

تیپ‌های هوا و اثر آنها بر اقلیم ایران

دکتر بهلول علیجانی

دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران

(alijani@saba.tmu.ac.ir)

چکیده

الگوهای فشار حاکم بر ایران و سرزمین‌های مجاور (۲۰ تا ۴۷/۵ درجه شمالی و ۳۵ تا ۶۷/۵ درجه شرقی) با استفاده از آمار فشار بازسازی شده NCEP در ساعت ۱۲، روزانه با فاصله ۲/۵ درجه جغرافیایی واقع در محدوده مطالعه و در دوره نوامبر تا مارس سالهای ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۵ طبقه‌بندی و شناسایی گردید. برای طبقه‌بندی داده‌های فشار، از روش تحلیل عاملی با ماتریس همبستگی آرایه S و چرخش واریمکس استفاده شد. در نتیجه، تعداد ۱۶۸ متغیر (تلاقی) به ۶ عامل اصلی تبدیل شدند. نقشه‌های فشار روزهای دوره مطالعه براساس نمرات عاملی هرکدام از شش مؤلفه اصلی، به سه گروه نمرات بالا، نمرات میانی، و نمرات پایین تقسیم شدند. براین اساس، ۱۸ نقشه مرکب تهیه شد. براساس شباهت‌های بین نقشه‌های مرکب، ۹ نقشه متمایز یا تیپ هوا، شناسایی شد. هرکدام از تیپ‌های نهایی براساس محل استقرار نامگذاری شد. نقشه‌های مرکب سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال این تیپ هم ترسیم گردید. فراوانی ماهانه و سالانه و اهمیت تیپ‌ها در بارش ایران محاسبه شد.

نتایج این تحقیق نشان داد که داده‌های بازسازی شده NCEP از دقت و صحت بالایی برخوردار و برای مطالعه پراکندگی فشار ایران مناسب هستند. در بین تیپ‌های هوا، تیپ مداری فراوان‌ترین و مداوم‌ترین تیپ است و تیپ‌های پرفشار شمالی و کم فشار غربی به ترتیب، در درجه دوم قرار دارند. شدیدترین بارش‌های روزانه را در همه جای ایران در جنوب البرز تیپ کم فشار غربی تولید می‌کند. سواحل دریای خزر، تیپ پرفشار غربی



شدیدترین بارشها را پدید می‌آورد. هر تیپ هوا در یک ماه معین بیشترین فراوانی را دارد و در هر ماه هم تیپ هوایی خاصی فراوان تر است.

واژه‌های کلیدی: ایران، طبقه‌بندی الگوهای فشار، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، خوشه‌بندی، فشار سطح زمین

مقدمه

اقلیم عبارت است از سنتز آماری هوا (Oliver & Fairbridge, 1987) و هوا نیز توسط الگوهای فشار یا سیستم‌های هوا کنترل می‌شود (Davis & Kalkstine, 1990). تکرار، تغییر یا تداوم سیستم‌های هوا در هر مکانی در تعیین و شناسایی اقلیم آن مکان اهمیت بسزایی دارد. تداوم و تغییر سیستم‌ها از طریق فرآیند طبقه‌بندی یا تعیین تیپ‌های هوا شناسایی می‌شوند. به همین دلیل، طبقه‌بندی سیستم‌های هوا یکی از اهداف اصلی اقلیم‌شناسی سینوپتیک است (Huth, 1996). گروه‌های حاصل تیپ هوا نامیده می‌شوند (Davis & Kalkstine, 1990). شناسایی این تیپ‌های هوا و بررسی فراوانی و ویژگی‌های آنها نقش مهمی در بهبود و توسعه پیش‌بینی هوا و تبیین پدیده‌های فرین آب و هوایی مانند خشک سالی‌ها، انواع آلودگی و سیلابها دارند (Yarnal, 1993). بدون شناسایی فراوانی‌های زمانی تیپ‌های هوا، تبیین و چاره‌جویی مسایل محیطی امری دشوار است؛ زیرا هر تیپ هوایی شرایط محیطی خاص خود را ایجاد می‌کند. برای مثال، در شهرهای بزرگ، شدت آلودگی هوا در شرایط آنتی - سیکلونی به منابع آلاینده داخل و در شرایط آنتی - سیکلونی به منابع آلاینده بیرون شهر وابسته است (Kalkstine & Corrigan, 1986). بنابراین، در هر نوع مطالعه مسایل محیطی وابسته به اقلیم، اولین مرحله شناسایی تیپ‌های هواست.

مطالعات، زیادی در زمینه اقلیم‌شناسی سینوپتیک و طبقه‌بندی اقلیم انجام شده است (Barry & Perry, 1973; Harman & Winkler, 1991; Yarnal, 1993). در بیشتر این مطالعات به ویژه قبل از سال ۱۹۸۰، از روش‌های دستی و کیفی استفاده شده است. عملکرد لمب (Lamb, 1972) در این زمینه بهترین نمونه است. اما بعد از دهه ۱۹۸۰ و هم‌زمان با آشنایی جغرافی دانان با کامپیوتر، روشهای طبقه‌بندی کمی به کار گرفته شد.



اولین طبقه‌بندی کمی توسط لوند (Lund, 1963) انجام شد. وی نقشه‌های هوای روزانه را براساس میزان همبستگی بین آنها و با آستانه $(r=7)$ طبقه‌بندی کرد. در مقابل، کیرشوفر (Kirchhofer, 1973) برای طبقه‌بندی تیپ‌های سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال به جای ضریب همبستگی از واریانس استفاده کرد. ریچمن (Richman, 1981) با معرفی مؤلفه‌های ویژگی‌ها و توانایی‌های روش تحلیل اصلی استفاده از آن را متداول نمود. اکنون روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی متداول‌ترین و مناسب‌ترین روش کاهش متغیرهاست.

مؤلفه‌های حاصل از این روش معمولاً با استفاده از خوشه‌بندی طبقه‌بندی می‌شوند. برای نمونه، به کارهای (Fovel & Fovel, 1993; Kidson, 2000) و (Bunkers & Miller, 1996) می‌توان اشاره کرد. اگرچه بعضی از محققین (Huth, 1996; Key & Crane, 1986) (Kalkstine, et al, 1978) ایرادهایی بر این روش‌های کمی مطرح کرده‌اند؛ ولی هنوز روش‌های کمی مهم‌ترین شیوه طبقه‌بندی اقلیم‌شناسی سینوپتیک به شمار می‌رود. پردازش دستی داده‌های فراوان نقشه‌های هوا زمانی طولانی لازم دارد (همانطور که برای لمب (۱۹۷۲) سالها طول کشید)؛ در صورتی که استفاده از روش‌های کمی این کار را در کم‌ترین زمان عملی می‌نماید.

اقلیم‌شناسی سینوپتیک در ایران تقریباً جوان است و مطالعات چندانی در این زمینه انجام نگرفته است. برای مثال، نگارنده (علیجانی، ۱۳۶۶) مسیرهای سیکلونی ایران را به صورت دستی تعیین نمود و نیز با همکاری هارمان (Alijani & Harman, 1985) سیستم‌های هوایی مؤثر بر بارش ایران را شناسایی کرد. وی همچنین برای اولین بار، با استفاده از روش‌های کمی، تیپ‌های جریان سطحی ۵۰۰ هکتو پاسکال را در منطقه مدیترانه و خاورمیانه شناسایی کرد (علیجانی، ۲۰۰۲). هدف اصلی این تحقیق شناسایی تیپ‌های هوایی حاکم بر منطقه خاورمیانه و بررسی اثر آنها در تغییرات مهم‌ترین عنصر اقلیمی یعنی بارش است. نتایج این تحقیق در زمینه‌های زیر می‌تواند مفید باشد:

۱- ارتقای سطح آگاهی ما از تیپ‌های هوای مؤثر بر اقلیم ایران به ویژه بارش.

۲- فراهم نمودن اطلاعات و آگاهی لازم برای پیش‌بینی هوای منطقه



۳- فراهم نمودن زمینه‌های آگاهی لازم در زمینه فرین‌های محیطی مانند خشکسالی و آلودگی.

۴- ایجاد زمینه مناسب و جامع برای مطالعات دقیق بعدی.

داده‌ها و روش کار

به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص، ایران در تابستانها از هوای نسبتاً پایداری برخوردار است ولی زمستانها تحت تاثیر سیستم‌های منطقه برون حاره، اقلیمی متغیر دارد (علیجانی، ۱۳۷۴). به همین دلیل، در این تحقیق، فقط اقلیم دوره سرد بررسی شده است. برای تعیین تیپ‌های هوای سطح زمین در دوره سرد سال، فشار روزانه ساعت GMT ۱۲ ماههای نوامبر تا مارس دوره ۹۵-۱۹۶۶ در تلاقی‌های ۲/۵ درجه محدوده ۲۰ تا ۴۷/۵ درجه شمالی و ۳۵ تا ۶۷/۵ درجه شرقی از مجموعه بازسازی شده NCEP (Kalney, et al, 1996) استخراج شد (شکل ۱). به عبارت دیگر، آمار فشار منطقه از ۱۶۸ نقطه (تلاقی) در دوره مطالعه تهیه شد. آمار روزانه بارش هشت ایستگاه منتخب نیز از سازمان هواشناسی ایران برای دوره مطالعه تهیه شد. این ایستگاهها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که اولاً آمارهای کامل دارند و ثانیاً پوشش تقریباً کاملی از همه اقلیم ایران دارند. دقت و تناسب استفاده از داده‌های فشار NCEP از طریق محاسبه ضریب همبستگی بین تغییرات زمانی فشار اندازه‌گیری شده ایستگاه‌های منتخب و نزدیک‌ترین تلاقی آنها تأیید گردید. وسعت محدوده مطالعه در حدی است که بتواند سیستم‌های مؤثر در اقلیم ایران را پوشانند. البته با توجه به اینکه مساحت ایران بزرگتر از محدوده استیلای سیستم‌های فشار است، می‌توان انتظار داشت که در هر موردی، بیش از یک سیستم یا تیپ هواکشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به منظور یکسان‌سازی داده‌ها، روز ۲۹ فوریه در سالهای کیبسه حذف شد. در نتیجه، سری زمانی فشار هر تلاقی ۴۵۳۰ (۱۵۱ × ۳۰) روز است.

فرآیند تعیین تیپ‌های هوا با استاندارد کردن سری زمانی فشار هر تلاقی براساس میانگین درازمدت آن آغاز شد؛ بدین صورت که اندازه فشار تلاقی، برای نمونه، در روز اول ژانویه در طول ۳۰ سال دوره مطالعه استاندارد گردید. با استفاده از روش



تحلیل مؤلفه‌های اصلی با آرایه S و ماتریس هم‌بستگی و چرخش واریماکس ۱۶۸ (Huth, 1996; Kidson, 1994a & 1997; Davis & Kalkstine, 1990; Richman, 1986) تلاقی فشار به تعداد محدودی مؤلفه کاهش یافت. استخراج مؤلفه‌های اصلی براساس روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد)

(Davis & Kalkstine, 1990; Preisendorfer, et al, 1981; Storch & Zwiers, 1999) که در بین آنها، آزمون غربالی (Screet test) متداول‌ترین است. (Cradook & Flood, 1969; Cattel, 1966; Rinne & Jarvenoja, 1979)

در این تحقیق، با استفاده از آزمون غربالی، مؤلفه‌هایی که بیشترین واریانس را توجیه کرده‌اند انتخاب شدند. در نمودار، آزمون غربالی، مؤلفه‌هایی که در انتهای نمودار دنباله مستقیمی را ایجاد می‌کنند حذف شدند. پس از استخراج مؤلفه‌های اصلی و مهم، نمره‌های عاملی آنها به عنوان داده‌های فرایند طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. فرایند طبقه‌بندی به پیروی از محققین دیگر چون (Huth, 1996; Tait & Fitzharris, 1998) به شرح زیر انجام شد:

۱- نمره‌های عاملی هر مؤلفه به سه خوشه نمره‌های پایین (نمره‌های کمتر یا مساوی -۲)، نمره‌های میانی (نمره‌های بیشتر از -۲ و کمتر از +۲)، و نمره‌های بالا (نمره‌های مساوی یا بیشتر از +۲) تقسیم شدند.

۲- هر روز، مطالعه به مؤلفه‌ای اختصاص داده شد که در آن بالاترین مقدار مطلق نمره عاملی را داشت.

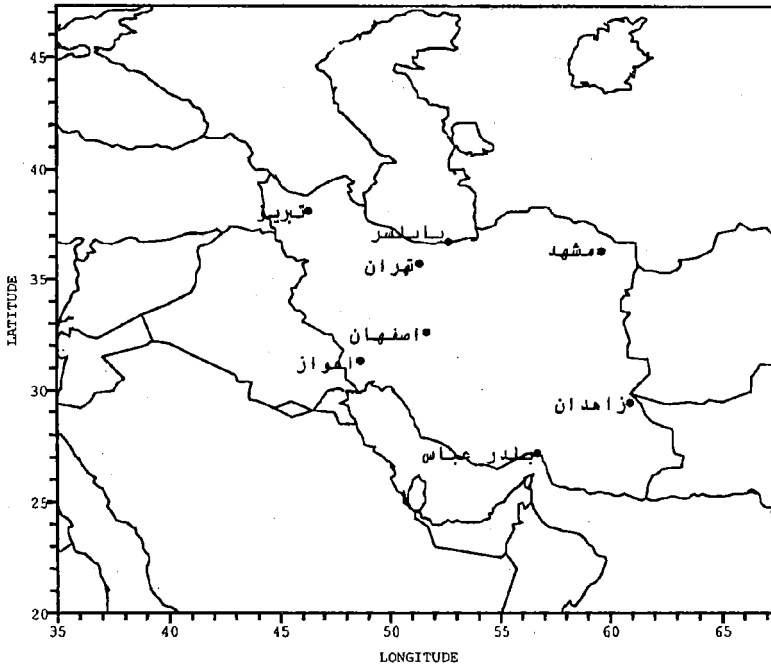
۳- در نهایت، به اندازه سه برابر مؤلفه‌های اصلی استخراج شده، خوشه حاصل شد.
۴- نقشه‌های فشار روزهای هر خوشه، در طول دوره معادل‌گیری شد و نقشه متوسط حاصل تیپ هوای آن خوشه معرفی گردید.

۵- تیپ‌های هوایی حاصل براساس هم‌بستگی‌های مکانی بین آنها دوباره طبقه‌بندی (Lund, 1963; Frakes & Yarnal, 1997) و تیپ‌های نهایی شناسایی شدند.

۶- تیپ‌های نهایی براساس محل استقرار مهمترین سیستم فشار آنها نامگذاری شدند.

۷- نقشه مرکب سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال روزهای هر کدام از خوشه‌ها (تیپ‌های نهایی) تهیه شد.





شکل ۱: منطقه مطالعه و ایستگاه‌های منتخب



- ۸- پس از تهیه و شناسایی تیپ‌های هوا، فراوانی ماهانه و سالانه آنها برحسب درصدی از فراوانی کل تیپ‌ها و دوره تداوم هر کدام، محاسبه و بررسی گردید.
- ۹- رابطه بین تیپ‌های هوا و بارش ایران به شرح زیر بررسی گردید:
 - الف) روزهای بارش (بار هر مقدار بارش) ایستگاه‌های منتخب برای هر کدام از تیپ‌های هواشناسایی و شمارش شدند.
 - ب) سهم هر کدام از ایستگاه‌های منتخب از کل روزهای بارش یک تیپ هوایی خاص به صورت درصدی محاسبه گردید.
 - ج) شدت متوسط روزانه هر ایستگاه برای هر کدام از تیپ‌های هوا محاسبه شد.

نتایج ارزیابی داده‌های NCEP

نتایج ضریب همبستگی بین سری زمانی فشار ایستگاه‌های منتخب و سری‌های فشار تلاقی‌های مورد مطالعه در شکل ۲ ترسیم شده‌اند. این شکل همبستگی بین هر

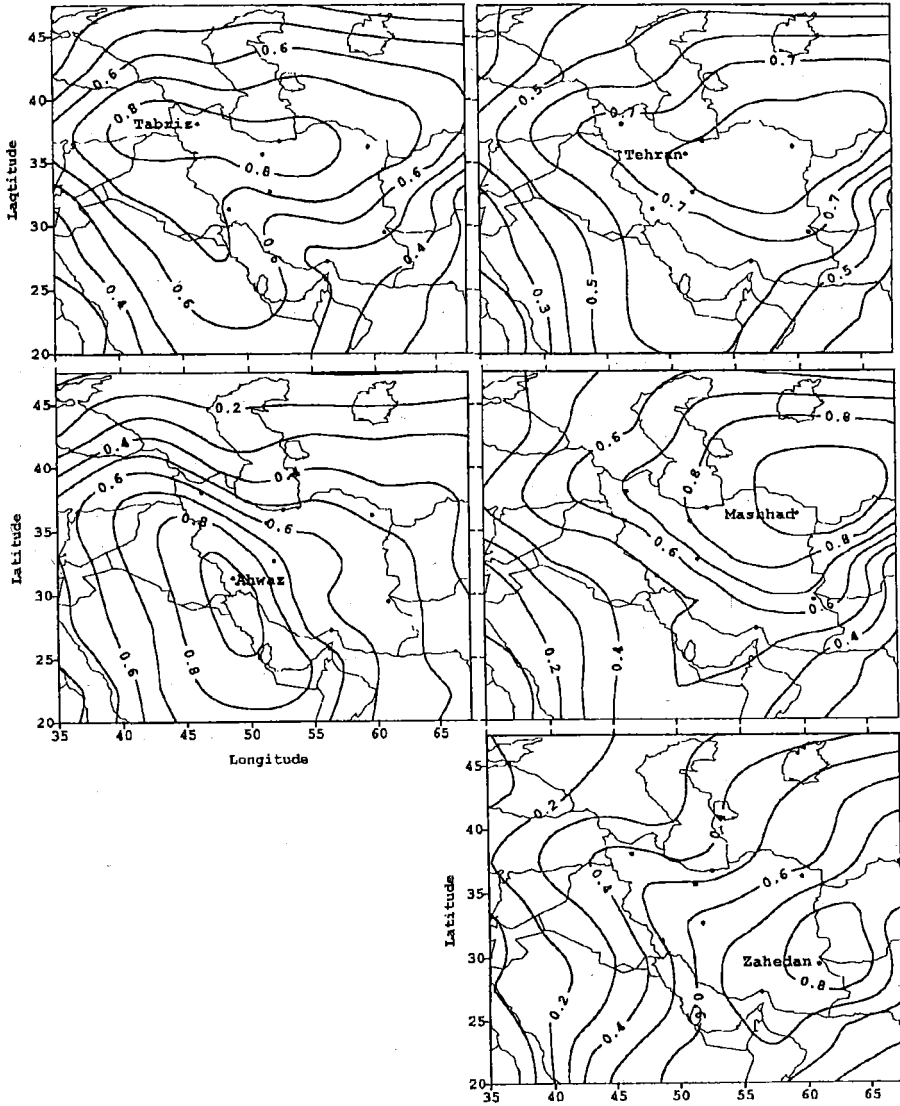
ایستگاه و تلاقی‌های مجاور بیش از ۰/۹ است. بنابراین، داده‌های بازسازی شده NCEP برای بررسی و تحلیل الگوهای فشار ایران بسیار مناسب و دقیق هستند. اجرای روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ۱۶۸ متغیر (تلاقی‌های فشار) را به ۱۱ مؤلفه اصلی با ارزش ویژه بالای ۱ کاهش داد (جدول ۱).

جدول ۱: ویژگی‌های عامل‌های اصلی

عامل	ارزش ویژه	واریانس	واریانس تجمعی
۱	۳۶/۱۳	۲۱/۵۱	۲۱/۵۱
۲	۳۳/۲۱	۱۹/۸۳	۴۱/۳۴
۳	۳۱/۳۲	۱۸/۶۴	۵۹/۹۸
۴	۲۲/۷۵	۱۳/۵۴	۷۳/۵۲
۵	۱۶/۱۱	۹/۵۹	۸۳/۱۱
۶	۵/۳۳	۳/۱۸	۸۶/۲۸
۷	۳/۱۷	۱/۸۸	۸۸/۱۷
۸	۳/۰۱	۱/۷۹	۸۹/۹۶
۹	۲/۶۸	۱/۶۰	۹۱/۵۵
۱۰	۲/۱۹	۱/۳۰	۹۲/۸۶
۱۱	۱/۹۵	۱/۱۶	۹۴/۰۲

طبق جدول ۱، مجموع ۱۱ مؤلفه ۹۴ درصد واریانس داده‌ها را تبیین کرده‌اند. به منظور بررسی دقیق‌تر مؤلفه‌های اصلی، نمودار آزمون غربالی آنها در شکل ۳ ترسیم شد. طبق این نمودار، مؤلفه‌های هفتم و بعد، دنباله مستقیم نمودار را تشکیل می‌دهند و حذف می‌شوند. در نتیجه، شش مؤلفه معنی‌دار نهایی باقی می‌ماند. این ۶ مؤلفه طبق جدول ۱، ۸۶/۲۹ درصد واریانس داده را تبیین کرده‌اند که آستانه‌ای منطقی و قابل قبول است.





شکل ۲: نقشه های ضریب همبستگی بین داده های بازسازی شده و آمار اندازه گیری شده

فشار ایستگاه های تبریز، تهران، مشهد، اهواز و زاهدان

نقشه‌های بارگویه‌های مؤلفه‌های انتخابی در شکل ۴ ترسیم شده‌اند. کانون اصلی تحوّل مؤلفه اول بر روی دریاچه آرال است. این منطقه محل استقرار پرفشاری سیبری در زمستان است که با گسترش و عقب‌نشینی‌های خود در این محدوده همیشه اقلیم ایران را کنترل می‌کند. این مؤلفه با تبیین ۲۱/۵ درصد واریانس کل داده‌ها مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده تغییرات فشار ایران به حساب می‌آید.

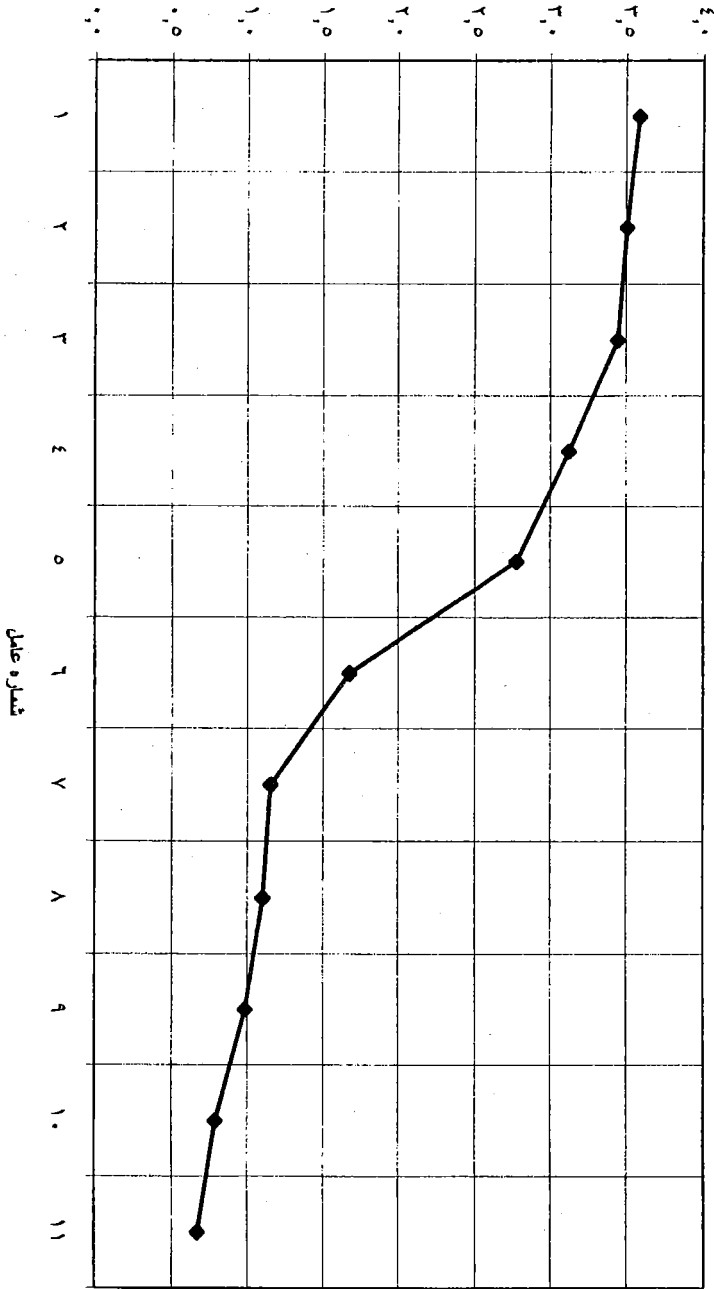
مؤلفه دوم در غرب ایران و بر روی عراق مستقر است. این مؤلفه منطقه استیلای مسیرهای سیکلونی (علیجانی، ۱۳۶۶) ایران را نشان می‌دهد. به جهت تغییرات مکرر بادهای، بخش غربی این منطقه یکی از کانون‌های اصلی تحول الگوهای فشار ایران به حساب می‌آید. این دو منطقه، مهم‌ترین کانون‌های کنترل اقلیم ایران هستند (علیجانی، ۱۳۷۴).

سومین مؤلفه ۱۸/۶ درصد از واریانس را تبیین می‌کند و در محل استقرار فروبارهای حرارتی و یا آخرین مرحله سیکلون‌های غربی، یعنی جنوب شرقی ایران تشکیل شده است. مؤلفه چهارم با قدرت کنترل ۱۳/۵ درصد، مسیر ورود سیستم‌های شمال غربی را نشان می‌دهد. مؤلفه پنجم نیز با ۹/۵ درصد قدرت کنترل، مسیر تشکیل و حرکت سیستم‌های جنوب غربی را نمایش می‌دهد.

مرکز ایران محل استقرار مؤلفه ششم با قدرت تبیین ۳ درصد است. نقشه‌های بارگویه‌های مؤلفه‌های اصلی، کانون‌های مؤثر بر اقلیم ایران را نشان می‌دهند. در مجموع، سیستم‌های غربی که از شمال غربی و غرب و جنوب غربی می‌آیند ۴۳ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کنند و بنابراین، مهم‌ترین عامل کنترل تغییرات فشار (تیپ‌های هوای) ایران هستند.

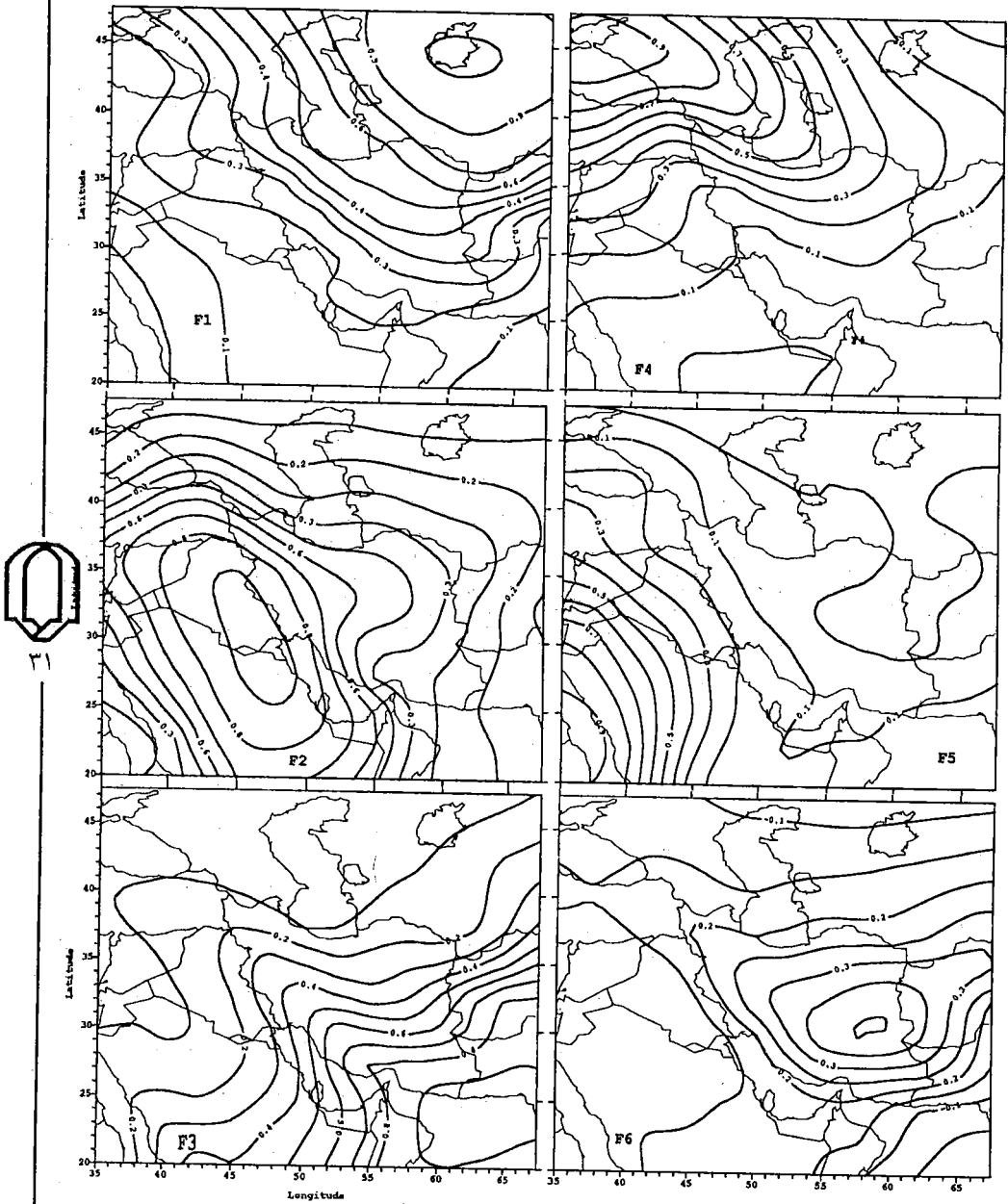


لوگاریتم طبیعی ارزش ویژه عامل ها



شکل ۳: نمودار غربالی عامل ها





شکل ۴: نقشه‌های بارگویه‌های عامل‌های اصلی فشار سطح زمین در منطقه مورد مطالعه

تیپ‌های هوا

از فرایند طبقه‌بندی نقشه‌های هوا هجده تیپ هوا حاصل شد. این تیپ‌ها، بویژه تیپ‌های میانی، شبیه یکدیگر بودند. به منظور ادغام تیپ‌های مشابه و تعیین تیپ‌های کاملاً متمایز، ضریب هم‌بستگی مکانی بین تیپ‌ها محاسبه گردید (جدول ۲). طبق این جدول، اکثریت تیپ‌های میانی بیش از ۰/۹ هم‌بستگی نشان می‌دهند. براساس این درجه، تشابهات تمام تیپ‌های میانی و تیپ نمرات پایین عامل سوم با یکدیگر ادغام شدند. تیپ‌های نمرات بالای عامل سوم، نمرات پایین عامل پنجم، نمرات بالای عامل ششم، و نمرات بالای عامل اول در هم ادغام شده‌اند.

در نهایت، ۹ تیپ متمایز - شامل یک تیپ مداری، پنج تیپ سیکلونی، و سه تیپ آنتی سیکلونی - حاصل شد که در شکل ۵ ترسیم گردیده‌اند. نام و ویژگی‌های این تیپ‌های نهایی در جدول ۳ درج شده است.

تیپ مداری با استقرار یک پرفشار در شمال و یک کم فشار در جنوب منطقه مشخص شده است و تیپ غالب و فراوان منطقه در دوره سرد سال است (جدول ۳). در بین ماه‌های سال، بیشترین فراوانی را در ماه‌های حاشیه‌ای زمستان یعنی نوامبر و مارس دارد (شکل ۶). تیپ پرفشار شمال شرقی از نظر فراوانی، در درجه دوم قرار دارد (جدول ۳). این تیپ در واقع پراکندگی فشار را در زمان استیلای پرفشار سیبری نشان می‌دهد و بیشترین فراوانی ماهانه را هم در ماه نوامبر دارد که به طرف اواخر زمستان کاهش می‌یابد (شکل ۶).

از تیپ‌های آنتی سیکلونی دیگر، تیپ پرفشار شمال غربی است که گسترش آنتی سیکلونها‌های مهاجر غربی را نشان می‌دهد. این تیپ‌های پرفشار از طریق ارسال زبانه‌ای به پرفشار سیبری متصل می‌شوند و تمام ایران را تحت کنترل خود درمی‌آورند. بیشینه ماهانه این تیپ در ماه ژانویه است (شکل ۶).

در بین تیپ‌های سیکلونی، تیپ کم فشار غربی از همه فراوان‌تر است (جدول ۳). این تیپ هوایی با استقرار یک کم فشار زبانه‌ای شکل بر روی عربستان و کویت، هوای گرم و مرطوب جنوب را به ایران هدایت می‌کند. فراوانی آن در ماه مارس از ماه‌های دیگر بیشتر است.



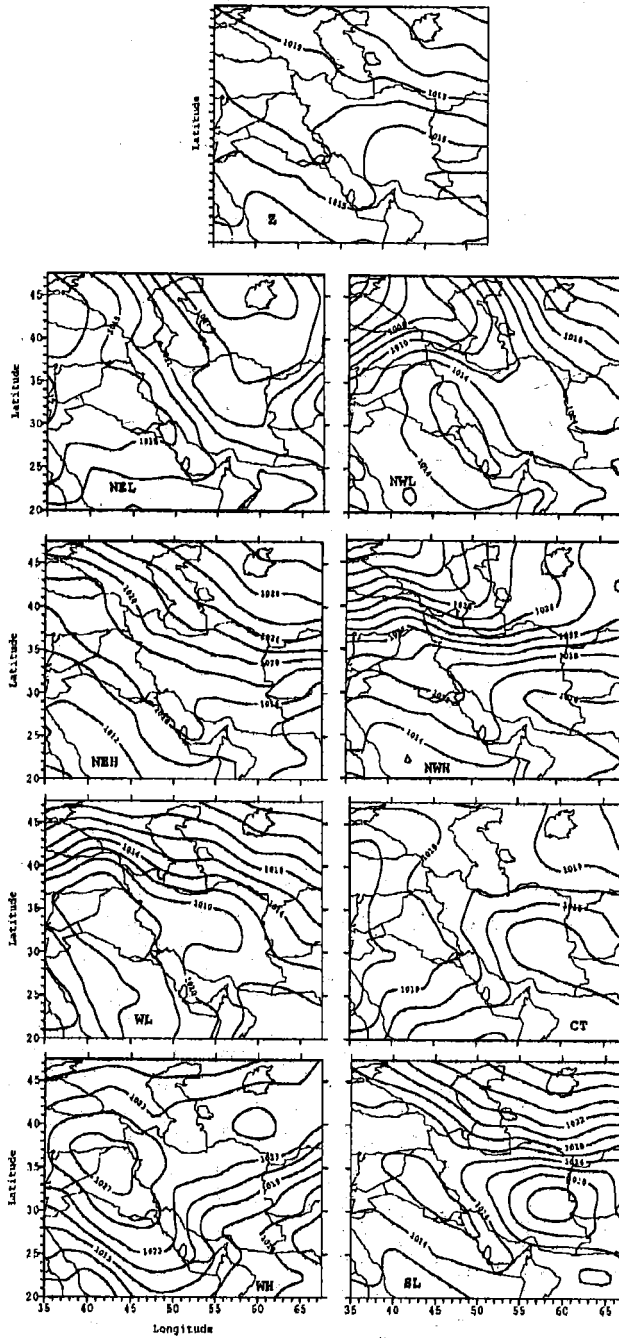


	1L	1M	1H	2L	2M	2H	3L	3M	3H	4L	4M	4H	5L	5M	5H	6L	6M
1L																	
1M	-0.46																
1H	-0.71	0.94															
2L	-0.56	0.79	0.83														
2M	-0.46	1.00	0.94	0.76													
2H	0.04	0.57	0.43	-0.02	0.60												
3L	-0.21	0.87	0.78	0.66	0.86	0.61											
3M	-0.49	1.00	0.95	0.79	1.00	0.55	0.85										
3H	-0.63	0.80	0.82	0.78	0.79	0.19	0.43	0.83									
4L	-0.52	0.21	0.28	0.13	0.25	0.04	-0.06	0.26	0.43								
4M	-0.47	1.00	0.94	0.79	0.99	0.57	0.86	1.00	0.81	0.20							
4H	-0.10	0.77	0.68	0.62	0.74	0.51	0.84	0.73	0.43	-0.45	0.78						
5L	-0.63	0.88	0.92	0.83	0.86	0.28	0.63	0.90	0.92	0.28	0.89	0.62					
5M	-0.46	1.00	0.94	0.82	0.99	0.53	0.87	0.99	0.80	0.18	1.00	0.78	0.89				
5H	-0.25	0.57	0.36	0.30	0.58	0.61	0.77	0.52	0.07	-0.05	0.55	0.53	0.13	0.55			
6L	-0.45	0.91	0.87	0.80	0.90	0.41	0.89	0.91	0.66	0.22	0.90	0.69	0.81	0.92	0.57		
6M	-0.50	1.00	0.96	0.80	0.99	0.55	0.88	0.99	0.79	0.20	1.00	0.78	0.89	1.00	0.54	0.92	
6H	-0.58	0.92	0.94	0.70	0.92	0.60	0.76	0.91	0.76	0.13	0.93	0.75	0.84	0.91	0.40	0.73	0.92

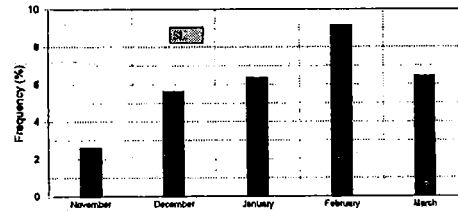
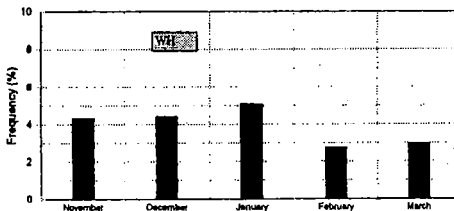
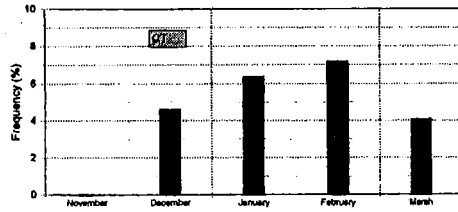
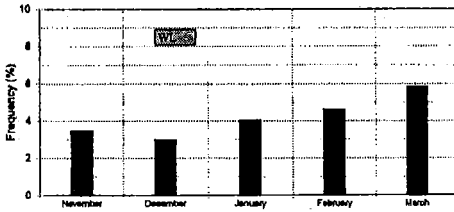
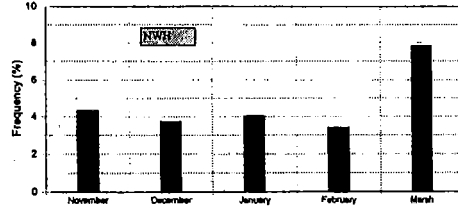
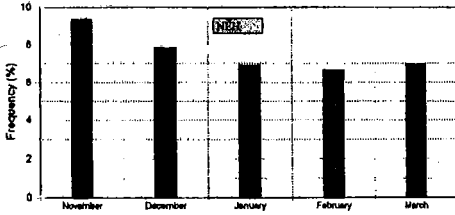
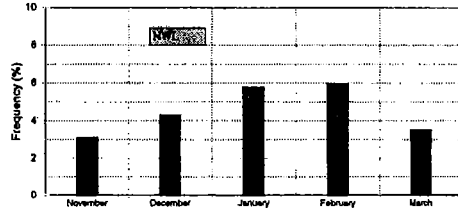
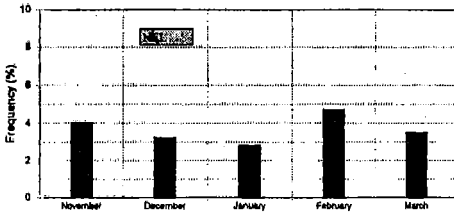
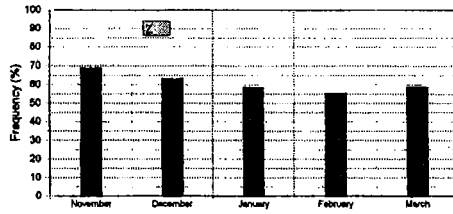
جدول ۳: نام، نشانه، و فراوانی تیپ های نهایی هوا

فراوانی درصدی	فراوانی مطلق	نشانه انگلیسی	تیپ های اولیه	نام تیپ هوا
۷۸/۷۲۰	۳۵۶۶	Z	1M 2M 3M 4M 5M 6M 3L	مداری
۱/۷۴۴	۷۹	NEL	1L	کم فشار شمال شرقی
۷۰/۱۰۲۰	۳۱۸	NEH	1H 3H 5L 6H	پرفشار شمال شرقی
۲/۶۰۵	۱۱۸	WL	2L	کم فشار غربی
۱/۳۶۹	۶۲	WH	2H	پرفشار غربی
۲/۲۳۰	۱۰۱	NWL	4L	کم فشار شمال غربی
۱/۷۲۲	۷۸	NWH	4H	پرفشار شمال غربی
۲/۴۰۶	۱۰۹	CT	5H	کم فشار مرکزی
۲/۱۸۵	۹۹	SL	6L	کم فشار جنوبی





شکل ۵: تیپ‌های نهایی هوای سطح زمین



شکل ۶: فراوانی ماهانه تیپ های هوا در دوره مطالعه بر حسب درصد. برای دانستن

نشانه های تیپ ها، به جدول ۳ مراجعه شود.

خبرگزاری فارس - تهران

تیپ کم فشار مرکزی یک زبانه کم فشار در جهت جنوب شرقی - شمال غربی بر روی مرکز ایران مستقر نموده است و از نظر فراوانی، بعد از تیپ کم فشار غربی قرار دارد. این تیپ در واقع، شرایط نفوذ فروبارهای حرارتی را به ایران نشان می دهد (شکل ۵). طبق شکل ۶، بیشترین فراوانی آن در ماه فوریه است.

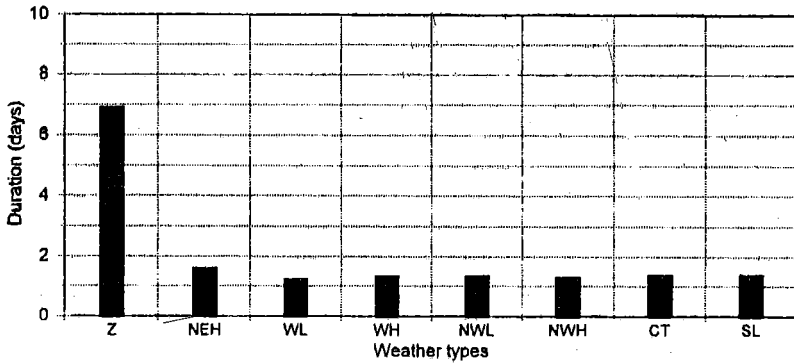
تیپ هوایی کم فشار شمال غربی نفوذ سیکلون های غربی را از شمال غرب به ایران نشان می دهد (شکل ۵). در زمان حاکمیت این تیپ، پرفشار ضعیفی در غرب ایران مستقر است. فراوانی ماهانه این تیپ تقریباً همانند تیپ کم فشار مرکزی است و در ماه فوریه بیشتر از ماههای دیگر رخ می دهد (شکل ۶).

اگر سیکلون های غربی از شرق دریای خزر به ایران نفوذ کنند، تیپ کم فشار شمال شرقی را تشکیل می دهند (شکل ۵). در زمان استیلای این تیپ، شرق ایران زیر نفوذ هوای ناپایدار سیکلونی و غرب ایران زیر سلطه یک آنتی سیکلون مهاجر قرار دارد. بیشینه ماهانه این تیپ نیز در ماه فوریه است (شکل ۶). تشکیل یک کم فشار قوی و بسته در جنوب و شرق ایران تیپ هوایی کم فشار جنوبی را ایجاد می کند. این تیپ اگرچه ظاهراً با تیپ کم فشار مرکزی شباهت هایی دارد، ولی از نظر شدت و آرایش پرفشارها با آن کاملاً فرق دارد (شکل ۵). این تیپ هوایی نیز طبق شکل ۶ در ماه فوریه بیشترین فراوانی را دارد.

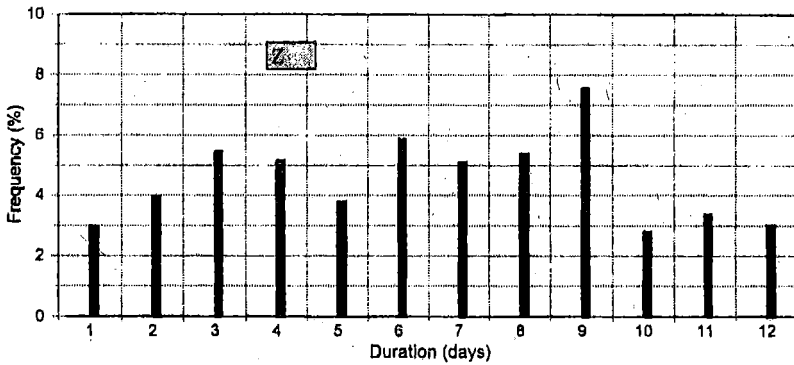
تداوم تیپ های هوا در شکل ۷ ترسیم شده است. طولانی ترین دوره استقرار در حدود ۷ روز مربوط به تیپ مداری است. هیچیک از تیپ های دیگر دوام دور روزه ندارد. در بین دوره های مختلف تداوم تیپ های مداری، دوره ۹ روزه بیشترین فراوانی را دارد. فراوانی دوره های تداوم ۱ و ۲ و ۱۰ روز و بیشتر کمتر از دوره های ۳ تا ۹ روزه است. همه تیپ های دیگر تداوم یک روزه را بیشتر از تداوم های دیگر تجربه کرده اند. تداوم دو روزه در مرتبه دوم و سه روزه هم در مرتبه سوم قرار دارند.

بنابراین، هیچکدام از این تیپ ها در اقلیم ایران حاکمیت ندارند و فقط تیپ مداری است که بیشتر وقتها تداوم دارد. البته این مسأله از تجارب روزانه همه ایرانیان قابل استنباط است. در اکثر روزها، هوای کشور آرام است و گاهی یک یا دو روز هوای ناپایدار و یا بارانی و طوفانی مشاهده می شود.

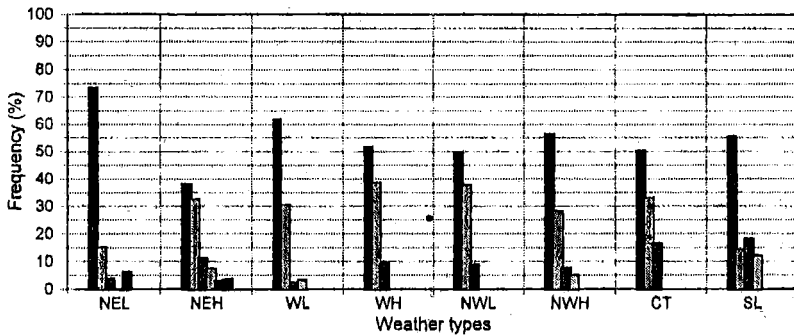




A



B

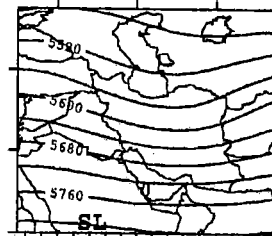
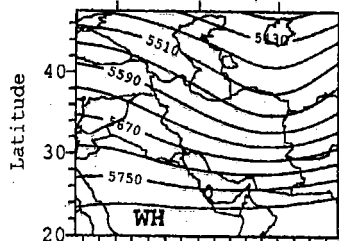
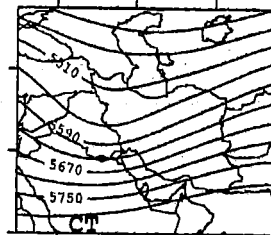
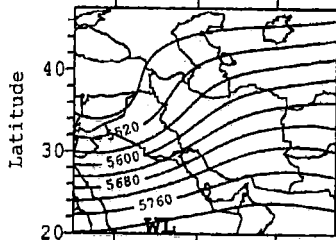
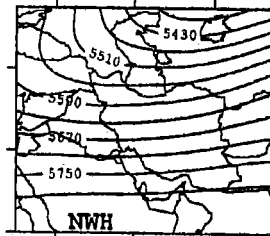
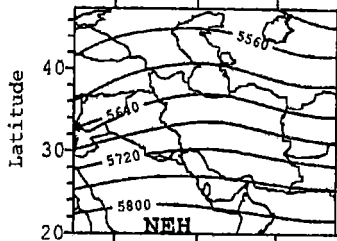
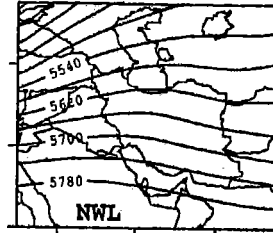
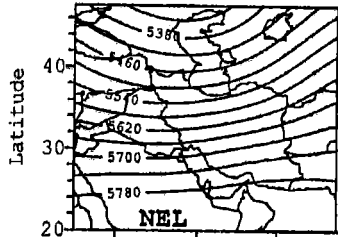
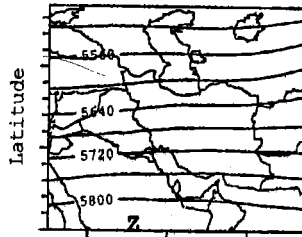


C



شکل ۷: تداوم تیپ های هوا برحسب روز (نمودار بالایی) و سهم هر کدام از تداوم ها در تیپ مداری (نمودار میانی) و تیپ های دیگر (نمودار پایینی) برحسب درصد





Longitude

Longitude

شکل ۸: نقشه‌های مرکب سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال تپ‌های هوا



الگوهای سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال

نقشه‌های متوسط هرکدام از تیپ‌های هوای سطح زمین در شکل ۸ ترسیم شده‌اند. جریان هوا در تیپ مداری سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز کاملاً مداری است. همه الگوهای مربوط به تیپ‌های آنتی سیکلونی با وجود یک فراز در منطقه مشخص شده‌اند. این فراز در تیپ پرفشار شمال شرقی بر روی ایران قرار دارد، اما در روزهای استیلای تیپ پرفشار شمال غربی، بر روی دریای سیاه مستقر است و بر روی ایران، تقریباً بادهای مداری می‌وزند.

در روزهای تیپ پرفشار غربی، محور فراز بر روی شرق مدیترانه قرار دارد و غرب ایران زیر نفوذ بادهای شمالی سرد و پایدار است. تیپ‌های هوایی سیکلونی فرود سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال را به همراه دارند.

در تیپ کم فشار غربی، محور فرودی عمیق بر روی دریای سیاه و عربستان قرار دارد که در تیپ کم فشار مرکزی به غرب ایران و بر روی آذربایجان و خلیج فارس جابجا شده است. محور این فرود در روزهای استیلای تیپ کم فشار جنوبی در مرکز ایران در امتداد تنگه هرمز - گرگان مستقر است. فرود مربوط به تیپ‌های هوایی کم فشار شمال شرقی بر روی دریای خزر مستقر است و هوای سرد بر روی ایران گسترش یافته است.



رابطه تیپ‌های هوا و بارش ایران

الگوهای فشار عامل صعود بارش هستند و نیز از طریق آرایش خود، رطوبت لازم را به منطقه می‌آورند. به منظور ارزیابی نقش تیپ‌های هوا در بارش ایران، سهم هرکدام از تیپ‌های هوا در تولید روزهای بارش ایستگاه‌های منتخب محاسبه و در شکل ۹ ترسیم شده است. سهم تیپ مداری به جهت فراوانی بسیار زیاد آن در همه ایستگاه‌ها بالاست. بعد از آن، تیپ کم فشار غربی در منطقه غرب کشور (ایستگاه‌های تبریز، اهواز، اصفهان و تهران) بیشتر از تیپ‌های دیگر است.

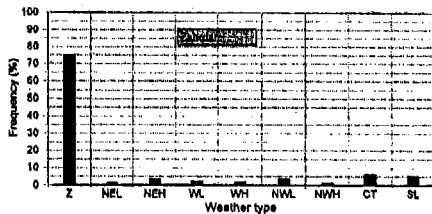
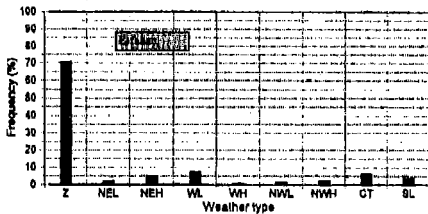
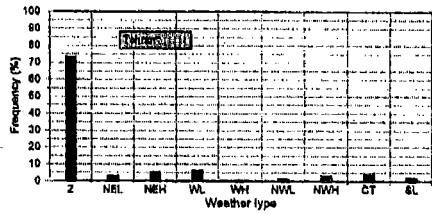
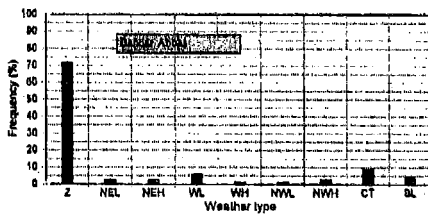
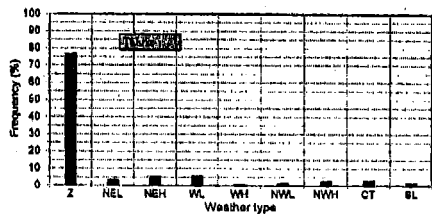
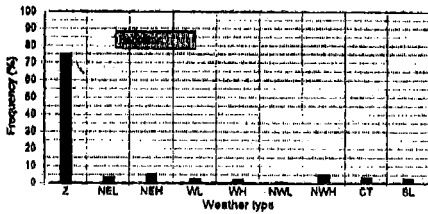
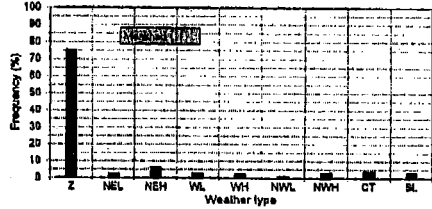
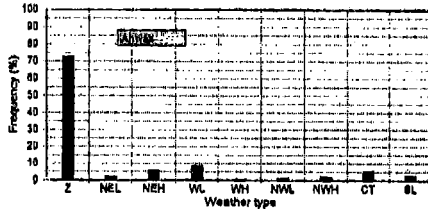
در ایستگاه‌های جنوبی (بندرعباس و زاهدان)، تیپ کم فشار مرکزی بیشتر از تیپ‌های دیگر سبب تولید بارش شده است. در مشهد، تیپ پرفشار شمال شرقی برخلاف انتظار، بیشترین روزهای بارش را تولید کرده است. البته مشاهده شدت

متوسط بارش روزانه تپ‌های مختلف در شکل ۱۰ این تعجب را برطرف می‌کند. در بابلسر نیز تعداد بیشتری از روزهای بارش توسط تپ پرفشار شمال شرقی ایجاد شده است.

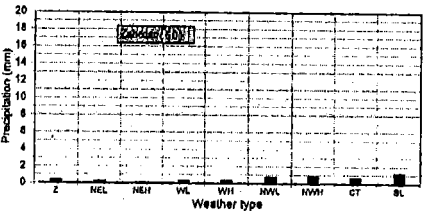
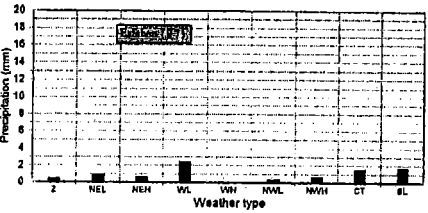
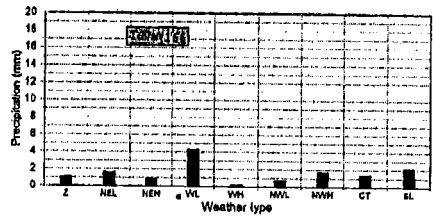
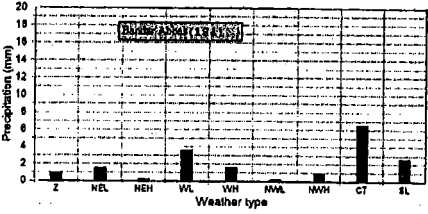
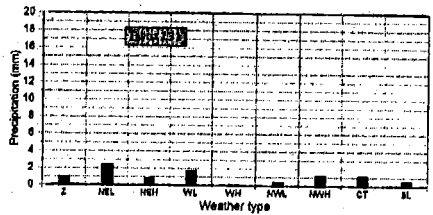
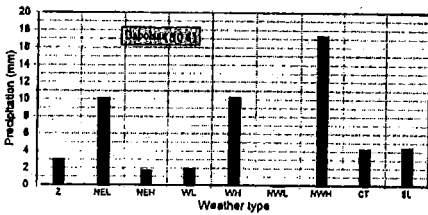
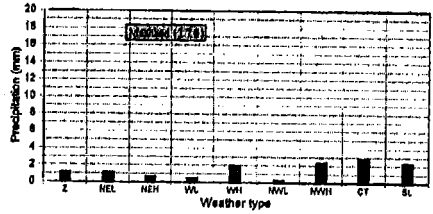
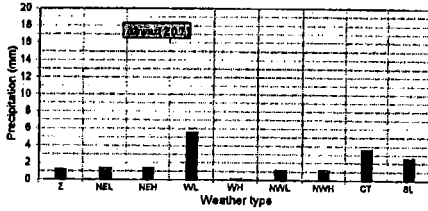
شدت متوسط بارش روزانه تپ‌های هوا در هرکدام از ایستگاه‌ها در شکل ۱۰ ترسیم شده است. طبق این شکل، در ایستگاه‌های اهواز، اصفهان و تهران، بیشترین شدت بارش را تپ کم فشار غربی تولید کرده است؛ اما در ایستگاه تبریز، کم فشار شمال شرقی شدیدترین بارش‌ها را سبب شده است. نگاهی به شکل ۵ نشان می‌دهد که در روزهای استقرار این تپ، تبریز تقریباً در مجاورت جبهه سرد سیکلون قرار دارد و تپ کم فشار غربی بعد از آن واقع است.

در زاهدان، هم اگرچه همه تپ‌ها شدت کمتری دارند، ولی تپ کم فشار جنوبی شدیدتر از دیگران است. در مشهد هم کم فشار مرکزی مهم‌تر از دیگران عمل کرده است؛ اما در بابلسر، اگرچه همه تپ‌های آنتی سیکلونی بارش‌های شدیدی ایجاد کرده‌اند، ولی در بین آنها تپ پرفشار شمال غربی از همه شدیدتر بوده است که علت اصلی آن عبور طولانی هوای سرد شمال از روی دریای خزر است.





شکل ۹: سهم هرکدام از تپ‌های هوا در تولید روزهای بارش ایستگاه‌های منتخب. برای دانستن نشانه‌های تپ‌های هوا، به جدول ۳ مراجعه شود.



شکل ۱۰: شدت متوسط بارش روزانه تپ‌های هوا در هر کدام از ایستگاه‌های منتخب. اعداد داخل کادر متوسط بارش هر ایستگاه در ماه‌های نوامبر تا مارس به میلیمتر است. برای دانستن نشانه‌های تپ‌های هوا، به جدول ۳ مراجعه شود.

تفسیر نتایج

بررسی نتایج این تحقیق نکات مهمی را نشان داد که به شرح زیر مطرح می‌شوند:

۱- مقایسه تغییرات داده‌های NCEP و اندازه‌گیری شده ایستگاه‌ها نشان داد که داده‌های NCEP ازدقت بالایی برخوردارند و برای مطالعه الگوهای فشار ایران مناسب هستند. این یافته برای کشور ما، بویژه در مناطق بسیار دور که فاقد ایستگاه‌های کافی نیز هستند، بسیار ارزشمند است. از این، پس محققین کشور می‌توانند تحقیقات خود را براساس داده‌های NCEP انجام دهند.

۲- کانون نقشه‌های بارگویه‌ها مؤلفه‌های مناطق مؤثر در تغییرات اقلیم کشور را نشان دادند که عبارت‌اند از: شمال شرقی ایران، محل استقرار پرفشار سیبری، و غرب ایران، مسیر سیکلونهای غربی. البته در منابع موجود، به این مناطق اشاره شده است؛ اما این اطلاعات تاکنون، به صورت علمی مستند نشده بودند.

۳- در بین تیپ‌های هوا، تیپ مداری فراوان‌ترین تیپ بود که در واقع حاکمیت شرایط متداول در اکثر ماههای زمستان در کشور را نشان می‌دهد. بیشتر روزهای دوره سرد، هوای کشور آفتابی و معمولی است. فقط بعضی روزها، شرایط بحرانی و باد و باران تولید می‌شود.

۴- براساس منابع اقلیمی موجود (علیجانی، ۱۳۶۹) در دوره سرد، سال ایران محل جدال بین پرفشار سیبری و کم فشارهای غربی است. این نکته از فراوانی بین دو تیپ هوایی پرفشار شمال شرقی و کم فشار غربی در طول دوره مورد مطالعه و روند متضاد تغییرات ماهانه آنها مشهود است. اهمیت پرفشار شمال شرقی از نوامبر تا مارس کاهش می‌یابد؛ در حالی که اهمیت کم فشار غربی افزایش می‌یابد.

۵- در منطقه ساحلی دریای خزر، تیپ‌های آنتی سیکلونی سهم بیشتری در تولید بارش دارند و این به سبب عبور هوای سرد از روی دریای گرم است. در بین این تیپ‌ها هم تیپ پرفشار شمال غربی از همه مهم‌تر است. این یافته تقریباً تصور عمومی را که پرفشار سیبری بیشترین بارش منطقه را تولید می‌کند نقض می‌کند. البته اهمیت پرفشارهای غربی در بارش منطقه خزر از تجارب روزانه پیداست؛ ولی تاکنون مستند نشده بود.



۶- در بخش اعظم کشور، تیپ‌های سیکلونی مهم‌ترین سیستم تولید بارش محسوب می‌شوند.

۷- هیچکدام از ایستگاه‌ها در تیپ مداری بیشینه بارندگی نداشتند؛ بلکه اکثر ایستگاه‌ها به غیر از منطقه ساحلی خزر در روزهای استیلای تیپ کم فشار غربی دارای بالاترین بارش بودند. البته در مجموع باید گفت که هر تیپ هوایی در منطقه خاصی از کشور بیشترین بارندگی را تولید کرده است. با توجه به اینکه تیپ کم فشار مرکزی نیز مراحل نهایی سیکلونهای غربی را نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که سیکلون‌های غربی عامل اصلی بارش در سراسر ایران، به غیر از سواحل دریای خزر، هستند.

۸- بررسی نقشه‌های سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان داد که سیستم‌های نزدیک به ایران بسیار مهم‌تر از سیستم‌های دورتر هستند؛ یعنی اینک فرود سوریه و یا دریای خزر مهم‌تر از فرود مدیترانه است.

این تحقیق آغازی است برای بررسی کمی الگوهای فشار ایران براساس داده‌های بازسازی شده NCEP. امید است که در آینده کارهای دقیق‌تر و با جزئیات بیشتری در این زمینه انجام شود.



منابع

- ۱- علیجانی، ب. ۱۳۶۶. «رابطه پراکنندگی مکانی مسیرهای سیکلونی خاورمیانه با سیستم‌های هوایی سطح بالا»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۴: ۱۲۵-۱۴۳.
- ۲- _____ ۱۳۷۴. آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.
- ۳- _____ ۱۳۶۹. چگونگی تشکیل فرابار سیبری و اثر آن بر اقلیم شرق ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۷: ۵۱-۴۱.
- 4- Alijani, B. 2000. "Variations of 500 hpa flow patterns and their relationship with the climate of Iran", has been accepted by the *Theoretical and Applied Climatology* in Sept. 2001.
- 5- Alijani, B. and Harman, JR. 1985. "Synoptic climatology of precipitation in Iran", *Annals of Association of American Geographers*, 75: 404-416.
- 6- Barry, RG. And Perry, AH. 1973. "Synoptic climatology": *Methods and applications*, Methuen and Co. Ltd., London, 555pp.
- 7- Bunkers, MJ., James, R., Miller, JR. and Degaetano, A.T. 1996. "Definition of the climate regions in the northern plains using an objective cluster modification technique", *Journal of Climate*, 9: 130-145
- 8- Cattell, R.B. 1966. "The scree test for the number of factors", *Multivariate Behavioral Research*, 1: 245-276.
- 9- Craddock, J.M. and Flood, C.R. 1969. "Eigenvectors for representing the 500 mb geopotential surface over the Northern Hemisphere", *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 95: 576-593.
- 10- Davis, R. and Kalkstein, L. 1990. "Development of an automated spatial synoptic climatological classification", *International Journal of Climatology*, 10: 769-794.
- 11- Fovel, R.G. and Fovel, M.C. 1993. "Climate zones of the conterminous united states defined using cluster analysis", *Journal of Climate*, 6: 2103-2135.
- 12- Frakes, B. and Yarnal, B. 1997. "A procedure for blending manual and correlation -



- based synoptic classifications", *International Journal of Climatology*, 17: 1381-1396.
- 13- Harman, JR. and Winkler, J.A. 1991. "Synoptic climatology: Themes, applications, and prospects", *Physical Geography*, 12: 220-230.
- 14- Hartigan, J.A. 1975. "Clustering algorithms John Wiley & Sons": New York.
- 15- Hulme, M., Briffa, K.R., Jones, P.D., and Senior, C.A. 1993. "Validation of GCM control simulations indices of daily airflow types over the British Isles", *Climate Dynamics*, 9: 95-105.
- 16- Huth, R., Bemesova, I., and Klimperova, N. 1993. "Weather categorization based on the average linkage clustering techniques": An application to European mid-latitudes, *International Journal of Climatology*, 13: 817-835.
- 17- Huth, R. 1996. "An intercomparison of computer assisted circulation classification methods", *International Journal of Climatology*, 16: 893-922.
- 18- Jones, P.D., Hulme, M., and Briffa, K.R. 1993. "A comparison of Lam circulation types with an objective classification scheme", *International Journal of Climatology*, 13: 655-663.
- 19- Kalkstein, L.S. and Corrigan, P. 1986. "A synoptic Climatological approach for geographical analysis", *Assessment of sulfer dioxide concentrations, Annals of Association of American Geographers*, 76: 381-395.
- 20- Kalkstein, L.S., Tan, G. and Skindlov, J.A. 1987. "An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatological classification", *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 26: 717-730.
- 21- Kalnay, E. et al, 1996. "The NCEP/NCAR 40 year reanalysis project", *Bultin of American Meteorological Society*, 77: 437-471.
- 22- Key, J. and Crane, R.G. 1986. A comparison of synoptic classification schemes based on "objective procedures", *International Journal of Climatology*, 6: 375-388.
- 23- Kidson, J.W. 1994a, "An automated procedure for identification of synoptic types



- applied to the New Zealand region", *International Journal of Climatology*, 14: 711-721.
- 24- Kidson, J.W. 1992. "The utility of surface and upper air data in synoptic climatological specification of surface climatic variables", *International Journal of Climatology*, 17: 399-413.
- 25- Kodson, J.W. 2000. "An analysis of New Zealand synoptic types and their use in defining weather regimes", *International Journal of Climatology*, 20: 299-316.
- 26- Kirchhofer, W. 1973. "Classification of European 500 mb patterns", cited from Key, J. and Crane, R.G. 1986. "A comparison of synoptic classification schemes based on objective procedures", *International Journal of Climatology*, 6: 375-388.
- 27- Lamb, H.H. 1972. "British Isles weather types and a register of the daily sequence of circulation patterns 1861-1971", *Geophysical Memoir*, 116, HMSO, London, 85pp.
- 28- Lund, L.A. 1963. "Map pattern classification by statistical methods", *Journal of Applied Meteorology*, 2: 56-65.
- 29- Oliver, J.E. and Fairbridge, R.W.(eds), 1987. "The Encyclopedia of Climatology, VAN Nostran Reinhold Book": New York.
- 30- Preisendorfer, R.W., Zwiers, F.W. and Barnett, T.M. 1981. "Foundations of principal component selection rules", *SIO Reference Series*, 81-4, Scripps Institution of Oceanography, University of California.
- 31- Richman, M.B. 1981. "Obliquely rotated components: An improved meteorological map typing technique", *Journal of Applied Meteorology*, 20: 1145-1159.
- 32- Richman, M.B. 1986. Review article: "Rotation of principal components", *International Journal of Climatology*, 6: 293-335.
- 33- Rinne, J. and Vernoja, S.J. 1979. "Truncation of the EOF series representing 500 mb heights", *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 105: 885-897.
- 34- Storch, H. and Zwiers, F.W. 1999. *Statistical analysis in climate research*, Cambridge



- University press: Cambridge, 484pp.*
- 35- Tai, A.B. and Fitzharris, B.B. 1998. "Relationships between New Zealand rainfall and South west Pacific pressure patterns", *International Journal of Climatology*, 18: 407-424.
- 36- White, E.J. and Perry, A.H. 1989. "Classification of the climate of England and Wales based on agroclimatic data", *International Journal of Climatology*, 9: 271-29.
- 37- Yaranal, B. 1993. "Synoptic climatology in environmental analysis": *A primer, Belhaven Press: London, 195 pp.*
- 38- Zovkovic, M. 1995. "Hierarchical clustering of atmospheric soundings *International Journal of Climatology*", 15: 1099-1114.



Weather Types and their Influence on the Precipitation of Iran

Alijani Bohloul, Ph.D.

Abstract

Weather typing of surface pressure patterns over Iran and the surrounding region (20°N to 47.5°N and 35°E to 67.5°E) has been accomplished through the use of daily 12 GMT grid - point pressure values of the NCEP reanalysis data for the months November to March during the 1966-1995 period. The NCEP data were checked against reality by comparison with observed station data. The results showed excellent agreement with correlations > 0.85 on the daily time scale.

The complete data set was divided into two halves and 5 monthly sub-periods. Principal component analysis with S-mode and Varimax rotation of the correlation matrix was applied to the standardised series. Because of the high spatial correlation of all the sub-period series, only the full 30-year series was selected for subsequent studies. Using the scree test, 6 orthogonal factors were retained. Factor scores of these components were then used to classify the daily pressure patterns of the study period by assigning each day to the factor with the highest absolute score. Days with each factor were then divided into three clusters based on factor scores. The resulting 18 cluster maps were then compared by their spatial correlation. They highly correlated maps were combined and 9 final weather types were produced. Each of the nine resulting weather types were named according to the location of the dominant system relative to Iran. The monthly and annual frequencies of the types were computed and their



related 500 hpa composite flow patterns were produced. The significance and importance of the surface weather types to the climate of Iran were checked by analysing their contribution to the frequency and daily intensity of precipitation.

Among the weather types, the Zonal (Z) type was the most frequent and persistent representing the mean distribution of pressure over the area. Then Northeastern high (NEH) and Western low (WL) types were the next most frequent and persistent types. In terms of contribution to precipitation, the cyclonic type of WL showed the highest contribution all over Iran except the Caspian area where the Northwestern high (NWH) was the most important type. Each type showed a monthly preference and each month had one dominantly frequent weather type.

