

تحلیل سینوپتیکی و الگوهای گردشی موثر بر برنامه ریزی حمل و نقل شهری (مطالعه موردی حمل و نقل هوایی شهر اهواز)

عباس قاسمی قاسموند

گروه اقلیم و آب و هواشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

فریده عظیمی^۱

گروه اقلیم و آب و هواشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

منیژه ظهوریان پردل

گروه اقلیم و آب و هواشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۱۱

چکیده

به منظور شناسایی الگوهای گردشی مؤثر در ایجاد اختلالات پروازی ازداده‌های فشار سطح دریا و ترازهای پانصد و ۸۵۰ هکتوپاسکال در قلمرو جغرافیایی ۰ تا ۸۰ درجه طول شرقی و ۰ تا ۸۰ درجه عرض شمالی و همچنین فراسنج‌های جوی امگا، رطوبت ویژه و نسبی و مؤلفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد بر اساس روزهای همراه با اختلال پروازی بیش از ۸ مورد و افق دید کم در ماه‌های مورد نظر انتخاب و نقشه‌های مرتبط در محیط نرم‌افزار Grads ترسیم شد. داده‌های مربوطه از مرکز ملی پژوهش‌های هواشناسی (NCEP/NCAR) به صورت دیده بان ۶ ساعته باتفکیک مکانی $2/5 \times 2/5$ درجه و با رویکرد محیطی به گردشی دریافت شد. نتایج نشان داد که الگوهای گردشی مؤثر در اختلالات پرواز در ماه ژانویه، وجود سامانه کم فشاری در تراز دریا، سامانه پُرا ارتفاع و اچرخندی در تراز ۸۵۰ و پشته‌ای ارتفاعی تراز پانصد هکتوپاسکال حاکمیت دارد، در ماه می، شیب فشاری نسبتاً شدید در تراز دریا و کانون اصلی ارتفاعی یک سامانه و اچرخند در شمال دریای مازندران و یک سامانه چرخندی در غرب منطقه در مرکز دریای مدیترانه، منطقه مورد مطالعه را در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال تحت تأثیر خود قرار داده‌اند. وجود پشته‌ای ارتفاعی در تراز پانصد از ویژگی‌های الگوهای همدید حاکم در این ماه است. در ماه ژوئن در فصل گرم سال در تراز دریا سامانه کم فشاری پهنه گسترده‌ای از هند، پاکستان، عمان، عراق و جنوب ایران را فرا گرفته است، در الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ یک سامانه کم ارتفاع چرخندی بر روی منطقه شکل گرفته است. در تراز پانصد استقرار ارتفاع جنب حاره، منطقه راحت تحت تأثیر خود قرار داده است.

کلمات کلیدی: اهواز، همدید، کد سینوپ، آب و هوا.

مقدمه

مشکلات زیست محیطی که امروزه به عنوان یک معضل مهم در جامعه بشری مطرح است، ره آورد توسعه شهرها، صنعتی شدن و پیشرفت روز افزون فن‌آوری است. (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۲؛ زبردست و ریاضی، ۱۳۹۱: ۳۶). توفان‌های گرد و غبار می‌توانند به طور مستقیم باعث واداشت‌های اقلیمی شامل تغییر در انرژی تابشی و دما و به طور غیرمستقیم باعث تغییراتی در ماهیت ابر و بارش در مقیاس منطقه‌ای و جهانی شوند (ساری صراف و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۶۹ در اطراف عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی و جنوبی کره‌ی زمین بیشتر از سایر نقاط جهان رخ می‌دهد. (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۸). شمال آفریقا به عنوان بزرگترین منبع تولید گرد و غبار در روی کره زمین شناخته شده است (مدیری و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۵۰). گائو^۱ و همکاران (۲۰۱۱) بر اساس شاخص روزانه آلودگی هوا (DAPI)^۲ و بکارگیری داده‌های سنجنش از دور در چین، هفت خوشه آلوده شهری طبقه‌بندی گردید.

در دهه‌های اخیر گسترش صنعت ترابری هوایی به یکی از مهم‌ترین محورهای رشد و توسعه کشورها تبدیل شده است. برخلاف مسافرت‌هایی که در سطح زمین انجام می‌گیرد، جو یک واسطه کاملاً سه بعدی برای جابجایی است. پرواز با پدیده‌های اقلیمی سر و کار دارد. دانش آب و هواشناسی می‌تواند به طور مستقیم یا غیر مستقیم به افزایش امنیت هوایی و بهبود کارایی عملیات هوایی کمک کند. مهمترین مخاطرات جوی که می‌تواند سلامت پرواز را به خطر اندازد، مواردی مانند یخ زدگی هواپیما، تلاطم یا آشفتگی هوا، کاهش دید، چینش باد و توفان‌های تندری را شامل می‌شود. با توجه به مطالب ارائه شده هدف از این مقاله بررسی الگوهای گردشی تاثیر گذار در ترازهای جو در روزهای توام با گرد و غبار است، همچنین بررسی وضعیت کدهای سینوپ در ایستگاه همدید اهواز است.

شهر اهواز مرکز استان خوزستان و شهرستان اهواز با ارتفاع متوسط ۱۶ متر از سطح دریا بین عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۳ دقیقه و ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه و ۴۸ درجه و ۴۷ دقیقه شرقی واقع و شامل هشت منطقه شهرداری بوده و مساحت محدوده طرح جامع آن ۲۵۹ کیلومتر مربع می‌باشد (عظیمی، ۱۳۸۷: ۹۹).

در این مقاله درباره زمانی ۱۱ ساله (۲۰۰۵-۲۰۱۵)، ابتدا به بررسی زمانی اختلالات پروازی فرودگاه بین‌المللی اهواز همچنین توزیع فراوانی اختلالات پروازی در ماه‌های مختلف و کدهای سینوپ هوای حاضر مرتبط با گرد و غبار در بازه زمانی مورد مطالعه قرار گرفت در ادامه به تحلیل الگوهای همدید حاکم در ترازهای پانصد و ۸۵۰ هکتوپاسکال و فشار سطح دریا مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با استفاده از نمودارهای مولر به بررسی تغییرات فراسنج‌های جوی امگا، دما، رطوبت ویژه و نسبی و مؤلفه‌های مداری و نصف النهاری باد بر اساس روزهای همراه با اختلال پروازی بیش از ۸ مورد و افق دید کم در ماه‌های مورد نظر پرداخته شد. برای بررسی ارتباط میان تغییرات اختلالات پروازی و فراسنج‌های آب و هوایی از روش همبستگی بهره گرفته شد. در تعریف ساختار همبستگی^۳ باید اشاره کرد

^۱ - Gao^۲ - Daily Air Pollution Index^۳ - Correlation

که همبستگی قابل قبول بین ساختار حاکم بر درون‌داد^۱ و برون‌داد^۲های طبیعی باید از فرآیندهای جبری زیر پیروی نماید.

$$\text{معادله (۱)} \quad R \mid -0/5 \geq R \geq -1$$

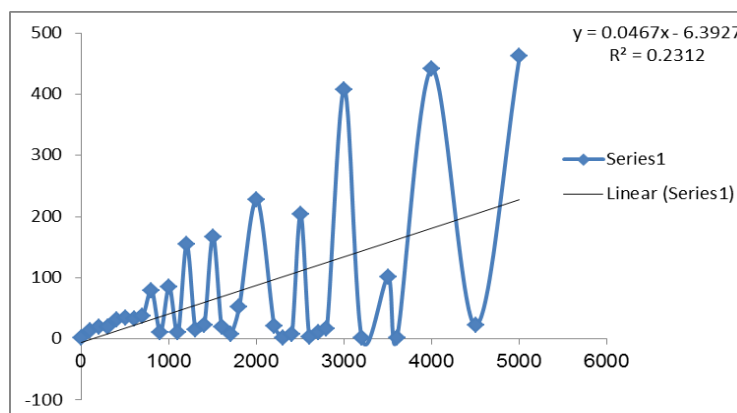
$$\text{معادله (۲)} \quad R \mid 0/5 \leq R \leq 1$$

$$\text{معادله (۳)} \quad R \mid -0/5 \leq R \leq 0/5$$

با توجه به اینکه هدف این پژوهش شناسایی الگوهای همدید موثر بر اختلالات پروازی است؛ بنابراین داده‌های فشار روزانه سطح دریاهای آزاد (استاندارد)، ارتفاع سطح ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال، مولفه‌ی مداری و نصف النهاری باد، امگا و رطوبت نسبی و ویژه روزهای مورد نظراز تارنمای مرکز ملی پیش‌بینی محیطی و مرکز ملی پژوهشهای هواشناسی NCEP/NCAR دریافت شد و در محیط نرم‌افزار Grads نقشه‌ها ترسیم و مورد پردازش قرار گرفت.

نتایج و بحث

درایستگاه‌های هواشناسی همدید برای گزارش پدیده‌ی گرد و غبار از کدهای متعددی استفاده می‌شود که در (جدول ۱) آورده شده است. در این تحقیق از کدهای سینوپ هوای حاضر مرتبط با گرد و غبار استفاده شده است. نخست به بررسی کد ۰۶ پرداخته می‌شود. پدیده‌ی گرد و خاک توسط دیده‌بانان هواشناسی با کد ۰۶ گزارش می‌شود این پدیده‌ی جوی باقی‌مانده ذرات گرد و خاکی است که در اثر توفان و شن و خاک از نقاط دور به ایستگاه آمده و در هوای ایستگاه معلق مانده و باعث کاهش دید شده است. نمودار بسامد اختلالات پروازی فرودگاه و از پدیده‌ی گرد و خاک در ایستگاه همدید اهواز در (شکل ۱) و (جدول ۲) نشان داده شده است. بر اساس این نمودار میزان ضریب تعیین و ضریب همبستگی میان اختلالات پروازی و کد ۰۶ به ترتیب برابر با ۰/۲۳۱۲ و ۰/۴۸۱ است. بر این اساس همبستگی مثبت متوسطی میان این دو پارامتر وجود دارد. با توجه به شکل و جدول فوق بالاترین میزان فراوانی مربوط افق دید ۵۰۰۰ متر با ۴۶۲ بار در حدود ۱۷ درصد و ۴۰۰۰ متر با ۴۴۱ بار و حدود ۱۶ درصد است.



شکل ۱: نمودار بسامد اختلالات پروازی فرودگاه بین‌المللی اهواز با پدیده‌ی گرد و خاک (کد ۰۶) در ایستگاه همدید اهواز

^۱ - input

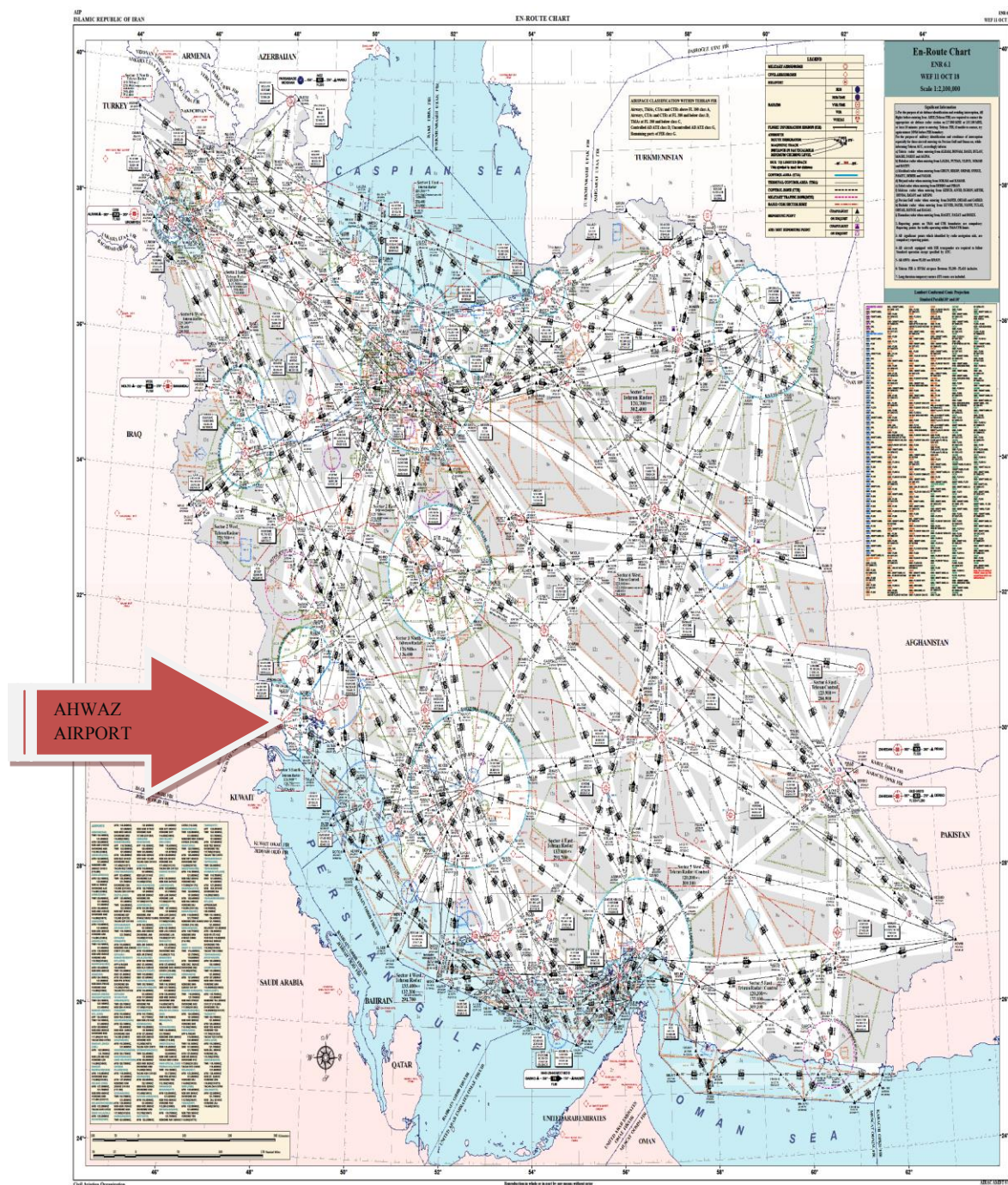
^۲ - output

جدول ۱: پدیده‌های هوای حاضر ایستگاه‌های همدید (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۷).

کد	۰۵	۰۶	۰۷	۰۸	۰۹	۳۰
پدیده‌ی هوای حاضر	غبار	گرد و غبار	گرد و غبار بلند شده	گرد باد گرد و خاکی	توفان گرد و خاک یا شن	گرد و خاک سبک تا میانگین که در ساعات گذشته کاسته شده است
علامت اختصاری	∞	S	\$	£	(S)	SI
کد	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۹۸
پدیده‌ی هوای حاضر	توفان ماسه یا گرد و خاک سبک یا میانگین که در ساعات گذشته تغییری نکرده است	توفان ماسه یا گرد و خاک سبک یا میانگین که در ساعات گذشته افزایش یافته است	توفان ماسه یا گرد و خاک شدید که در ساعات گذشته کاسته شده است	توفان ماسه یا گرد و خاک شدید که در ساعات گذشته تغییری نکرده است	توفان ماسه یا گرد و خاک شدید که در ساعات گذشته افزایش یافته است	رعد و برق توام با توفان گرد و خاک یا توفان شن
علامت اختصاری	S	IS	SI	S	IS	R

جدول ۲: بسامد و درصد اختلالات پروازی فرودگاه بین‌المللی اهواز با پدیده‌ی گرد و خاک (کد ۰۶) در ایستگاه همدید اهواز

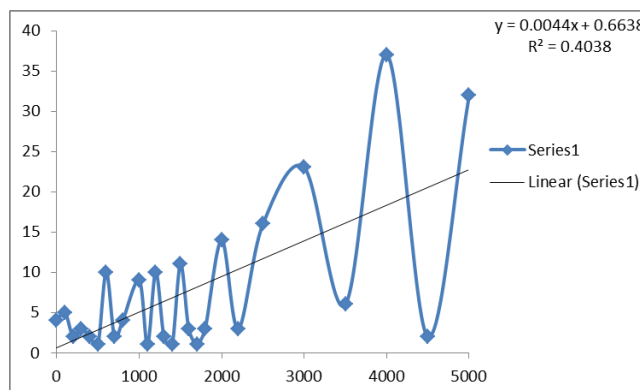
vv	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	1	.0	.0	.0
100	13	.5	.5	.5
200	20	.7	.7	1.2
300	20	.7	.7	2.0
400	32	1.2	1.2	3.1
500	35	1.3	1.3	4.4
600	33	1.2	1.2	5.6
700	38	1.4	1.4	7.0
800	79	2.9	2.9	9.9
900	11	.4	.4	10.3
1000	85	3.1	3.1	13.4
1100	10	.4	.4	13.8
1200	154	5.6	5.6	19.4
1300	15	.5	.5	19.9
1400	22	.8	.8	20.7
1500	167	6.1	6.1	26.8
1600	19	.7	.7	27.5
1700	7	.3	.3	27.8
1800	52	1.9	1.9	29.7
2000	228	8.3	8.3	38.0
2200	21	.8	.8	38.7
2300	2	.1	.1	38.8
2400	7	.3	.3	39.1
2500	203	7.4	7.4	46.5
2600	3	.1	.1	46.6
2700	11	.4	.4	47.0
2800	17	.6	.6	47.6
3000	408	14.9	14.9	62.5
3200	1	.0	.0	62.5
3500	101	3.7	3.7	66.2
3600	1	.0	.0	66.3
4000	441	16.1	16.1	82.3
4500	22	.8	.8	83.1
5000	462	16.9	16.9	100.0



نقشه ۱: جانمایی فرودگاه اهواز

در گام بعدی به بررسی کد دیده‌بانی ۰۷ پرداخته شد؛ پدیده‌ی گرد و خاک بلند شده اطراف ایستگاه در زمان دیده‌بانی در ایستگاه‌های هواشناسی با کد ۰۷ گزارش می‌شود زمانیکه سرعت باد کمتر از ۳۰ نات و دید افقی کمتر از ۱ کیلومتر باشد این کد گزارش می‌شود. نمودار بسامد اختلالات پروازی فرودگاه بین‌المللی اهواز با پدیده‌ی گرد و خاک در ایستگاه همدید اهواز در (شکل ۲ و جدول ۳) نشان داده شده است. بر اساس این نمودار میزان ضریب

تعیین و ضریب همبستگی میان اختلالات پروازی و کد ۰۷ به ترتیب برابر با ۰/۴۰۳۸ و ۰/۶۳۵ است. بر این اساس همبستگی مثبت قوی میان این دو پارامتر وجود دارد. با توجه به شکل و جدول فوق بالاترین میزان فراوانی مربوط افق دید ۴۰۰۰ متر با ۳۷ بار در حدود ۱ درصد و ۵۰۰۰ متر با ۳۲ بار و حدود ۱۵/۵ درصد می‌باشد.

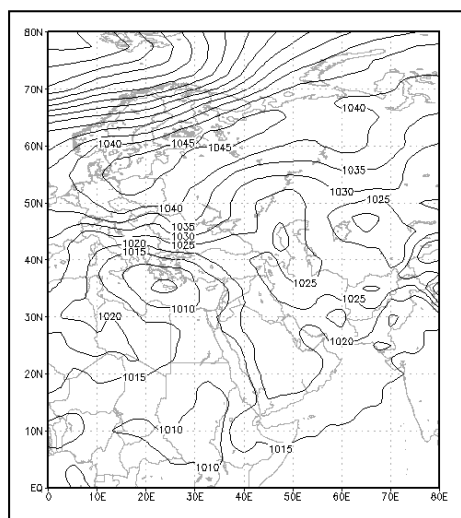


شکل ۲: نمودار بسامد اختلالات پروازی فرودگاه بین‌المللی اهواز با پدیده‌ی گرد و خاک بلند شده (کد ۰۷) در ایستگاه همدید اهواز
جدول ۳: بسامد و درصد اختلالات پروازی فرودگاه بین‌المللی اهواز با پدیده‌ی گرد و خاک بلند شده (کد ۰۷) در ایستگاه همدید اهواز

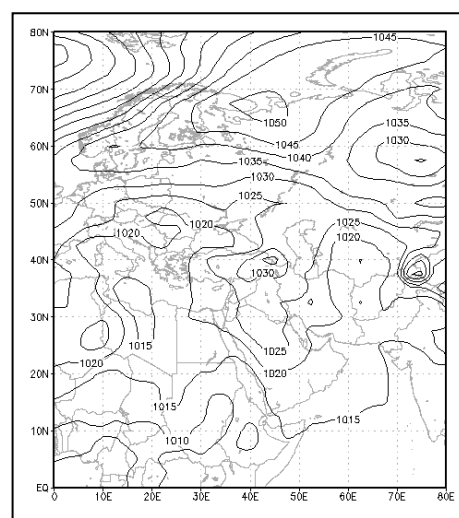
vv	Frequency	Valid Percent	Cumulative Percent
0	4	1.9	1.9
100	5	2.4	4.3
200	2	1.0	5.3
300	3	1.4	6.8
400	2	1.0	7.7
500	1	0.5	8.2
600	10	4.8	13.0
700	2	1.0	14.0
800	4	1.9	15.9
1000	9	4.3	20.3
1100	1	0.5	20.8
1200	10	4.8	25.6
1300	2	1.0	26.6
1400	1	0.5	27.1
1500	11	5.3	32.4
1600	3	1.4	33.8
1700	1	0.5	34.3
1800	3	1.4	35.7
2000	14	6.8	42.5
2200	3	1.4	44.0
2500	16	7.7	51.7
3000	23	11.1	62.8
3500	6	2.9	65.7
4000	37	17.9	83.6
4500	2	1.0	84.5
5000	32	15.5	100.0
Total	207	100	

الگوها و تغییرات گردشی فشار سطح دریا و ترازهای پانصد و ۸۵۰ هکتوپاسکال به همراه رطوبت خاک در اعماق ۱۰ و ۲۰۰ سانتیمتری در این بخش از تحقق مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با استفاده از نمودارهای مولر به بررسی تغییرات فراسنج‌های جوی امگا، رطوبت ویژه و نسبی و مؤلفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد بر اساس

روزهای همراه با اختلال پروازی بیش از ۸ مورد و افق دید کم در ماه‌های مورد نظر پرداخته شد. روزهای ۲۲ و ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶، روزهای ۱۸ و ۱۹ مه سال ۲۰۰۷ و روزهای ۸ و ۹ ژوئن سال ۲۰۰۸ روزهای منتخب برای تحلیل الگوهای گردشی مورد نظر انتخاب شد. الگوهای گردشی فشار سطح دریا در روز ۲۲ ژانویه سال ۲۰۰۶ در (شکل ۳) نشان داده شده است. سامانه پرفشاری در شرق اروپا با هسته مرکزی ۱۰۳۰ هکتوپاسکال در عرض جغرافیایی ۶۰ درجه شمالی و همچنین سامانه‌ی پرفشار نسبتاً قوی با پربند بسته ۱۰۵۰ هکتوپاسکال در شمال اروپا شکل گرفته است. همزمان کانون پرفشار در شمال غرب ایران با هسته مرکزی ۱۰۳۰ هکتوپاسکال مستقر می‌باشد. سامانه کم فشاری پهنه گسترده‌ای از جنوب اروپا و جنوب ایران تا هندوستان را با پربند بسته ۱۰۱۵ هکتوپاسکال با فرا گرفته است که کانون اصلی آن لیبی قرار گرفته است و زبانه آن تا مناطقی از شمال شرقی ایران با پربند ۱۰۲۵ هکتوپاسکال گسترش یافته است. الگوهای گردشی فشار سطح دریا در روز ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ در (شکل ۴) نشان داده شده است. در این روز همچنان سامانه‌ی پرفشاری با پربند بسته ۱۰۴۵ هکتوپاسکال در شمال اروپا مستقر می‌باشد. سامانه کم فشار تقویت شده و به سمت شرق گسترش یافته است و با پربند بسته ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر روی دریای مدیترانه بر روی دریای مدیترانه قرار گرفته است.



شکل ۴: الگوی گردشی فشار سطح دریا در روز ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶

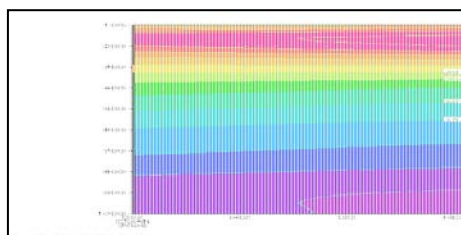


شکل ۳: الگوی گردشی فشار سطح دریا در روز ۲۲ ژانویه سال ۲۰۰۶

الگوی جریان‌ات جوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۲۲ ژانویه سال ۲۰۰۶ نشان داده شده است. در این الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال یک سامانه کم‌ارتفاع چرخندی با پربند بسته ۱۳۷۵ ژئوپتانسیل متر در شمال دریای سیاه تشکیل شده است. همچنین یک سامانه پراارتفاع و اچرخندی بر روی عربستان با پربند بسته ۱۵۵۰ ژئوپتانسیل متر مستقر شده است. پربند ۱۵۲۵ ژئوپتانسیل متر در این روز از روی منطقه مورد مطالعه عبور کرده است. الگوی جریان‌ات جوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ نشان داده شده است. در این روز یک سامانه کم‌ارتفاع چرخندی با سه کانون بر روی دریای مدیترانه، شمال قفقاز و مرکز روسیه شکل یافته است و همزمان یک سامانه پراارتفاع و اچرخندی در جنوب شبه جزیره عربستان

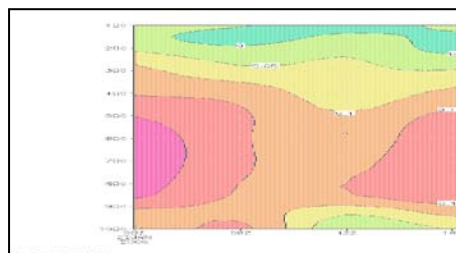
با پربند بسته ۱۵۵۰ ژئوپتانسیل متر دیده می‌شود که زبانه‌های آن با پربند بسته ۱۵۲۵ ژئوپتانسیل متر منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته است.

در الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۲ ژانویه سال ۲۰۰۶ در نشان داده شده است. در نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال یک مرکز کم ارتفاع بریده (سردچال) در جنوب ایتالیا با پربند بسته ۵۶۰۰ ژئوپتانسیل متر و همچنین استقرار پشته‌ای در شرق دریای مدیترانه قابل مشاهده است. در الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ در نشان داده شده است. الگوی این نقشه نشان می‌دهد که ناوهای در راستای شمال شرقی از شمال روسیه تا جنوب غربی بر روی دریای مدیترانه شکل گرفته است که همزمان پشته‌ای با محوریت شمالی جنوبی ایجاد شده است که باعث قرار گیری منطقه مورد مطالعه در مرکز پشته شده است. برای بررسی تغییرات فراسنج‌های جوی امگا، دما، رطوبت ویژه و نسبی و مؤلفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد از نمودارهای مولر استفاده شد. نمودارهای مولر امگا از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ در (Error! Reference source not found.) نشان داده شده است. با توجه به این نمودار حرکات بالاسو و پایین سو هوا مشخص است. از ساعت ۰۶ زولو ۲۲ ژانویه سال ۲۰۰۶ تا ۱۸ زولو در روز ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ وضعیت امگا مثبت است و همراه با حرکات پایین سو می‌باشد. تنها ۰۶ زولو ۲۳ ژانویه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مقادیر منفی امگا نمایانگر حرکات بالاسو هوا می‌باشد. نمودارهای مولر مؤلفه مداری باد از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ در (Error! Unknown switch argument.) نشان داده شده است. بر اساس این شکل مؤلفه مداری باد در بازه زمانی ۲۲ تا ۲۳ ژانویه در تمامی ترازها مثبت (وزش باد غربی) می‌باشد. نمودارهای مولر مؤلفه نصف-النهاری باد از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ در (Error! Unknown switch argument.) نشان داده شده است. بر اساس این شکل مؤلفه نصف‌النهاری باد تا ساعت ۰۶ زولو تاریخ ۲۲ ژانویه تا تراز ۱۰۰ هکتوپاسکال منفی و شمالی است و همچنین در ساعات بعد از تراز ۲۵۰ هکتوپاسکال به بالا منفی و شمالی است و در سایر ترازها و ساعات مؤلفه نصف‌النهاری باد مثبت و جنوبی است. نمودارهای مولر رطوبت نسبی از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ در (Error! Reference source not found.) نشان داده شده است. بر اساس این شکل میزان رطوبت نسبی تا تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روند کاهشی و پس از آن روند افزایشی دارد. همچنین نمودارهای مولر رطوبت ویژه از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶ در (Error! Unknown switch argument.) نشان داده شده است. بر اساس این شکل میزان رطوبت ویژه با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد.



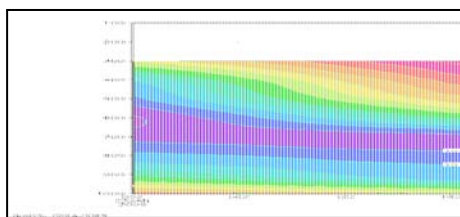
شکل ۶: نمودارهای مولر مؤلفه مداری باد از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳ ژانویه سال

۲۰۰۶

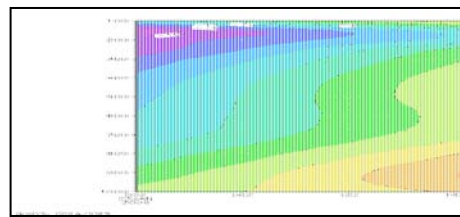


شکل ۵: نمودارهای مولر امگا از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳ ژانویه سال

۲۰۰۶



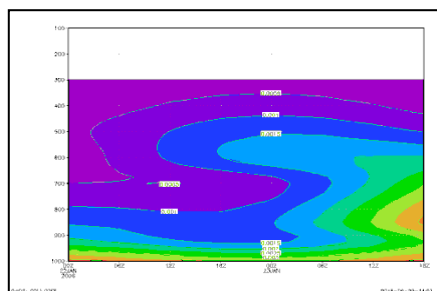
شکل ۸: نمودار هاف مولر رطوبت نسی از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳



شکل ۷: نمودار هاف مولر مؤلفه نصف‌النهاری باد از تاریخ ۲۲ ژانویه

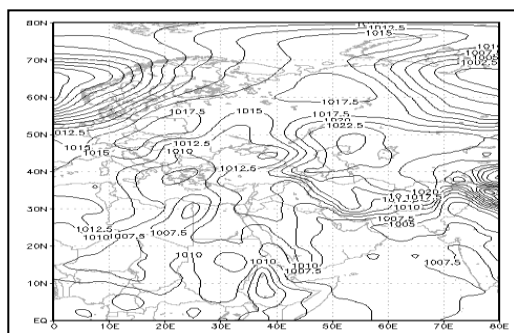
ژانویه سال ۲۰۰۶

تا ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶

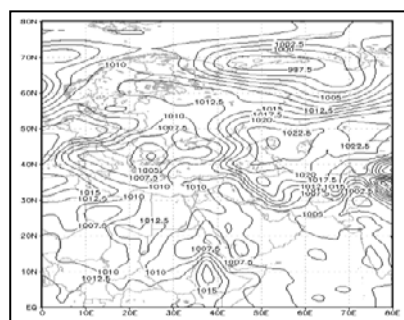


شکل ۹: نمودار هاف مولر رطوبت ویژه از تاریخ ۲۲ ژانویه تا ۲۳ ژانویه سال ۲۰۰۶

الگوهای گردش فشار سطح دریا در روز ۱۸ ماه مه سال ۲۰۰۷ در (Error! Unknown switch argument.) نشان داده شده است. کانون پرفشاری با پربند بسته ۱۰۲۰ هکتوپاسکال در شمال ایران و کانون کم‌فشاری در یونان با پربند بسته ۱۰۰۲/۵ هکتوپاسکال قرار گرفته است؛ همچنین دو سامانه پرفشار نسبتاً قوی بر روی دریا با یکال و مازندران با پربند بسته ۱۰۲۲/۵ و ۱۰۲۵ هکتوپاسکال مستقر شده است. در عین حال در شمال این پرفشار کم‌فشار جنب قطبی گسترش زیادی به عرض‌های پایین دارد. شیو فشار نسبتاً شدیدی منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر قرار داده است. الگوهای گردش فشار سطح دریا در روز ۱۹ مه سال ۲۰۰۷ در (Error! Unknown switch argument.) نشان داده شده است. آرایش خطوط فشاری در روز بعد هم مشابه می‌باشد.



شکل ۱۱: الگوی گردش فشار سطح دریا در روز ۱۹ مه سال ۲۰۰۷



شکل ۱۰: الگوی گردش فشار سطح دریا در روز ۱۸ مه سال ۲۰۰۷

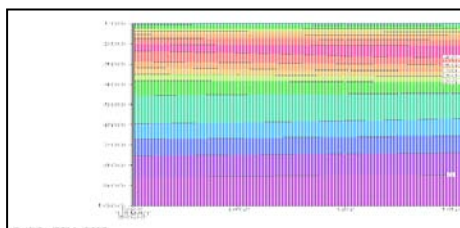
۲۰۰۷

الگوی جریان‌ات جوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۱۸ مه سال ۲۰۰۷ نشان داده شده است. در الگوهای گردش ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال یک سامانه کم‌ارتفاع چرخندی با پربند بسته ۱۴۲۵ ژئوپتانسیل متر در منطقه آدریاتیک که منطبق با سامانه کم فشار تراز دریا می‌باشد تشکیل شده است. همچنین یک‌سامانه پراارتفاع و اچرخندی در شمال دریای مازندران با پربند بسته ۱۵۷۵ ژئوپتانسیل متر مستقر شده است که این

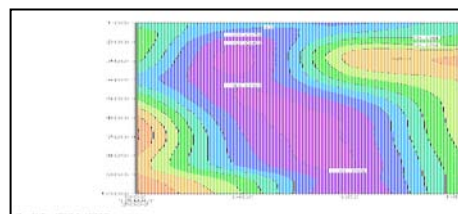
سامانه واچرخندی منطبق بر سامانه پرفشار تراز دریا می‌باشد. یک سامانه واچرخندی دیگر با پربند بسته ۱۴۷۵ ژئوپتانسیل‌متر در غرب منطقه مورد مطالعه بر روی عراق تشکیل شده است و پربند ۱۵۰۰ ژئوپتانسیل متر در این روز از روی منطقه مورد مطالعه عبور کرده است. الگوی جریان‌ات جوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۱۸ مه سال ۲۰۰۷ در نشان داده شده است. در این روز دو کانون اصلی ارتفاعی یک سامانه واچرخندی با پربند بسته ۱۶۰۰ ژئوپتانسیل متر در شمال دریای مازندران در شمال شرقی منطقه مورد مطالعه و یک سامانه چرخندی در غرب منطقه مورد مطالعه در مرکز دریای مدیترانه با پربند بسته ۱۴۵۰ ژئوپتانسیل متر منطقه مورد مطالعه را در این تراز تحت تاثیر خود قرار داده‌اند. در الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۸ مه سال ۲۰۰۷ در نشان داده شده است. الگوی نقشه‌ای ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که ناوهای بر روی دریای مدیترانه شکل گرفته استو همچنین در عرض‌های جغرافیایی بالا پشته‌ای با محوریت شمال دریای مازندران ایجاد شده است؛ اما آرایش خطوط ارتفاعی در عرض‌های پایین به موازات عرض جغرافیایی در حالت مداری است که با یک مرکز پراارتفاع با پربند بسته ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل متر در جنوب شرق شبه جزیره عربستان همراه می‌باشد. الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال روز ۱۹ مه سال ۲۰۰۷ نشان داده است؛ که یک پشته ارتفاعی بر روی منطقه مورد مطالعه مستقر می‌باشد که توسط دو سامانه کم ارتفاع در مرکز دریای مدیترانه و دریاچه بایکال احاطه شده است، همچنین زبانه‌ی پراارتفاع جنب حاره شمال آفریقا با پربند ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل متر در این روز در جنوب ایران گسترش یافته است. برای بررسی تغییرات فراسنج‌های جوی امگا، دما، رطوبت ویژه و نسبی و مؤلفه‌های مداری و نصف‌النهاری باد از نمودارهای مولر استفاده شد. نمودارهای مولر امگا از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷ در (Error! Unknown switch argument. ۱۲) نشان داده شده است. با توجه به این نمودار حرکات بالاسو و پایین سو هوا در زمانهای فوق مشخص است تا ساعت ۰۶ زولو روز ۱۸ مه تا تراز ۶۰۰ هکتوپاسکال باتوجه به وضعیت امگا مثبت جریان‌ات نزولی است، اما از ساعت ۰۶ تا ۱۲ تا تراز فوقانی جو در روز ۱۸ مه وضعیت امگا منفی ۰/۰۶- پاسکال بر ثانیه و همراه با حرکات بالا سو می‌باشد، سپس تا ساعت ۰۶ در روز ۱۹ مه مجدداً جریان‌ات نزولی است با ۰/۲۱ پاسکال بر ثانیه دارد. از ساعت ۰۶ تا ۱۸ زولو در روز ۱۹ مه وضعیت امگا منفی و همراه با حرکات پایین سو تا تراز ۴۰۰ هکتوپاسکال می‌باشد. نمودارهای مولر مؤلفه مداری باد از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷ در (Error! Unknown switch argument. ۱۳) نشان داده شده است. بر اساس این شکل مؤلفه مداری باد در بازه زمان ۱۸ مه تا ۱۹ مه در تمامی ترازها مثبت (وزش باد غربی) می‌باشد. نمودارهای مولر مؤلفه نصف‌النهاری باد از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه در (Error! Unknown switch argument. ۱۴) نشان داده شده است. بر اساس این شکل مؤلفه نصف‌النهاری باد مثبت و جنوبی است. نمودارهای مولر رطوبت نسبی از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷ در (Error! Unknown switch argument. ۱۵) نشان داده شده است. بر اساس این شکل میزان رطوبت نسبی نیز با بیشینه ۱۸ درصد در ساعت ۰۰ زولو ۱۸ مه تا ساعت ۱۲ زولو روز ۱۹ مه تا تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال می‌باشد. همچنین نمودارهای مولر رطوبت ویژه ز تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷ در

(**Error! Reference source not found.**) نشان داده شده است. میزان رطوبت ویژه با افزایش ارتفاع کاهش می-

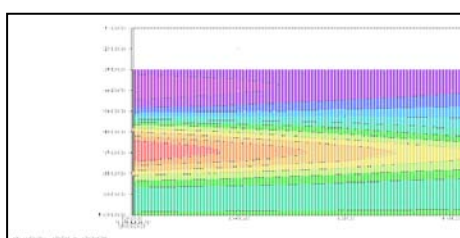
یابد.



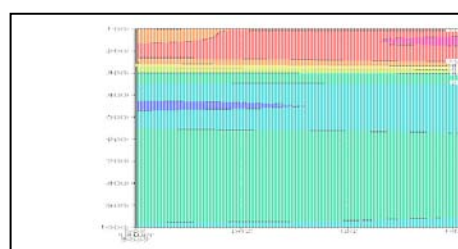
شکل ۱۳: نمودارهای مولر مولفه مداری از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷



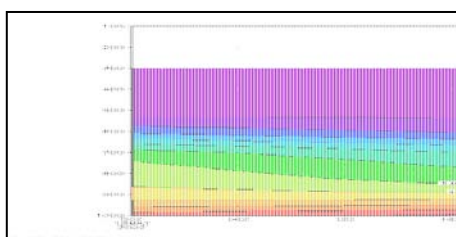
شکل ۱۴: نمودارهای مولر امگا از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷



شکل ۱۵: نمودارهای مولر رطوبت نسبی از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷

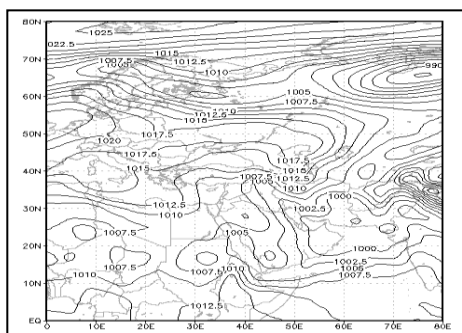


شکل ۱۶: نمودارهای مولر مولفه نصف النهاری از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷



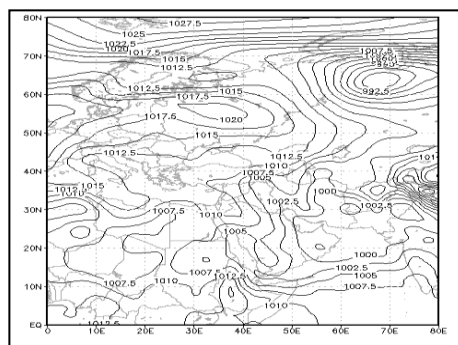
شکل ۱۷: نمودارهای مولر رطوبت ویژه از تاریخ ۱۸ مه تا ۱۹ مه سال ۲۰۰۷

الگوهای گردشی فشار سطح دریا در روز ۸ ماه ژوئن سال ۲۰۰۸ در (**Error! Unknown switch argument.**) نشان داده شده است. سامانه پرفشار نسبتاً قوی در شرق اروپا با هسته مرکزی ۱۰۲۰ هکتوپاسکال در عرض جغرافیایی ۵۵ درجه شمالی شکل گرفته است و زیانه آن تا مناطقی از شمال غربی ایران گسترش یافته است، سامانه کم فشاری پهنه گسترده‌ای از هند، پاکستان، عمان، عراق و جنوب ایران را فرا گرفته است؛ در این الگو شهر اهواز در حاکمیت کم‌فشار با پربند میانگین ۱۰۰۲/۵ هکتوپاسکال قرار دارد. همچنین الگوهای گردشی فشار سطح دریا در روز ۹ ژوئن سال ۲۰۰۸ در (**Error! Unknown switch argument.**) نشان داده شده است. بر اساس این شکل نحوه استقرار کانون‌های سامانه پرفشار و کم فشار و الگوهای گردشی به مانند روز پیش است.



شکل ۱۸: الگوی گردشی فشار سطح دریا در روز ۸ ژوئن سال

۲۰۰۸



شکل ۱۷: الگوی گردشی فشار سطح دریا در روز ۸ ژوئن سال

۲۰۰۸

الگوی جریان‌ات جوی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در روز ۸ ژوئن سال ۲۰۰۸، در نشان داده شده است. در الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال یک سامانه کم ارتفاع (چرخندی) با پربند بسته ۱۴۴۰ ژئوپتانسیل متر بر روی ایران شکل گرفته است. همچنین یک سامانه چرخندی دیگر در شمال روسیه با پربند بسته ۱۲۳۰ ژئوپتانسیل متر و یک سامانه پر ارتفاع (واچرخندی) در جنوب اروپا با پربند بسته ۱۴۷۰ ژئوپتانسیل متر استقرار دارد. همچنین در روز بعد ۹ ژوئن سال ۲۰۰۸، منحنی ارتفاعی ۱۴۵۰ ژئوپتانسیل متر بر روی منطقه مورد مطالعه عبور کرده است. در الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در روز ۸ ژوئن سال ۲۰۰۸، یک سامانه پر ارتفاعی (سامانه واچرخندی) با پربند بسته ۵۹۲۵ ژئوپتانسیل متر در مرکز صحرا در شمال آفریقا قرار گرفته است، همچنین پربند هم ارتفاع ۵۸۵۰ ژئوپتانسیل متر جنوب ایران را در برگرفته است، در این تراز پر ارتفاع جنب حاره در مناطق جنوبی و شرقی ایران مستقر است و منطقه مورد مطالعه بروی پشته واقع شده است. ناوهکم عمق واقع در غرب ایران باعث عدم نفوذ پر ارتفاع جنب حاره در این منطقه و نفوذ این پر ارتفاع در قسمت شرقی ایران شده است، با توجه به راستای جنوب غربی شمال شرقی محور پشته جنب حاره باعث به وجود آمدن یک جریان جنوبی در این راستا شده است. در روز بعد ۹ ژوئن سال ۲۰۰۸ نیز در الگوهای گردشی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال یک سامانه پر ارتفاعی (سامانه واچرخندی) با پربند بسته ۵۹۰۰ ژئوپتانسیل متر در مرکز صحرا در شمال آفریقا قرار گرفته است و یک سامانه کم ارتفاع (سامانه چرخندی) با دو کانون با پربند بسته ۵۲۵۰ ژئوپتانسیل متر در شمال اروپا استقرار یافته است.

نتیجه گیری

در این مقاله به مطالعه وضعیت میزان دید در فصول مختلف در فرودگاه بین المللی اهواز، تحلیل الگوهای گردشی روزهای همراه با گرد و غبار پرداخته شد. پدیده‌ی گرد و خاک که توسط دیده‌بانان هواشناسی با کد ۰۶ گزارش می‌شود نشان دهنده این است که این پدیده‌ی جوی باقی مانده ذرات گرد و خاکی است که در اثر توفان و شن و خاک از نقاط دور به ایستگاه آمده و در هوای ایستگاه معلق مانده و باعث کاهش دید شده است. میزان ضریب تعیین و ضریب همبستگی میان اختلالات پروازی و کد ۰۶ به ترتیب برابر با ۰/۲۳۱۲ و ۰/۴۸۱ است. بر این اساس همبستگی مثبت متوسطی میان این دو پارامتر وجود دارد. بالاترین میزان فراوانی مربوط افق دید ۵۰۰۰ متر با ۴۶۲ بار

در حدود ۱۷ درصد و ۴۰۰۰ متر با ۴۴۱ بار و حدود ۱۶ درصد است. همچنین پدیده‌ی گرد و خاک بلند شده اطراف ایستگاه در زمان دیده‌بانی در ایستگاه‌های هواشناسی با کد ۰۷ گزارش می‌شود زمانیکه سرعت باد کمتر از ۳۰ نات و دید افقی کمتر از ۱ کیلومتر باشد این کد گزارش می‌شود. میزان ضریب تعیین و ضریب همبستگی میان اختلالات پروازی و کد ۰۷ به ترتیب برابر با ۰/۴۰۳۸ و ۰/۶۳۵ است. بر این اساس همبستگی مثبت قوی میان این دو پارامتر وجود دارد. بالاترین میزان فراوانی مربوط افق دید ۴۰۰۰ متر با ۳۷ بار در حدود ۱۸ درصد و ۵۰۰۰ متر با ۳۲ بار و حدود ۱۵/۵ درصد است. با توجه به مطالب عنوان شده و وجود رابطه مثبت متوسطی بین اختلالات پروازی و کد ۰۶ و رابطه مثبت قوی بین اختلالات پروازی و کد ۰۷ نشان داد وضعیت میزان دید و مه آلودگی آسمان بیشترین نقش را در کیفیت حمل و نقل هوایی اهواز دارد. همچنین نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که الگوهای گردشی مؤثر در اختلالات پروازی در ماه ژانویه در فصل سرد سال وجود سامانه کم فشاری در تراز دریا، سامانه پُراارتفاع و اچرخندی در تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال و پشته ای ارتفاعی در تراز پانصد هکتو پاسکال را نشان داد، در ماه مه شیب فشاری نسبتاً شدید در تراز دریا و دو کانون اصلی ارتفاع یک سامانه و اچرخندی در شمال دریای مازندران و یک سامانه چرخندی در غرب منطقه مورد مطالعه در مرکز دریای مدیترانه، منطقه مورد مطالعه را در تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال تحت تاثیر خود قرار داده‌اند. وجود پشته ای ارتفاعی در تراز پانصد هکتو پاسکال از ویژگی‌های الگوهای همدید حاکم در این ماه است. در ماه ژوئن در فصل گرم سال در تراز دریا سامانه کم فشار پهنه گسترده ای از هند، پاکستان، عمان، عراق و جنوب ایران را فرا گرفته است، در الگوهای گردشی ارتفاع ژئو پتانسیل تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال یک سامانه کم ارتفاع چرخندی بر روی منطقه شکل گرفته است. در تراز پانصد هکتو پاسکال استقرار پر ارتفاع جنب حاره منطقه را تحت تاثیر خود قرار داده است. به طور کلی استقرار و تقویت پُر ارتفاع جنب حاره، در تراز پانصد هکتو پاسکال و گردش چرخندی در تراز ۸۵۰ هکتو پاسکال به همراه حاکمیت کم فشاری حرارتی در سطح زمین، آرایش هم دید الگوهای تابستانه در دوره گرم سال را نشان می‌دهد.

منابع

- ارست، مینا، شجاعی، سعید و حسن خسروی (۱۳۹۲). تاثیر گرد و غبار بر زنبور داری در ایران، سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، یزد.
- امیدوار، کمال، نارنگی‌فرد، مهدی و خداکرمحاتمی بهمن بیگلر (۱۳۹۳). شناسایی الگوهای همدید روزهای آلوده به ذرات معلق به روش واکاوی خوشه‌ای شهر شیراز، مجله‌م خاطرات محیطی، سال سوم، شماره چهارم، صص ۸۱-۹۴.
- امیدوار، کمال، نارنگی‌فرد، مهدی و سیده مرضیه حقیقت ضیابری (۱۳۹۲). تحلیل الگوهای همدید روزهای فرین آلوده به ذرات معلق در شیراز، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال دوم، شماره پنجم، صص ۴۹-۶۲.
- پناهی، علی (۱۳۹۵). بررسی الگوهای همدیدی براساس دوره‌های بحرانی آلودگی هوا در وارونگی دمایی شدید شهر تبریز، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۸، شماره ۴، صص ۶۰۷-۶۲۵.
- سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۷)، مجموع دستورالعمل کدها و روش‌های دیده بانی سطح زمین (سینوپ)، معاونت فنی و عملیاتی، اداره کل شبکه، ویرایش اول.
- رضا حسین‌زاده، رضا دوستان، مرضیه حقیقت ضیابری و مریم حقیقت ضیابری (۱۳۹۲)، بررسی الگوهای همدید مؤثر بر آلودگی هوا در کلانشهر مشهد، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال ۱۱، شماره ۲۱، صص ۸۱-۱۰۱.

- غلامعلی خمر، علی عالی و الهام جلیلی جهرمی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل طوفان‌های شن بر پراکنش جغرافیایی بروز بیماری‌های تنفسی (سل) در سیستان با استفاده از مدل TOPSIS، سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، یزد.
- خوش اخلاق، فرامرز نجفی، محمدسعیدزمانزاده، سیدمحمدشیرازی، محمدحسن، صمدی مهدی (۱۳۹۲)، بررسی ترکیب ایتبار گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۶، صص ۱۷-۳۶.
- خوش اخلاق، فرامرز، نجفی، محمد سعید و مهدی صمدی (۱۳۹۱). واکاوی همدید رخداد گرد و غبار بهاره در غرب ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۴، شماره ۲ (پیاپی ۸۰)، صص ۹۹-۱۲۴.
- رضائی مقدم، محمدحسین، مهدیان بروجنی، مجتبی. (۱۳۹۴). منشأیابی ریزگردها با استفاده از تصاویر سنجنده AVHRR ماهواره NOAA (مطالعه موردی: جنوب غرب ایران). جغرافیا و پایداری محیط، سال ۵، شماره ۱۷، صص ۱-۱۳.
- زبردست، اسفندیار و حسین ریاضی (۱۳۹۱). تحلیل ارتباط بین قابلیت پیاده مداری محلات و آلودگی هوا مطالعه موردی: نواحی پیرامون ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا در شهر تهران، مطالعات شهری، شماره ۵، صص ۳۵-۴۵.
- زنگنه، معصومه (۱۳۹۳). آب و هواشناسی توفان‌های گرد و غبار در ایران، دو فصلنامه آب و هواشناسی کاربردی، سال ۱، شماره ۱، صص ۱-۱۲.
- ساری صراف، بهروز، رسولی، علی اکبر، زرین، آذر، نجفی، محمد سعید. (۱۳۹۶). شبیه‌سازی توزیع قائم سامانه‌های گرد و غبار را در ارتباط با سامانه‌های همدید و توپوگرافی در غرب ایران. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۹، شماره ۲، صص ۱۶۹-۱۸۹.
- شریفیان عطار، رضا، مظهری، علی، سعیدی رضوانی، محمد و حامد سعیدی رضوانی (۱۳۹۲). بررسی پیامدهای زیست محیطی آئروسول‌های معدنی در سلامت انسان، سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، یزد.
- سحر شکوهی، حسن خسروی و بهناز زهتابیان (۱۳۹۲). تاثیر ریزگردهای بیابانی بر سلامت انسان، سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، یزد.
- علی‌اکبر شمسی‌پور و طاهر صفرزاد (۱۳۹۱). تحلیل ماهواره‌ای- همدیدی پدیده‌ی گرد و غبار (گرد و غبار تیرماه ۱۳۸۸)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۹، صص ۱۲۶-۱۱۱.
- فریده عظیمی (۱۳۸۷) ارزیابی تأثیر وارونگی دما بر روند آلودگی هوای شهر اهواز، فصل نامه جغرافیایی سرزمین سال پنجم، شماره ۱۹، صص ۱۰۵-۱۱۲.
- عظیمی، فریده (۱۳۸۷)، پهنه بندی دمای سطح شهر اهواز با استفاده از تصاویر حرارتی سنجنده ETM، فصل نامه جغرافیایی سرزمین، سال پنجم، شماره ۱۷، صص ۹۷-۱۰۹.
- علیجانی، بهلول و کوهزاد رئیس پور (۱۳۹۰). تحلیل آماری، همدیدی طوفان‌های گرد و خاک در جنوب شرق ایران (مطالعه ی موردی: منطقه ی سیستان). سال دوم، شماره پنجم، صص ۱۰۷-۱۳۲.
- کارگر، الهام، بداق جمالی، جواد، رنجبر سعادت آبادی، عباس، معین الدینی، مظاهر، گشتاسب، حمید (۱۳۹۵). شبیه سازی و تحلیل عددی طوفان گرد و غبار شدید شرق ایران. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ۳، شماره ۴، صص ۱۰۱-۱۱۹.
- کریمی احمدآباد، مصطفی و کامیار شکوهی رازی (۱۳۹۰). اندر کنش گردش جو و پوشش سطح زمین در ساز و کار تشکیل و گسترش توفان‌های گرد و غبار تابستانه‌ی خاورمیانه (توفان گرد و غبار تیرماه ۸۸)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۸، صص ۱۳۰-۱۱۳.
- کریمی، خدیجه، طاهری شهر آئینی، حمید، حبیبی نوخندان، مجید، حافظی مقدس، ناصر (۱۳۹۰)، شناسایی خاستگاه تولید توفان‌های گرد و غبار در خاورمیانه با استفاده از سنجش از دور. نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی، سال دوم، شماره هفتم و هشتم، صص ۵۷-۷۲.
- مدیری، مهدی، خزایی، مهدی و احسان مدیری (۱۳۹۳). واکاوی همدیدی توفان‌های گرد و غباری شدید تابستانه مورد مطالعه: زابل، فصلنامه نگرش- های نو در جغرافیای انسانی، سال هفتم، شماره ۱، صص ۲۴۹-۲۵۹.
- ناصرپور، سمیه علیجانی، بهلول و پرویز ضیائیان (۱۳۹۴)، منشأ یابی توفان‌های گرد و غبار در جنوب غرب ایران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های هوا، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۷، شماره ۱، صص ۲۱-۳۶.
- هالک، فرح سادات، کاوسی رحیم، علی و محبوبه بنی فاطمی (۱۳۹۵). مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال پنجم، شماره هفتم، صص ۱-۱۲.
- هاللی، جلیل، اسعدی اسکویی، ابراهیم و جواد بذرافشان (۱۳۹۲). پهنه‌بندی تعداد روزهای همراه با پدیده گرد و غبار در گستره ایران با استفاده از تکنیک سامانه اطلاعات جغرافیایی، سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، یزد.