

## چگونگی تشکیل فرابار سیبری و اثر آن بر اقلیم شرق ایران

### چکیده

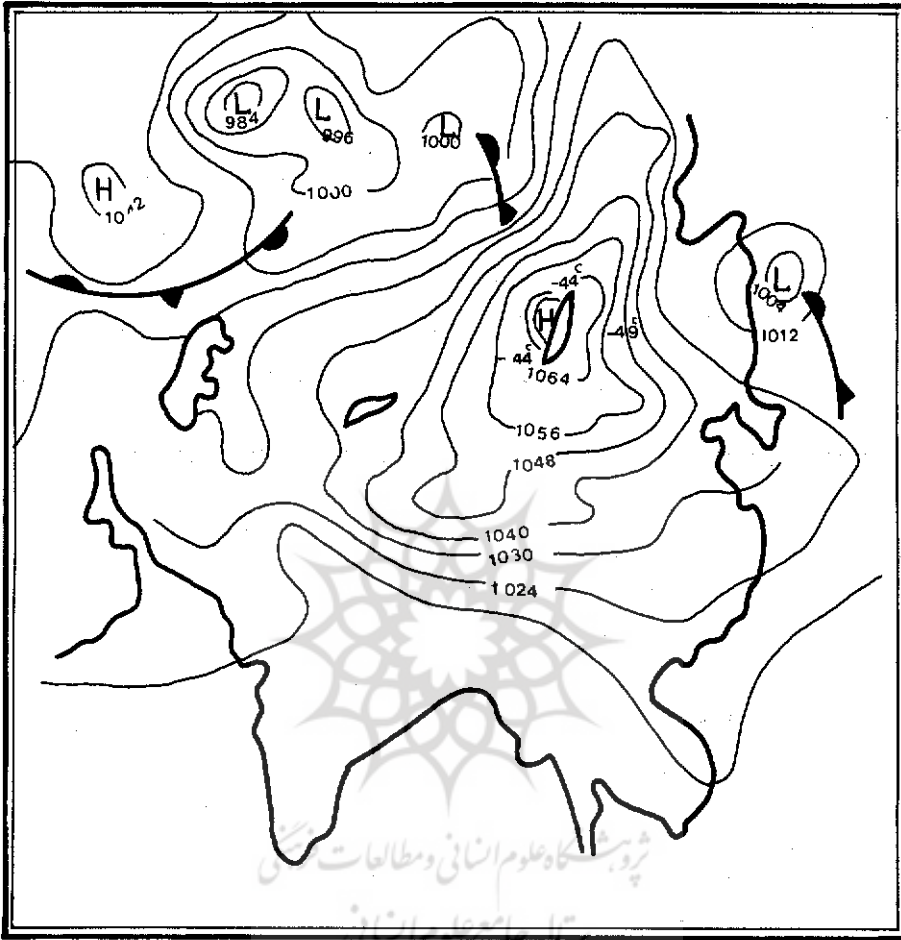
فرابار سیبری پدیده غالب دوره سرد آسیا است که در اوایل دوره سرد در اطراف دریاچه بایکال تشکیل و به تدریج همزمان با پیشرفت زمستان گسترده تر و قویتر می شود. در اوج فعالیت خود زبانه ای هم به خاورمیانه می فرستد و اقلیم منطقه و ایران را در شرق کوههای زاگرس کنترل می کند. در گذشته علت اصلی تشکیل آن را سرد شدن تدریجی خشکی وسیع آسیا در زمستان می دانستند. مطالعه حاضر نشان می دهد که علت اصلی تشکیل و تغییرات مکانی آن، آرایش بادهای غربی در ترازهای بالا تر به صورت فرود و فراز می باشد و سردی سرزمین وسیع سیبری در فصل زمستان به تشکیل آن کمک کرده و قدرت آن را تقویت می کند.

### مقدمه

در دوره سردسال خشکی وسیع آسیا در شمال کوههای هیمالیا به علت دریافت کمتر انرژی تابشی خالص سرد می شود. علت اصلی این کاهش دریافت انرژی تابشی، کوچکتر شدن زاویه تابش و کوتاهاتر شدن مدت تابش خورشید در عرضهای بالا تر و بالا رفتن آلبدوی

زمین در مناطق نسبتاً صاف و عاری از پوشش گیاهی و بعضی وقتها پوشیده از برف سرزمین وسیع سیبری می باشد. به طوری، که منطقه اصلی کسری انرژی در سرزمینهای اطراف دریاچه بایکال قرار می گیرد که هم زاویه تابش خورشید در زمستان محدودتر است و هم از تأثیر تعدیل دریا فاصله زیادی دارد و سطح زمین هم به دلیل کمی پوشش گیاهی از آلودگی نسبتاً بالایی برخوردار است. هوای مجاور زمین به علت کسری بیلان انرژی روز بروز سردتر و سنگینتر می شود و بر اثر انباشته شدن هوا در لایه های مجاور زمین یک مرکز پرفشار تشکیل می شود. اولین منحنی هم فشار بسته این فرابار در اوایل ماه اکتبر و در اطراف دریاچه بایکال ظاهر می شود که به تدریج با پیشروی دوره سرد و سردتر شدن هوای سیبری بر شدت آن افزوده می شود به طوری که در دی ماه به حداکثر شدت و گسترش خود می رسد. فشار مرکزی این فرابار بر روی نقشه های متوسط فشار حدود ۱۰۳۵ هکتوپاسکال است و از نظر وسعت تمام سیبری را در شرق کوههای اورال و شمال سلسله جبال هیمالیا فرا می گیرد. ضخامت عمودی فرابار سیبری از ۲۴۰۰ متر تجاوز نمی کند و در هیچ موردی بر روی نقشه های هوای بالاتر از ۳۰۰۰ متر اثری از آن دیده نمی شود (هوردون، ۸۷). به عبارت دیگر، اگر چه فرابار سیبری پدیده ای غالب و حاکم در اقلیم شرق آسیا به حساب می آید ولی پدیده غالب تمام جو نیست و بر بالای آن بادهای غربی یعنی عنصر اصلی گردش عمومی هوا در منطقه برون حاره در ورزش دایمی هستند.

نقشه ۱ وضعیت هوای یکی از روزهایی که فرابار سیبری دارای گسترشی وسیع است را نشان می دهد. مرکز فرابار با فشاری بیش از ۱۰۷۲ هکتوپاسکال بر روی دریاچه بایکال تشکیل شده است و قسمت اعظم قاره آسیا را از خاورمیانه تا ساحل اقیانوس کبیر در شمال کوههای هیمالیا فرا گرفته است. ادامه آن به صورت زبانه ای از طریق تنگه برینگ بر روی آلاسکا نیز گسترده شده است. این مرکز در جهات مغرب و مشرق به وسیله سیکلونها برون حاره ای محدود شده است. درجه حرارت هوا در شرق دریاچه بایکال ۴۹-، در شمال آن ۴۵-، و در جنوب آن ۴۴- است. اگر چه رطوبت هوا بسیار ناچیز است ولی به علت سرمای شدید به درجه اشباع رسیده و در سرزمینهای اطراف دریاچه مه تبریدی به وجود آمده است. درجه حرارت هوا به طرف جنوب دریاچه افزایش می یابد و دمای حدود ۲۸- مشاهده می شود. ولی در هیچ نقطه ای از منطقه استیلای فرابار، به استثنای ایران و جنوب چین، دمای بالای صفر سلسیوس مشاهده نمی شود. سردترین دماها در شرق دریاچه بایکال



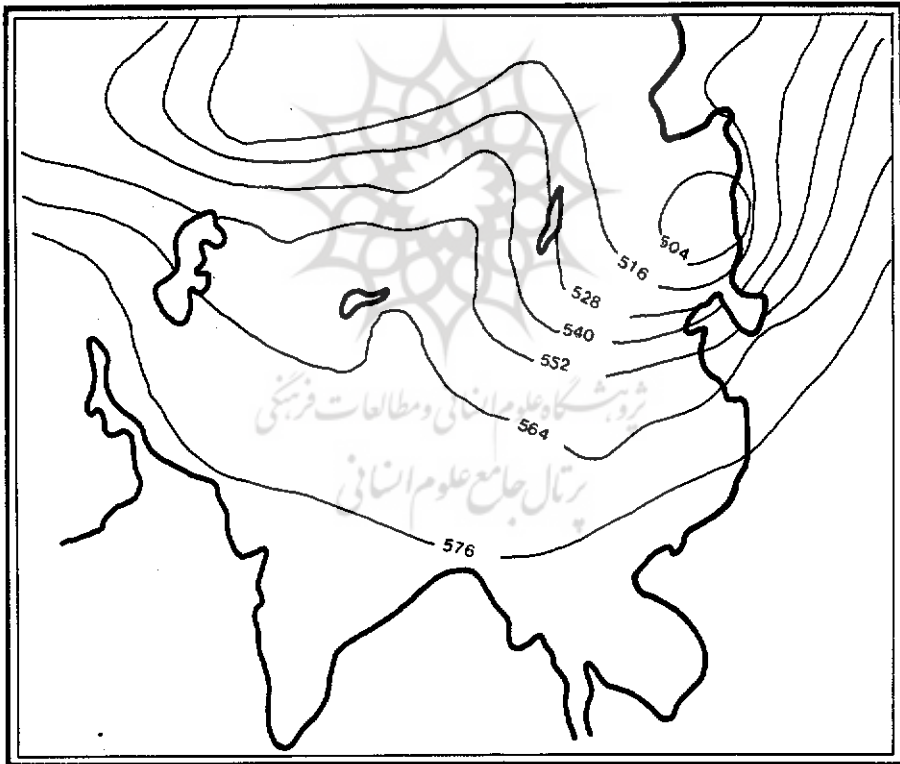
نقشه شماره ۱ تراز متوسط دریا

ساعت ۱۲ لندن ۱۴ ژانویه ۱۹۶۷ فشار بر حسب هکتوپاسکال

درجایی مشاهده می شود که منحنیهای هم فشار سبب وزش بادهای سرد از نواحی نزدیک به قطب و آلاسکا به منطقه شده اند. دمای قسمت های غربی حوزه استیلای فرابار سیبری گرمتر است و علت این است که در این منطقه که بادهای از جنوب به شمال می وزند، هوای نسبتاً گرم جنوب را همراه می آورند. در اغلب ایستگاههای زیر نفوذ فرابار سیبری، دمای نقطه شبنم زیر صفر سلسیوس است. پایین ترین دمای نقطه شبنم در شرق دریاچه بایکال حدود

۵۰<sup>۰</sup> - و بیشترین آنها در حدود چین<sup>۰</sup> ۴ است. در جنوب چین بر اثر گردش هوا در اطراف فرابار در جهت عقربه‌های ساعت، هوایی نسبتاً مرطوب و تعدیل یافته از روی اقیانوس آرام می‌وزد و در برخورد با ارتفاعات منطقه ایجاد ابر می‌کند. در مجموع، هوا بسیار خشک است و هیچ نوع نزولات جوی به وجود نمی‌آید.

نقشه ۲ هوای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی منطقه گسترش فرابار سیبری را نشان می‌دهد. در این نقشه اثری از آرایش فرابار سیبری دیده نمی‌شود. در عوض بادهای غربی یک فراز نسبتاً چشمگیر در غرب منطقه و یک فرود عمیق در شرق آن ایجاد کرده‌اند. درست بر بالای مرکز پرفشار روی زمین، منطقه انقباض تراز بالا، منطقه وزش چرخندگی منفی، قرار دارد.



نقشه شماره ۲ تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی

ساعت ۱۲ لندن ۱۵ ژانویه ۱۹۶۷ ارتفاع برحسب دکامتر

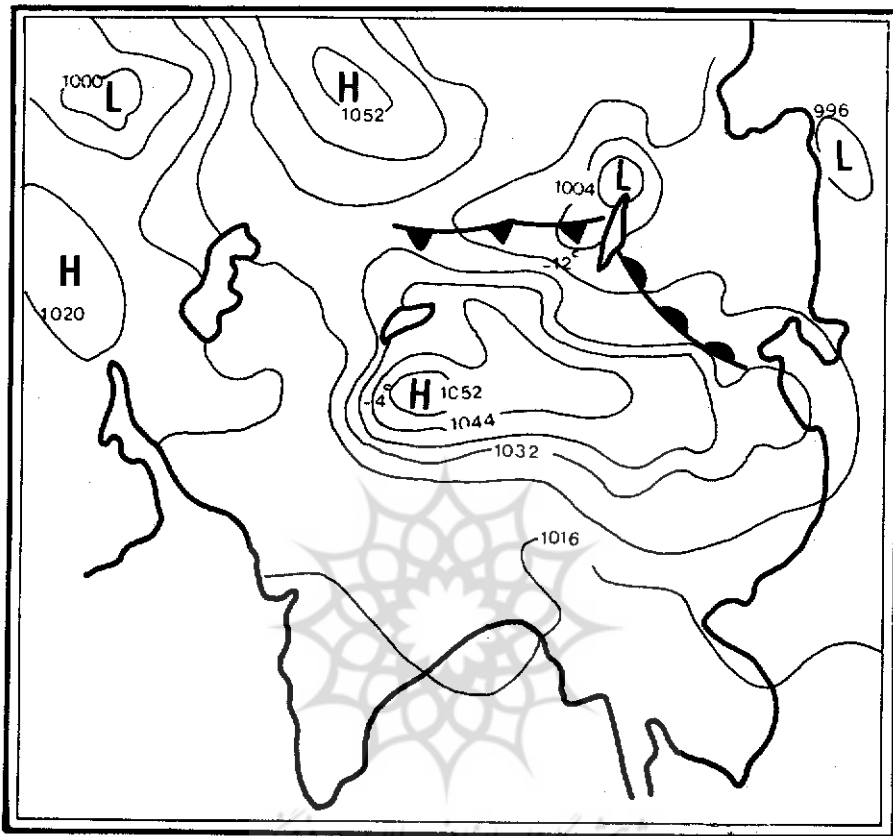
طبق اصل چرخندگی (علیجانی-۱۳۶۶)، در زیر منطقه وزش چرخندگی منفی، حرکت هوا نزولی است که شدت آن با عمق فرود و سرعت باد رابطه مستقیم دارد. سرعت بادهای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بر بالای دریاچه بایکال ۵۰ تا ۶۰ گره است و در واقع مسیر رود باد جبهه قطبی از این منطقه می‌گذرد. آرایش خطوط تراز نمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد که توده هوای بالای دریاچه بایکال از قسمت‌های شمالی سیبری در نزدیکی قطب شمال سرچشمه گرفته است و در نتیجه بسیار سرد و خشک است.

از مطالعه نقشه‌های ۱ و ۲ چنین استنباط می‌شود که از شرایط مساعد برای تشکیل فرابارها سه عامل موجود است: (۱) در روی زمین بر اثر بازتاب (انعکاس) و بازتابش (تشمع) شدید زمین، دمای هوا بسیار سرد شده، سنگین ترمی شود که منجر به تشکیل مرکز پرفشار می‌گردد. (۲) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی، قرار گرفتن منطقه وزش چرخندگی منفی بر روی دریاچه بایکال سبب نزول دینامیکی هوا شده و مرکز پرفشاری بر روی زمین ایجاد می‌کند، و (۳) بالاخره چون هوای منطقه از عرضهای بسیار بالا ترمی آید و بسیار هم سرد و خشک است، بنابراین سنگین‌تر و پایدارتر می‌باشد.

### عامل اصلی تشکیل فرابارسیبری

برای تشخیص عامل عمده تشکیل فرابارسیبری، نقشه‌های هوای روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۷ را با نقشه‌های هوای روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۶ مقایسه می‌کنیم. هوای تراز متوسط دریا برای روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۶ در نقشه ۳ آمده است. با توجه به این که: (۱) زاویه تابش و مدت تابش خورشید در روز ۱۳ ژانویه در تمام سالها ثابت است، و (۲) پوشش گیاهی و سایر عوارض روی زمین در مدت یک سال چندان تغییر نمی‌کند، بایستی کسری انرژی زمین در هر دو زمان یکسان باشد و اگر کاهش شدید دمای هوا به علت تراز منفی انرژی سطح زمین باشد، شدت فرابار نباید تغییر بکند. در صورتی که طبق شکل ۳، اولاً مرکز فرابارسیبری از روی دریاچه بایکال به جنوب دریاچه بالخاش در ۴۰ درجه شمالی و ۸۰ درجه شرقی جابجا شده است و ثانیاً فشار مرکزی آن تا ۱۰۵۴ هکتوپاسکال کاهش پیدا کرده است، بر روی دریاچه بایکال مرکز یک چرخند نسبتاً قوی قرار دارد.

فرابار سیبری از فرابار کانادا جدا شده است و هوای گرم پشت جبهه گرم چرخند را تشکیل می‌دهد. دمای هوا در جنوب دریاچه بایکال ۱۲- و دمای نقطه شبنم ۱۳- است. در

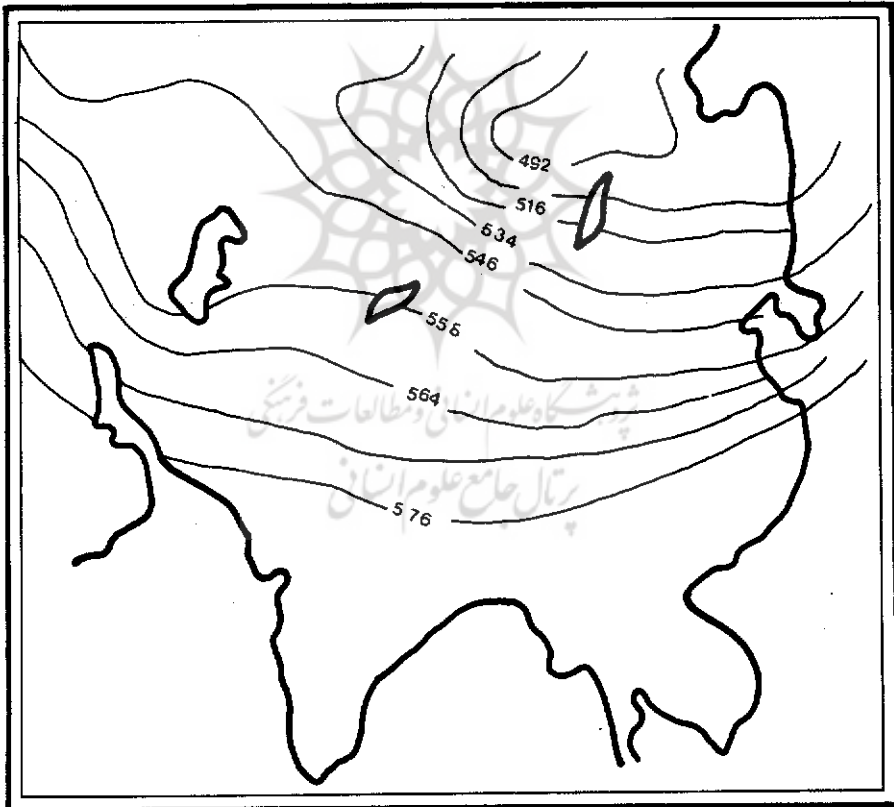


نقشه شماره ۳ تراز متوسط دریا

ساعت ۱۲ لندن ۱۳ ژانویه ۱۹۶۶ فشار بر حسب هکتوپاسکال

مرکز فراباره، بر روی فلات پامیر دمای هوا  $4^{\circ}\text{C}$  - و دمای نقطه شبنم  $14^{\circ}\text{C}$  - است. از مقایسه دماهای روی نقشه ۳ با نقشه ۱ معلوم می شود که روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۷ سردتر از همان روز در سال قبل بوده است. کاهش درجه حرارت در بعضی ایستگاههای غرب و جنوب دریاچه بایکال تا  $3^{\circ}\text{C}$  نیز رسیده است. مسلماً زاویه تابش و مدت تابش خورشید و یا ویژگیهای طبیعی و پوششی زمین در فاصله یک سال عوض نشده اند و نمی توانند این چنین تفاوت دمایی را سبب شوند. بنابراین جابجایی و تضعیف فرابار بر اثر تغییرات آرایش تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی صورت گرفته است.

نقشه شماره ۴ نشان دهنده تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی روز ۱۳ ژانویه در سال ۱۹۶۶ است. آرایش منحنیهای تراز نما تفاوت چشمگیری با روز ۱۳ ژانویه سال ۱۹۶۷ دارند. بادهای غربی دوشاخه شده اند. شاخه شمالی که بسیار قوی است در شمال غرب دریاچه بایکال فرودی نسبتاً قوی داشته است. در پیشاپیش آن، منطقه وزش چرخندگی مثبت، بر روی دریاچه بایکال قرار دارد. در نتیجه این آرایش بر روی دریاچه بایکال، چرخندی بسیار قوی دیده می شود. شاخه جنوبی بادهای غربی که نسبتاً ضعیفتر است، بر روی منطقه غرب دریاچه بالخاش فرازی به وجود آورده است، که قسمت جلویی این فراز، یعنی منطقه وزش چرخندگی منفی، بر بالای فلات پامیر و منطق بر مرکز پرفشار می باشد؛ از مقایسه نقشه ۴ با



نقشه شماره ۴ تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی

ساعت ۱۲ لندن ۱۳ ژانویه ۱۹۶۶ ارتفاع بر حسب دکامتر

نقشه ۲ معلوم می شود که فرود و فراز روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۶ ضعیفتر از سال ۱۹۶۷ می باشد و منطقه وزش چرخندگی منفی بر بالای فلات پامیر و منطقه وزش چرخندگی مثبت بر روی دریاچه بایکال قرار دارد. چرخند روی دریاچه بایکال قویتر از فرابار جنوب دریاچه بالخاش است. علت این است که موج کوتاه روی دریاچه بایکال بسیار قویتر از موج کوتاه جنوب دریاچه بالخاش می باشد.

آرایش منحنیهای ترازنمای تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی در نقشه ۴ به گونه ایست که توده هوای معتدلتری را از روی ایران و جنوب دریاچه اورال به منطقه آورده و سبب شده است که بردمای ثبت شده در ایستگاههای هواشناسی افزوده شود. برخلاف روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۷ که فراز تشکیل دهنده فرابار (نقشه ۲) هوای بسیار سرد و سنگینتری را از شمال آورده است، در سال ۱۹۶۶ (شکل ۴) هوای گرمتری که از خاورمیانه آمده چندان فشرده و سنگین نبوده، در نتیجه از شدت فرابار کاسته شده است.

مقایسه نقشه های ۲ و ۴ نشان می دهد که موج بادهای غربی عامل اصلی تشکیل فرابار سیبری است و موقعیت مرکز فرابار با منطقه وزش چرخندگی منفی عقب فرود بادهای غربی همبستگی کامل دارد. شدت فرابار با عمق فرود و سرعت باد داخل آن رابطه مستقیم و با طول موج رابطه عکس دارد. سرمایش تابشی سطح زمین در منطقه وسیع سیبری در دوره سرد سال اثر بادهای غربی را تشدید می کند. به طوری که شدت فرابار در عرضهای پایینتر کمتر از شدت آن در عرضهای بالا تر است. در نقشه ۱ مرکز فرابار در زمین سرد عرضهای بالا تر قرار دارد در صورتی که در نقشه ۳ مرکز آن در عرضهای پایینتر و بر روی زمین گرمتری قرار گرفته است.

مقایسه نقشه های ۲ و ۴ نشان می دهد که فرابار سیبری نمی تواند محلی ثابت داشته باشد و به تناسب جابجایی محل فرود تراز بالا جابجا می شود. اما در مدتی طولانی تقریباً حول یک موقعیت واحد نوسان دارد و در روی نقشه های متوسط پراکندگی فشار مکان ثابتی را به دست آورده است. به طوری که در طول دوره سرد به صورت پدیده اقلیمی غالب در آسیا محسوب می شود.

### اثر فرابار سیبری بر روی آب و هوای شرق ایران

فرابار سیبری در زمان فعالیت شدید خود باعث گسترش زبانه ای به طرف خاورمیانه



می شود که با مراکز پرفشار روی کوههای ایران و ترکیه یکی شده و یک سیستم پرفشار و قوی ایجاد می کنند (نقشه ۱) که آب و هوای ایران را تحت تأثیر قرار می دهد. از آن جایی که فرابار سبیری پدیده غالب ترازهای پایین جو است و ضخامت عمودی آن از ۳۰۰ متر تجاوز نمی کند و از گذرگاههای کوهستانی پیشروی می کند، در نتیجه از معابر و نواحی کم ارتفاع کوههای خراسان وارد چاله های مرکزی ایران می شود. روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۷ زبانه ای از فرابار سبیری از نواحی پست شمال شرق کشور وارد ایران شده و شرایط آب و هوایی سرد و خشک را در منطقه شرق کوههای زاگرس ایجاد کرده است. (نقشه ۱). دما و دمای نقطه شبنم چند ایستگاه هواشناسی ایران در ساعت ۳/۵ بعد از ظهر روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۷ در جدول یک آمده است.

جدول ۱ دما و دمای نقطه شبنم چند ایستگاه هواشناسی ایران در روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۷.

ایستگاه	دما	دمای نقطه شبنم
مشهد	۱۳	۱
بیرجند	۱۱	-۵
زاهدان	۱۵	-۱۰
یزد	۱۵	-۷
کرمان	۱۳	-۱۴

بر اساس این جدول، علی رغم ساعاتی از روز که بر میزان گرما افزوده می شود، می بینیم که دمای اغلب ایستگاهها پایین است. بدیهی است که در شب به علت نبودن انرژی خورشید، دماهای بسیار پایینتری گزارش می شود. نکته مهمتر این بودن دمای نقطه شبنم است که از خشکی بسیار هوا حکایت دارد. توده هوای سبیری با این رطوبت بسیار کم اگر به صورت اشباع هم درآید بارش ایجاد نمی کند و خشکی شدید آن احساس سرما را بیش از دمای واقعی هوا می کند.

محدوده نفوذ فرابار سیبری در ایران از مغرب به وسیله کوههای زاگرس و از جنوب به وسیله تضعیف تدریجی شدت سردی هوای سیبری بر اثر عبور از روی زمینهای گرمتر جنوب تعیین می شود. هوای سیبری به علت ضخامت کم از روی کوههای زاگرس عبور نمی کند و در صورت عبور هم در دامنه غربی زاگرس بر اثر نزول بی دررو گرم شده و ماهیت اصلی خود را از دست می دهد. مرز جنوبی پیشروی آن بستگی به شدت سرمای آن دارد. و هر قدر سردتر باشد تا عرضهای پایین تری گسترش می یابد.

### نتیجه

تاکنون، عامل اصلی تشکیل فرابار سیبری سرمای شدید خشکی وسیع آسیا در دوره سرد سال قلمداد می شد. به بیان دیگر در دوره سرد سال خشکی وسیع سیبری به علت آلودگی شدید از انرژی تابشی خورشید دریافت کمتری داشت و این مقدار کم هم به دلیل پایین بودن ظرفیت حرارتی زمین خشک و عاری از پوشش گیاهی، زود خارج می شد و در نتیجه سردتر شده و هوای بالای خود را هم سردتر می کرد و بر اثر سرد شدن هوا یک فرابار حرارتی بر روی منطقه تشکیل می شد. اما مطالعه حاضر نشان داد که عامل عمده تشکیل فرابار سیبری آرایش مکانی فرود بادهای غربی در سیبری می باشد. فرابار سیبری در زیر منطقه وزش چرخندگی منفی و در عقب فرود بادهای غربی تشکیل می شود. یعنی فرابار سیبری ریشه دینامیک دارد و سرد شدن زمین وسیع سیبری اثر دینامیک موج بادهای غربی را تشدید می کند. به طوری که هماهنگ با جابجایی محل محور فرود بادهای غربی از روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۶ به موقعیت روز ۱۳ ژانویه ۱۹۶۷ محل مرکز فرابار نیز تغییر یافته و تغییرات شدت و گسترش آن نیز با تغییرات شدت فرود تراز بالا هماهنگی متناسبی نشان می دهد. بنابراین لازم است در بررسی تشکیل و تغییرات مکانی فرابار سیبری و اثرات آن بر روی اقلیم ایران آرایش و سیستمهای فشار بادهای ترازهای بالای جو (بویژه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی) مطالعه شود.

## یادداشتها

Cyclone	چرخند
Vorticity	چرخندگی
Trough	فرود
Ridge	فراز
Negative Vorticity Advection	وزش چرخندگی منفی
Positive Vorticity Advection	وزش چرخندگی مثبت
Contour Lines	منحنی های ترازنما
Reflection	بازتاب
Reradiation	بازتابش
Radiative Cooling	سرمایش تابشی

## منابع

علیجانی، بهلول، ۱۳۶۶، گردش عمومی جو، مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۰.

Hordon, R.M, 1987, Siberian High, Encyclopedia of Climatology, edited by J. E. Oliver & R. W. Fairbridge, VAN Nostrand Reinhold. Book, London.

U. S. Department of Commerce, Daily Series of Synoptic weather Maps; part 1, Northern Hemisphere, Surface and 500 H.P. Charts for January 1966 and 1967. No AA. Asheville, N. C.