سیستمی جو زمین اثر این سطوح نیز در سطح زمین اعمال می‌شود.

مسیر رودباد در نقشه‌های سینوپتیک منطبق بر حداکثر سرعت باد است که از روی سرعت ایستگاهها سطوح بالای جو شناخته شده است. این امر در هنگام ترسیم نقشه‌های سینوپتیک سازمان هواشناسی کشور مشخص می‌شود. هسته‌های سرعت نیز از سرعت ایستگاهها، و ایستگاهی که دارای حداکثر سرعت است شناخته می‌شود.

به منظور یکنواختی شرایط سامانه‌های مورد مطالعه و نیز جهت جلوگیری از تراکم زیاد نقشه‌ها، ابتدا مسیر کلی رودبادها و هسته‌های سرعت آنها را به صورت تفکیکی بر حسب طول مدت بارش مورد مطالعه قرار گرفته و در پایان شرایط کلی آنها نیز مطالعه شده است. به همین منظور در بعضی از روزها که مسیر رودباد کاملاً مشخص نبوده به عنوان روز فاقد جریان رودباد به حساب آمد. در بعضی روزها که دو مسیر رودباد در نقشه‌های سینوپتیک مشاهده می‌شد، به دلیل امکان اثر هر دو مسیر در بارشها، هردوی آنها مورد مطالعه قرار گرفته است. مگر اینکه به دلیل دوری از منطقه امکان اثر بعضی از مسیرها وجود نداشته باشد. نقشه‌های مربوط به بعضی روزها در سازمان هواشناسی موجود نبوده، و به همین جهت در این مطالعه به منظور عدم حذف یک سامانه به دلیل کمبود نقشه بعضی روزها و نیز به منظور مطالعه همه شرایط رودباد، به نقشه‌های موجود اکتفا شده است. به منظور جلوگیری از تکرار و آشکارتر شدن شرایط حاکم بر رودبادها، در هر سامانه مسیره‌های رودباد را در دو روز قبل از بارش (جهت ایجاد امکان پیش بینی شرایط بارشی و منشأیابی سامانه‌ها)، روز آغاز بارش و روز حداکثر بارش مورد مطالعه قرار گرفت که این کار موجب نمایش بارزتر تفاوتها و تغییر حالات رودباد گردید. به منظور بررسی میزان حرکت مداری مسیره‌های رودباد، نیز حرکت سیکلونی را به صورت ارزش مثبت و حرکت آنتی‌سیکلونی را به صورت ارزش منفی نشان داده شد.



### ۳- نتایج

#### ۳-۱- تحلیل اثر موقعیت رودباد در سامانه‌ها بر اساس تداوم بارش

با توجه به مدت تداوم بارش سامانه‌ها، سامانه‌های باران‌زای انتخابی در ۵ گروه طبقه‌بندی شدند که این گروه‌ها در جدول شماره ۲ ذکر شده‌اند. در این طبقه‌بندی، موقعیت رودباد سامانه‌ها در دو روز قبل از بارش، روزهای آغاز بارش و روزهای حداکثر بارش، تهیه و نقشه‌های سینوپتیک آنها در دو سطح ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال مورد بررسی قرار گرفت. جدول شماره ۳ برخی از ویژگیهای سامانه‌ها را بر اساس تداوم بارش نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود عموماً در همه سامانه‌ها در روزهای حداکثر بارش میزان گرادیان مداری سیکلونی مسیره‌های رودباد بیشتر از روزهای آغاز و یا دو روز قبل از بارشها است. تنها استثنا در این مورد، سامانه‌های دو روزه و در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال است که میزان حرکت مداری سیکلونی در روزهای آغاز بارش بیشتر از روزهای حداکثر بارش است. این امر به دلیل فاصله زمانی اندک بین روزهای حداکثر و روزهای آغاز بارش است. در دو روز قبل از بارش در بعضی موارد، اختلاف مداری مسیره‌های رودباد ارزش منفی کسب کرده، با انحنای آنتی‌سیکلونی جریان می‌یابد. این شرایط باعث افزایش میزان تاوایی منفی و پایداری سطوح مختلف جو می‌شود. همچنین ملاحظه می‌گردد که سرعت هسته‌های رودباد در جدول ۳ در روزهای مختلف از تنوع بالایی برخوردار است.

جدول ۳ ویژگیهای آماری سامانه‌ها بر اساس مدت تداوم بارش استخراج شده از نقشه‌های هواشناسی

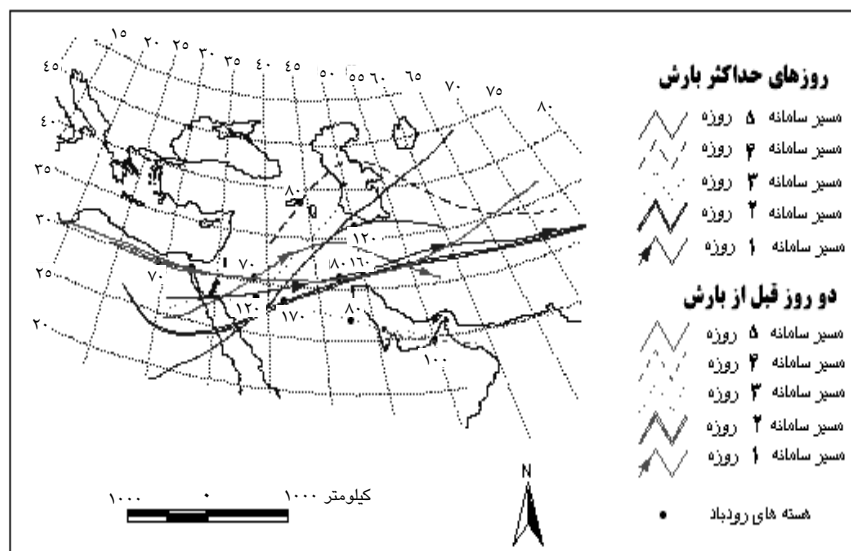
سطح ۳۰۰HP		سطح ۲۰۰HP		میزان بارش	پارامترها	
میانگین حرکت (سرعت) (نات)	میزان حرکت مداری	میانگین حرکت (سرعت) (نات)	میزان حرکت مداری		سامانه‌ها	
۹۸	/۹۵	۸۶	- /۱۵	۰	دو روز قبل از بارش	سامانه‌های بارشی ۵ روزه
۹۱	/۲۶	۹۹	-۱/۲	۵/۸۷	روزهای آغاز بارش	
۹۴	۳/۷	۱۰۹	۳/۴	۲۶/۱۱	روزهای حداکثر بارش	

ادامه جدول ۳

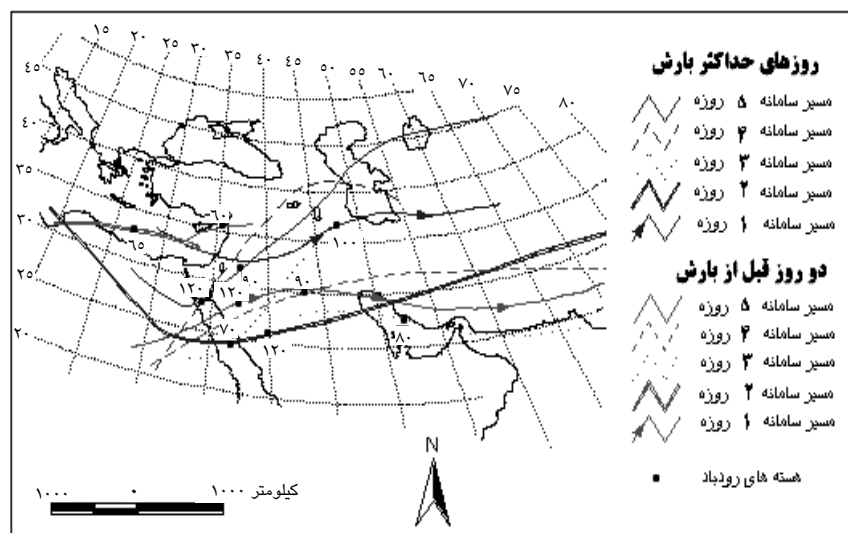
۸۸	/۹۵	۱۲۷	/۴۷	۰	دو روز قبل از بارش	سامانه‌های بارشی ۴ روزه
۹۸	/۲۶	۱۱۷	/۰۰۲	۸/۱۶	روزهای آغاز بارش	
۱۰۲	۱	۱۱۸	۴/۶۲	۲۷/۵	روزهای حداکثر بارش	
۸۶/۵	/۰۳	۱۰۵	۲/۸۱	۰	دو روز قبل از بارش	سامانه‌های بارشی ۳ روزه
۹۶/۹	۱/۳	۱۰۴	/۱۷	۲/۷۸	روزهای آغاز بارش	
۹۰/۶	۲/۸۱	۱۱۶	۳/۱۶	۱۷/۷۵	روزهای حداکثر بارش	
۸۹	۱/۸۹	۱۰۹	/۸۴	۰	دو روز قبل از بارش	سامانه‌های بارشی ۲ روزه
۹۳	۴/۴۳	۱۰۲	۲/۴۵	۱۰/۹۹	روزهای آغاز بارش	
۹۰	۲/۹۹	۱۱۵	۲/۵۵	۲۰/۱	روزهای حداکثر بارش	
۱۲۰	-۱/۹	۱۰۴	-۲/۲	۰	دو روز قبل از بارش	سامانه‌های بارشی ۱ روزه
۹۵	/۷۵	۹۸	۲/۰۳	۸/۴۱	روزهای بارش	

در نقشه‌های شماره ۲ و ۳ مسیرهای رودباد سامانه‌ها، بر اساس زمان تداوم آنها به ترتیب در سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال و به صورت تیبیک ملاحظه می‌شود. با توجه به این نقشه‌ها و جدول شماره ۳ می‌توان نتیجه گرفت که مسیرهای رودباد در سامانه‌های بلندمدت (۳ روزه و بیشتر) تقریباً مشابه بوده، در دو روز قبل از بارش، ضمن پراکندگی مسیرهای رودباد مخصوصاً در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال، دارای انحناى مدارى و یا آنتی‌سیکلونى (شمال غربى- جنوب شرقى) است. در روزهای آغاز بارش، تغییراتی در مسیرهای رودباد صورت گرفته که شامل کاهش پراکندگی مسیرها و گرایش به تمرکز به منطقه مورد مطالعه و نیز تمایل به امتداد جنوب غربی- شمال شرقی (انحناى سیکلونى) آنها بوده است. در روزهای حداکثر بارش، شرایط روزهای آغاز بارش کاملاً تشدید شده است. در این روزها، مسیرهای رودباد کاملاً انحناى سیکلونى داشته، دارای

حداکثر گسترش نصف‌النهاری بوده، و بیشترین عرض جغرافیایی را در روی منطقه به خود اختصاص داده‌اند، به طوری که از عرض ۲۰ درجه شمالی تا ۴۲/۵ درجه شمالی جریان پیدا کرده‌اند. این مسیرها مخصوصاً در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال به صورت دو مسیر که از شمال خلیج فارس (دو روز قبل از بارش) یا جنوب دریای خزر (روزهای حداکثر بارش) عبور می‌کنند، جریان یافته‌اند. مسیرهای رودباد سامانه‌های با دوره بارش یک و دو روز نیز در مجموع شرایطی مشابه سامانه‌های بلندمدت دارند، با این تفاوت که در سامانه‌های دو روزه، حداکثر گردیدان مداری در روزهای آغاز و حداکثر بارش مشابه و حتی در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال در روز آغاز بارش بیشتر از روزهای حداکثر بارش بوده است. در سامانه‌ها یک روزه نیز مسیرهای رودباد پراکنده‌تر از حالت عادی بوده است. چنین شرایطی به دلیل عوامل ایجادکننده سامانه‌ها است. در حالیکه سامانه‌های بلندمدت تحت تأثیر عوامل سینوپتیک ایجاد شده و فعالیت دارند، سامانه‌های کوتاه‌مدت‌تر (یک و دو روزه) علاوه بر شرایط سینوپتیک، از عوامل همرفتی نیز تأثیر می‌پذیرند و به این دلیل، عوامل ایجاد بارش در آنها کمتر از سطوح فوقانی جو تأثیر پذیرفته و مسیرهای رودباد آنها از نظم کمتری برخوردار است.



نقشه ۲ مسیرهای رودباد سامانه‌ها بر اساس طول مدت بارش (به صورت تیبیک) در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال



نقشه ۳ مسیرهای رودباد سامانه‌ها بر اساس طول مدت بارش (به صورت تیبیک) در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکال مطلب قابل توجه در نقشه‌های فوق، هسته‌های سرعت رودبادها است. ملاحظه می‌شود که در هر دو سطح در دو روز قبل از آغاز بارش، هسته‌ها از پراکندگی بالایی برخوردار بوده، در روزهای حداکثر بارش از این میزان پراکندگی کاسته شده و هسته‌ها در دو منطقه متمرکز شده‌اند. این مناطق، شامل شمال و شمال شرقی دریای سرخ و جنوب و جنوب غربی دریای خزر است.

### ۳-۲- تحلیل اثر موقعیت رودباد در سامانه‌های با حداکثر بارش

به منظور بررسی رودباد در شرایط حداکثر، سامانه‌هایی که دارای میانگین بارشی بالا بودند و نیز بیشترین بارش یک روز در آنها در یک ایستگاه، رقم قابل‌ملاحظه‌ای داشت، انتخاب شد و مسیرهای رودباد و هسته‌های سرعت آنها مورد مطالعه قرار گرفت. مسیرهای رودباد این سامانه‌ها نیز همانند سامانه‌های بارشی بلندمدت بودند، با این تفاوت که در این سامانه‌ها شرایط رودباد از انحنا و گرادیان مداری بیشتری برخوردار بوده است. با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که در هر دو سطح ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال در دو روز قبل از بارش، میزان گرادیان مداری رودبادها حالت منفی (شمال غربی - جنوب شرقی) و در روزهای بارش، حالت مثبت (جنوب غربی - شمال شرقی) داشته و در روز حداکثر بارش به بالاترین رقم

رسیده است. سرعت هسته‌های رودباد نیز در این جدول از نوسان برخوردار بوده، اما میزان این نوسان زیاد نبوده است.

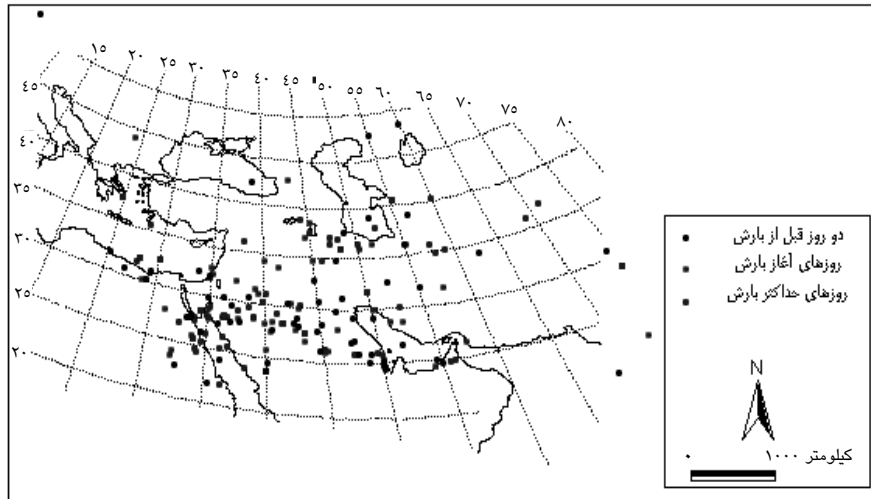
جدول ۴ وضعیت آماری سامانه‌های با حداکثر بارش

سطح ۳۰۰ HP			سطح ۲۰۰ HP			پارامترها سامانه‌ها
میانگین بارش سامانه‌ها (mm)	میانگین سرعت (نات)	میزان حرکت مداری (درجه)	میانگین بارش سامانه‌ها (mm)	میانگین سرعت (نات)	میزان حرکت مداری (درجه)	
۰	۹۶	-۱/۴۸	۰	۱۱۲	-۲/۱۱	دو روز قبل از بارش
۱۳/۹۳	۱۰۶	۲/۲۵	۱۳/۹۳	۱۱۱	۲/۵۲	روز آغاز بارش
۲۷/۸	۱۰۱	۴/۱۶	۲۷/۸	۱۱۳	۵/۲	روز حداکثر بارش

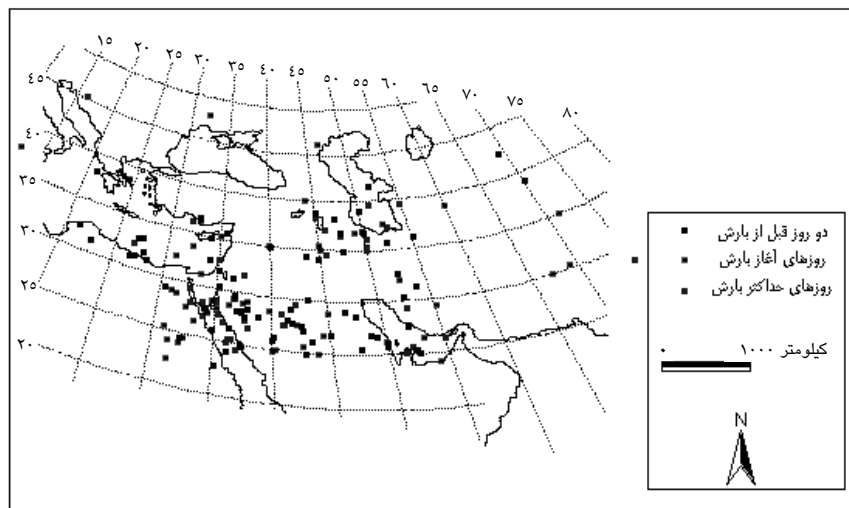
### ۳-۳- موقعیت هسته‌های رودباد

نقشه‌های شماره ۴، ۵ موقعیت هسته‌های رودبادهای سامانه‌های انتخابی را در سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ هکتوپاسکال، در دو روز قبل از آغاز بارش، روز آغاز بارش و روز حداکثر بارش نشان می‌دهد. نکات قابل توجه در این نقشه‌ها به شرح زیر است:

موقعیت هسته‌های رودباد در دو روز قبل از بارش بسیار پراکنده‌تر بوده و تمرکز خاصی را نشان نمی‌دهد، اما در آغاز بارش و روز حداکثر بارش، این هسته‌های رودباد در شمال شرقی دریای سرخ و اطراف دریای خزر مخصوصاً جنوب غرب آن تمرکز یافته‌اند، یعنی با آغاز بارشها، مسیرهای رودباد به سمت غرب جابه‌جا شده، بر دو موقعیت ذکر شده متمرکز می‌شوند.



نقشه ۴ هسته‌های رودباد سامانه‌های بارشی انتخاب شده در سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹ در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال



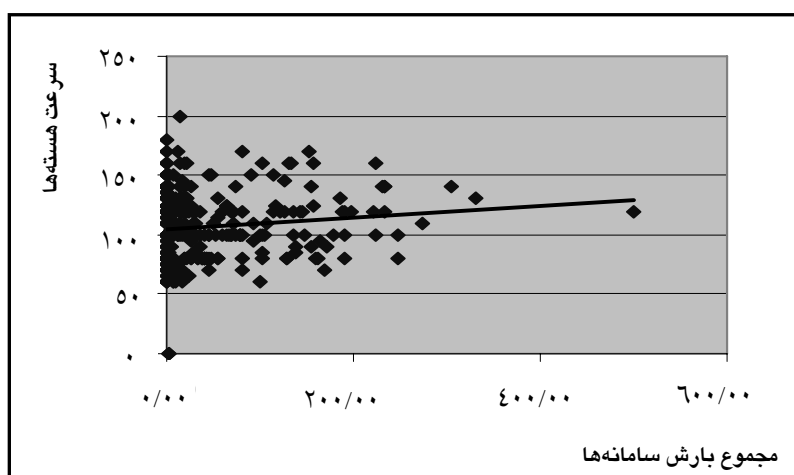
نقشه ۵ هسته‌های رودباد سامانه‌های بارشی انتخاب شده در سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹ در سطح ۳۰۰

هکتوپاسکال

تمرکز هسته‌ها در قسمت‌های ذکر شده در فوق (شمال شرق دریای سرخ و اطراف دریای خزر) با توجه به مسیرهای رودباد باعث افزایش تاوایی مثبت و تقویت سامانه‌ها و در صورت وجود رطوبت، باعث افزایش میزان بارش آنها می‌شود.

### ۳-۴- سرعت هسته‌های رودباد

به لحاظ تئوریک، سرعت بیشتر هسته‌های رودباد با مقدار بیشتر حرکت صعودی و ناپایداری ناشی از آن همراه است [۱، ص ۲۵]. نمودار ۱ همبستگی سرعت هسته‌ها و میزان بارش سامانه‌های انتخاب شده را در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که از نظر خطی، بین بارش و سرعت هسته‌ها رابطه معنادار وجود ندارد. میزان همبستگی این دو در نمودار فوق ۱۱/۵۷ درصد است و از این نظر، همبستگی قابل قبولی وجود ندارد.



نمودار ۱ همبستگی سرعت هسته‌ها (نات) و میزان بارش (میلی‌متر) در سطح ۲۰۰ هکتوپاسکال

به دلیل سیستمی بودن فرایند بارش و دخالت عوامل متعدد در بارش، از جمله میزان رطوبت، عامل صعود، توپوگرافی سطح زمین، وجود رودباد و غیره، سرعت هسته‌ها می‌تواند فقط یک عامل مؤثر در ناپایداری و تقویت بیشتر سامانه‌ها باشد. بنابراین سرعت هسته‌ها نباید از حد خاصی کمتر باشد و میزان



بیشتر آن فقط ناپایداری را تشدید می‌کند. به همین دلیل، رابطه خطی خاصی بین سرعت هسته‌ها و میزان بارش وجود ندارد.

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی در حالت نصف‌النهاری رودباد اگر تاوایی حاصل از رودباد با تاوایی حاصل از انحنا از یک نوع باشد، مراکز کم فشار در سطح زمین شدیداً تقویت می‌گردد و در غیر این صورت به علت دارا بودن آثار مخالف، یکدیگر را تضعیف کرده، تغییرات چندانی در وضعیت سطح زمین حاصل نمی‌گردد [۲۰، ص ۳۵]. در دو روز قبل از بارش در همه سامانه‌ها به دلیل جریان مستقیم یا آنتی‌سیکلونی رودباد میزان تاوایی در منطقه شرایط تقویت سامانه‌ها را نداشته‌است، اما در روزهای آغاز و حداکثر بارش سامانه‌ها به دلیل انحنای سیکلونی با گرادیان مداری زیاد، سامانه‌های کم فشار سطح زمین تقویت شده، با بارش همراه بوده‌اند. این امر به دلیل ترکیب و تقویت حاصل از تاوایی قسمتهای مختلف هسته‌های رودباد و انحنای مسیر رودباد است.

مطلب قابل توجه در این مطالعه، جریان مسیره‌های رودباد مرتبط با سامانه‌ها در سطوح فوقانی و در روزهای مختلف بارش است. حداکثر اعمال اثر رودباد در منطقه مورد مطالعه در شرایطی است که در سطوح بالای جو (۲۰۰ هکتوپاسکال)، رودباد در جنوب رودباد سطوح پایین‌تر (۳۰۰ هکتوپاسکال) قرار بگیرد، به گونه‌ای که رودباد در سطوح پایین جو به منطقه مورد مطالعه نزدیک باشد.

در هسته‌های رودباد، ربعهای دوم و چهارم با افزایش تاوایی مثبت و همچنین واگرایی سطوح فوقانی و همگرایی سطوح پایین جو همراه‌اند، در حالی که ربع‌های اول و سوم، برعکس، با افزایش تاوایی منفی و همچنین همگرایی سطوح فوقانی و واگرایی سطوح پایین جو همراه هستند. در بررسی هسته‌های رودباد ملاحظه شد که این هسته‌ها در دو روز قبل از بارش پراکنده بوده، در روزهای آغاز و حداکثر بارش در دو قسمت متمرکز شده‌اند. اولین منطقه در عرضهای ۲۵ تا ۳۰ درجه شمالی و طول ۳۲/۵ تا ۴۲/۵ درجه شرقی (شمال شرقی دریای سرخ)، و منطقه دیگر در عرضهای ۳۵ تا ۳۹ درجه شمالی و طول ۴۵ تا ۵۰ درجه



شرقی (جنوب غرب دریای خزر) است. در حالت اول و در مورد هسته‌هایی که در اطراف دریای سرخ استقرار یافته‌اند و امتداد آنها در طول مسیر رودباد، منطقه مورد مطالعه را متأثر می‌سازد، منطقه مورد مطالعه در قسمت خروجی هوای سرد (ناحیه چپ خروجی یا ربع دوم) هسته قرار گرفته و در مورد هسته‌هایی که در جنوب غربی دریای خزر استقرار یافته‌اند، منطقه مورد مطالعه در ناحیه ورودی هوای گرم (ناحیه راست ورودی یا ربع چهارم) قرار دارد. در این دو ناحیه از هسته‌های رودباد، میزان تاوایی افزایش یافته و چون منطقه همگرایی ناوه معمولاً در زیر این نواحی رودباد، به سمت شرق حرکت می‌کند و نیز مراکز کم‌فشار در منطقه همگرایی ناوه‌ها به سمت منطقه حرکت می‌کنند، هسته‌های سرعت در روزهای بارش مخصوصاً در روزهای حداکثر بارش در این قسمت‌ها متمرکز شده‌اند.

## ۵- منابع

- [۱] علیجانی ب، کاویانی؛ مبانی آب و هواشناسی؛ سمت، تهران، ۱۳۷۱.
- [۲] علیجانی ب؛ اقلیم‌شناسی سینوپتیک؛ سمت، تهران، ۱۳۸۱.
- [3] Bary, R, Carelton; Synoptic and dynamic climatology; Routledg, 2001.
- [4] Harman, R, J ; Synoptic climatology of the westerlies: Process and patterns; Washington DC, American association of geographers, 1991.
- [5] Grenzi; The jet set; Weatherwise, Vol. 50, 1997.
- [6] Ziv , Paldor; The divergence fields associated with time-dependent jet Streams; Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 56, 1999.
- [7] Conaty; The structure and evolution of extratropical cyclones, fronts, jet streams, and the tropopause in the GEOS general circulation model; Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 82, 2001.
- [8] Grover; the influence of large-scale flow on fall precipitation system in the Great Lakes Basin; Journal of Climate, Vol. 15 , 2002.
- [9] Yang, K-M Lau, K-M Kim; Variations of the East Asian jet stream and Asian-Pacific- American winter climate anomalies; Journal of Climate, Vol.15, 2002.
- [10] Cutlip, Jet stream changes linked to prairie drought, Weatherwise, Vol. 56, 2003.

- [11] O'Driscoll; Storms here, dry spells there? Blame El Nino; Experts predict drought relief for South and West, USA TODAY, 2002.
- [12] Weisman; Precipitation regimes during cold-season central U.S. inverted trough cases. Part I: Synoptic climatology and composite study; Weather and Forecasting, Vol. 17, 2002.
- [13] Kraus; Jet stream revisited; Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 80, 1999.
- [14] Kington W., Clement L.; Nineteenth-century cloud study and the European jet stream; Bulletin of the American Meteorological Society. Vol. 80, 1999.
- [۱۵] کاظم پور ع.ر؛ بررسی حالات خاص جت استریم روی ایران؛ پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه تهران، ۱۳۵۸.
- [۱۶] ترابی ع.ا؛ جت استریم روی ایران؛ پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه تهران، ۱۹۷۷.
- [۱۷] عبدالحسین م.ع؛ مسیر و تأثیرات مراکز کم فشار روی ایران در فصل زمستان؛ پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه تهران، ۱۳۵۸.
- [۱۸] زنده دل ح.؛ مجموعه کتابهای ایرانگردی (ایلام و کرمانشاه)، نشر ایرانگردی، ۱۳۷۹.
- [۱۹] افشار (سیستانی) ا.؛ نگاهی به ایلام؛ نشر هنر، ۱۳۶۶.
- [۲۰] قائمی ه.؛ بادهای شدید سطوح فوقانی؛ نشریه نیوار، سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۴۹.