پژوهش های جغرافیایی ـ شماره ٥٦، تابستان١٣٨٥
صص٨٢-٦٥

تحلیل الگوی سینوپتیکی اینورژن های شدید شهر تهران

دکتر حسن لشکری*- استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
پریسا هدایت- دانشجوی دوره دکتری جغرافیا،دانشگاه شهید بهشتی

دریافت مقاله: ۸۲/۱۲/۵
تأیید نهایی: ۸۴/۱۰/۲۶

چکیده

رشد بی‌رویهٔ شهر تهران در چند دههٔ اخیر و فقدان یک برنامه‌ریزی مدوّن برای توسعهٔ شهر و طراحی خیابان‌ها و مساکن سبب ایجاد آلودگی‌های شدید به خصوص در زمان وقوع اینورژن‌های شدید شده است.

در مجموع، چهار الگوی سینوپتیکی باعث ایجاد اینورژن‌های شدید در شهر تهران می‌شود که به ایجاد آلودگی‌های شدید منجر می گردد.

در الگوهای شمارهٔ A1، Cو D استقرار یک پشتهٔ عمیق در ترازهای ۸۵۰ و۷۰۰ هکتوپاسکال و پایداری دینامیکی حاصل از آن باعث انتقال هوای گرم از عرض های پائین بر روی هوای سرد سطح زمین شده و اینورژن‌های خیلی شدید را ایجاد می‌کند. در الگوهای شمارهٔ A2 و B انتقال هوای سرد به وسیله سامانه‌های پر فشار سطح زمین و استقرار یک ناوهٔ عمیق بر روی تهران و انتقال هوای سرد پشت آن از عرض های بالاتر بر روی تهران، در ترازهای ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰هکتوپاسکال پایداری شدیدی را ایجاد می‌کند.

واژگان کلیدی: آلودگی، اینورژن، تهران، سینوپتیک.

مقدمه

جوّ اطراف سیارهٔ زمین از گازهایی تشکیل شده است که به نام گازهای ثابت جو نامیده می‌شوند. انسان و همهٔ جانداران به این ترکیب جو عادت و خود را با آن انطباق داده‌اند. هر گونه تغییری در کیفیت و کمیّت این عناصر به عنوان آلودگی جو تلقّی می‌شود. بعد از انقلاب صنعتی و افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی حجم عناصر و آلاینده‌های وارد شده به درون جو افزایش پیدا کرده و حجم آن درون جوّ مناطق صنعتی به حدّی رسید که سلامت انسان ها و سایر جانداران را به خطر انداخت. مسئلهٔ آلودگی هوا در اکثر شهرهای بزرگ دنیا به صورت یک معضل بزرگ در آمده است. با وجود این که منابع آلاینده در شهرها در کوتاه مدت تغییر قابل ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهد، عوامل دیگری می‌توانند این پدیده را تشدید یا تعدیل نمایند. عوامل اقلیمی از جمله عواملی هستند که با توجه به کنترل جریان‌های عمودی و افقی هوا و انتقال توده‌های هوایی با خصوصیات ترمودینامیکی مختلف وضعیت آلودگی در طول سال را

* E-mail: drlashkari61@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

تعدیل یا تشدید می کند. وضعیت جوی هر روز متأثر از شرایط سینوپتیکی حاکم بر منطقه در آن روز و یا به عبارتی ناشی از آرایش سامانه‌های جوّی نسبت به یکدیگر و خصوصیّت دینامیکی و ترمودینامیکی حاکم بر آنها است. الگوی سینوپتیکی حاکم در برخی از اوقات به گونه‌ای است که شرایط پایداری و آرامش را در جو حاکم ساخته و در نتیجه به دلیل تراکم عناصر آلاینده در لایه‌های زیرین و فقدان جریان های جوّی و یا ضعیف بودن آنها، شدّت آلودگی افزایش یافته و یا الگوی سینوپتیکی حاکم به گونه‌ای است که جو را ناپایدار ساخته و به دلیل شدت یافتن جریان های قائم و افقی، عناصر آلاینده در داخل جو پخش شده و غلظت آن کاهش می‌یابد.

تهران از جمله شهرهای بزرگ دنیا ست که هم اکنون به شدّت از مسئلهٔ آلودگی رنج می‌برد. در برخی از روزهای سال مقدار عناصر آلوده‌کننده به قدری افزایش می‌یابد که زیستن را برای انسان تقریباً غیر ممکن می‌سازد. با وجود این که به دلیل ضعف اطلاعات و آمار یا محرمانه بودن آنها، ارقام دقیقی از مرگ و میرها و خسارت‌های حاصل از آن منتشر نمی‌شود، ولیکن آمارهای آلودگی بسیار نگران‌کننده است. موقعیّت جغرافیایی و شرایط توپوگرافی تهران نیز در تواتر و شدّت این پایداری‌ها و اینورژن‌های حاصل از آن بی‌تأثیر نیست. هرچند اینورژن (وارونگی دمایی) در بسیاری از اوقات سال در شهر تهران رخ می‌دهد، ولی شدت آن ارتباط مستقیمی با شرایط سینوپتیکی حاکم دارد.

بنابراین اینورژن یکی از عوامل اساسی در تشدید آلودگی شهر تهران می‌باشد. محاصره شدن تهران در یک فضای کمانی شکل جریان‌های غربی و جنوبشرقی از خاصیّت پالایش مؤثری برخوردار نیست و لذا هوای تهران در اکثر مواقع ساکن و بی‌تحرّک است و در نتیجه این وضعیت منجر به پدیدهٔ خطرناک وارونگی هوا یا دما می‌گردد (سلطانی‌نژاد ١٣٧٦). در زمستان به جز روزهای اندکی از فصل در سایر روزها هوا صاف و آفتابی می‌باشد. همچنین به دلیل تشعشع شبانه و وجود برف بر روی ارتفاعات شمالی وقوع اینورژن‌های تشعشعی و جابجایی بسیار معمول است. از طرفی با توجه به ویژگی های توپوگرافی و نیز خصوصیات ترمودینامیکی جو، پدیدهٔ اینورژن بر روی تهران در تمام فصول در شرایط سینوپتیکی حاکم بر منطقه و ایران بسیار قوی واینورژن‌های حاصل از این شرایط سینوپتیکی و با دوام می‌باشد. در تابستان اینورژن‌های مجاور زمین به حداکثر می‌رسد؛ ولی اثر آنها زیاد نیست. در فصول بهار و پائیز به دلیل حاکمیّت ناپایداری، تعداد اینورژن‌ها زیاد نیست. شهر تهران سالانه بیش از دویست روز دچار پدیده اینورژن است (مجله مهندسی محیط زیست ١٣٧١، ص ١٤). حداقل ارتفاع اینورژن در اواخر پاییز و اوایل زمستان رخ می‌دهد و ارتفاع اینورژن با شدت آن همبستگی منفی دارد. گاز منواکسیدکربن با سمت و سرعت باد همبستگی منفی و غلظت آن با شدت اینورژن رابطهٔ مستقیم دارد (دلجو ١٣٧٩). وزش بادهای شدید و مداوم از جمله عواملی است که می‌تواند ضمن از بین بردن اینورژن‌ها، آلودگی‌ها را نیز از محیط خارج نماید. در زمستان باد غالب شهر تهران از لبهٔ غربی شهر و با جهت شمالغربی می‌وزد. این باد در بخش وسیعی از شهر: محدوده‌ای با عرض جغرافیایی ٣٥ درجه و ٣٥ دقیقه تا ٣٥ درجه و ٤٢ دقیقه و طول جغرافیایی ٥١ درجه و ١٥ دقیقه تا ٥١ درجه و ٢٥ دقیقه جهتی غربی پیدا می‌کند و پس از طی این محدوده با جهت شمالغربی از جنوبشرقی خارج می‌شود. در فصل بهار بیشترین بادها از سمت شمالغربی و غرب وارد شهر شده و از جنوبشرقی شهر خارج می‌شود. در فصل تابستان بادهای غالب شهر تهران به طور عمده از سمت جنوبغرب وارد شهر شده و پس از ورود به شهر به دو شاخه تقسیم می‌شود و در فصل پائیز عمدهٔ بادها غربی می‌باشند (مرکز مطالعات و

Archive of SID

www.SID.ir

برنامه‌ریزی شهر تهران ۱۳۷۸، ص ۳۹). اندازه‌گیری‌هایی که توسط هواشناسان انجام شده است نشان می‌دهد که در زمستان هنگامی که باد نمی‌وزد ممکن است درجهٔ حرارت به اندازهٔ ۵ تا ۱۰ درجهٔ سانتی گراد در داخل شهر بیشتر از اطراف آن باشد. متوسط درجه حرارت سالانه، یک درجهٔ سانتی گراد بیش از خارج شهر است. در شهرهای بزرگ تعداد روزهای همراه با گرد و غبار و آلودگی ۲/۵ برابر بیشتر از تعداد همین روزها در اطراف شهر است (عسکری ۱۳۴۸، ص ۴۵). ساخت توپوگرافیکی شهر تهران نیز نقش غیر قابل انکاری در تشدید آلودگی و اینورژن‌های شهر تهران دارد. وجود ارتفاعاتی که به صورت نعل اسبی شهر تهران را در بر گرفته است سبب می‌شود بادهای محلّی نتوانند هوای آلوده را از شهر خارج نمایند و بخش اعظم هوای آلوده تا زمان وزش بادهای تند میان شمال و جنوب شهر جابجا شود (محسنی ۱۳۶۶، ص ۱۳). امروزه آلودگی از معضلات اساسی در هوای شهرهای بزرگ می‌باشد و اینورژن‌ها از عوامل اصلی تشدید این پدیده قلمداد می‌شوند. علاوه بر آن منابع ایجاد و پخش آلودگی نیز در تشدید آلودگی بسیار مؤثر می‌باشند. آلاینده‌ها یا در اثر فعالیت های خانگی ایجاد و در محیط منتشر می‌شوند که آنها را "درون محوطه‌ای"[1] و یا در اثر فعالیت های خارج از منزل ایجاد می‌شوند که آنها را "برون محوطه‌ای"[2] می‌نامند (هال جی. وی و کلین من و همکاران ۱۹۹۹، ص ۴۴۵). در گزارش دهلیزهای هوایی شهر تهران منابع آلاینده در سه گروه کلی تقسیم‌بندی شده‌اند. منابع خانگی: تولیدی و صنعتی و ترافیک وسائل نقلیه موتوری. این گزارش می‌افزاید در شهر تهران منابع آلاینده دیگری وجود دارد که آن را تحت عنوان منابع متفرقه نامگذاری کرده است (مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران ۱۳۷۸، ص ۱۴). هر ماده‌ای در هوا که در غلظتی به اندازه کافی بالا باشد تا بتواند به انسان، حیوان، گیاه و یا مواد بی‌جان صدمه بزند آلودگی می‌باشد. این مواد می‌توانند به صورت ذرات جامد: قطرات مایع، گاز و یا مخلوطی از تمام این مواد باشد (لایسلا ۱۹۹۶، ص ۲۸۷). انجمن حفاظت از محیط زیست آمریکا پنج آلایندهٔ اصلی شامل منواکسیدکربن، دی‌اکسیدنیتروژن، دی‌اکسیدگوگرد، ذرات معلق با قطر کمتر از ده میکرون و هیدروکربورها را جزء آلاینده‌های جوی قلمداد می‌کند. در سال ۱۹۸۷ مرز ده میکرون برای قطر آئرودینامیک ذرات معلّق توسط این انجمن در نظر گرفته شد و ذرات کوچک تر از این حد به دلیل توانایی نفوذ در داخل آلوئول‌ها واجد بیشترین اثرات بهداشتی محسوب شد (کالکستین ۱۹۸۷، ص ۱۷۸). همه ساله انسان‌های زیادی در اثر وقوع اینورژن و تشدید آلودگی به وسیله این پدیده جان خود را از دست می‌دهند. این مسئله از گذشته‌های دور دغدغه مسئولین بوده است. در دسامبر ۱۹۵۲ که ترکیب ذرات معلّق و SO_2 که مقدار آنها از مرز $3000 mg/m^3$ بیشتر شده بود، باعث افزایش مرگ و میر به اندازهٔ ۸۵ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر شد (هال، کلین من و همکاران ۱۹۹۹). مطالعات انجام شده در مورد افراد مسن‌تر از ۶۴ سال در تهران نشان می‌دهد که بین میزان مرگ و میر با میزان SO_2 رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد. به این ترتیب که به ازای افزایش سطح این آلاینده‌ها از صدک ۲۵ به صدک ۷۵ به طور متوسط ۴/۷ درصد به تعداد مرگ ها افزوده می‌گردد (یونسیان و ملک افضلی ۱۳۸۱).

[1] - undoor
[2] -outdoor

Archive of SID

www.SID.ir

از کارهای دیگری که در زمینهٔ اینورژن انجام شده است می‌توان به تحقیق انصافی مقدم (۱۳۷۲) تحت عنوان بررسی آلودگی هوای تهران در رابطه با پایداری و وارونگی دمای جو (اینورژن) نافع (۱۳۸۰) آلودگی هوا و ارتباط آن با هواشناسی و نعمت (۱۳۴۸) هواشناسی و آلودگی هوای شهر اشاره کرد.

مواد و روش ها

در این تحقیق برای شناسایی الگو یا الگوهای سینوپتیکی منجر به ایجاد پدیدهٔ اینورژن در شهر تهران، ابتدا اینورژن‌های اتفاق افتاده طی ماه های فصل پائیز و زمستان در یک دورهٔ آماری ده ساله (۱۹۸۶-۱۹۷۷) با استفاده از اطلاعات هواشناسی استخراج گردید. سپس اینورژن‌ها با استفاده از برنامهٔ کامپیوتری Clicom و بر اساس شدت طبقه‌بندی شدند. اینورژن‌های با مقادیر صفر تا ۰/۰۰۴ در گروه اینورژن‌های خیلی ضعیف، اینورژن‌های با مقادیر ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۰۹ در گروه اینورژن‌های ضعیف، مقادیر ۰/۰۱ تا ۰/۰۱۹ در گروه اینورژن‌های متوسط، اینورژن‌های با مقادیر ۰/۰۲ تا ۰/۰۲۹ در گروه اینورژن‌های شدید و مقادیر ۰/۰۳۰ به بالا جزء اینورژن‌های خیلی شدید قرار گرفته‌اند. آنگاه نقشه‌های سینوپتیکی اینورژن‌های خیلی شدید از ۴۸ ساعت قبل از شروع اینورژن تا پایان آن در سه تراز سطح زمین، ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال (سطح زمین تا ارتفاع تقریبی ۳۰۰۰ متری) استخراج و مورد مطالعه قرار گرفت. از مجموع اینورژن‌های اتفاق افتاده در یک دوره آماری ده ساله حدود بیست اینورژن در گروه اینورژن‌های خیلی شدید قرار گرفتند. این اینورژن‌ها با توجه به آرایش سامانه‌ها در سطح زمین و ترازهای بالاتر و الگوی سینوپتیکی حاکم بر آنها درچهار گروه عمده قرار می‌گیرند که تحت عنوان الگوهای نوع A تا D نامگذاری شده‌اند. با توجه به طولانی شدن مطلب، رابطهٔ بین شدت اینورژن‌های در هر الگو و مقدار عناصر آلایندهٔ داخل جو تهران در مقاله دیگری ارائه خواهد شد. جدول شماره (۱) فراوانی اینورژن‌ها را بر اساس شدت نشان می‌دهد.

همان طور که ملاحظه می‌شود ۲۹/۱۵ درصد اینورژن‌ها در گروه اینورژن‌های خیلی ضعیف، ۲۲/۵۴ درصد اینورژن‌ها در گروه اینورژن‌های ضعیف، ۳۰/۱۷ درصد اینورژن‌ها در گروه اینورژن‌های متوسط و ۸/۱۲ درصد اینورژن‌ها در گروه اینورژن‌های شدید تا خیلی شدید قرار می‌گیرند. خصوصیت سینوپتیکی و آرایش سامانه‌ها در هر یک از الگوهای چهار گانه به شرح زیر می‌باشد:

الگوی نوع A

کنترل‌کنندهٔ اصلی این الگو پر فشار سیبری می‌باشد. با توجه به شرایط و آرایش سامانه‌ها در ترازهای بالاتر، الگوی نوع A به دو الگوی فرعی تقسیم می‌شود.

الگوی نوع **A1** (نمونه دهم تا چهاردهم دسامبر ۱۹۸۲)

شکل شماره (۱) آرایش سامانه‌ها را در تراز سطح زمین نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود، در این الگو مرکز پر فشاری با فشار مرکزی ۱۰۵۵ هکتوپاسکال بر روی طول ۹۵ درجهٔ شرقی و عرض ۵۰ درجهٔ شمالی بسته شده است زبانهٔ این پر فشار با امتداد غربی - شرقی تقریباً تمام ایران را در بر گرفته است. این پر فشار با هفت منحنی بسته از انرژی قابل

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- فراوانی اینورژن‌های مورد مطالعه بر اساس شدت (۱۹۸۶-۱۹۷۷)

ماهها	درصد	فراوانی	شدت	
دسامبر	۳۳/۹۲	۳۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱
	۳۰/۳۵	۳۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵
	۳۰/۲۳	۳۵	۰/۰۱۹	۰/۰۱
	۲/۶۷	۳	۰/۰۲۹	۰/۰۲
	۱/۷۸	۲	به بالا	۰/۰۳
ژانویه	۲۴/۷۴	۲۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰
	۲۷/۸۲	۲۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵
	۳۱/۹۵	۳۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱
	۱۲/۳۶	۱۲	۰/۰۲۹	۰/۰۲
	۳/۰۹	۳	به بالا	۰/۰۳
فوریه	۲۷/۹	۲۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰
	۴۰/۶۹	۳۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵
	۲۴/۴۱	۲۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱
	۵/۸۱	۳	۰/۰۲۹	۰/۰۲
	۱/۱۶	۱	به بالا	۰/۰۳
خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	شدید	خیلی شدید
۸۶	۹۶	۸۹	۱۸	۶
۲۹/۱۵	۳۲/۵۴	۳۰/۱۷	۶/۱	۲/۰۳

ملاحظه‌ای برخوردار است. منحنی هم فشار ۱۰۲۵ این پر فشار با امتداد مداری از روی افغانستان وارد ایران شده و از شمال اصفهان با امتداد نصف‌النهاری تا شمال ازبکستان ادامه می‌یابد. سلول پر فشاری نیز با فشار ۱۰۲۵ هکتوپاسکال با راستای نصف‌النهاری غرب عربستان را تا شمال ترکیه در بر گرفته است. زبانه کم فشاری بین این دو سامانهٔ پر فشار بر روی غرب ایران گسترش یافته و تا شمال خوزستان را در بر گرفته است. این شرایط سینوپتیکی سبب شده است تا هوای سردی بر روی تهران ریزش نماید. همان طور که ملاحظه می‌شود بر روی نقشهٔ دمای هوا بر روی مشهد ۵/۴- و عشق‌آباد ۳/۵- و گراسنودسک ۸/۵- درجه سانتیگراد گزارش شده است. با توجه به موج سرمای حاکم بر روی تهران دمای هوا بر روی تهران احتمالاً کمتر از ایستگاه مشهد بوده است و نشان‌دهندهٔ حاکمیت هوای سرد و پایدار بر روی تهران می‌باشد.

شکل شمارهٔ (۲) الگوی سینوپتیکی حاکم بر تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. آرایش سامانه‌ها در این تراز شباهت زیادی با آرایش سامانه‌ها در تراز سطح زمین دارد. مرکز واچرخندی با منحنی ۱۶۰ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی طول ۹۹ درجهٔ شرقی و ۴۰ درجهٔ شمالی بر روی شمال چین بسته شده است. زبانهٔ این مرکز واچرخندی با راستای مداری تا غرب استان تهران گسترش پیدا کرده است. سلول ارتفاع زیادی نیز با منحنی ۱۵۶ ژئوپتانسیل در درون زبانهٔ شرقی

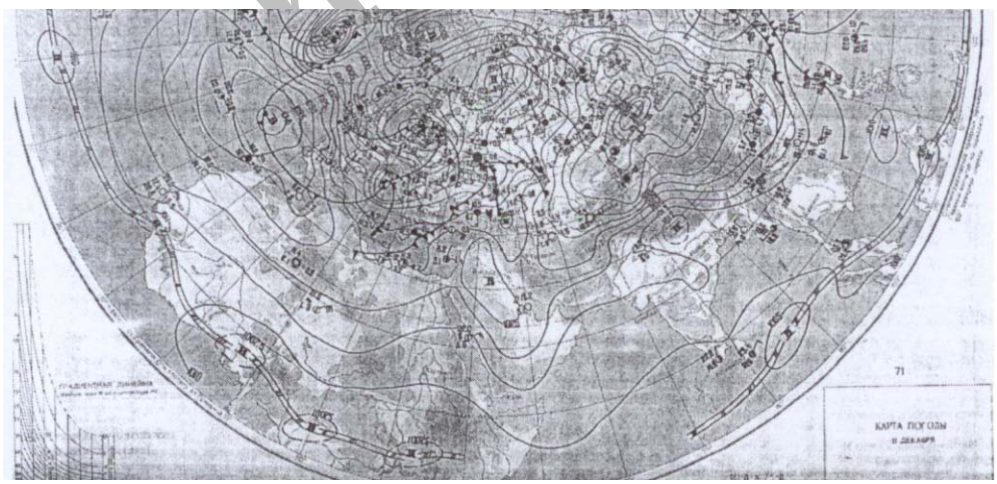
Archive of SID

www.SID.ir

آزور بر روی عربستان بسته شده است. منحنی هم ارتفاع ۱۵۲ ژئوپتانسیل دکامتر با راستای تقریباً شمالی - جنوبی از روی ترکیه وارد ایران شده و سپس با امتداد شمالغربی - جنوبشرقی تا تنگهٔ هرمز ادامه یافته و وارد دریای عمان و اقیانوس هند می‌شود. زبانهٔ جنوبی کم فشار دینامیکی مستقر بر روی اروپا از سمت شمال وارد دریای مازندران شده و تا نزدیک ساحل جنوبی آن ادامه می‌یابد. در نتیجه در این تراز بر روی ایران هوای کاملاً پایداری حاکم است. شرایط دینامیکی حاصل از فعالیت سامانه‌های فوق سبب شده است بر اثر نزول هوا در این لایه و وجود جریانات جنوبشرقی و انتقال هوای گرم از عرض های پائین، دمای هوا نسبت به لایهٔ زیرین گرم تر شود. دمای هوا بر روی ایستگاه عشق‌آباد در این تراز ۲ و کراسنودسک نیز دو درجهٔ سانتی گراد می‌باشد. در صورتی که ملاحظه شد دمای هوا در سطح زمین در این ایستگاه‌ها به ترتیب ۴/۵- و ۸/۵- درجه سانتی گراد بود.

شکل شماره (۳) سینوپتیکی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. در این تراز مرکز کم ارتفاعی با منحنی ۳۰۴ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی یزد بسته شده است و زبانهٔ آن تا شمالشرق عربستان ادامه یافته است. خط ناوه بر روی فارس و اصفهان قرار دارد. جهت جریان بر روی عشق‌آباد جنوبشرقی بر روی کراسنودسک جنوبغربی بر روی تهران جنوبغربی و بر روی باکو نیز جنوبغربی می‌باشد. به این ترتیب به دلیل پایداری نسبی هوا بر روی تهران و ادوکشن گرم از عرض های پائین بر شدت اینورژن در این لایه افزوده شده است، دمای هوا بر روی ایستگاه عشق‌آباد (۳-)، بر روی کرانسنودسک (۰/۱) و بر روی باکو (۱/۱-) درجهٔ سانتی گراد گزارش شده است که در مقایسه با شرایط سطح زمین هوای کاملاً پایداری از تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (ارتفاع حدود ۱۵۰۰ متری) تا این تراز حاکم است و اینورژن شدیدی را بر روی تهران حاکم کرده است.

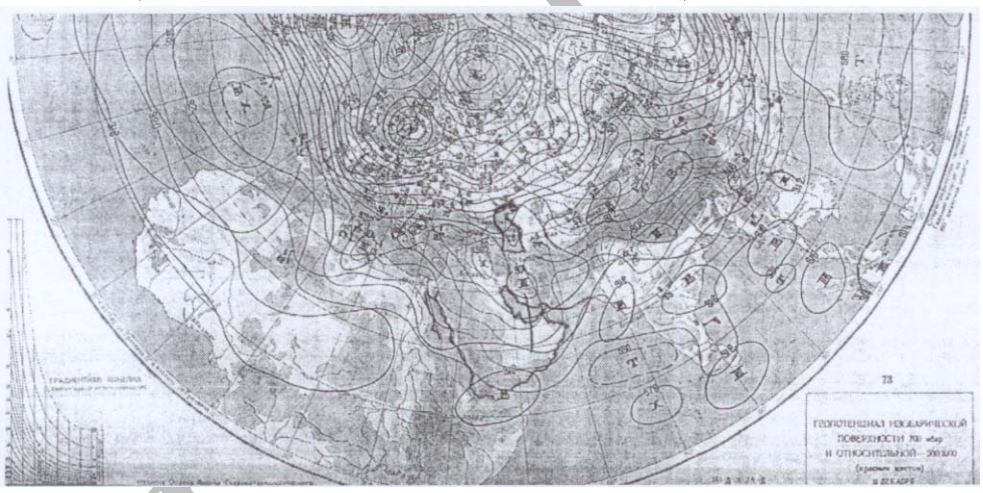
شکل ۱- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه سطح زمین در الگوی نوع A1 (یازدهم دسامبر ۱۹۸۲)



www.SID.ir

شکل ۲- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع A1 (یازدهم دسامبر ۱۹۸۲)

شکل ۳- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع A1(یازدهم دسامبر ۱۹۸۳)



الگوی نوع A2 (نهم تا یازدهم ژانویه ۸۵)

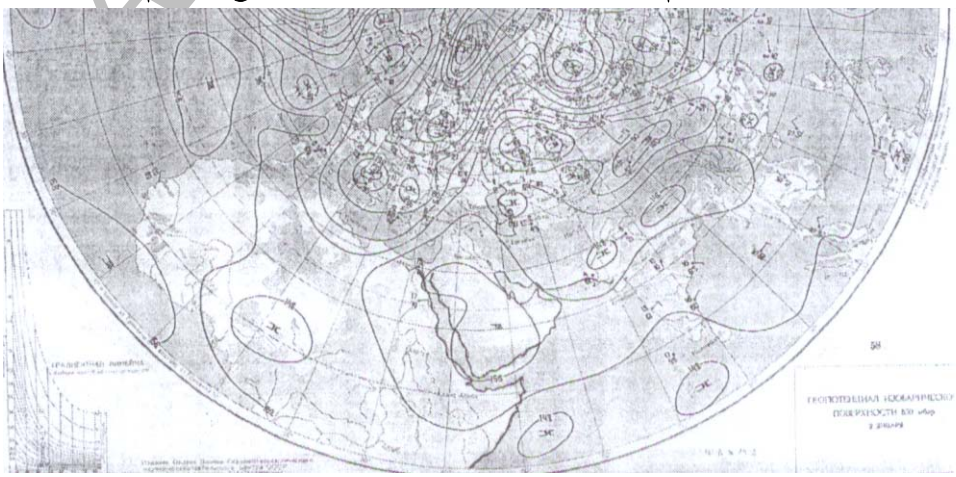
اشکال شمارهٔ (۴تا۶) شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه‌های سطح زمین و ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. بر روی نقشهٔ سطح زمین این الگو، پر فشار سیبری به صورت یک مرکز دو سلولی بر روی شمال وچین و دریاچهٔ بالخاش و بر روی طول های ۸۵ و ۷۵ درجهٔ شرقی و عرض های ۴۷ و ۵۲ درجهٔ شمالی بسته شده است که زبانهٔ آن با راستای غربی - شرقی بخش اعظم صحرای سیبری را در بر گرفته و زبانهٔ جنوبغربی آن تقریباً تمام ایران را فرا گرفته است. جهت جریانات بر روی تهران شمالشرقی بوده و دمای هوا (۱/۶-) درجهٔ سانتی گراد ثبت شده است. با توجه به مکانیسم حاکم بر منطقهٔ هوای سرد عرض های بالا از طریق جریانات شرقی و شمالشرقی بر روی شهر تهران ریزش کرده است. بر روی نقشهٔ تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بخش غربی ایران تحت تأثیر زبانهٔ سلول واچرخندی مستقر بر روی شبه جزیرهٔ

www.SID.ir

عربستان قرار دارد. سلول واچرخندی با منحنی ۱۴۸ ژئوپتاسیل دکامتر بر روی نیمه شمالی دریای مازندران بسته شده است. منحنی هم ارتفاع ۱۵۲ ژئوپتانسیل دکامتر ابتدا با امتداد جنوبغربی - شمالشرقی وارد شرق مدیترانه شده و تا شمالشرقی ترکیه ادامه یافته است. سپس به سمت شرق و جنوبشرقی تغییر مسیر داده و با راستای شمالغربی - جنوبشرقی در امتداد ضلع شرقی رشته کوه های زاگرس به تنگه هرمز می‌رسد. در نتیجه جهت جریانات بر روی تهران غرب - شمالغربی می‌باشد. به این ترتیب در این تراز نیز همرفت هوای سرد بر روی تهران حاکم است. دمای هوا در این تراز بر روی تهران (۵-) درجه سانتی گراد می‌باشد. بر روی نقشه تراز ۷۰۰ مرکز چرخندی با منحنی ۲۹۶ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی شمال دریای مازندران بسته شده است. زبانه این مرکز چرخندی با محور شمالغربی - جنوبشرقی بخش شرقی ایران را فرا گرفته است. ناوه ضخامت پشت ناوه کنتوری قرار گرفته است. زاویهٔ تقاطع بین منحنی‌های هم ضخامت و کنتور قابل ملاحظه بوده و این پدیده نشان‌دهندهٔ همرفت شدید هوای سرد بر روی شهر تهران می‌باشد. جهت جریانات بر روی تهران شمالغربی می‌باشد.

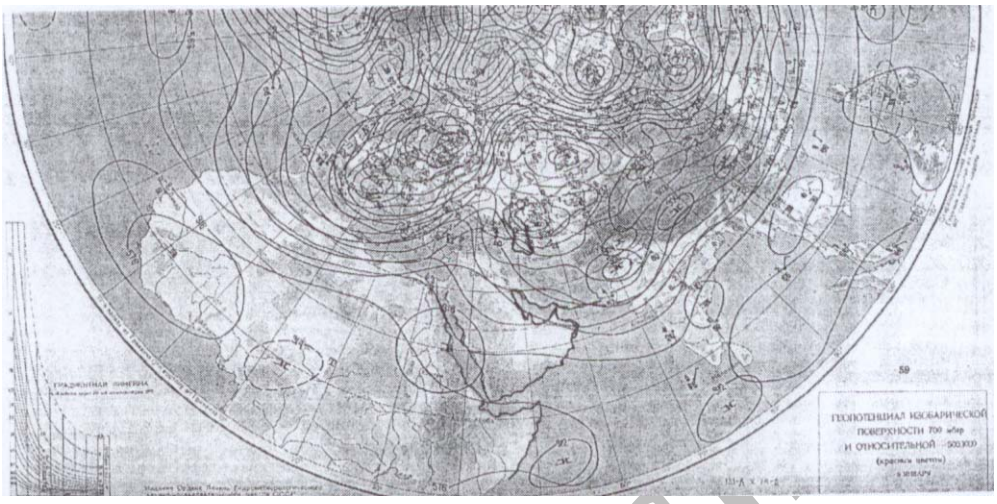
شکل ۴- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه سطح زمین در الگوی نوع A2 (نهم ژانویه ۱۹۸۵)

شکل ۵- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع A2 (نهم ژانویه ۱۹۸۵)



www.SID.ir

شکل ۶- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع A2 (نهم ژانویه ۱۹۸۵)



الگوی نوع B (شانزدهم تا هجدهم ژانویه ۱۹۸۵)

در این الگو دو سامانه نقش اساسی را در ایجاد اینورژن بر روی تهران ایفاء می‌کند. در شکل شمارهٔ (۷) الگوی سینوپتیکی حاکم در سطح زمین مشاهده می‌شود. سلول پر فشار آزور با حرکت به سمت شمال و شرق بر روی عرض ۶۰ درجه شمالی و طول ۱۵ درجه شرقی قرار گرفته است. زبانه شرقی آن با امتداد شمالغربی - جنوبشرقی بر روی اروپا، دریای سیاه و دریای مازندران نفوذ کرده است. منحنی همفشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال با راستای شمالشرقی - جنوبغربی از روی افغانستان وارد ایران شده و بر روی جنوب یزد امتداد غربی - شرقی پیدا کرده و تا ماهشهر ادامه دارد. سپس امتداد جنوبی - شمالی پیدا کرده و تا غرب تهران ادامه یافته و از آنجا امتداد شرقی - غربی پیدا کرده و پس از عبور از شمالغربی ایران وارد ترکیه می‌شود. مرکز کم فشار با فشار مرکزی ۱۰۲۰ هکتوپاسکال بر روی سمنان بسته شده است. مرکز کم فشار دینامیکی با فشار مرکزی ۹۹۰ هکتوپاسکال بر روی طول ۷۰ درجه شرقی و عرض ۷۰ درجهٔ شمالی بر روی شمال سیبری بسته شده است. با توجه به الگوی چرخشی حاکم بر این سامانه‌ها هوای سرد قطب از ضلع غربی کم فشار به درون زبانهٔ پر فشار ریزش کرده، توسط جریانات شمال - شمالغربی بر روی دریای مازندران و شمال ایران ریزش می‌کند. جهت جریان بر روی ایستگاه عشق‌آباد شمالی بوده و دمای هوا در ایستگاه دوشنبه (۱۳/۱-) و روی ایستگاه عشق‌آباد به(۲/۱-) درجهٔ سانتی گراد می رسد. به این ترتیب هوای سرد عرض های بالا توسط زبانهٔ پر فشار آزور و سامانهٔ کم فشار مستقر بر روی سمنان وارد شهر تهران می‌شود. خطّ جبهه روی جنوب استان تهران قرار دارد.

شکل شمارهٔ (۸) الگوی حاکم در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. در این تراز نیز واچرخندی زیادی با منحنی ۱۴۶ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی طول ۲۰ درجهٔ شرقی و عرض ۶۸ درجهٔ شمالی (بر روی شمال سوئد) بسته شده است. زبانه این پر فشار با امتداد شمالغربی - جنوبشرقی تا شمالغرب ایران و ترکیه نفوذ کرده است. تقریباً در همان عرض جغرافیایی (حدود ۶۹ درجه شمالی) بر روی طول ۶۵ درجهٔ شرقی (بر روی شمال سیبری) مرکز چرخندی با منحنی ۱۱۲ ژئوپتانسیل دکامتر بسته شده است. این چرخند با پنج منحنی بسته از انرژی قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. زبانهٔ این سامانهٔ کم ارتفاع تا جنوب ترکمنستان نفوذ کرده است. جهت جریانات روی دریای خزر کاملاً شمالی می‌باشد. مجموعهٔ

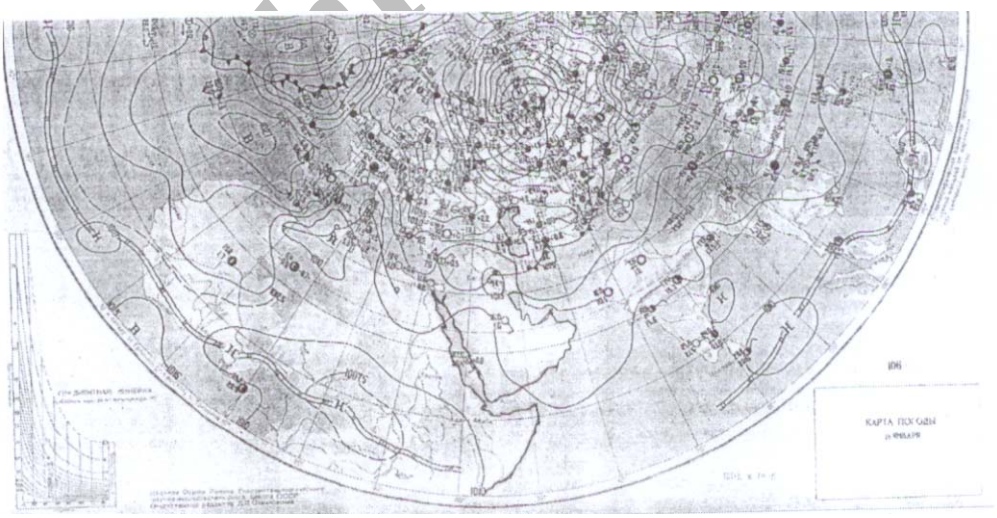
Archive of SID

www.SID.ir

این شرایط سینوپتیکی سبب شده است تا هوای سرد جنب قطبی تا شمال ایران نفوذ کرده و دمای هوا به صورت قابل ملاحظه‌ای پائین بیاید. دمای هوای ایستگاه کرانسودسک در جنوب خلیج تره بغاز (۵-) درجهٔ سانتی گراد است.

شکل شمارهٔ (۹) الگوی سینوپتیکی حاکم بر تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. در این تراز نیز مرکز واچرخندی با دو سلول بسته با منحنی ۳۱۲ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی طول ها ۳۰ و ۴۰ درجه شرقی و عرض های ۵۸ و ۶۸ درجه شمالی (بر روی جنوب لنینگراد و شمال سیبری) بسته شده است. زبانهٔ این مرکز نیز با جهت شمالغربی - جنوبشرقی تا ترکیه ادامه دارد. مرکز کم ارتفاع روی سیبری نسبت به ترازهای سطح زمین و (۸۵۰-) هکتوپاسکال در موقعیتی بالاتر (بر روی عرض ۷۱ درجهٔ شمالی و طول ۹۰ درجهٔ شرقی) با منحنی ۲۵۶ ژئوپتانسیل دکامتر بسته شده و زبانهٔ این چرخند با امتداد تقریباً شمال - جنوب و شمالشرقی - جنوبغربی تا شمال ایران نفوذ کرده است. مرکز چرخندی با منحنی ۳۰۰ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی جنوبغربی مازندران و اردبیل بسته شده و ادامهٔ زبانهٔ چرخندی روسیه در امتداد جنوبی این مرکز چرخند فرعی شرقی تا شمال خلیج فارس گسترش پیدا کرده است. هستهٔ کم ضخامت این سامانه با منحنی ۵۱۶ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی شمال دریای مازندران (طول ۵۰ درجهٔ شرقی و عرض ۴۵ درجه شمالی) بسته شده و ناوهٔ آن با امتداد شمالشرقی - جنوبغربی تا شمالغرب عربستان و مرکز مصر ادامه دارد. ناوهٔ ضخیم در پشت ناوهٔ کنتوری قرار گرفته ولی به دلیل وجود پشته کم عمق روی شرق ترکیه و شمالغرب ایران و استقرار هستهٔ کم ضخامت بر روی شمال آذربایجان، بر روی تهران جریانات سرد حاکم است. جهت جریانات روی شمال و شمالغرب ایران شمال - شمالغربی می‌باشد. دمای هوا در ایستگاه کرانسودسک در شرق مازندران (۱۲-) و ایستگاه باکوی آذربایجان (۱۰-) درجه سانتی گراد ثبت شده است.

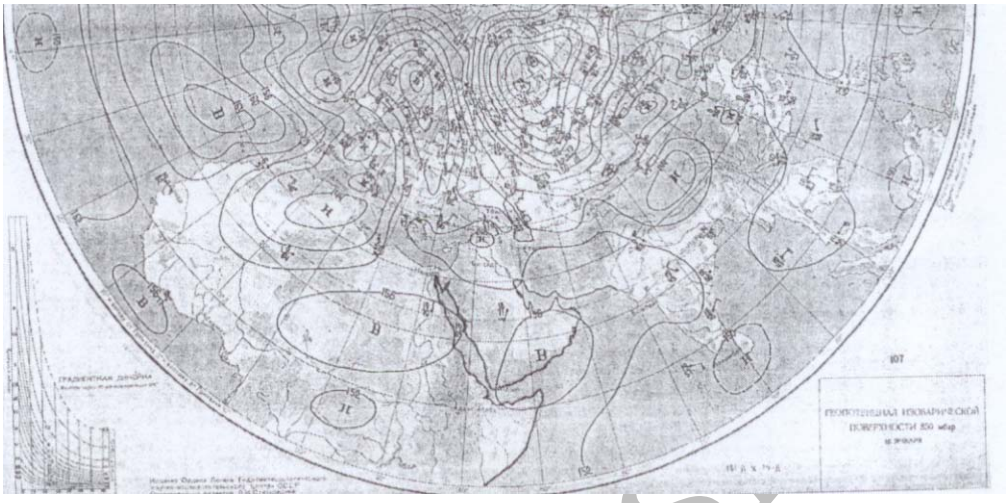
شکل ۷- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه سطح زمین در الگوی نوع B (شانزدهم ژانویه ۱۹۸۵)



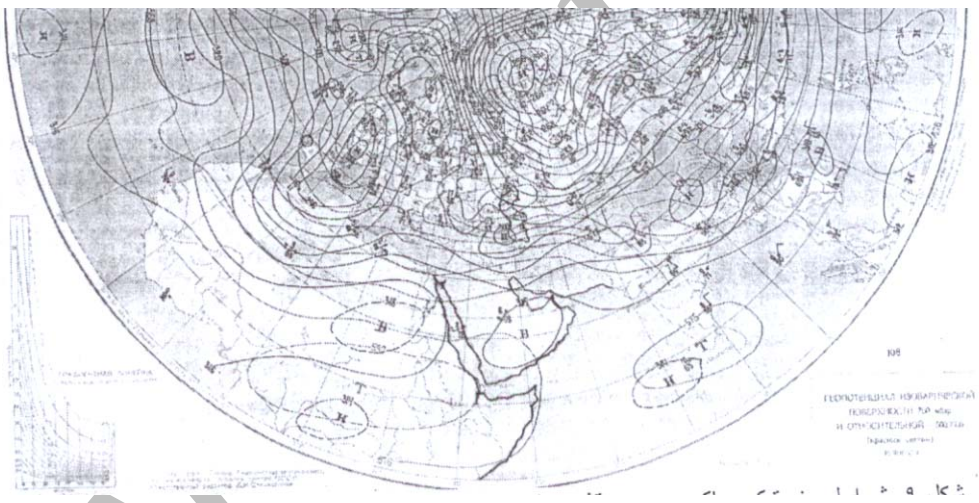
Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۸- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع B (شانزدهم ژانویه ۱۹۸۵)



شکل ۹- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع B (شانزدهم ژانویه ۱۹۸۵)



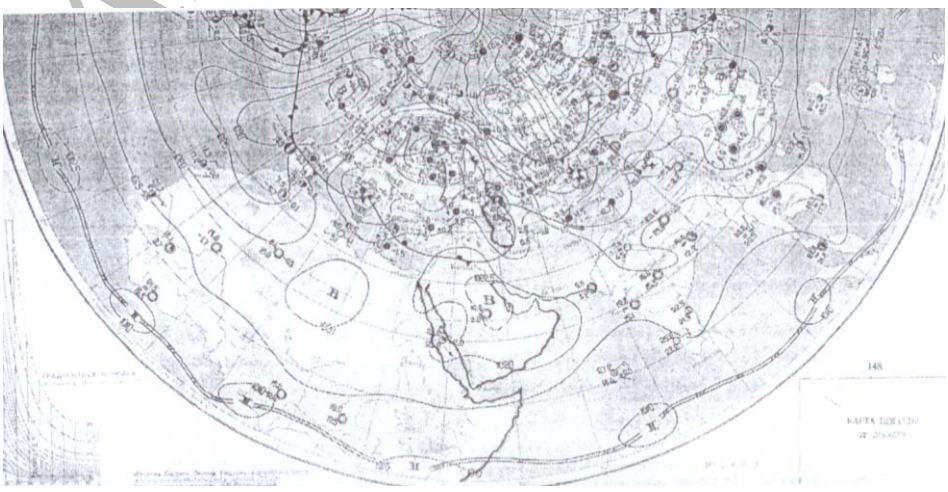
الگوی نوع C (نمونه بیستم تا سی ام دسامبر ۱۹۸۶)

در این الگو کم فشار دینامیکی شرق اروپا و سلول پر فشار عربستان در سطح زمین و ناوهٔ مرکز چرخند اروپایی در لایه‌های بالاتر نقش کنترل‌کننده‌ای را دارا می‌باشند. شکل شمارهٔ (۱۰) الگوی حاکم در نقشهٔ سطح زمین الگوی را در شدیدترین روز اینورژن نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود مرکز کم فشار دینامیکی با منحنی ۹۹۰ هکتوپاسکال بر روی طول ۳۰ درجهٔ شرقی و ۵۵ درجهٔ شمالی بر روی غرب مسکو و مرکز کم فشار دیگری در درون زبانهٔ این کم فشار با منحنی ۱۰۰۵ هکتوپاسکال بر روی شمال دریای مازندران بسته شده است. زبانهٔ جنوبی این مرکز کم فشار با منحنی ۱۰۱۵ هکتوپاسکال تا شمال ایران گسترش پیدا کرده است. منحنی هم فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال با امتداد

www.SID.ir

شمالغرب - جنوبشرق با گذر از روی شرق دریای سیاه و بعد از عبور از روی جمهوری آذربایجان و اردبیل از روی تهران نیز می گذرد و سپس با راستای غربی - شرقی تا شرق خراسان امتداد می یابد و آنگاه به سمت شمال تغییر جهت می‌دهد. جهت جریانات بر روی تهران شمالغربی بوده و هوای سرد عرض های بالاتر بر روی تهران ریزش کرده است. دمای هوا بر روی ایستگاه تهران ثبت نشده، ولی دمای هوا بر روی عشق‌آباد ۲/۶ درجه سانتی گراد گزارش شده است. با توجه به جهت جریانات دمای هوا بر روی تهران بایستی کمتر از این مقدار باشد. مرکز پر فشاری نیز با همفشار ۱۰۲۲/۵ هکتوپاسکال بر روی جنوب خلیج فارس بسته شده و زبانهٔ شمالغربی آن بخش هایی از غرب و جنوبغربی ایران را فرا گرفته است. شکل شمارهٔ (۱۱) الگوی حاکم بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. در این تراز مرکز چرخندی با منحنی ۱۲۰ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی طول ۳۰ درجهٔ شرقی و عرض ۵۷ درجهٔ شمالی (غرب مسکو) بسته شده و ناوهٔ اصلی آن با امتداد تقریباً شمالی - جنوبی بر روی غرب مدیترانه و ناوهٔ فرعی آن با امتداد شمالغربی و جنوبشرقی بر روی جنوب مازندران قرار دارد. جهت منحنی‌ها بر روی ایران امتداد مداری دارند و جهت جریان بر روی تهران تقریباً غرب - شمالغرب است. دمای کرانسودسک (۸) بر روی تهران (۱۰) و بر روی عشق‌آباد (۹) گزارش شده است. به این ترتیب هوای پایداری بر روی شمال ایران حاکم است. مرکز واچرخندی با منحنی ارتفاع ۱۸۰ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی شبه جزیرهٔ عربستان با راستای غربی - شرقی بسته شده است و بخش جنوبی ایران را در بر گرفته است. شکل شمارهٔ ۱۲ الگوی سینوپتیکی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد. در این تراز نیز مرکز چرخندی با منحنی ۲۶۴ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی طول ۲۵ درجهٔ شرقی و عرض ۵۷ درجهٔ شمالی (بر روی جمهوری استونی) بسته شده و ناوه آن با راستای تقریباً شمالی - جنوبی (نصف‌النهار ۳۰ درجه شرقی) بر روی شرق مدیترانه قرار گرفته است. ناوهٔ کنتوری و ناوهٔ حرارتی تقریباً بر هم منطبق می‌باشد. بر روی ایران کنتورها (منحنی‌های کم ارتفاع) حالت مداری پیدا کرده و پشتهٔ گرم نسبتاً عمیق سرتاسر ایران را فرا گرفته است. جهت جریانات بر روی تهران غرب و جنوبغربی بوده و به دلیل ادوکشن هوای گرم بر روی تهران در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و پایداری هوا بر شدت اینورژن افزوده است، به طوری که دمای هوا در این تراز بر روی ایستگاه عشق‌آباد صفر و بر روی کرانسودسک (۳-) گزارش شده است.

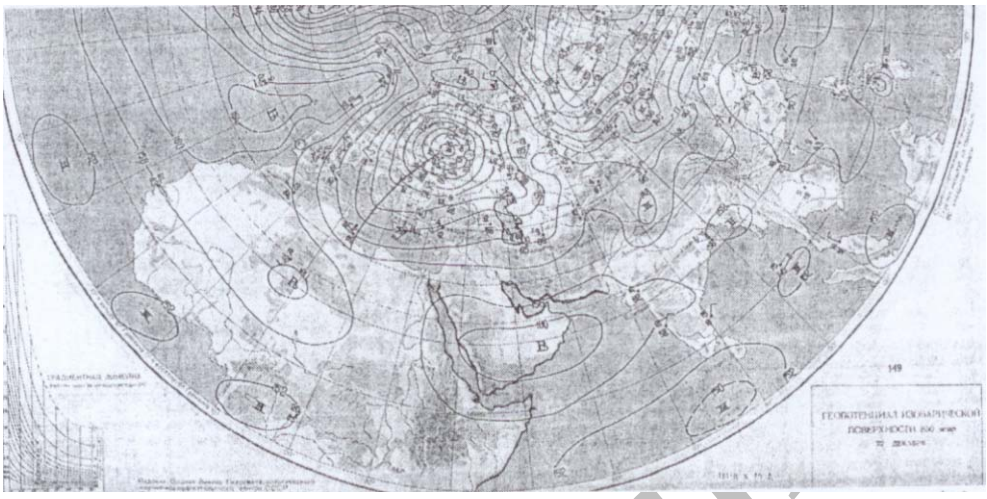
شکل ۱۰- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز سطح زمین در الگوی نوع C (شانزدهم ژانویه ۱۹۸۵)



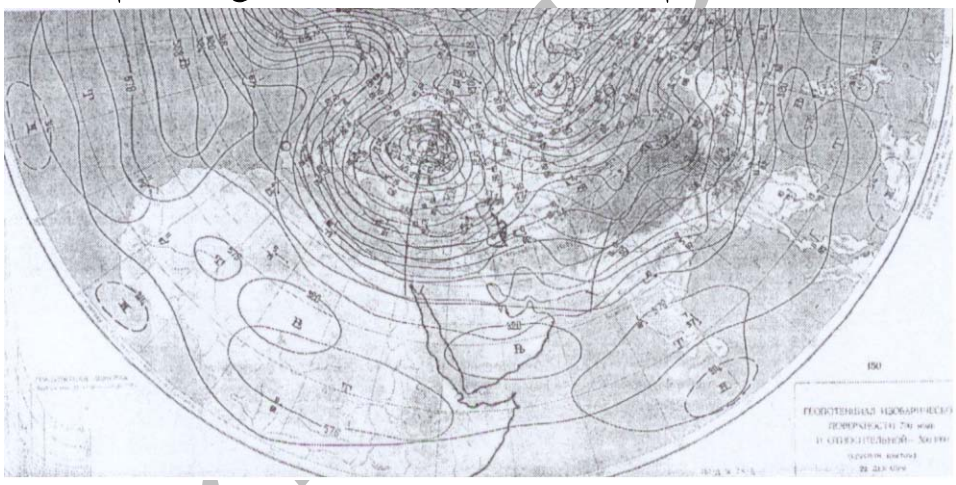
Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱۱- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع C (شانزدهم ژانویه ۱۹۸۵)



شکل ۱۲- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع C (شانزدهم ژانویه ۱۹۸۵)



الگوی نوع D (نمونه دوازدهم تا پانزدهم فوریه ۱۹۸۵)

سامانهٔ حاکم و کنترل‌کنندهٔ اصلی در این الگو در نقشهٔ سطح زمین پر فشار جنب حاره‌ای آزور و سلول پر فشار شبه جزیرهٔ عربستان می‌باشد. نقشه شماره (۱۳) موقعیت و الگوی گسترش این سامانه‌ها را بر روی نقشهٔ سطح زمین نشان می‌دهد. در این الگو پر فشار آزور در موقعیت نرمال خود قرار دارد؛ ولی زبانهٔ شرقی آن بخش شمالی صحرای آفریقا را تا ساحل غربی دریای سرخ در بر می‌گیرد. در مقابل، سلول پر فشار عربستان با راستای شمالی – جنوبی مرکز عربستان را تا شمال جمهوری آذربایجان در بر گرفته است. این پر فشار با دو منحنی بسته بخش شمالی عربستان را تا شمال آذربایجان و ساحل شرقی مدیترانه را تا دامنه‌های شرقی زاگرس در بر گرفته است. منحنی هم فشار ۱۰۱۵ هکتوپاسکال در امتداد جنوبشرقی - شمالغربی از روی عربستان تا ساحل غربی سوریه ادامه یافته و سپس با تغییر جهت به سمت شمالشرقی با عبور از غرب ترکیه تا شمال آذربایجان امتداد می‌یابد و در این منطقه به سمت شرق و سپس جنوب تغییر مسیر داده و با راستای شمالی - جنوبی در امتداد ساحل غربی مازندران و نصف‌النهار ۵۰ درجهٔ شرقی تا جنوب ایلام

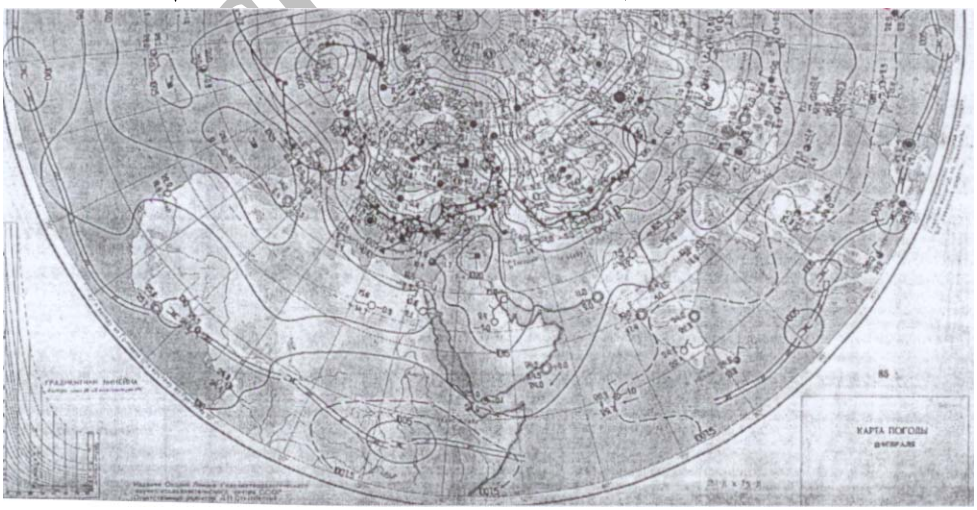
www.SID.ir

و از آنجا در امتداد زاگرس جنوبی تا تنگهٔ هرمز ادامه می‌یابد. مرکز پر فشاری نیز به منحنی ۱۰۴۰ هکتوپاسکال بر روی سلول ۷۵ درجه شرقی و عرض ۴۸ درجه شمالی (اطراف دریاچه بالخاش) بسته شده و زبانهٔ آن تا شمال خراسان امتداد یافته است. به این ترتیب تمام کشور تحت تأثیر سامانه‌های پر فشار عربستان و سیبری قرار دارند.

شکل شماره (۱۴) نقشهٔ تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در این الگو را نشان می‌دهد. در این تراز شرایط سینوپتیکی شباهت زیادی به شرایط سینوپتیکی سطح زمین دارد. زبانهٔ مرکز واچرخند آزور تا ساحل غربی دریای سرخ امتداد یافته است. دو سلول واچرخندی، یکی با هم ارتفاع ۱۵۲ ژئوپتانسیل دکامتر در ساحل شرقی شبه جزیرهٔ عربستان (بر روی عمان) و دیگری با همان ارتفاع بر روی شمال عربستان و جنوب عراق بسته شده است. زبانهٔ این مرکز تمام ایران را در بر گرفته و سپس در امتداد شمالشرقی تا شمال مغولستان ادامه دارد. منحنی کم ارتفاع ۱۵۲ ژئوپتانسیل دکامتر از روی کانال سوئز با امتداد جنوبغربی – شمالشرقی و پس از عبور از روی شمال سوریه وارد بخش شرقی ترکیه شده و آنگاه با امتداد غربی – شرقی از شمالغرب ایران گذشته، وارد جنوب مازندران شده و در امتداد ساحل شرقی دریا تغییر جهت داده و وارد استان گلستان شده و سپس تغییر مسیر داده به شمالشرقی ادامه می‌یابد. بنابراین تمام ایران تحت تأثیر هوای پایدار قرار دارد. جهت جریانات بر روی ایران غرب یا جنوبغربی است. دمای هوا با توجه به دمای ایستگاه‌های شمالی‌تر (عشق‌آباد ۱۲ و باکو ۱۴ درجه سانتی گراد بالای صفر قرار دارد. به این ترتیب هوا نسبت به سطح زمین گرم تر می‌باشد. دمای هوا در سطح زمین در ایستگاه عشق آباد ۰/۲ بوده است.

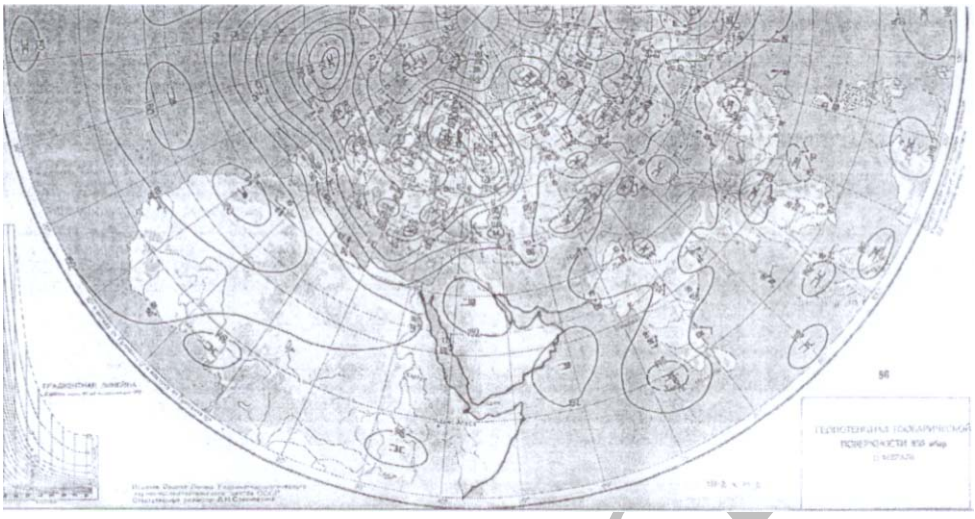
شکل شماره (۱۵) شرایط سینوپتیکی حاکم در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال این الگو را نشان می‌دهد. ناوهٔ نسبتاً عمیقی بر روی شرق مدیترانه قرار دارد. ناوهٔ کنتوری و ناوهٔ ضخامت تقریباً بر هم منطبق بوده و هستهٔ کم ضخامت در موقعیتی بالاتر از مرکز چرخندی در امتداد یک نصف‌النهار قرار دارند.

شکل ۱۳- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه سطح زمین در الگوی نوع D (پانزدهم فوریه ۱۹۸۵)

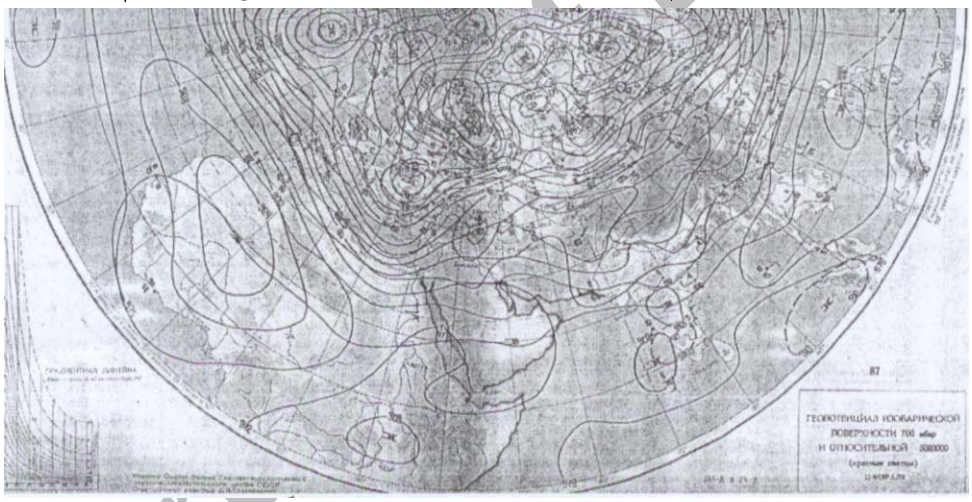


www.SID.ir

شکل ۱۴- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع D (پانزدهم فوریه ۱۹۸۵)



شکل ۱۵- شرایط سینوپتیکی حاکم بر روی نقشه تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال در الگوی نوع D (پانزدهم فوریه ۱۹۸۵)



مرکز واچرخندی با منحنی ۳۲۴ ژئوپتانسیل دکامتر برای صحرای آفریقا قرار گرفته که زبانهٔ شرقی آن تمام شبه جزیرهٔ عربستان را فرا گرفته است. پشتهٔ مرکز ارتفاع زیاد روی شبه جزیرهٔ عربستان با امتداد جنوبغربی - شمالشرقی بخش اعظم کشور ایران را به جز دامنهٔ غربی زاگرس در بر گرفته است. مرکز کم ضخامتی به بزرگی ۵۴۴ ژئوپتانسیل دکامتر بر روی آذربایجان شرقی بسته شده است ناوهٔ این مرکز کم ضخامت با راستای تقریباً شمالی - جنوبی ایران را فرا گرفته است. جهت جریان بر روی تهران غرب - جنوبغربی بوده و دمای هوا در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال بر روی ایستگاه عشق‌آباد (۴-) ثبت شده است. به این ترتیب هوای گرم و خشک بر روی تهران تغذیه می‌شود.

بنابراین ملاحظه می‌شود که از سطح زمین تا تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال شرایط کاملاً پایدار بر روی تهران حاکم بوده و به دلیل خصوصیت دینامیکی سامانه‌های حاکم بر منطقه و نزول دینامیکی هوا، اینورژن شدید و عمیق بر روی تهران حاکم است. همان طور که ملاحظه شد، دمای هوا بر روی ایستگاه عشق‌آباد به عنوان تنها ایستگاه شاهد بر مناطق

www.SID.ir

در سطح زمین ۰/۲، بر روی تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال (۱/۲-) و بر روی تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (۳-) درجهٔ سانتی گراد ثبت شده است. به این ترتیب گرادیان قائم دما بر روی منطقه به حدود یک درجهٔ سانتی گراد در هر ۱۰۰۰ متر بالغ می‌شود و بیانگر اینورژن شدید حاکم بر منطقه است.

نتیجه گیری

خصوصیات توپوگرافی و رشد بدون ضابطهٔ شهر تهران در چند دههٔ اخیر از یک طرف و موقعیت جغرافیایی آن نسبت به تغییرات زمانی و مکانی گردش عمومی جو سبب شده است تا مسئله آلودگی هوا در سال های اخیر به عنوان یک معضل اجتماعی - سیاسی و زیست محیطی توجه مردم و کارگزاران را به خود معطوف داشته و باعث نگرانی مردم شود. ولی همانند بسیاری از مسائل دیگر، این پدیده در مواقع شدت یافتن آلودگی مورد توجه قرار گرفته و بعد از سپری شدن آن به دست فراموشی سپرده می‌شود. در صورتی که مشکل آلودگی در تهران روز به روز به شرایط بحرانی نزدیک تر شده و نظر به این که امکان تغییر در بسیاری از عوامل و عناصر (رشد جمعیت، مهاجرت، گسترش شهر، افزایش منابع آلوده‌کننده، توپوگرافی و ...) وجود ندارد، بایستی با پیش‌بینی احتمال وقوع اینورژن و آلودگی اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از شدت آلودگی قبل از رسیدن به بحران انجام دهیم. همان طور که ملاحظه شد پایداری‌های خیلی شدید که منجر به اینورژن‌های خیلی شدید بر روی تهران می‌شوند از چهار الگوی سینوپتیکی پیروی می‌کنند. اکثر این اینورژن‌ها در دوران سرد سال، خصوصاً ماه های دسامبر تا فوریه رخ می‌دهند. مشخّصه عمومی هر یک از الگوهای چهارگانه به شرح زیر می‌باشد.

۱- در الگوی نوع A کنترل‌کنندهٔ اصلی در نقشهٔ سطح زمین پر فشار سیبری می‌باشد؛ ولی به دلیل تفاوت در شرایط ایجاد شده در لایه‌های بالاتر به دو الگوی (۱و ۲) A تقسیم شده است. در الگوی نوع A1 با گسترش زبانه پر فشار سیبری بر روی ایران هوای سرد در سطح زمین بر روی تهران ریزش می‌کند. با گسترش زبانهٔ مرکز واچرخندی روی سیبری در ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال بر روی ایران و انتقال هوای گرم بر روی تهران در ترازهای فوق و نزول دینامیکی هوا اینورژن شدیدی بر روی منطقه ایجاد شده به طوری که دمای هوا در ترازهای ۸۵۰ تا ۷۰۰ تقریباً ثابت باقی مانده است. در الگوی نوع A2 با گسترش زبانهٔ پر فشار سیبری بر روی ایران، هوای سرد در سطح زمین بر روی تهران ریزش کرده و دمای هوا را کاهش داده است؛ ولی به دلیل وجود یک مرکز چرخندی بر روی شمالشرق دریای مازندران، تهران در منطقهٔ و اگرائی ناوه حاصل از این مرکز چرخندی بوده و با غلبهٔ جریانات شمالغربی و ریزش هوای سرد پشت ناوه از سطح زمین تا ۷۰۰ هکتوپاسکال هوای سرد بر روی تهران استقرار پیدا کرده و به دلیل پایداری و سکون نسبی بر شدت آلودگی افزوده شده است.

۲- در الگوی نوع B مرکز پر فشار آزور به عرض های بالاتر انتقال پیدا کرده و بعد از استقرار بر روی شمال اروپا زبانهٔ آن امتداد شمالغربی - جنوبشرقی پیدا کرده، به طوری که زبانهٔ جنوبی آن تا شمال دریای مازندران ادامه یافته و با زبانه پر فشار سیبری بر روی دریای مازندران ادغام شده است. با غلبهٔ جریانات شمالی بر روی شمال ایران و شهرهای تهران، هوای سرد عرض های بالا بر روی تهران ریزش کرده و دمای هوا را به زیر نقطهٔ انجماد پائین آورده

Archive of SID

www.SID.ir

است. وجود یک ناوهٔ عمیق در جلوی پر فشار آزور در ترازهای بالاتر سبب ادامه ریزش هوای سرد بر روی تهران شده و با استقرار یک مرکز چرخندی فرعی بر روی جنوب جمهوری آذربایجان و هستهٔ کم ضخامتی بر روی شمال آن، جریان هوای سرد را تا تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال (حدود ۳۰۰۰ متری) تداوم بخشیده است. به این ترتیب با استقرار یک جبهه هوای سرد بر روی تهران و پایداری حاصل از آن، آلودگی‌ها را تشدید کرده است.

۳- در الگوی نوع C کنترل‌کنندهٔ اصلی در سطح زمین، مرکز کم فشار دینامیکی اروپا و سلول پر فشار عربستان می‌باشد. در سطح زمین این الگو هوای سرد عرض های بالاتر از زبانهٔ جنوبی مرکز کم فشار دینامیکی شرق اروپا بر روی شمال ایران ریزش کرده و دمای هوا را تا نزدیک نقطهٔ انجماد پائین آورده، در صورتی که ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال به دلیل مداری شدن کنتورها و ایجاد یک پشتهٔ عمیق بر روی ایران به دلیل گسترش سلول پر فشار عربستان به عرض بالاتر و وجود یک زبانه با ضخامت زیاد بر روی ایران که از خلیج فارس تا شمال جمهوری آذربایجان ادامه می‌یابد، این شرایط باعث انتقال هوای گرم بر روی تهران شده و به دلیل پایداری حاصل از پشتهٔ روی ایران، اینورژن شدیدی بر روی تهران ایجاد شده است.

۴- در الگوی نوع D کنترل‌کنندهٔ اصلی در نقشهٔ سطح زمین، پر فشار عربستان و آزور می‌باشد. در نقشهٔ سطح زمین پر فشار آزور بر روی شرق آزور بسته شده ولی زبانهٔ آن در امتداد صحرای آفریقا تا ساحل شرقی دریای سرخ ادامه یافته است. در مقابل، سلول پر فشار عربستان با امتداد شمالی - جنوبی محدودهٔ ریاض تا شمال جمهوری آذربایجان را در بر می‌گیرد. ضلع شرقی این سلول از غرب تهران عبور می‌کند؛ در نتیجه جهت جریانات بر روی غرب ایران شمالی شده و به دلیل قرار گرفتن کم فشار شرق اروپا در شمال این سلول هوای سرد جنب قطبی را بر روی ایران منتقل کرده است. در ترازهای بالا تر، ایران تحت تأثیر یک پشتهٔ کاملاً عمیق با امتداد جنوبغربی - شمالشرقی که تا شمال ترکمنستان ادامه دارد، قرار گرفته است. به دلیل پایداری شدید و انتقال هوای گرم عرض پائین بر روی هوای سرد زیرین و نزول دینامیکی هوا، اینورژن را شدت بخشیده است.

به این ترتیب در الگوهای نوع A، C، D به دلیل استقرار یک پشتهٔ عمیق در ترازهای ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکال و پایداری دینامیکی حاصل از آن و انتقال هوای گرم عرض های پائین بر روی هوای سرد سطح زمین باعث ایجاد اینورژن‌های خیلی شدید گردیده است؛ ولی در الگوهای نوع الف A2 و B ریزش های سرد در سطح زمین به وسیله یکی از سامانه‌های پر فشار و قرار گرفتن پشت ناوه بر روی تهران و انتقال هوای سرد عرض های بالاتر بر روی آن تا تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال و بیشتر پایداری شدید را بر روی تهران ایجاد کرده است.

منابع و مأخذ:

۱- سلطانی‌نژاد، عبدالعظیم (۱۳۷۶)، اثرات زیست محیطی گازهای آلاینده ناشی از وسائط نقلیه موتوری (با تکیه بر هوای تهران بزرگ). فصلنامه علمی سازمان حفاظت محیط زیست: شماره چهارم.

۲- مهندسی محیط زیست (۱۳۷۱)، مرکز انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- دلجو، امیرهوشنگ (۱۳۷۹)، مطالعه و بررسی وارونگی دما و ناپایداری بر روی آلودگی هوای شهر تهران، پایان‌نامه، دانشگاه آزاد اسلامی.

۴- مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران. (۱۳۷۸)، طرح تحقیقاتی دهلیزهای هوایی شهر تهران.

۵- عسکری، حسین (۱۳۴۸)، تأثیر شهرهای بزرگ بر روی آب و هوای خود نشریه هواشناسی کشور.

۶- محسنی، ذات‌اللّه (۱۳۶۶)، تأثیر عوامل جوی بر آلودگی هوای تهران، پایان‌نامه، دانشکده ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

۷- یونسیان، مسعود (۱۳۷۸)، بررسی آلودگی هوا و ابتلا و مرگ و میر ناشی از آن در سالهای ۷۸- ۱۳۷۷. رساله دکتری. دانشگاه تهران.

۸- یونسیان، م. ملک افضلی، ح. هلاکویی، ک. (۱۳۸۱)، بررسی را به آلودگی هوا با مرگ و میر افراد مسن‌تر از ۶۴ سال در شهر تهران طی سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ اولین کنگره ملی اپیدومیولوژی. بوشهر.

۹- انصافی مقدم، طاهره (۱۳۷۲)، بررسی آلودگی هوای تهران در رابطه با پایداری و وارونگی دمای جو (اینورژن). پایان‌نامه. دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰- نافع، علی‌اکبر (۱۳۸۰)، آلودگی هوا و ارتباط آن با هواشناسی. همایش آلودگی.

۱۱- نعمت، ژینوس (۱۳۴۸)، هواشناسی و آلودگی هوای شهر. نشریه هواشناسی کشور.

۱۲- شرکت کنترل کیفیت هوای تهران. ۱۳۸۰.

۱۳- هدایت، پریسا (۱۳۸۱)، بررسی سینوپتیکی اینورژن‌های شهر تهران و نقش آن بر روی آلودگی هوا و بیماران قلبی و ریوی. پایان‌نامه. دانشگاه شهید بهشتی.

۱۴- سازمان هواشناسی کشور. اطلس‌های سینوپتیکی روسیه. سالهای ۱۹۸۵-۱۹۷۷.

15- Hall JV; Kleinman LR et al; (1999) Assessment of the health benefits of improving air quality in Houston ; Texas. Final report (Sonoma technology; Inc); Houston.

16- Lisella; (2001) What is a temperature inversion and does it affect air quality? Puget sound Clean Air Agency.

17- Kalkstein; L. S; and K. M. Valmont; (1987) Climate effects on human health: E. P. A. science and advisory committee monograph No. 25389/12252. Washington; D.C: US. environmental protection Agency,.

18- Glenn. R. Mcgregor: (1990) Winter ischemic heart disease death in Birminghom; united kingdomclimatological analysis: climate research.

Archive of SID

www.SID.ir