Archive of SID

دکتر بهلول علیجانی
دانشگاه تربیت معلم تهران
شمارهٔ مقاله: ۵۳۰

شناسایی تیپ‌های هوایی باران‌آور تهران براساس محاسبه چرخندگی*

Bohloul Alijani, Ph.D
Tarbiat Moallem University-Tehran

Determination of the Rain Producing Weather Types in Tehran Using Vorticity Computation Method

In order to determine the types of rain producing weather in Tehran, the rainy days of the station (days with more than or equal to 1 millimeter) were identified during the 1990-95 period. The 12 GMT pressure and height data of the area 20°-47.5° and 35°-67.5°E were extracted from the NCEP Reanalysis file for the grid points 2.5° apart. The synoptic systems and flow directions were determined according to the objective method of computing vorticity.

The results first showed 24 pressure patterns for the three groups of light, moderate, and heavy precipitation days. Then these patterns were re-grouped according to their similarities into 10 weather types. These types consist of two cyclonic and anticyclonic, and 8 directional types corresponding to 8 geographical directions. The most frequent type was the Easterly and the most important rain producing type was the cyclonic type. The anticyclonic type was the least rain producing type. Cyclonic types were more dominant and developed mostly in winter. The anticyclonic types showed lower frequency and concentrated in spring.

This study showed that the vorticity computation method is very effective and accurate and capable of quantifying the power of the weather types. The 500 hpa level had more significant effect on the precipitation than the surface pressure changes. The Syrian trough was the most important upper level system which controls the precipitation of Tehran.

Key words: weather types, Tehran, objective weather typing method, relation between weather types and precipitation, vorticity computation.

خلاصه

به منظور شناسایی تیپ‌های هوایی باران آور در تهران، روزهای بارش یک میلی‌متر و بیشتر ایستگاه تهران در دورهٔ ۹۵-۱۹۹۰ استخراج گردید. در این روزها داده‌های رقومی

www.SID.ir

* ـ این مقاله نتیجهٔ طرح پژوهشی است که با حمایت مالی دانشگاه تربیت معلم تهران انجام شده است.

Archive of SID

نقشه‌های هوای ساعت ۱۲ گرینویچ سطح زمین منطقه ۲۰ تا ۴۷/۵ درجهٔ شمالی و ۳۵ تا ۶۷/۵ درجهٔ شرقی در تلاقی‌های ۵/۲ درجه از داده‌های بازسازی شده NCEP تهیه گردید. سرعت و شدت جریان و مقدار چرخندگی برشی تلاقی تهران براساس روش کمّی جنکینسون محاسبه شد. براساس این اطلاعات و با توجه به بررسی تیپ‌های هوا و نقش آن‌ها در سه گروه بارشی سبک، متوسط، و سنگین تهران براساس سیستم‌های سیکلونی و آنتی سیکلونی و هشت جهت جغرافیایی، تعداد ۲۴ الگوی فشار شناسایی شد. از بررسی دوبارهٔ این الگوها ۱۰ تیپ هوا شناسایی گردید. برای هر کدام از تیپ‌های هوا یک روز بارشی نماینده انتخاب گردید و در روز مذکور نقشهٔ سطح زمین و سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال ترسیم گردید.

نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از محاسبات چرخندگی برای تعیین تیپ‌های هوا در ایران بسیار دقیق‌تر و آسان‌تر از روش‌های دیگر است. در بین سطوح اتمسفری سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال مهم‌تر از سطوح دیگر است. در این سطح هم فرود سوریه نقش اصلی در بارش‌های تهران دارد. تعداد بیشتری از تیپ‌های هوا ماهیت سیکلونی دارند و بارش‌های سنگین توسط تیپ‌های سیکلونی رخ داده‌اند. تیپ‌های سیکلونی در دورهٔ سرد سال فراوان‌ترند و تیپ‌های آنتی سیکلونی در فصل بهار بیشتر هستند.

واژه‌های کلیدی: تیپ‌های هوا ـ الگوهای فشار ـ تهران ـ رابطهٔ بین تیپ‌های هوا و بارش تهران ـ بارش تهران ـ محاسبهٔ چرخندگی.

مقدمه

ویژگی اصلی بارش‌های ایران تغییرپذیری آنها است. در واقع تغییرات بارش ناشی از تغییرات عوامل تولیدکنندهٔ آن است. بی‌نظمی موجود در عوامل ایجاد بارش است که به توزیع مکانی و زمانی بارش منتقل شده است. عوامل ایجاد بارندگی شامل عامل صعود و هوای مرطوب است که هر دو توسط گردش عمومی جو فراهم می‌شوند.

الگوهای فشار مانند سیلکون‌های برون حاره، موج‌های کوتاه، و یا هسته‌های رود باد مهم‌ترین عوامل صعود هستند. در عین حال رطوبت لازم را هم تأمین می‌کنند. بنابراین شناسایی الگوهای فشار می‌تواند هم عامل صعود و هم منبع و مسیر تأمین رطوبت را مشخص کند. روزی که یک مرکز کم‌فشار در غرب تهران قرار گیرد، هوای تهران ناپایدار و جریان‌های عمومی اتمسفری جهت جنوب غربی خواهند داشت. در این صورت، اگر هوای جنوب غربی رطوبت

www.SID.ir

Archive of SID

کافی داشته باشد تولید بارندگی خواهد کرد. در صورتی که استقرار پرفشار، هوای آفتابی و بدون باران ایجاد می‌کند.

تاکنون در زمینهٔ رابطهٔ سیستم‌های فشار و بارندگی ایران مطالعاتی هر چند پراکنده صورت گرفته است. برای مثال علیجانی (۱۳۷۳) مسیرهای سیکلونی و عوامل ایجاد بارش‌های ایران را بررسی کرده است. نجّار سلیقه (۱۳۷۷) بارش‌های موسمی را و عربی (۱۳۷۹) دربارهٔ بارش‌های تابستانهٔ کشور مطالعه نموده‌اند. همهٔ این مطالعات به طریقی از روش کیفی استفاده نموده‌اند. یعنی این که در روزهای بارندگی سیستم‌ها و یا الگوهای فشار را روی نقشه‌های هوا مشخص نموده‌اند. در صورتی که امروزه برای پیش‌بینی و بررسی تغییرات اقلیمی به مطالعات و مدل‌های رقومی نیاز است. البتّه علیجانی (۲۰۰۱) با استفاده از روش‌های کمّی سعی کرده است الگوهای فشار منطقهٔ خاورمیانه را مطالعه کند و پس از شناسایی آن‌ها اثر آن‌ها را در توزیع بارش و دمای ایران بررسی نماید.

محققان دیگری هم دربارهٔ الگوهای سینوپتیکی بارش‌های منطقهٔ خاورمیانه مطالعه کرده‌اند. دایان و همکارانش[1] شرایط سینوپتیکی سیستم‌های ایجاد کنندهٔ یک رگبار شدید پاییزی را تشریح کرده‌اند. کوتیل و همکارانش[2] تیپ‌های هوایی تولیدکنندهٔ دوره‌های خشک و مرطوب ترکیه را بررسی نموده‌اند. لیتمن[3] تیپ‌های هوایی شرق مدیترانه را با استفاده از شناسایی محل جغرافیایی سیستم‌های مهمی چون پرفشار آزور شناسایی نموده است.

در تمام این کارها اگر چه از روش‌های کمّی مانند تحلیل عاملی یا خوشه‌بندی استفاده شده است ولی فقط تیپ هوایی حاکم را شناسایی نموده‌اند.[4] رابطهٔ بین الگوهای فشار و شدت و ضعف عناصر اقلیمی مانند بارش و دما به صورت کمّی بررسی نشده‌اند. در صورتی که پر واضح است که سیستم‌های صعود بر اثر تغییرات شاخص هایی چون جهت و شدت جریان و مقدار و نوع چرخندگی ایجاد می‌شوند. مثلاً اگر مقدار چرخندگی منفی و زیاد باشد، صعود رخ نمی‌دهد.

اولین نشانه‌های محاسبهٔ شدت چرخندگی و جریان هوا با توجّه به شدت و ضعف بارش‌ها، در کارهای دسوکی و جنکینسون[5] و جنکینسون[6] مشاهده می‌شود. ایشان براساس

---

1. Dayan et al., 2001
2. Kutiel, et al., 2001
3. Littmann, 2001
4. Lamb, 1972
5. Dessoky and Jenkinson, 1975

www.SID.ir

Archive of SID

قالب کلی تیپ‌های هوایی شناسایی شده توسط لمب مقدار چرخندگی و جهت جریان را در سیستم‌های فشار تولیدکنندهٔ توفان‌های شدید در انگلستان و سیستم‌های تولیدکنندهٔ خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها در مصر بررسی نمودند. روش جنکینسون را افرادی چون جونز[۷]، کانوی و جونز[۸]، تریکو و داکامارا[۹]، فیلیپ و مک گریگور[۱۰] در نواحی مختلف دنیا مانند بریتانیا و پرتقال آزمودند. نتایج کار این محققان نشان داد که می‌توان با استفاده از این روش هم تیپ‌های هوایی را شناسایی کرد و هم شدت و ضعف آن‌ها را به صورت کمّی محاسبه نمود.

شناسایی الگوهای فشار در ایران در مراحل آغازین خود قرار دارد. هنوز در کتاب‌های درسی از متوسط‌های ماهانه یا سالانه استفاده می‌شود. در صورتی که مهم‌ترین عامل در تغییرات اقلیمی الگوهای فشار است. الگوهای فشار و شاخص‌های آن‌ها مانند شدت و نوع چرخندگی، جهت و سرعت جریان در زمان‌ها و مکان‌های مختلف به درجات متفاوت عمل می‌کنند. از طریق شناسایی این الگوها اولاً آگاهی ما از فرایندها و قانونمندی‌های اقلیمی کشور افزایش می‌یابد و ثانیاً به صورت درست‌تر و آسان‌تر می‌توانیم تغییرات اقلیمی را پیش‌بینی و براساس آن‌ها برنامه‌ریزی کنیم. بدین جهت در این پژوهش الگوهای فشار سطح زمین در روزهای بارش تهران بررسی شده و براساس روش جنکینسون تیپ‌های هوایی مؤثر شناسایی گردید. امید است که این تحقیق راهی تازه و دقیق‌تر برای بررسی تغییرات اقلیم کشور باز نماید.

داده‌ها و روش تحقیق

برای شناسایی الگوهای فشار مؤثر در بارندگی‌های روزانهٔ شهر تهران، آمار بارندگی روزانهٔ ایستگاه تهران در دورهٔ ۹۵-۱۹۹۰ از سازمان هواشناسی کشور به صورت اصلاح شده تهیه گردید. پراکندگی فشار سطح زمین در ساعت ۱۲ روزهای بارندگی تهران برای تلاقی‌های با فاصلهٔ ۲/۵ درجهٔ منطقهٔ خاورمیانه در محدودهٔ ۳۵ تا ۶۷/۵ درجه شرقی و ۲۰ تا ۶۷/۵ درجهٔ شمالی از داده‌های رقومی بازسازی شده مرکز پژوهش‌های اقلیمی دانشگاه انگلیای شرقی انگلستان واقع در شهر نورویچ تهیه شد. بدین ترتیب شبکهٔ داده‌های فشار در محدودهٔ مورد مطالعه برای ۱۶۸ تلاقی فراهم شد. از بین روزهای بارش فقط روزهای با بارش یک میلی‌متر یا

---

6. Jenkinson, 1977
7. Jones, et al,. 1999
8. Conway & Jones, 1998
9. Trigo & Dacamara, 1999
10. Philip & MC. Gregor, 2001

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر انتخاب شدند. هدف این تحقیق شناسایی الگوهای سینوپتیک می‌باشد و بارش‌های کمتر از یک میلی‌متر ممکن است توسط عوامل محلی رخ داده باشند که در مقیاس این نقشه‌های سینوپتیک قابل تشخیص نیستند. در نقشهٔ هوای هر روز بارش، نوع و مقدار چرخندگی و جهت و سرعت جریان به شرح زیر محاسبه شد.

۱ ـ براساس شکل ۱ شدت و جهت جریان هوا در ایستگاه تهران (تلاقی ۳۵ درجهٔ شمالی و ۵۲/۵ درجهٔ شرقی که با T مشخص شده است) محاسبه شد:

$$F = \sqrt{U^2+V^2}$$

که در آن F سرعت جریان هوا برحسب m/s، U مؤلفهٔ غربی و V مؤلفهٔ جنوبی باد هستند. باد جنوبی و باد غربی علامت + دارند. اندازه‌های V و U براساس توزیع فشار به شرح زیر برای نقطهٔ T محاسبه شدند:

$$U = 1/4\ (P14+2p15+P16)-1/4(P5+2p6+p7_$$

$$V= 1/\cos 35\ [1/4\ (p16+2p11+p7)-1/4(p14+2p10+p5)]$$

در این فرمول‌ها P مقدار فشار سطح دریا در نقطهٔ T است. استفاده از ضریب 1/cos 35 برای برابرسازی فاصلهٔ مدارات و نصف‌النهارات است. البتّه U همان جریان غربی (w) و V باد جنوبی (S) است. در نتیجه

$$D = tag^{-1}\ W/S$$

در این فرمول D جهت جریان برحسب درجه است. اگر علامت W مثبت باشد باید ۱۸۰ درجه به جواب D اضافه کنیم. اگر جهت جریان منفی بشود، قدر مطلق آن با ۹۰ جمع می‌شود.

۲ ـ محاسبهٔ چرخندگی برشی نقطهٔ T به شرح زیر انجام شد:

$$Z = Zw + Zs$$

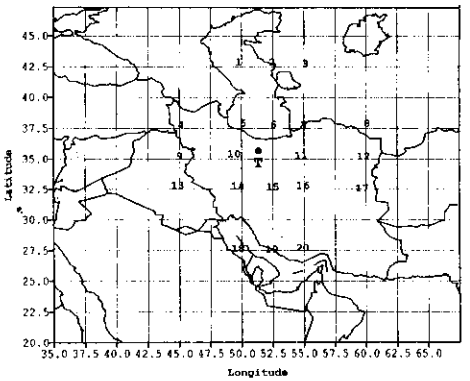
که در آن Z چرخندگی برشی کلّ نقطهٔ T و Zw چرخندگی حاصل از اختلاف سرعت در باد غربی، Zs چرخندگی برشی حاصل از اختلاف سرعت در باد جنوبی است. هر کدام از این مؤلفه‌ها به شرح زیر محاسبه شده‌اند.

$$Zw = \sin 32.5/\sin 27.5\ [1/4\ (P18+2p19+p20)-1/4\ (P14+2P15+P16)] - \sin 32.5/\sin 27.5\ [1/4\ (P5+2P6+P7) - 1/4\ (P1+2P2+P3)]$$

$$Zs = 1/2\ (\cos 35)\ \hat{}\ [1/4\ (P8+2P12+P17) - 1/4\ (P7+2P11+P16)] - 1/4\ (P5+2P10+P14) + 1/4\ (P4+2P9+P13)]$$

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ منطقهٔ مطالعه و تلاقی‌های منتخب برای محاسبهٔ چرخندگی

۳ ـ به منظور تعیین جهت جریان و نوع سیستم فشار اندازه‌های F و Z به شرح زیر مقایسه شدند:

الف ـ اگر $|Z| < F$ باشد، جهت جریان مستقیم است و براساس یکی از جهات هشتگانهٔ جغرافیایی نامگذاری می‌شود. محدودهٔ جریان‌های شرقی از ۶۷/۵ تا ۱۱۲/۵ درجه است. بقیه الگوهای جریان نیز به همین ترتیب نامگذاری شدند.

ب ـ اگر $|Z| < 2F$ باشد، در صورت $Z>0$ سیستم سیکلون و در صورت $Z<0$ سیستم آنتی‌سیکلون حاکم است.

ج ـ اگر $F < |Z| < 2F$ باشد، جهت جریان با دو نماد مربوط به جهت جریان و نوع سیستم‌های سیکلونی یا آنتی‌سیکلونی مشخص می‌شود.

۴ ـ روزهای بارش از نظر شدت به سه گروه سبک (۱۰ میلی‌متر و کمتر)، متوسط (۱۰/۵ تا ۲۰ میلی‌متر)، و سنگین (۲۰/۵ میلی‌متر و بیشتر) تقسیم شده‌اند.

۵ ـ پس از این که تیپ‌های هوای تمام روزهای بارش یک میلی‌متر و بیشتر تعیین شد، در هر تیپ نقشه‌های هوای ساعت ۱۲GMT سطوح زمین و ۵۰۰ هکتوپاسکال یک روز برای هر کدام از گروه‌های سه‌گانه، به شرط موجود بودن، انتخاب شد. در هر گروه بارانی، روز دارای بالاترین مقدار بارش آن گروه انتخاب گردید.

www.SID.ir

۶ ـ فراوانی و شدت بارش هر کدام از تیپ‌ها بررسی شد.

Archive of SID

نتایج

الگوهای فشار

الگوهای فشار شناسایی شده در جدول ۱ درج شده‌اند. طی دورهٔ مطالعهٔ ۲۴۳ روز بارش یک میلی‌متر و بیشتر در تهران رخ داده است. در بین این روزها الگوی شمال شرقی بیشترین فراوانی را دارد. بالاترین شدت متوسط روزانهٔ بارش توسط الگوهای سیکلونی ایجاد شده است. با توجّه به شدت و فراوانی الگوها، الگوی سیکلونی مهم‌ترین الگوی باران‌آور در تهران است. مقدار ضریب تغییرپذیری اکثر الگوهای فشار بالا است که حاکی از متغیر بودن توان بارشی آن‌ها است. اکثر الگوهای فشار در تهران بارش سبک تولید کرده‌اند. فقط الگوهای سیکلونی، شرقی، شمال شرقی و غربی توانسته‌اند بارش‌های سنگین نیز تولید کنند. از ۲۴۳ روز فقط ۳۶ روز بارش بیشتر از ۱۰ میلی‌متر داشته‌اند. حدود ۵۰ درصد از این روزها جزو الگوهای سیکلونی است. کمترین شدت روزانه مربوط به الگوهای آنتی‌سیکلونی است.

تیپ‌های هوا

بررسی دقیق نقشه‌های هوای ساعت 12GMT الگوهای فشار، ۱۰ الگوی متمایز نشان داد. هر کدام از این الگوها یک تیپ هوا نامیده شد. نقشه‌های این تیپ‌ها در شکل‌های ۲ تا ۴ ترسیم شده‌اند. الگوهای مشمول هر کدام نیز در جدول ۲ درج شده است. در بین تیپ‌های شناسایی شده، تیپ‌های جنوب شرقی و شمالی ماهیت آنتی‌سیکلونی دارند، چون زمانی ایجاد می‌شوند که یک آنتی‌سیکلون به ترتیب در شرق و یا غرب منطقهٔ تهران مستقر شود. تیپ‌های شمال غربی، شمال شرقی، شرقی، غربی، و جنوب غربی ماهیت سیکلونی دارند. در مجموع از ۲۴۳ مورد فقط ۲۷ مورد ماهیت آنتی‌سیکلونی دارد. بقیهٔ موارد (۲۰۹ مورد) ماهیت سیکلونی دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ ویژگیهای الگوهای فشار

نام الگو	نشانه روی نقشه	فراوانی	بارش متوسط	ضریب تغییر پذیری	نماینده گروه بارشی		
					سبک	متوسط	سنگین
آنتی سیکلونی	AC	۹	۲،۸	۷۹	۰۲-ژانویه-۹۰		
شمالی آنتی سیکلونی	AC N	۲	۲،۵	۸٤	۲٤-فوریه-۹۵		
شمال شرقی آنتی سیکلونی	ACNE	۵	۵،۹	۸۵	۲٦ دسامبر-۹۳	۱٤ مارس ۹۱	
شرقی آنتی سیکلونی	ACE	۱	۱		۳۰-ژانویه-۹۰		
جنوب شرقی آنتی سیکلونی	ACSE	۲	۳،۸	۸۱	۱۸ مارس ۹۸		
جنوبی آنتی سیکلونی	ACS	۳	۲،۷	۵۷	۱۱-فوریه-۹۳		
غربی آنتی سیکلونی	ACW	۲	۵،۵	۳۷		۱۰ می ۹۲	
شمال غربی آنتی سیکلونی	ACNW	۳	٦،٤	۱۷	۱۵-دسامبر-۹۲		
سیکلونی	C	۲۹	۱۱	۷۳	۱۲ مارس ۹٤	۱۲-دسامبر-۹۱	٦ مارس ۹۱
شمالی سیکلونی	CN	۲	۱۷	۱۲۳	۲۳-دسامبر-۹۰		
شمال شرقی سیکلونی	CNE	۷	٤،۳	۸٦	۱۲-فوریه-۹٤	۲۵-فوریه-۹۲	
شرقی سیکلونی	CE	۱	۳،۱		۰٦-نوامبر-۹٤		
جنوب شرقی سیکلونی	CSE	۱	۲،۱		۰۱-ژانویه-۹۰		
جنوبی سیکلونی	CS	۵	٤،۸	٦۹	۰۲-فوریه-۹۳		
غربی سیکلونی	CW	٤	۵،۸	٦۵	۲۷-دسامبر-۹۲	۰۵-دسامبر-۹٤	
شمال غربی سیکلونی	CNW	۳	۲،۷	٤۱	۰۷-دسامبر-۹۲		
شمالی	N	۱۰	۳،۵	۵۷	۱٤ مارس ۹۰		
شمال شرقی	NE	٤٦	۵	۱۰٦	۱۰-ژانویه-۹۰	۱۵ مارس ۹۲	۲۷ أوریل ۹۲
شرقی	E	۳۸	۵،٦	۱٤۱	۲۱-فوریه-۹۱	۰۳-فوریه-۹۳	۲۵ مارس ۹۱
جنوب شرقی	SE	٤	٤	۸۸	۰۷-ژانویه-۹۳		
جنوبی	S	۲۸	٤،۲	٦۵	۲۰-فوریه-۹۳	۲ می ۹۲	
جنوب غربی	SW	۲	۵،۳	۸۸	۷ مارس ۹۳		
غربی	W	۱۲	۷،٦	۱٤۱	۱۳ می ۹۳	۰۹-دسامبر-۹۱	۰۱-فوریه-۹٤
شمال غربی	NW	۱۳	۷،۳	۱۰۸	۹ می ۹۲		۲٦-نوامبر-۹٤

تیپ آنتی‌سیکلونی

طبق جدول ۲ تیپ آنتی‌سیکلونی الگوهای آنتی‌سیکلونی، شرقی آنتی‌سیکلونی، و شمالی آنتی‌سیکلونی را شامل می‌شود. در این تیپ معمولاً پرفشار سیبری با گسترش زبانه‌ای به طرف جنوب غربی تهران را فرامی‌گیرد (شکل ۲). در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز منطقه کاملاً پایدار

www.SID.ir

Archive of SID

عقب فرود بر روی تهران قرار دارد. هر گاه این زبانهٔ پرفشار بر روی تهران بسته شود شرایط پایداری بسیار شدید می‌شود. تیپ آنتی‌سیکلونی در مواردی هم به جهت گسترش پرفشارهای غربی بر روی ایران ایجاد می‌شود.

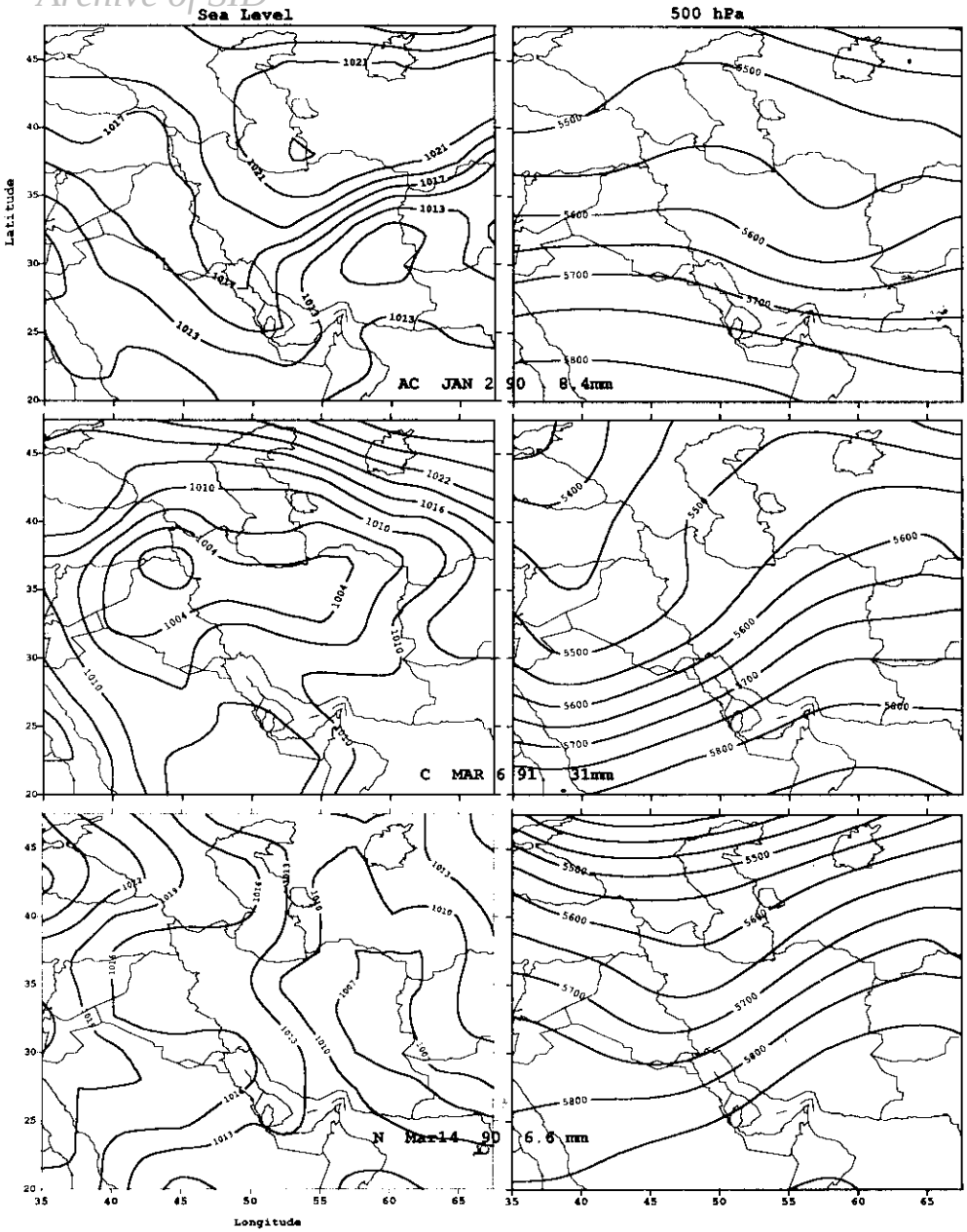
تیپ *سیکلونی*. این تیپ با استقرار یک سیکلون بر روی ایران مشخص می‌گردد (شکل ۲). منحنی‌های درونی بسته هستند و اختلاف فشار منطقه زیاد است. در سطح بالا نیز فرودی عمیق بر روی سوریه مستقر است که سبب تشدید سیکلون روی ایران می‌شود. بر روی ایران آثاری از پرفشارها مشاهده نمی‌شود.

تیپ *شمالی*. تیپ شمالی، الگوهای شمالی و شمالی سیکلونی را در برمی‌گیرد. این تیپ زمانی ایجاد می‌شود که یک پرفشار در غرب و یک کم‌فشار در شرق ایران مستقر شود (شکل ۲). در نتیجه بر روی تهران بادهای شمالی می‌وزد. محور فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال هم در غرب ایران قرار دارد.

تیپ *شمال شرقی*. تیپ شمال شرقی، همه الگوهای شمال شرقی، شمال شرقی سیکلونی، و شمال شرقی آنتی‌سیکلونی را شامل شده است. در این الگوها یک آنتی‌سیکلون غربی زبانه‌ای به میانهٔ دریای خزر فرستاده، به طوری که جریان‌های برگشتی جنوب آن به صورت شمال شرقی از تهران می‌گذرند، یا این که آنتی‌سیکلونی بر روی دریای خزر به صورت نصف‌النهاری قرار گرفته است. (شکل ۳). یا این که فرابار سیبری به گونه‌ای به طرف دریای خزر گسترش یافته که جریان‌های حاشیهٔ جنوبی آن به صورت جنوب شرقی به تهران می‌وزند. در بعضی موارد هم یک سیکلون یا بر روی خراسان بسته شده و یا این که به صورت مورب در امتداد شمال شرقی ـ جنوب غربی مستقر گردیده است. در شکل ۳ منحنی‌های پرفشار بر روی دریای خزر بسته شده‌اند و اختلاف فشار شدیدی بر روی تهران ایجاد نموده‌اند. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز فرود غربی بر روی ایران به گونه‌ای است که محور آن در امتداد کوه‌های زاگرس می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ نقشه‌های هوای ساعت ۱۲ گرینویچ سطح زمین (ستون چپ) و سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (ستون راست) روزهای نماینده تیپ‌های هوای آنتی‌سیکلونی، سیکلونی، و شمالی، نشانه و تاریخ و مقدار بارش هر تیپ در پایین نقشه نوشته شده است. برای شرح نشانه و اطلاعات دیگر به جدول ۱ مراجعه شود.

www.SID.ir

Archive of SID

تیپ شرقی. تیپ شرقی، الگوهای شرقی و شرقی سیکلونی را شامل می‌شود و زمانی ایجاد می‌شود که یک کم‌فشار در جنوب و یک فرابار در شمال تهران مستقر شوند (شکل ۳). در نتیجه بادهای شرقی بر روی منطقهٔ تهران در مسافت طولانی‌تری می‌وزند. در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال فرودی در غرب ایران مشاهده می‌شود که بر روی سوریه بسته شده است.

تیپ جنوب شرقی. تیپ جنوب شرقی، الگوهای جنوب شرقی، جنوب شرقی سیکلونی، و جنوب شرقی آنتی‌سیکلونی را فرامی‌گیرد (شکل ۳). مهم‌ترین الگوی ایجاد کنندهٔ این تیپ، استقرار آنتی‌سیکلون بر روی ترکمنستان و افغانستان است که جریان‌های جنوب شرقی را به تهران هدایت می‌کند. سیکلون مدیترانه تا غرب ایران گسترده شده است. آرایش سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال وجود یک فراز نسبتاً قوی را بر روی تهران نشان می‌دهد.

تیپ جنوبی. این تیپ، الگوهای جنوبی، جنوبی سیکلونی، و جریان‌های جنوبی را شامل می‌شود. در اکثر این الگوها یک کم‌فشار در غرب ایران واقع شده و بادهای جنوبی را به تهران هدایت می‌کند (شکل ۳). کلّ منطقه ناپایدار است و سیستم‌های پرفشار در بیرون از ایران قرار دارند. این تیپ بادهای جنوبی ضعیفی را در منطقهٔ تهران ایجاد کرده است. الگوی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، فرازی چشم‌گیر را بر روی ایران نشان می‌دهد که محور آن در امتداد نصف‌النهار ۵۲ درجهٔ شرقی از دریای خزر تا خلیج‌فارس کشیده شده است.

تیپ جنوب غربی. تیپ جنوب غربی زمانی ایجاد می‌شود که یک کم‌فشار بر روی ترکیه به صورت مداری قرار گرفته و بادهای حاشیهٔ جنوبی آن به صورت جریان‌های جنوب غربی به تهران می‌وزند (شکل ۴). سیستم آنتی‌سیکلون از ایران خارج است و تمام منطقه تقریباً ناپایدار است. فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال چندان عمیق نیست. محور آن در شرق مدیترانه قرار دارد و بر روی ایران بادها به حالت موازی نزدیکترند.

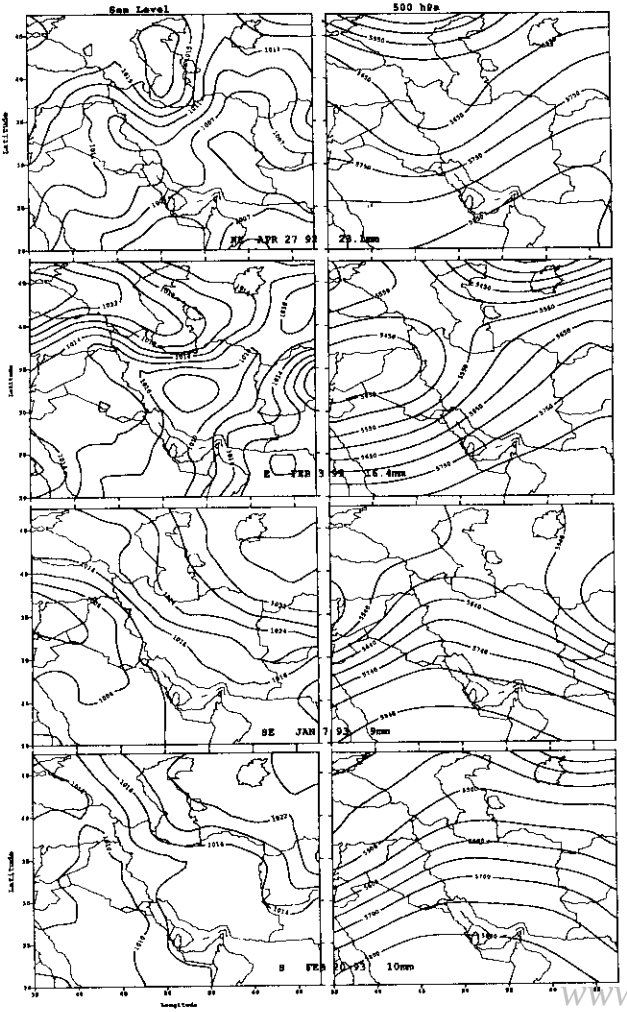
تیپ غربی. در تیپ غربی سیکلون روی ترکیه تا روی دریای خزر گسترش یافته است و در جنوب آن بادهای غربی بر روی تهران می‌وزند (شکل ۴). به عبارت دیگر سیکلون‌های مدیترانه در زمان استقرار بر روی ترکیه جریان‌های جنوب غربی و در زمان پیشروی بر روی دریای خزر جریان‌های غربی بر روی تهران ایجاد می‌کنند. فرود سطح بالا بر روی سوریه قرار دارد و محور آن در امتداد زاگرس کشیده شده است.

تیپ شمال غربی. تیپ شمال غربی زمانی ایجاد می‌شود که یکی از الگوهای شمال غربی، شمال غربی سیکلونی، شمال غربی آنتی‌سیکلونی، غربی سیکلونی و یا غربی آنتی‌سیکلونی

www.SID.ir

Archive of SID

مستقر شود. الگوی مشخص این تیپ، امتداد زبانهٔ پرفشار غربی از دریای سیاه تا جنوب غربی ایران است به طوری که در حاشیهٔ شرقی آن بادهای شمال غربی بر روی تهران می‌وزند. طبق شکل ۴ سیکلونی نسبتاً قوی در شمال شرقی ایران و بین دریاچه‌های خزر و آرال مستقر، و سبب حاکمیت جریان‌های شمال غربی بر روی تهران می‌شود. فرود حامی این سیستم در شمال شرق ایران مستقر می‌شود و محور آن از مرز خراسان می‌گذرد.



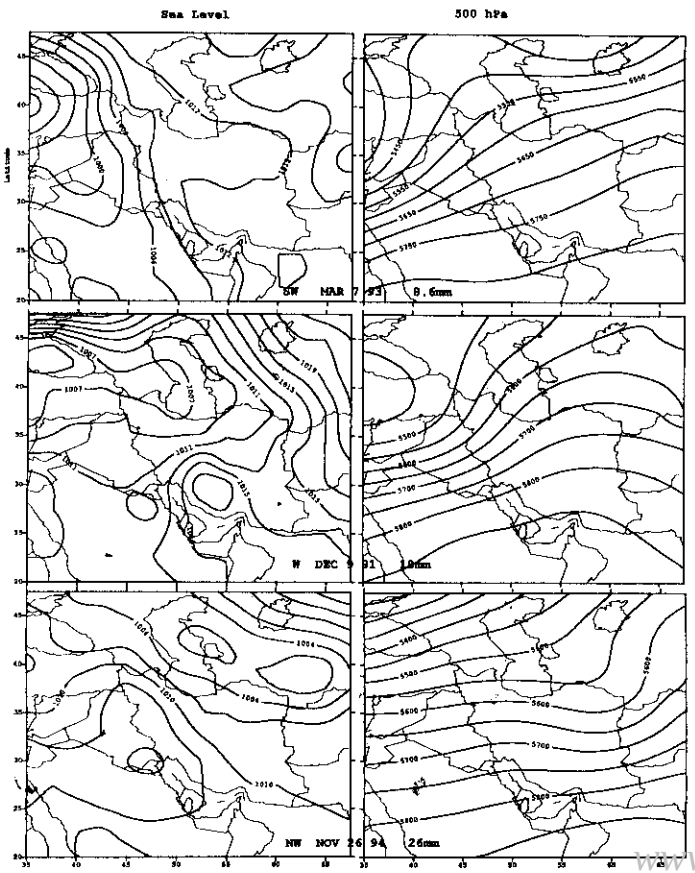
www.SID.ir

شکل ۳ همانند شکل ۲ اما برای تیپ‌های هوای شمال شرقی، شرقی، جنوب شرقی و جنوبی

Archive of SID

توزیع فصلی تیپ‌های هوا

توزیع فصلی تیپ‌های هوا در جدول ۲ درج شده است. طبق این جدول بیشترین تراکم تمام تیپ‌های آنتی‌سیکلونی در فصل بهار است در صورتی که اکثر سیکلون‌ها در زمستان رخ می‌دهند. تیپ‌های شرقی، جنوبی، و غربی نیز در فصل زمستان اتفاق می‌افتد. اما تیپ‌های شمالی در پاییز، و شمال شرقی و شمال غربی در بهار فراوان‌ترند. در تابستان هیچ تیپی بیشینه ندارد. از نظر تمرکز فصلی در پاییز و زمستان سیکلون‌ها غلبه دارند. در صورتی که در بهار تیپ‌های شمال شرقی حاکم هستند. به عبارت دیگر تیپ‌های سیکلونی در دورهٔ زمستان، تیپ‌های آنتی سیکلونی و شمال شرقی در بهار اکثریت دارند.



www.SID.ir

شکل ۴ همانند شکل ۲ اما برای تیپ‌های هوایی جنوب غربی، غربی، و شمال غربی.

Archive of SID

رابطهٔ بین تیپ‌های هوا و بارش تهران

اهمیت تیپ‌های هوا از طریق تأثیر آن‌ها بر عناصر اقلیمی معلوم می‌شود. مهمترین عنصر اقلیم در ایران بارندگی است. بدین جهت سعی کرده‌ایم با استفاده از محاسبهٔ ضریب همبستگی بین تغییرات بارندگی روزانه با تغییرات فشار سطح دریا و ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال این مسأله را معلوم کنیم. طبق شکل ۵، سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال اثر معنی‌داری بر روی بارش ایران دارد. مهم‌ترین سیستم هم فرود سوریه است که با تغییرات و آرایش خود بارش تهران را کنترل می‌کند.

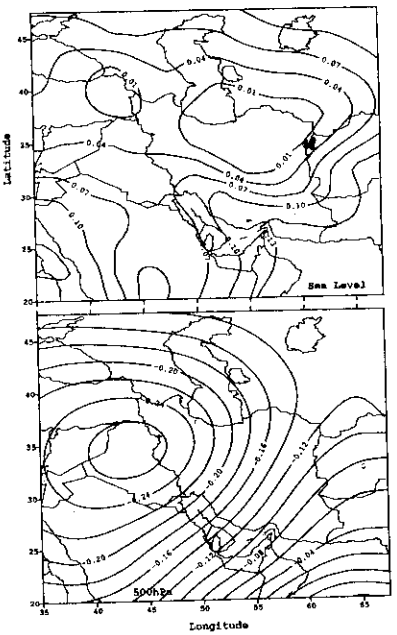
تیپ *آنتی‌سیکلونی*. در این تیپ آنتی‌سیکلون سطح زمین تهران را فرا گرفته است. اما چون در جنوب آن یک سیکلون قرار دارد. مقدار بارش تولید شده در تهران احتمالاً توسط جبههٔ گرم سیکلون تولید شده است. شدت بارش روزانه در این تیپ کمتر از همهٔ تیپ‌ها و حدود ۲/۶ میلی‌متر است (جدول ۲).

جدول ۲ ویژگی‌های تیپ‌های هوا

نام	فراوانی فصلی				میانگین روزانهٔ بارش	روز نمایتده	الگوهای هر تیپ
	زمستان	بهار	تابستان	پاییز			
آنتی سیکلونی	۹	۱۳		۵	۲/۶۳	۲ ژانویه ـ ۹۰	*ACN,ACE,AC*
سیکلونی	۳۱	۳		۱۸	۱۰/۹	۶ مارس ۹۱	*C*
شمالی	۲	۳		۵	۵/۸	۱۴ مارس ۹۰	*CN,N*
شمال شرقی	۱۸	۹	۱	۸	۴/۹۶	۲۷ آوریل ۹۲	*ACNE, CENE, NE*
شرقی	۱۹	۹	۱	۹	۵/۵۳	۰۳ فوریه ۹۳	*CE, E*
جنوب شرقی	۲			۲	۳/۶۵	۰۷ ژانویه ۹۳	*SE, CSE, ACSE*
جنوبی	۱۵	۳		۱۰	۴/۲	۲۰ فوریه ۹۳	*S,CS,ACS*
جنوب غربی	۱			۱	۵/۳	۷ مارس ۹۳	*SW*
غربی	۷	۱		۴	۸	۰۹ دسامبر ۹۱	*W*
شمال غربی	۳	۸		۲	۶/۲۴	۲۶ نوامبر ۹۴	*NW,ACNW,CNW,ACW,CW*

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵ ضریب همبستگی بین تغییرات بارش و تغییرات فشار سطح زمین (نقشهٔ بالا) و تغییرات ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (نقشهٔ پایین) در روزهای بارش.

تیپ سیکلونی. سیستم‌های سیکلونی در ۵۰ روز از مجموع ۲۴۳ روز سبب بارندگی شده‌اند. متوسط بارش روزهای سیکلونی بیش از ۱۰ میلی‌متر است (جدول ۲) و بالاترین شدت روزانهٔ آن‌ها ۳۱ میلی‌متر می‌باشد. فرود سوریه نه تنها سبب تشدید سیکلون‌ها بر روی ایران شده بلکه رطوبت موردنیاز را هم از منابع غربی مانند مدیترانه، دریای خزر و خلیج‌فارس تأمین نموده است. شدیدترین و بیشترین بارش‌های تهران را این تیپ سبب شده است.

تیپ شمالی. زمانی ایجاد می‌شود که یک پرفشار در غرب تهران قرار دارد. بارش تهران توسط کم‌فشار مستقر در شرق ایران تولید شده است. ریزش هوای سرد توسط فرود بالا نیز به بارش‌های منطقه کمک کرده است. البتّه به جهت ضعف نسبی سیستم‌ها در هر دو سطح، مقدار بارش چندان زیاد نیست و متوسط بارش روزانه حدود ۵/۸ میلی‌متر است.

تیپ شمال شرقی. در این تیپ سیکلون در جنوب شرقی تهران قرار دارد. با توجّه به آرایش منحنی‌های هم‌فشار بارش تهران از صعود جبههٔ گرم حاصل می‌شود. هماهنگی تضاد حرارتی

www.SID.ir

Archive of SID

سطح زمین و ناپایداری شدید سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال سبب ریزش زیاد در این تیپ شده است. تیپ شمال شرقی فراوان‌ترین تیپ باران‌زا در تهران است و متوسط روزانهٔ آن ۵ میلی‌متر است.

تیپ شرقی. شدت بارش روزانهٔ این تیپ ۵/۵ میلی‌متر است. بعد از تیپ شمال شرقی فراوان‌ترین تیپ باران‌زای تهران است. با توجّه به نقشهٔ شکل ۲ چون در جنوب تهران یک کم‌فشار واقع شده است پس می‌تواند سبب بارندگی شود.

تیپ جنوب شرقی. در این تیپ آنتی‌سیکلون سیبری به طرف ایران گسترش یافته و تقریباً نیمهٔ شمال شرقی ایران را فراگرفته است. یک سیکلون غربی در غرب ایران مستقر است که بارش تهران هم بر اثر صعود جبههٔ گرم آن رخ داده است.

تیپ جنوبی. در این تیپ مرکز کم‌فشار به صورت نصف‌النهاری بر روی عربستان مستقر است و بادهای گرم و مرطوب را از خلیج فارس به تهران هدایت می‌کند. کل منطقه ناپایدار است و سیستم‌های پرفشار در بیرون از ایران قرار دارند. متوسط بارندگی روزانه حدود ۴ میلی‌متر است.

تیپ جنوب غربی. در این تیپ مرکز سیکلون غربی بر روی ترکیه قرار دارد و منحنی‌های هم‌فشار آن تا غرب ایران گسترده شده‌اند. در سطح زمین، تهران از سیکلون غربی نسبتاً دور است و در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال هم تهران در نزدیکی فراز قرار دارد. در نتیجه شدت بارش روزانهٔ آن نسبتاً کم و حدود ۵ میلی‌متر است.

تیپ غربی. زمانی رخ می‌دهد که سیکلون غربی درست در شمال ایران و بر روی دریای خزر قرار گیرد. در این صورت بر روی تهران بادهای گرم و مرطوب غربی می‌وزند. شدت متوسط بارندگی روزانه با مقدار ۸ میلی‌متر بعد از تیپ سیکلونی در درجهٔ دوم قرار دارد.

تیپ *شمال غربی*. در این تیپ، سیکلون در شمال شرق ایران مستقر شده است و بر روی تهران جریان‌های شمال غربی می‌وزد. آنتی‌سیکلون روی سوریه چندان قوی نیست. در نتیجه در سطح زمین شرایط ناپایداری کلی موجود است. براساس آرایش سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال منطقهٔ تهران از هوای سرد و ناپایدار پر شده است. شدت بارش آن بعد از تیپ‌های سیکلونی و غربی با ۶/۲ میلی‌متر در درجهٔ سوم قرار دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه

در این تحقیق با استفاده از روش کمّی محاسبهٔ چرخندگی و براساس آمار فشار سطح زمین در محدودهٔ ۳۵ تا ۶۷ درجهٔ شرقی و ۲۰ تا ۴۷ درجهٔ شمالی تیپ‌های هوا و جهت جریان روزهای بارش یک میلی‌متر و بیشتر ایستگاه تهران در دورهٔ ۹۵-۱۹۹۰ تعیین گردید. سپس شدت متوسط بارش تیپ‌های شناسایی شده محاسبه گردید. فراوانی ماهانهٔ تیپ‌ها مطالعه گردید. در نهایت رابطهٔ این تیپ‌ها با بارش تهران بررسی شد. یافته‌های مهم تحقیق به شرح زیر است:

مقایسهٔ تیپ‌های تعیین شده توسط روش محاسبهٔ چرخندگی والگوهای توزیع فشار مربوط نشان داد که این روش، از دقت بالایی برخوردار است. در ۲۴۳ روز مورد مطالعه فقط ۳ مورد عدم تطابق وجود داشت، پس، این روش می‌تواند جایگزین روش‌های آماری و یا چشمی دیگر شود. البتّه تاکنون از این روش در ایران استفاده نشده است ولی می‌تواند یکی از روش‌های دقیق و سریع تعیین تیپ‌های هوا و جریان در ایران باشد. تغییرات بارندگی روزانه در طی روزهای مطالعه با تغییرات فشار سطح زمین بسیار ناچیز است (شکل ۱۷) طبق این شکل افزایش بارش تهران با کاهش ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال بر روی عراق همبستگی منفی دارد. یعنی استقرار محور فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در منطقهٔ عراق سبب بارش در تهران می‌شود. بررسی اکثر تیپ‌های هوا هم نشان داد که نقش سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در بارش تهران مهم‌تر از تغییرات فشار سطح زمین است. در نتیجه برای پیش‌بینی بارش‌های تهران علاوه بر تحلیل نقشه‌های سطح زمین بایستی نقشه‌های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را نیز به طور دقیق مطالعه نمود.

مطالعه و بررسی همهٔ نقشه‌های هوای تیپ‌های مختلف، در نهایت ۱۰ تیپ هوایی مشتمل بر دو تیپ سیکلونی و آنتی‌سیکلونی و ۸ تیپ جریان مطابق با ۸ جهت جغرافیایی را شناسایی نمود.

در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال، محل آرایش فرود سوریه و در برخی موارد هم فرود شرق مدیترانه مهم بودند. از نظر فراوانی تیپ‌های باران‌ساز، تیپ شمال شرقی بیشترین بود و بعد از آن به ترتیب تیپ‌های شرقی، سیکلونی و جنوبی می‌باشند. در مجموع تیپ‌های آنتی‌سیکلونی کمترین بودند.

www.SID.ir

از نظر شدت بارش، تیپ سیکلونی شدیدترین بارش‌ها را تولید کرد. بعد از آن تیپ‌های

Archive of SID

غربی و شمال غربی بارش سنگین تولید کردند.

از نظر تمرکز فصلی، تیپ‌های سیکلونی، جنوبی، شرقی و غربی در زمستان فراوان‌تر بودند. تیپ‌های آنتی‌سیکلونی، شمال غربی، و شمال شرقی در بهار فراوان بودند. فراوان‌ترین تیپ فصل زمستان، تیپ سیکلونی، بهار تیپ شمال شرقی و پاییز تیپ سیکلونی بودند.

منابع

۱ ـ امام هادی، ماندانا: «تعیین سینوپتیکی توده‌های هوا در دورهٔ سرد سال در ایران». ۱۳۸۰، رسالهٔ دورهٔ دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.

۲ ـ چوخاچی زادهٔ مقدم، محمّد باقر: «بررسی الگوهای سینوپتیکی فرابار سیبری و اثرات آن بر دمای شمال شرق ایران»، ۱۳۷۶. رسالهٔ دورهٔ دکتری، دانشگاه تهران.

۳ ـ عربی، زهرا: «تحلیل و ارایه الگوهای سینوپتیکی حاکم بر بارشهای شدید و فراگیر فصل تابستان ایران»، ۱۳۷۹. رسالهٔ دورهٔ دکترا، دانشگاه تربیت مدرس.

۴ ـ علیجانی، ب: «رابطهٔ پراکندگی مکانی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه با سیستم‌های هوایی سطح بالا»، ۱۳۷۳، *فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی*، ۴:۱۴۳-۱۲۵.

۵ ـ علیجانی، ب: *آب و هوای ایران*، دانشگاه پیام نور، سال ۱۳۷۴.

۶ ـ نجار سلیقه، محمّد: «بررسی سینوپتیکی بارش‌های موسمی جنوب شرقی ایران»، ۱۳۷۷، رسالهٔ دورهٔ دکترا، دانشگاه تربیت مدرس.

7. Alijani, B. etal. "weather types and influence on the precipitation in Iran". is sent to *Theoretical and Applied Climatology.*

8. Alijani, B., And Harman J.R. 1985. "Synoptic climatology of precipitation in Iran". *Annals of Association of American Geographers,* 75:404-416.

9. Alijani, B., "Variations of 500 hpa flow patterns and Their relationship with the Climate of Iran". Accepter in Septemhem 2001 for *Theoretical and Applied Climatology.*

10. Conway, D., and Jones, P. D., 1998. "The use of weather Typs and sirflow indices for GCM downscaling". *Journal of Hydrology*; 212-213:348-61.

11. Dayan, U.; Ziv, B., Margalit, A.: Morin, E.; and Sharon, D. 2001. "A severe autumn storm over the Middle East: synoptic and mesoscale convection Analysis." *Theoretical and applied climatology*, 69:103--122.

12. El Dessouky, T. M, and Jenkinson, A.F, 1975. "An objective daily Catalogue of surface pressure, flow and vorticity indices for Egept and its use in Monthly rainfall forecasting., *Meteorological Research Bulletin of Egept,* 11:.1-25.

13. Jenkinson, A.F., and collison, P. 1977. "An initial climatology of gales over the north Sea." *Synoptic Climatology Branch Memorandum,* No. 62, Meteological office, Brocknell.

14. Jones, P.D.; Hulme, M; and Briffa, K.R. 1993. "Acomparison of Lamb circulation types with an

www.SID.ir

Archive of SID
objective Classification scheme". *International Journal of Climatology,* 13:655-663.

15. Kutiel, H,; Hirsch-Eshkol, T.R.; and Turkes, M. 2001. "Sea level pressure patterns associated with dry or wet monthly rainfall conditions in Turkey". *Theoretical and Applied Climotology,* 69:39-67.
16. Laita, M., and Grimalt, M. 1996. "Vorticity and pressure anomalies in the western Mediterran ean during ELNINO/Southern Oscillation extremes." *International Journal of Climatology,* 17:475-482.
17. Littmann, T. 2000. "An empierical Classification of weather type in the Mediterranean basin and their interrelation with rainfall". *Theoretical and Applied Climotology,* 66:161-171.
18. Philips, I.D., and Mc.Gregor, G.R, 2001. "The relationship between Synoptic Scale arirflow direction and daily rainfall: A methodology applied to Devon and Cornwall, South Wesr England." *Theoretical and Applied Climotology,* 69:179-198.
19. Trigo, R.M,. and Da Camara, C.C. (accepted in July 1999). "Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in portugal." *International Journal of Climatology.*

www.SID.ir