

طبقه بندی همدیدی فضایی توده های هوای مؤثر بر یخبندانهای بهاره شمال خراسان

حسن لشکری^۱ و فاطمه ربانی^۲

چکیده

در تحقیق حاضر برای شناسایی و طبقه بندی توده های هوای مؤثر بر یخبندانهای بهاره شمال خراسان، از روش طبقه بندی همدیدی فضایی (SSC) استفاده شده است. این روش توده های هوا را براساس منشاء و تعدیل آنها در مسیر حرکت، به شش گروه طبقه بندی می کند که توده هواهای قطبی خشک، قطبی مرطوب، حاره ای خشک، معتدل خشک، معتدل مرطوب و حاره ای مرطوب را شامل می گردد.

در این بررسی، یک دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۰۴-۱۹۸۵) برای ۷ ایستگاه سینوپتیک مورد ارزیابی قرار گرفته و سپس، روزهای همراه با یخبندانهای فرارفتی در منطقه طی ماههای مارس، آوریل و می متمایز گردیده است. به منظور طبقه بندی توده های هوا، متغیرهای دمای حداقل مطلق، دامنه دمای شبانه روز، بارش روزانه، دمای پتانسیل خشک، دمای پتانسیل تر، فشار Qff، Qfe، نقطه شبنم و کمبود اشباع طی ساعت 00UTC برای هر یک از ایستگاهها در محاسبات منظور و نقشه های سطوح فشار سطح دریا ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ تهیه شده اند. در این پژوهش، با استفاده از روش خوشه بندی چند هسته ای، سه نوع توده هوا

^۱. دانشیار گروه جغرافیا- دانشگاه شهید بهشتی

^۲. کارشناس ارشد اقلیم شناسی

شناسایی و منشأ یابی شده اند؛ این توده های هوا شامل توده هوای قطبی خشک، سبیری و مرطوب قطبی هستند.

واژگان کلیدی: یخبندانهای بهاره؛ طبقه بندی همدیدی فضایی؛ توده های هوا؛ روش خوشه بندی چند هسته ای.

مقدمه

توده هوا حجم بزرگی از هواست که از نظر توزیع افقی عناصر آب و هوایی مانند دما، رطوبت و غیره از تجانس نسبی برخوردار است. برای این که چنین حجم بزرگی از هوا، این یکنواختی را حاصل کند، باید مدت زیادی در منطقه ای وسیع و متجانس باقی بماند. به عبارت دیگر، شرایط اقلیمی هر منطقه به واسطه اثرات تجمعی توده های هوایی که از آن ناحیه عبور کرده است، تعیین می شود. بنابراین، یکی از گامهای اولیه در راه شناخت آب و هوای یک منطقه، شناسایی توده های هوای مؤثر بر آن است. مطالعه توده های هوا چه از نظر پیش بینی وضعیت هوا و چه از نظر آگاهی از شرایط و ویژگیهای آب و هوایی اهمیت دارد.

مهمترین هدف اقلیم شناسی گروه بندی منطقی سامانه های جوی و توده های هوا، هم از نظر مکانی و هم از نظر زمانی، است. براین اساس، علم اقلیم شناسی همدیدی نقشی اساسی بر عهده دارد. پژوهش اقلیم شناسی همدیدی بر پایه روشی که پژوهشگر برای تشخیص و بررسی گروههای سینوپتیکی انتخاب می کند، به دو روش الگوهای فشار و توده های هوا تقسیم می شود. هدف عمومی هریک از روشهای اقلیم شناسی سینوپتیک، ترکیب عناصر جوی به گروههایی است که بیان کننده وضعیت جوی با مقیاس سینوپتیکی در هر لحظه است. نتایج این طبقه بندیها می تواند برای تحلیل پدیده های محیطی (خشکسالی، ترسالی، سرمازدگی و ...) که تغییرات آنها به حالت های مختلف جو و فراوانی و ویژگیهای توده های هوا بستگی دارد، مربوط شود. ویژگیهای توده های هوا در فصول مختلف و در مکانهای مختلف تفاوت می کند. بنابراین، بهتر است ویژگیهای توده های هوا را بر اساس محل تشکیل آنها طبقه بندی نمود. امروزه، با استفاده از روشهای آماری چند متغیره، طبقه بندیهای دقیق تری انجام می شود.

طرح مساله

کشور ایران به علت پانزده درجه اختلاف عرض جغرافیایی که بین جنوبی ترین و شمالی ترین نقطه آن وجود دارد و همچنین به علت چین خوردگیها و پستی و بلندیهای زیادی که در سطح آن به چشم می خورد و نیز توده های هوایی که از سرزمینهای مختلف سرچشمه گرفته و بر نجد ایران به یکدیگر برخورد می کنند، دارای تغییرات فصلی دمایی قابل ملاحظه ای است. یکی از اشکال تغییرات دما، افت زیاد دما تا نقطه انجماد و یا زیر نقطه انجماد است که به آن یخبندان می گویند. یخبندان حالتی است که کلیه موجودات زنده بلافاصله نسبت به آن حساس بوده و در واقع میتوان گفت، این شرایط که خود محصول تراز تشعشعی خورشید و بودجه انرژی زمین است، حالت عطفی در نحوه رشد موجودات محسوب می گردد. یخبندانهای زودرس و دیررس از جمله بلایای طبیعی است که همه ساله خسارتهای غیرقابل جبرانی به کشاورزی و اقتصاد کشور وارد می کند. بر اثر چند لحظه برودت هوا در یک ناحیه ممکن است محصولات درختی، سبزیها، انواع صیفی و سایر محصولات نابود شوند.

سرماهای ناگهانی به عللی رخ می دهند که نفوذ سیستمهای جوی به داخل منطقه یکی از آنهاست. جابجایی توده های هوا در مقیاس بزرگ و وارد شدن هوایی که دمای آن کمتر از آن است به منطقه ای که قبلاً هوای آن گرم بوده است، منجر به حدوث یخبندانهای فرارفتی می گردد. به عبارت دیگر، یخبندان انتقالی یا فرارفتی شامل عبور یک جبهه هوای سرد از بالای یک منطقه، با درجه حرارت بسیار پایین یا زیر درجه حرارت بحرانی که برای محصول خاصی در آن منطقه وجود دارد.

یکی از علائم مشخصه یخبندان انتقالی، وجود باد شدید و سرد در منطقه است. در چنین شرایطی نباتات حرارت خود را به هوای سرد داده و به سرعت افت درجه حرارت پیدا می کنند، به طوری که حتی ممکن است حرارتهای تشعشعی نیز در چنین حالتی کارساز و مفید واقع نشوند. به عبارت دیگر، تحت شرایط یخبندان انتقالی، فعل و انفعالات تشعشعی نیز نمی تواند در کاهش اثرات زیان بار سرما و جلوگیری از شدت یخبندان مؤثر واقع شود. مطالعات سرمازدگی محصولات کشاورزی در استان خراسان نشان می دهد، در اکثر نواحی زیر کشت این استان، خسارات ناشی از سرمازدگی به محصولات باغی نظیر سیب، گلابی، پسته، بادام، انگور و غیره به علت وقوع سرماهای دیررس بهاره و ریزش جریان هوای سرد به این استان است.

روش پژوهش

در این بحث به منظور شناسایی و طبقه بندی توده های هوای مؤثر بر یخبندان بهار شمال خراسان، از روش طبقه بندی همدیدی فضایی (SSC)^۱ استفاده شده است. این روش توده های هوا را براساس منشاء و تعدیل آنها در مسیر حرکت به شش گروه طبقه بندی میکند که شامل توده هوا قطبی خشک ۲Dp، قطبی مرطوب ۳Mp، حاره ای خشک ۴Dt، معتدل خشک ۵Dm، معتدل مرطوب ۶Mm و حاره ای مرطوب ۷Mt است. روش طبقه بندی همدیدی فضایی به شناسایی اولیه توده های هوا، همچنین ویژگیهای هوا شناختی آنها نیاز دارد. مراحل محاسبات روش طبقه بندی همدیدی فضایی به شرح زیر است:

۱- ابتدا، جهت طبقه بندی توده های هوا به روش آماری چند متغیره دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۰۴-۱۹۸۵) مدنظر قرار گرفت. ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه شامل ۷ ایستگاه بجنورد، مشهد، قوچان، نیشابور، گلکان، تربت حیدریه و سرخس است.

۲- فایل روزهای همراه با یخبندان فرارفتی یا انتقالی در طول فصل بهار طی دوره آماری مورد مطالعه تشکیل گردید. تعداد این روزها شامل ۲۲۵ روز است. به دلیل شروع فصل گرما و عدم وجود یخبندانهای فرارفتی در اواخر فصل بهار، ماه می حذف شد.

۳- در مرحله بعد، برای هر یک از روزها آمار روزانه میانگین دمای حداقل مطلق، دمای روزانه، دمای حداکثر مطلق، بارش، دمای خشک، دمای تر، Qfe، Qff و نقطه شبنم برای ساعت 00Utc از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی تهیه و استخراج گردید.

۴- براساس آمار روزانه استخراج شده جهت بررسی ویژگیهای منطقه ای توده های هوا، برای هریک از روزها دمای پتانسیل خشک، دمای پتانسیل تر، کمبود اشباع و دامنه دمای شبانه روزی محاسبه شد.

۵- روزهای مشترک همراه با یخبندان فرارفتی بین ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه تعیین گردید. تعداد روزهای مشترک حدود ۳۹ روز بود.

¹ Spatial Synoptic Classification

² - Dry polar

³ - Moist polar

⁴ - Dry tropical

⁵ - Dry moderate

⁶ - Moist moderate

⁷ - Moist tropical

۶- با استفاد از روش آماری K-Means برای هر یک از ایستگاهها طبقه بندی در ۳ گروه صورت پذیرفت.

۷- نقشه های سطوح فشار دریا ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ برای ساعت 00UTC در هر روز تهیه گردید.

۸- با توجه به طبقه بندی انجام شده در هر ایستگاه و آمار استخراج شده و نقشه های سطوح ذکر شده، منشأ توده های هوا در هر یک از ایستگاهها مشخص گردید.

محاسبه ویژگی های منطقه ای توده های هوا

هر توده هوا دارای ویژگیهای خاصی است و چنانچه منطقه ای از توپوگرافی همگنی برخوردار باشد، ویژگیهای گرمایی و رطوبتی توده هوا یکسان بوده، گرادیان گرمایی و رطوبتی شدیدی در آن وجود ندارد. در صورتی که منطقه از توپوگرافی متفاوتی برخوردار باشد، دما، رطوبت و سایر ویژگیهای توده هوا تغییر پذیری شدیدی خواهد داشت. بنابراین، به منظور شناسایی توده های هوا، لازم است که از فراسنج های پایستار مانند دمای پتانسیل خشک و دمای پتانسیل تر استفاده گردد. در واقع، با محاسبه این پارامترها توده های هوا به یک تراز استاندارد (۱۰۰۰ هکتوپاسکال) آورده می شود. به عبارت دیگر، محاسبه این فراسنج ها در یک منطقه نا همگن گویای ویژگیهای توده های هوای مؤثر بر منطقه است. به این منظور، در این تحقیق این فراسنج ها برای هر یک از روزهای همراه با یخبندان فرارفتی در طی سالهای مورد مطالعه محاسبه گردید.

دمای پتانسیل خشک

این کمیت مقدار دمای است که یک توده هوا باید داشته باشد، در حالی که به طور بی درو خشک به هزار میلی بار برده شود و از رابطه زیر حاصل می شود:

$$\theta = T \left[\frac{1000}{P} K \right] \quad K = 0.286$$

P و T فشار و دمای اولیه آن نمونه هواست.

دمای θ دمای پتانسیل خوانده می شود. این دما را می توان برابر تشخیص دادن یک نمونه هوا به هنگام حرکتش در جو به کار برد.

دمای پتانسیل تر

دمای پتانسیل تر دمایی است که اگر نمونه هوا با دمای تر از طریق فرایند بی درو اشباع به فشار ۱۰۰۰ میلی بار برده شود، حاصل خواهد کرد.

$$\theta_{sw} = T_w \left[\frac{1000}{P} \right]^k$$

دمای پتانسیل تر از شاخصهای مهم شناسایی توده هوا بوده، در خلال فرایند های تبخیر یا میعان تک فشار بی درو وار و انبساط بی درو اشباع پایستار است.

روش تحلیل خوشه ای^۱

محققان در این گونه مطالعات، در اغلب موارد، به تقسیم بندی متغیرها در داخل گروههای همانند برای شناسایی خواص فیزیکی و ابعاد آنها نیاز دارند. تحلیل خوشه بندی یکی از روشهای چند متغیره است که می تواند برای دسته بندی داده ها مورد استفاده قرار گیرد. در واقع، این تحلیل ابزاری است برای توصیف داده ها و مشخص نمودن ساختار داده ها. هدف اصلی روش خوشه بندی، ایجاد گروهها و طبقاتی است که تنوع و تفرق درون گروهی آنها کمتر از تفرق و پراکنش بین گروهی باشد. به کارگیری روش تحلیل خوشه ای^۲ از جمله مباحث آمار چند متغیره است که در طبقه بندی متغیر های آب و هوایی و گروه بندی روزهای همانند از لحاظ شرایط هواشناسی برای تفکیک توده های هوا و یا شرایط وضعیت های جوی ویژه استفاده شده است، به طوری که با به حداقل رساندن تشابهات بین گروهها و به حداکثر رساندن همانندی در داخل هر گروه، سری داده ها با حجم زیاد به گروههای کوچک تقسیم شود.

در ایران در زمینه شناخت توده های هوا مطالعات گسترده ای صورت نگرفته و مقالات و پایان نامه های اندکی در این رابطه ارائه شده است. طبقه بندیهای توده های هوا بیشتر بر پایه روشهای سینوپتیکی استوار و از روشهای آماری چند متغیره به ندرت استفاده شده است. صفائیان و همکاران (۱۳۴۳) اولین افرادی بودند که در سطح کشور به بررسی توده های هوای

^۱ - Clustering

^۲ - Cluster analysis

خاورمیانه پرداختند. آنها با استفاده از نقشه های همدیدی توده های هوا و توزیع فشار ژانویه ۶۴-۱۹۶۳ نیمکره شمالی و جریانات عمومی جو را بررسی کردند.

روشها و الگوریتم های خوشه بندی مختلفی برای طبقه بندی مشاهدات و یا روزهایی که از نظر آب و هواشناسی همگن هستند، وجود دارد. سه روش که بیشترین کارایی را دارند عبارتند از:

الف- روش خوشه بندی سلسله مراتب تجمعی^۱

ب- روش تحلیل ممیزی^۲

ج- روش خوشه بندی چند هسته ای.

این روش برای گروه بندی همگن مشاهدات، هنگامی که تعداد گروهها از قبل معین است، به کار می رود و مقادیر اولیه را برای نشان دادن شرایط میانگین هر توده هوا انتخاب می کند، سپس سایر روزها به نزدیکترین خوشه (گروه) براساس فاصله آن از مقادیر میانگین تعیین می شود. این فرایند تکرار شده و میانگین روزهای انتخابی جدید همراه با به روز کردن عضویت گروه مؤثر محاسبه می شود. این روش بعد از تکراری که هیچ آرایش جدیدی را ایجاد نکند، پایان می یابد. بنابراین، در روش SSC وقتی که توده های هوا از قبل مشخص شده باشد؛ روش K-Means یک روش مناسب و معتبری برای گروه بندی روزهاست.

در این پژوهش به دلیل مشخص بودن توده های هوا جهت طبقه بندی توده های هوا از روش K-Means استفاده گردید. جداول شماره (۱-۱) الی (۶-۱) ویژگیهای اقلیمی توده های هوا مؤثر در حدوث یخبندانهای فرارفتی در هر یک از ایستگاههای مورد مطالعه برای ماههای مارس و آوریل را نشان می دهد. پس از اعمال روشهای آماری نتایج نهایی محاسبات به صورت میانگین ویژگیهای فراسنج های توده های هوا طی دوره آماری ۱۹۸۵-۲۰۰۴ برای ایستگاههای مورد مطالعه محاسبه گردید.

همان طور که در جداول (۱-۱) الی (۶-۱) ملاحظه می شود، در ماه مارس، توده هوای سرد و خشک قطبی در اکثر ایستگاهها با پائین ترین دمای حداقل و دمای نقطه شبنم و دمای روزانه را داراست. همچنین اختلاف بین دمای حداکثر و دمای حداقل و میانگین دمای پتانسیل خشک و تر این توده هوا نسبت به سایر توده های هوا کمتر است. مؤلفه باد توده هوای قطبی

¹ - Hierarchical Cluster Analysis

² - Discriminate analysis

شمال شرقی و شرقی است. اثر این توده هوا در ایستگاههای بجنورد، قوچان و گلکمان قابل مشاهده و تعداد دفعات آن در ایستگاههای بجنورد و گلکمان بیش از سایر ایستگاهها است. توده هوای سرد و خشک سیبری نیز دمای حداقل و دمای نقطه شبنم پائینی را داراست، با این تفاوت که دامنه دمای شبانه روز در این توده هوا نسبت به توده هوای سرد قطبی و دمای روزانه آن بیشتر است. جهت بادها در این توده هوا شرقی و شمال شرقی است. اثر این توده هوا در تمامی ایستگاههای مورد مطالعه منطقه مشاهده و تعداد آن در نیشابور و بجنورد و مشهد بیش سایر ایستگاههاست.

توده هوای مرطوب قطبی نیز همانند توده های هوای قبلی دارای دمای حداقل، دمای نقطه شبنم، دمای روزانه بسیار کمی است. مؤلفه باد در این توده هوا نیز شرقی است. این توده هوا نسبت به هوای سرد قطبی از دما و بارش بیشتری برخوردار است. اثر این توده هوا در تمامی ایستگاههای منطقه قابل ملاحظه است. برای تفکیک دقیق این توده های هوا از یکدیگر علاوه بر طبقه بندی انجام شده در روش k-means، نقشه های سطوح فشار و ارتفاعی این روزها نیز مورد استفاده قرار گرفت. در ماه آوریل، توده های هوای مؤثر در وقوع یخبندان اکثراً از نوع سرد سیبری و قطبی مرطوب است. در این ماه توده هوای سیبری بیشتر در ایستگاههای بجنورد و نیشابور و قطبی مرطوب در ایستگاه قوچان مشاهده شده است.

جدول (۱-۱) ویژگی های متوسط توده های هوای سرد برای ایستگاه قوچان طی دوره آماری ۱۹۸۵-۲۰۰۴

ماه توده هوا	دمای حداقل	دامنه دمای شبانه روز	دمای روزانه	دمای پتانسیل خشک ۰۳ ساعت	دمای پتانسیل تر ۰۳ ساعت	فشار Qfe ۰۳ ساعت	فشار Qff ۰۳ ساعت	نقطه شبنم ۰۳ ساعت	کمبود اشباع ۰۳ ساعت	بارش روزانه	
											C _{pp}
مارس	C _{pp}	-۳	۳٫۶	-۱٫۲	۲۸۱	۲۸۰٫۴	۷۸۰٫۸	۱۰۱۵٫۸	-۵٫۱	۲٫۱	۰٫۵
	C _{ps}	-۲	۸٫۲	۲٫۱	۲۸۲٫۲	۲۸۱٫۸	۸۶۹٫۲	۸۷۰٫۲	-۳	۱٫۲	۰٫۳
	Mp	-۳	۱۰	۱٫۸	۲۸۱	۲۸۰٫۵	۸۷۳٫۴	۱۰۲۴٫۵	-۴٫۶	۱٫۹	۰٫۹
آوریل	Mp	-۳٫۳	۱۰	۱٫۸	۲۸۱	۲۸۰٫۵	۸۷۳٫۴	۱۰۲۴٫۵	-۴٫۶	۱٫۹	۰٫۹

جدول (۲-۱) ویژگی های متوسط توده های هوای سرد برای ایستگاه مشهد طی دوره آماری (۱۹۸۵-۲۰۰۴)

ماه توده هوا	دمای حداقل	دامنه دمای شبانه	دمای روزانه	دمای پتانسیل خشک	دمای پتانسیل تر	فشار Qfe ۰۳ ساعت	فشار Qff ۰۳ ساعت	نقطه شبنم ۰۳ ساعت	کمبود اشباع ۰۳ ساعت	بارش روزانه

			روز		ساعت ۰۳	ساعت ۰۳					
مارس	Mp	-۳.۵	۶.۴	۰	۲۷۷.۴	۲۷۷.۱	۹۱۲.۶	۱۰۳۲.۹	-۴.۱	۰.۹	۱.۱
	CpS	-۲.۱	۱۵.۶	۶.۱	۲۷۹.۱	۲۷۸.۸	۹۰۵.۵	۱۰۳۳.۲	-۲.۳	۰.۶	۰

جدول (۳-۱) ویژگی های متوسط توده های هوای سرد برای ایستگاه بجنورد طی دوره آماری (۱۹۸۵-۲۰۰۴)

ماه	توده هوا	دمای حداقل	دامنه دمای شبانه روز	دمای روزانه	دمای پتانسیل خشک ۰۳ ساعت	دمای پتانسیل تر ۰۳ ساعت	فشار Qfe ۰۳ ساعت	فشار Qff ۰۳ ساعت	نقطه شبنم ۰۳ ساعت	کمبود اشباع ۰۳ ساعت	بارش روزانه
		مارس	Cpp	-۲.۴	۷.۳	۱.۷	۲۸۰.۱	۲۷۹	۸۹۳.۱	۱۰۳۲.۶	-۴
	Cps	-۷	۱۴.۴	-۰.۲	۲۷۴.۳	۲۷۸.۶	۸۹۶.۵	۱۰۲۸.۶	-۹	۱.۸	۰
	Mp	-۴.۲	۳.۶	-۰.۵	۲۷۶.۸	۲۷۷	۹۰۲.۵	۱۰۳۲.۷	-۵.۹	۱.۸	۰.۸
آوریل	cps	-۴.۲	۳.۶	-۰.۵	۲۷۶.۸	۲۷۷	۹۰۲.۵	۱۰۳۲.۷	-۵.۹	۱.۸	۰.۸

میانگین دما، دامنه دما، دمای روزانه و نقطه شبنم به درجه سلسیوس هکتوپاسکال
 میانگین فشار روزانه (Qfe) و (Qff) به
 دمای پتانسیل خشک و دمای پتانسیل تر به درجه کلون
 میانگین بارش روزانه بز حسب میای متر

جدول (۴-۱) ویژگی های متوسط توده های هوای سرد برای ایستگاه گلکان طی دوره آماری (۱۹۸۵-۲۰۰۴)

ماه	توده هوا	دمای حداقل	دامنه دمای شبانه روز	دمای روزانه	دمای پتانسیل خشک ۰۳ ساعت	دمای پتانسیل تر ۰۳ ساعت	فشار Qfe ۰۳ ساعت	فشار Qff ۰۳ ساعت	نقطه شبنم ۰۳ ساعت	کمبود اشباع ۰۳ ساعت	بارش روزانه
		مارس	Cpp	-۲.۹	۶.۳	۰.۲	۲۸۰.۱	۲۷۹.۳	۸۸۷.۱	۱۰۳۶.۶	-۴.۶
	Cps	-۴.۱	۱۵.۳	۳.۴	۲۷۹.۱	۲۷۹.۱	۸۸۹.۴	۱۰۲۸.۴	-۷.۴	۲.۸	۰.۱۳
	Mp	-۴	۵.۱	-۱.۴	۲۷۸.۱	۲۷۷.۶	۸۸۶.۴	۱۰۳۶.۸	-۵.۳	۱.۷	۱.۱

جدول (۵-۱) ویژگی های متوسط توده های هوای سرد برای ایستگاه نیشابور طی دوره آماری (۱۹۸۵-۲۰۰۴)

ماه	توده هوا	دمای حداقل	دامنه دمای شبانه روز	دمای روزانه	دمای پتانسیل خشک ۰.۳ ساعت	دمای پتانسیل تر ۰.۳ ساعت	فشار Qfe ۰.۳ ساعت	فشار Qff ۰.۳ ساعت	نقطه شبنم ۰.۳ ساعت	کمبود اشباع ۰.۳ ساعت	بارش روزانه
		Cps	۷.۹	۲.۳	۲۸۱.۷	۲۸۱.۱	۸۸۰.۵	۱۰۲۳.۳	-۳.۲	۱.۶	۰.۳
مارس	Cps	-۱.۷	۷.۹	۲.۳	۲۸۱.۷	۲۸۱.۱	۸۸۰.۵	۱۰۲۳.۳	-۳.۲	۱.۶	۰.۳
	Mp	-۲	۱۶.۱	۵.۴	۲۸۱.۱	۲۸۰.۸	۸۸۳.۵	۱۰۲۵.۹	-۳.۹	۱.۳	۰.۰
آوریل	Cps	-۲.۸	۱۳.۵	۳.۹	۲۷۹.۷	۲۸۰	۸۸۹.۷	۱۰۲۳.۳	-۳.۱	-۳.۱	۰.۰

جدول (۶-۱) ویژگی های متوسط توده های هوای سرد برای ایستگاه تربت حیدریه طی دوره آماری (۱۹۸۵-۲۰۰۴)

ماه	توده هوا	دمای حداقل	دامنه دمای شبانه روز	دمای روزانه	دمای پتانسیل خشک ۰.۳ ساعت	دمای پتانسیل تر ۰.۳ ساعت	فشار Qfe ۰.۳ ساعت	فشار Qff ۰.۳ ساعت	نقطه شبنم ۰.۳ ساعت	کمبود اشباع ۰.۳ ساعت	بارش روزانه
		CpS	۱۰.۸	۲۰.۳	۲۸۱.۳	۲۸۱.۲	۸۵۲.۳	۱۰۲۵.۱	۳.۴	۱۱.۹	۰.۰
مارس	CpS	-۴.۷	۱۰.۸	۲۰.۳	۲۸۱.۳	۲۸۱.۲	۸۵۲.۳	۱۰۲۵.۱	۳.۴	۱۱.۹	۰.۰
	Mp	-۲.۹	۹.۸	-۲.۳	۲۸۱.۷	۲۸۱.۷	۸۵۸.۳	۱۰۲۵.۹	-۶.۲	۳.۸	۰.۰

میانگین دما، دامنه دما، دمای روزانه و نقطه شبنم به درجه سلسیوس
 - میانگین فشار روزانه (Qfe) و (Qff) به هکتوپاسکال
 دمای پتانسیل خشک و دمای پتانسیل تر به درجه کلون
 - میانگین بارش روزانه بز حسب میای متر

الگوهای فشار توده های هوای سرد

به منظور دستیابی به شناختی صحیح از توده های هوای سرد که باعث ورود سرما و ریزش هوای سرد به منطقه مورد مطالعه می شوند، در این مرحله چندین نمونه از انواع توده های هوای سرد و خشک (Cps) و (Cps) و قطبی مرطوب (Mp) طی فصل بهار شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفت.

الگوی فشار توده هوای سرد و خشک (C_{pp})

بررسیهای انجام شده بر روی نقشه های سینوپتیک سطح زمین، تراز Sea level pressure ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می دهند، چنانچه پر ارتفاعی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال در شمال قاره آسیا و بر روی اقیانوس منجمد شمالی تشکیل شده باشد و گستره محور شمالی- جنوبی زبانه های آن بیش از ۴۰ درجه طول جغرافیایی باشد، سبب می شود که هوای سرد عرض های شمالی با جریانات واچرخندی به سمت عرض های جنوبی تر منتقل گردد. جریانات ضلع شرقی این پر ارتفاع که از نواحی شمالی آسیا و سیبری به سمت جنوب منتقل می شود، باعث انتقال هوای سرد قطبی و گاهی حاشیه جنوبی اقیانوس منجمد شمالی می گردد. این توده هوای سرد و خشک با دمای پائین و رطوبت بسیار کمتر از توده هوای سیبری همراه است. وجود پر ارتفاعی در تراز ۵۰۰ و ۸۵۰ هکتوپاسکال، نشاندهنده افزایش ضخامت هوای سردی است که بر روی منطقه قرار دارد. باید توجه داشت که مناطقی چون شمال شرق ایران از ارتفاعات بلندی برخوردار است و تقریباً ۸۵۰ هکتوپاسکال فاصله زیادی با سطح زمین ندارد و این امر معرف دیگری بر ضخامت هوای سرد قطبی خواهد بود. در سطح زمین این پرفشار تا عرض ۲۰ درجه شمالی گسترش یافته و تقریباً تمام ایران را فرا می گیرد. نقشه های شماره (۱-۱) الی (۴-۱) نمونه ای از توده هوای سرد و خشک قطبی را در ترازهای Sea level pressure، ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان میدهد.

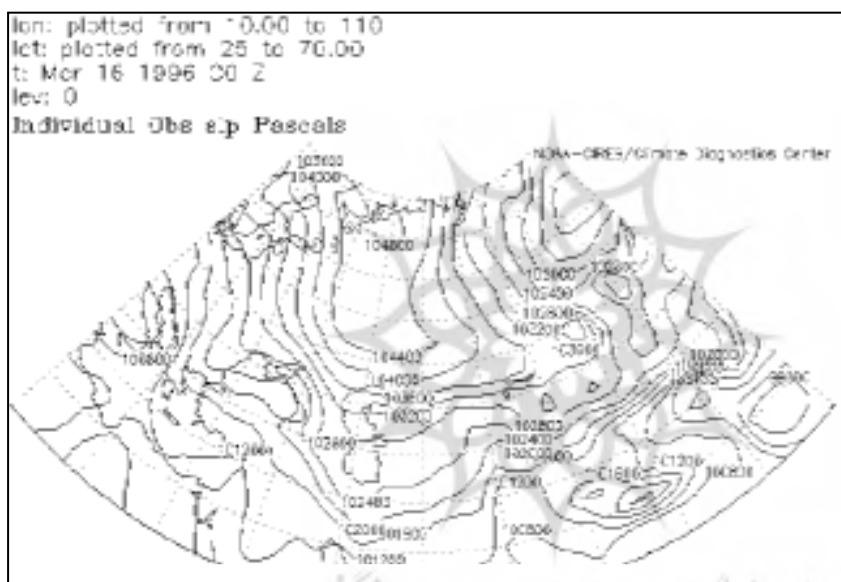
الگوی فشار توده هوای سرد و خشک (C_{ps})

بررسیهای انجام شده بر روی نقشه های سینوپتیک سطح زمین، تراز Sea level pressure، ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می دهند چنانچه پر ارتفاعی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال بر روی نواحی مرکزی قاره آسیا با یک امتداد شرقی- غربی تشکیل شده باشد، سبب می شود که هوای سرد عرضهای شمالی به دلیل گردش واچرخندی سیستم بر روی عرضهای جنوبی منتقل گردد. این توده هوا نیز با دمای پائین و رطوبت کم همراه است. حداکثر گسترش این پرفشار تا تراز ۷۰۰ هکتوپاسکال است. در سطح زمین زبانه های جنوبی این پرفشار تا عرض ۲۰ درجه شمالی را در بر میگیرد و زبانه شرقی آن بر روی اروپا گسترش یافته است. نقشه های شماره (۵-۱) تا (۸-۱) نمونه ای از توده هوای سرد و خشک سیبری را در ترازهای Sea level pressure، ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان میدهد.

الگوی فشار توده هوای قطبی مرطوب (C_p)

همانطور که بر روی نقشه های سطوح Sea Level Pressure و ۸۵۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال مشاهده میگردد این پرفشار با امتداد غربی - شرقی عمدتاً از سمت اروپا وارد شده و مرکز آن بر روی غرب اروپا و اقیانوس اطلس است. گردش و اچرخندی این توده هوای سرد و مرطوب سبب ریزش هوای سرد بر روی عرضهای جنوبی می گردد. در نقشه های سطح زمین این پرفشار از سمت غرب وارد کشور شده و بخش اعظم ایران را فرا گرفته است. نقشه های شماره (۹-۱) الی (۱۲-۱) نمونه ای از توده هوای قطبی مرطوب را در ترازهای Sea level pressure، ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می دهد. نمونه توده هوای سرد و خشک قطبی در ترازهای Sea level pressure، ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ (NCEP)

نقشه شماره (۱-۱)



نقشه شماره (۲-۱)

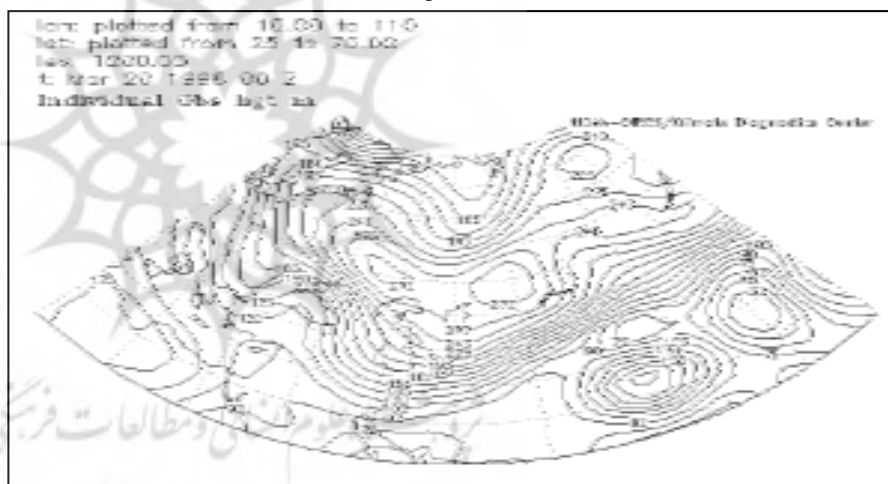


lon: plotted from 10.00 to 110
 lat: plotted from 25 to 70.00
 lev: 1000.00
 t: Mar 18 1996 00 Z
 Individual Obs hgt m

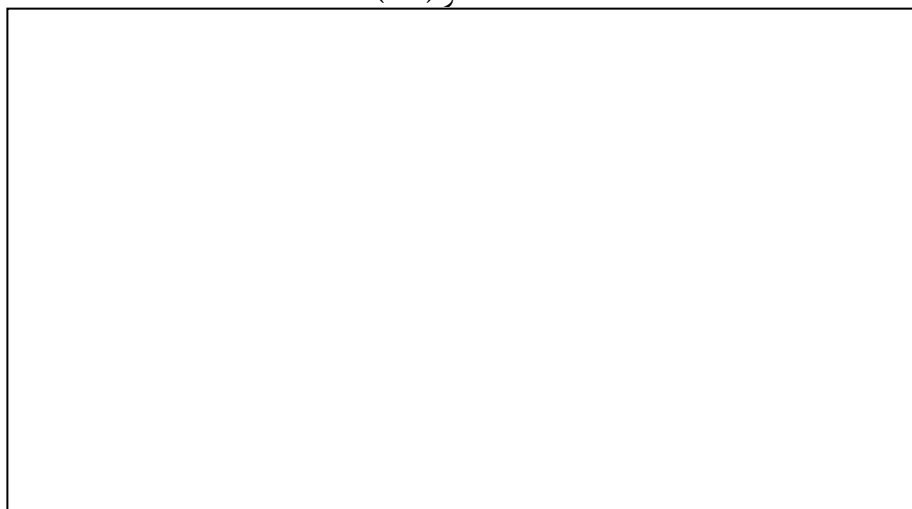


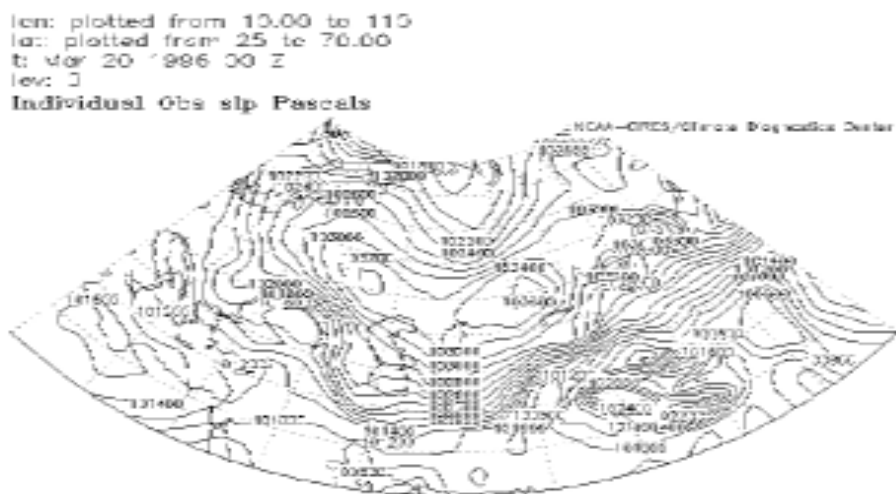
نمونه توده هوای سرد و خشک سیبری در ترازهای Sea level pressure، ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ (NCEP)

نقشه شماره (۵-۱)



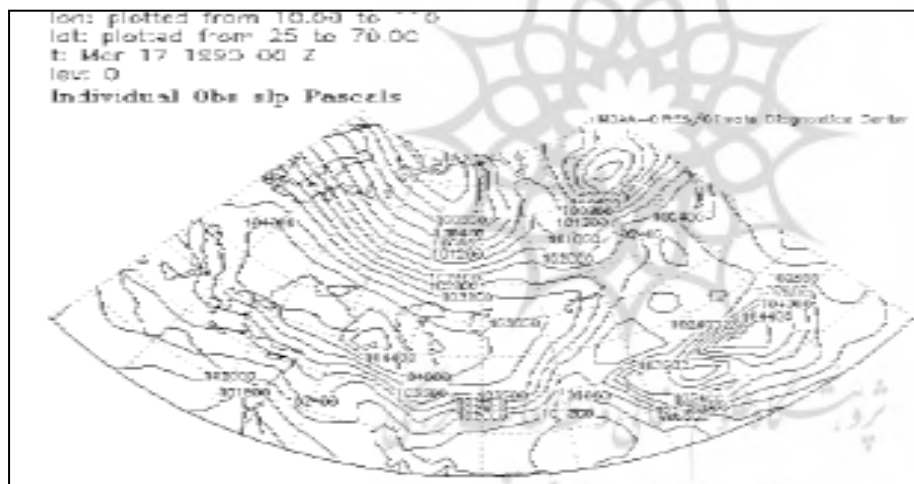
نقشه شماره (۶-۱)



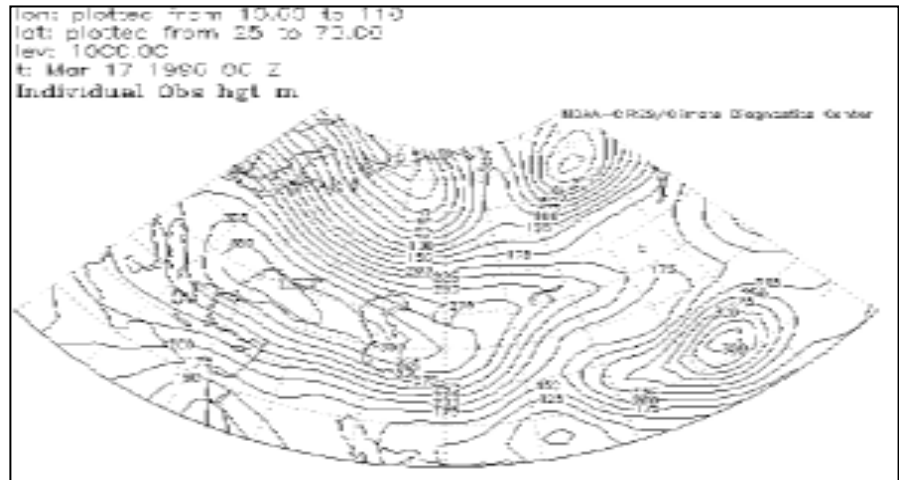


نمونه توده هوای سرد و مرطوب قطبی در تراز های Sea level pressure، ۱۰۰۰ و ۸۵۰ (NCEP)

نقشه شماره (۹-۱)



نقشه شماره (۱۰-۱)



نتیجه گیری

با توجه به بررسی های انجام شده براساس روش آماری چند متغیره (روش خوشه بندی چند هسته ای (K-Means) در یک دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۰۴-۱۹۹۵) و نقشه های سطوح Sea level pressure، ۱۰۰۰، ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال توده های هوای مؤثر در بروز یخبندان فرارفتی در هر یک از ایستگاههای منطقه مورد مطالعه منشاء یابی و طبقه بندی گردید. با توجه به جداول شماره (۱-۱) الی (۶-۱) از میان ۶ گروه توده های هوا، توده هوای سرد و خشک قطبی Cpp، سرد و خشک سیبری Cps و معتدل مرطوب Mp در فصل بهار شناسایی شدند. در ماه مارس هر سه نوع توده هوا به ترتیب سرد و خشک سیبری، قطبی مرطوب و سرد و خشک قطبی و در ماه آوریل تنها توده هوای سرد و خشک سیبری مهمترین عامل نزول دما در منطقه مورد مطالعه است که در هر دو ماه پرفشار سیبری بیشترین فراوانی را در وقوع یخبندان های فرارفتی در فصل بهار داشته است.

منابع:

۱- فتاحی، ابراهیم، طبقه بندی همدیدی فضایی توده های هوا با تأکید بر دوره های خشک در حوضه جنوبغربی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۸۳ (رساله دکتری)؛

- ۲- ابراهیمی فر، محمد، بررسی سیستم های کم فشار و روابط آن با ورتکس قطبی و تعیین الگوئی جهت پیش بینی بارندگی دوره ای بر روی ایران در فصل زمستان، دانشکده ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ۱۳۶۰ (رساله کارشناسی ارشد هواشناسی)؛
- ۳- علیزاد و همکاران، امین، هوا و اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ چهارم، مشهد، ۱۳۷۹؛
- ۴- حیدری گندمان، محمدطالب، بررسی آماری و سینوپتیکی وضعیت یخبندان در غرب کشور، دانشکده ژئوفیزیک دانشگاه تهران، خرداد ۱۳۷۴ (رساله کارشناسی ارشد هواشناسی)؛
- ۵- جوادی، شفیق، اگرومتئورولوژی (اثرگرما و سرما روی روئیدنیها)، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۵۰؛
- ۶- امیرقاسمی، تراب، سرمازدگی گیاهان (خطر یخبندان، پیش بینی و محافظت)، انتشارات مؤسسه فرهنگی نشر آیندگان، ۱۳۸۱؛
- ۷- سازمان هواشناسی کشور، اقلیم و گردشگری در استان خراسان، ۱۳۸۰؛
- ۸- صادق حسینی، علی، هواشناسی فیزیکی، انتشارات نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۶۵؛
- ۹- علیجانی، بهلول، اقلیم شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۱؛
- ۱۰- امام هادی، ماندانا، تعیین سینوپتیکی توده های هوا در دوره سرد سال در ایران، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۰ (رساله دکتری)؛
- 11- Kalkstein, L.S et al (1987); "An Evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatologic classification." *Journal climate and Applied Meteorology*; Vol.26, PP.717-730;
- 12- Gadyial, S. and R.N. Lyengar (1980) "Cluster analysis of rainfall stations of the Ionian peninsula" *Quarterly Journal of the royal meteorological society*: Vol. 106, PP. 873-880;
- 13- Galliani,G and F. Filippini (1985) Climatic clusters in a small area " *Journal climatology*" Vol. PP. 47-63;
- 14- Maheras,P. (1984) " Weather – type classification by factor analysis in the thessaloniki area" *Journal of climatology*. Vol. 4, 437-443;
- 15- Berman. S. N et al (1998) "PM-10 Air quality in Nogales" Arizona state university.