

# تحلیل و ارائه یک مدل سینوپتیک اقلیمی برای بارشهای بیش از صد میلیمتر در سواحل جنوبی دریاچه خزر

دکتر جواد خوشحال\*، دکتر هوشنگ قائمی\*\*

## چکیده

مطالعه سواحل جنوبی دریاچه خزر از لحاظ توپوگرافی، اقلیمی و همچنین برخی از خصوصیات فیزیکی آن از لحاظ شرایط حرارتی و رطوبتی (رطوبت نسبی، بارش، تبخیر) و نتایج حاصل از بررسی ۱۱۵ سیستم سینوپتیکی در یک دوره بیست ساله (۱۹۸۹-۱۹۷۰) نشان می‌دهد که علی‌رغم آنچه قبلاً تصور می‌شد؛ اولاً: بارشها در اثر فرارفت هوای سرد از سیبری به روی دریاچه خزر نبوده؛ بلکه به علت وجود جبهه‌های تقویت شده نسیم دریا رخ می‌دهد. ثانیاً در دامنه‌های شمالی کوههای البرز مقدار ریزش باران با ارتفاع، کاهش نیافته، بلکه افزایش می‌یابد.

\* - عضو هیأت علمی گروه جغرافیا، دانشگاه اصنهان

\*\* - عضو هیأت علمی مرکز ملی اقلیم‌شناسی

## واژه‌های کلیدی

مدلهای سینوپتیکی، دریاچه خزر، بارشهای سنگین، نسیم دریا، بارشهای سنگین ساحلی، بارشهای بیش از صد میلیمتر.

## روش تحقیق

در انجام تحقیق حاضر، ابتدا سواحل جنوبی دریاچه خزر از لحاظ توپوگرافی، اقلیمی و ویژگیهای دریا، بخصوص از لحاظ شرایط حرارتی و رطوبتی مورد بررسی قرار گرفت. سپس وقوع بارانهای ۲۴ ساعته بیش از ۱۰۰ میلیمتر، در طی یک دوره آماری ۲۲ ساله از کلیه ایستگاههای مستقر در منطقه استخراج گردید، پس از آن الگوهای آرایش ایزوباری و کنتوری در نقشه‌های سینوپتیکی ۵ روز قبل از بارندگی تا روز وقوع بارندگی از سطح زمین تا تراز ۲۰۰ هکتوپاسکالی طبقه‌بندی گردید. همزمان آمارهای دمای سطح آب دریاچه و هوای روی آن، در یک دوره ۱۳ ماهه از گویه هواشناسی - اقیانوس‌شناسی استخراج و به صورت نمودار در روی یک محور ترسیم شد. سپس هر زمان که دمای هوا پایین‌تر از دمای آب قرار گرفت و اختلاف آن به حداکثر خود رسید، مشخص و تاریخ آن روز یادداشت و الگوی آرایش ایزوباری آن در روی نقشه‌های سینوپتیک مشخص شد. آنگاه به طور تصادفی، آمار بارندگی ۱۰ ایستگاه از بین ایستگاههای مستقر در منطقه استخراج گردید تا مشخص شود که آیا این سیستمها موجب باران در منطقه شده‌اند یا خیر.

## نگرشی کوتاه بر سیمای طبیعی منطقه مورد مطالعه

### ۱- ناهمواریهای سواحل جنوبی

سواحل جنوبی دریاچه خزر را از لحاظ توپوگرافی می‌توان به مناطق پست و مرتفع تقسیم نمود. منطقه مرتفع آن را کوههای تالش و رشته کوههای البرز و منطقه پست آن را دشت گرگان، جلگه مازندران و جلگه گیلان تشکیل می‌دهد.

کوههای تالش در شرق استان اردبیل با جهتی شمالی - جنوبی، در حاشیه جنوب غربی دریاچه خزر کشیده شده‌اند. بلندترین قله این منطقه آق داغ به ارتفاع ۳۳۰۳ متر در نزدیکی سفیدرود قرار دارد. رشته کوه البرز از شرق سفیدرود به صورت یک دیواره

قوسی شکل با قله مرتفع و دره‌های عمیق و با عرض بین ۶۰ تا ۱۳۰ کیلومتر تا دشت آمورت‌لی در ۲۰۰ کیلومتری شرق دریاچه خزر، با طولی در حدود ۶۰۰ کیلومتر امتداد یافته، به کوه‌های خراسان می‌پیوندد. (۱) بلندترین قله این رشته کوه، دماوند به ارتفاع ۵۶۷۱ متر است که از ارتفاع قله آن به سمت شرق و غرب، از ارتفاع رشته کوه کاسته می‌شود.

منطقه پست، سرزمین باریکی است که از خط ساحلی دریا تا دامنه کوهستانهای مذکور گسترده شده است. پهن‌ترین قسمتهای آن در منطقه گرگان، ترکمن صحرا و دشت گرگان در جلگه مازندران، آمل و بابل و در جلگه گیلان، دلتای سفیدرود می‌باشد. عرض این مناطق کمتر از ۵۰ کیلومتر بوده و حتی در بعضی قسمتها به علت پیشروی کوهستان به طرف ساحل مانند منطقه رامسر و تالش عرض جلگه به کمتر از ۶ و ۵ کیلومتر می‌رسد.

## ۲- ویژگیهای اقلیمی سواحل جنوبی دریاچه خزر و ویژگیهای حرارتی و رطوبتی آن

### الف) پراکندگی دما و یخبندان در سواحل جنوبی

در سواحل جنوبی دریاچه خزر دما از غرب به شرق افزایش می‌یابد. جدول شماره ۱ میانگین ماهانه و سالانه ایستگاههای سینوپتیک مستقر در منطقه را نشان می‌دهد. به طوری که در این جدول دیده می‌شود سردترین ایستگاه، آستارا و گرمترین ایستگاه، گرگان می‌باشد. حداکثر اختلاف سالانه دمای این دو ایستگاه ۲/۵ درجه سلسیوس است و میانگین سالانه هیچ ایستگاهی در این منطقه کمتر از ۱۵ درجه نیست. تعداد روزهای یخبندان در این منطقه از ۱۱ تا ۳۲ روز در نوسان است. طی دوره آماری ۱۹۹۳-۱۹۵۹ متوسط جمع روزهای یخبندان ایستگاههای سینوپتیک مستقر در منطقه بدین قرار بوده است: آستارا ۲۶، انزلی ۱۵، رشت ۳۲، رامسر ۱۵، نوشهر ۱۸، بابلسر ۱۱ و گرگان ۲۲ روز.

### ب) پراکندگی دما و یخبندان در حوضه آبریز دریاچه خزر بجز سواحل جنوبی آن

کشیدگی نصف‌النهاری دریاچه خزر در طول بیش از ۱۰/۵ درجه عرض جغرافیایی باعث ناهمگونی دما در سراسر این دریا و حوضه آبریز آن می‌گردد. در این حوضه از شمال به جنوب دمای هوا و به تبع آن دمای آب دریاچه افزایش می‌یابد. جدول

جدول ۱: میانگین دمای ماهانه و سالانه در ایستگاههای سینوپتیک  
سواحل جنوبی دریای خزر از ۹۳-۱۹۵۹

ایستگاهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	میانگین سالانه
آستارا	۵/۷	۵/۵	۸/۵	۱۲/۸	۱۸/۱	۲۲/۵	۵/۶	۲۴/۷	۲۱/۵	۱۶/۶	۱۲	۷/۷	۱۵/۱
انزلی	۷/۱	۶/۷	۸/۶	۱۳/۱	۱۸/۸	۲۳/۴	۲۶	۲۵/۴	۲۲/۵	۱۷/۸	۱۳/۵	۹/۹	۱۶/۱
رشت	۶/۷	۶/۶	۸/۸	۱۴/۱	۱۹	۲۳	۲۵/۲	۲۴/۸	۲۲	۱۷/۱	۱۲/۶	۸/۷	۱۵/۷
رامسر	۷/۱	۷	۸/۸	۱۳/۶	۱۸/۶	۲۲/۸	۲۵/۶	۲۴/۸	۲۲/۴	۱۷/۵	۱۳/۲	۹/۳	۱۵/۸
نوشهر	۷/۳	۷/۱	۸/۹	۱۳/۴	۱۸/۳	۲۳/۴	۲۵	۲۴/۹	۲۲/۶	۱۸	۱۳/۴	۹/۶	۱۵/۹
بایلسر	۷/۸	۷/۹	۱۰	۱۴/۷	۱۹/۷	۲۳/۹	۲۶/۵	۲۶	۲۳/۷	۱۸/۶	۱۴	۹/۸	۱۶/۹
گرگان	۸	۸/۲	۱۰/۸	۱۶/۳	۲۱/۲	۲۵/۵	۲۷/۹	۲۷/۳	۲۳/۹	۱۹/۱	۱۳/۶	۹/۸	۱۷/۶

جدول ۲: متوسط درجه حرارت ماهانه و سالانه ایستگاههای واقع در کشورهای مستقل مشترک منافع روسیه

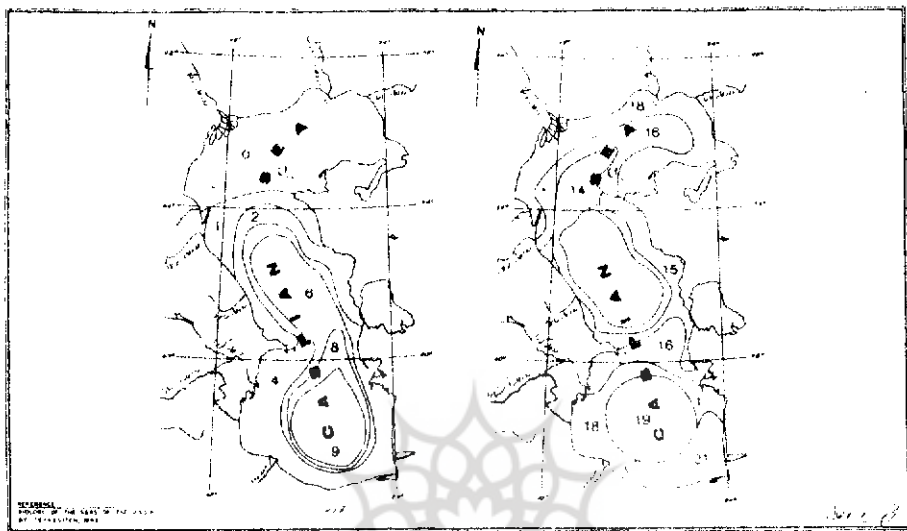
ایستگاهها/ماهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	دسامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سال
ولودگا	-۱۳/۱	-۱۲/۲	-۴/۸	۲/۸	۱۰/۶	۱۴/۵	۱۶/۸	۱۴/۶	۹/۲	۲/۹	-۲/۴	-۸/۹	۲/۵
بای سر	-۱۶/۶	-۱۵/۷	-۷/۵	-۰/۹	۷/۸	۱۳/۱	۱۵/۷	۱۲/۴	۷	-۰/۸	-۷/۸	-۱۳/۴	-۰/۴
کیرف	-۱۴/۵	-۱۳/۲	-۵/۴	۳/۳	۱۱/۴	۱۴/۷	۱۸	۱۵/۳	۹/۵	۱/۶	-۳/۸	-۱۰/۲	۲/۲
اوپا	-۱۵/۷	-۱۲/۳	-۶/۲	۵/۱	۱۳/۶	۱۷	۱۹/۲	۱۶/۵	۱۱/۲	۶/۷	-۳/۷	-۱۱/۴	۳/۳
پاولو	-۱۰/۹	-۱۰/۶	-۴/۲	۵/۶	۱۳/۹	۱۶/۸	۱۸/۱	۱۶/۲	۱۱/۶	۴/۵	-۱/۷	-۷	۴/۴
گروداک	-۱۱/۲	-۱۱/۳	-۱۰/۲	۶/۹	۱۴/۸	۱۷/۹	۲۰/۱	۱۸/۴	۱۲/۹	۴/۷	-۱/۸	-۷/۳	۴/۵
اورالسک	-۱۲/۵	-۱۳/۱	-۵/۶	۷/۷	۱۶/۳	۱۹/۶	۲۲/۵	۲۰/۳	۱۴/۳	۵/۲	-۱/۴	-۷/۷	۴/۵
اکتیوبینسک	-۱۴/۲	-۱۳/۹	-۶/۴	۶/۸	۱۵/۶	۱۹/۹	۲۳	۲۰/۱	۱۳/۹	۴/۲	-۲/۷	-۹/۳	۴/۸
گوریف	-۷/۳	-۸/۲	-۰/۳	۱۱/۲	۱۱/۹	۲۳/۳	۲۶/۱	۲۵/۲	۱۷/۵	۷/۸	۱/۸	-۳/۹	۹/۴
استراخان	-۵/۵	-۵/۲	۰/۹	۱۱/۴	۱۸/۴	۲۲/۳	۲۵/۱	۲۴/۳	۱۷/۵	۸/۷	۳/۶	-۱/۵	۹/۷
فورت شفنچنکو	-۳/۶	-۲/۷	۲/۲	۱۰	۱۷/۸	۲۲/۷	۲۵/۸	۲۴/۵	۱۹/۴	۱۲	۵	-۰/۲	۱۱/۱
مخاج کالا	۰/۳	۰/۵	۳/۷	۱۰/۲	۱۶/۶	۲۱/۵	۲۴/۶	۲۳/۸	۱۹/۸	۱۳/۱	۷/۹	۳/۵	۱۲/۱
چچن	-۱	-۰/۵	۳	۹	۱۶	۲۱/۵	۲۵	۲۴	۲۰	۱۴	۷/۲	۲/۶	۱۱/۷
دربند	۱	۲	۴	۹	۱۶	۲۱	۲۵	۲۴	۲۰	۱۵	۸/۵	۴/۲	۱۲/۵
قره باغزگل	-۰/۳	۱/۵	۵/۵	۱۱/۵	۱۸	۲۲	۲۵	۲۶	۲۲	۱۵	۸	۴	۱۳/۲
سومگانیت	۲/۷	۳/۳	۵/۹	۱۰/۳	۱۶/۵	۲۱/۱	۲۴/۳	۲۴/۷	۲۰/۸	۱۵/۹	۱۰/۶	۵/۹	۱۳/۵
یاکو	۳/۵	۴	۶/۵	۱۱	۱۸	۲۲/۶	۲۵/۵	۲۵/۸	۲۱/۵	۱۶/۸	۱۱	۶	۱۴/۴
کراسنودسک	۲/۲	۲/۸	۶/۸	۱۳/۵	۱۹/۷	۲۳/۹	۲۷/۵	۲۷/۱	۲۱/۷	۱۴/۶	۹/۲	۵/۲	۱۴/۵
چلکن	۲	۴	۸/۹	۱۳	۱۸	۲۳	۲۷	۲۸	۲۳	۱۷	۱۰	۵/۳	۱۴/۸
حستقلی	۴/۵	۵/۶	۸/۹	۱۴/۹	۲۰/۲	۲۳/۹	۲۶/۸	۲۷/۱	۲۳/۷	۱۷/۳	۱۱	۶/۷	۱۵/۹

منابع: ۱- شادمان - فریده، نگرشی به دریای خزر و علل نوسان آن (منبع شماره ۳)  
۲- بریمانی - احمد، دریای مازندران (منبع شماره ۲)

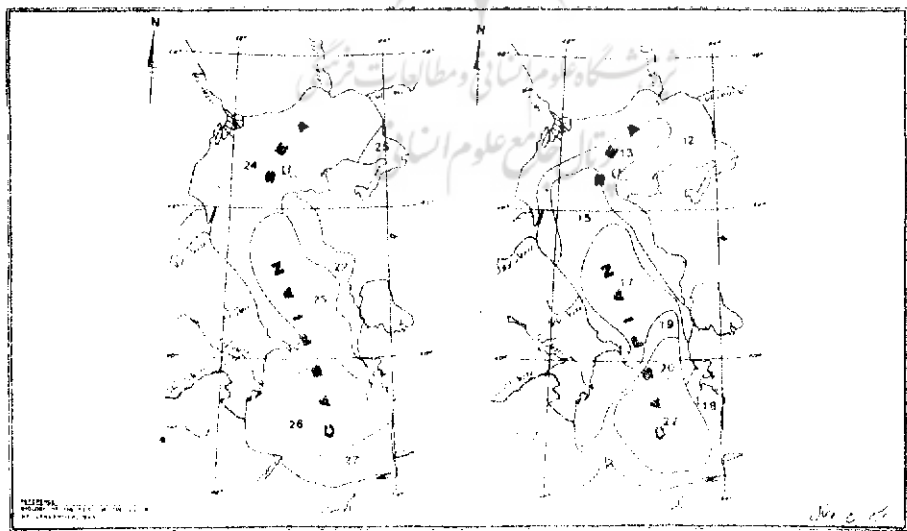
شماره ۲ میانگین ماهانه و سالانه ۲۰ ایستگاه هواشناسی واقع در حوضه آبریز این دریاچه را نشان می‌دهد.

با توجه به جدول مشاهده می‌شود که میانگین دما در ایستگاههای ولوگدا و بایسر (واقع در ۵۹ و ۵۸ درجه عرض جغرافیایی) به ترتیب در سرچشمه‌های رودخانه‌های ولگا و اورال ۶ ماه از سال منفی است. لکن با نزدیکتر شدن به دریاچه، تعداد این ماهها کاهش می‌یابد. چنانچه در پاولو و گروداک واقع (در ۵۳ و ۵۱ درجه عرض جغرافیایی) در حوضه آبریز ولگا و در ایستگاههای اویا و اکتیوبینسک واقع (در ۵۴ و ۵۰ درجه عرض جغرافیایی) در حوضه رودخانه اورال مدت فوق به ۵ ماه می‌رسد. در بندرهای گوریف و استراخان در دهانه‌های رودخانه‌های اورال و ولگا این تعداد به ۴ و ۳ ماه تقلیل پیدا می‌کند. با پایین آمدن روی سواحل غربی و شرقی، باز هم تعداد این ماهها کمتر شده تا اینکه در قره‌بغازگل به یک ماه می‌رسد و بالاخره به طرف جنوب، بویژه در ایستگاه حسنقلی، در هیچ ماهی از سال دما به زیر صفر نمی‌رسد. اختلاف دمای تابستان بین ایستگاههای شمالی و جنوبی زیاد نیست، اما در زمستان این اختلاف بسیار زیاد می‌شود مثلاً اختلاف دمای ماه ژانویه در بندر گوریف و حسنقلی (به ترتیب ۷/۳- و ۴/۵) برابر ۱۱/۸ درجه سلسیوس است، در حالی که اختلاف ماه ژوئیه آنها (به ترتیب ۲۶/۱ و ۲۶/۸) برابر ۰/۷ سلسیوس می‌باشد. اگر این مقایسه بین گرگان و بندر گوریف انجام گیرد، اختلاف بسیار زیادتر خواهد شد به طوری که اختلاف دمای ماه ژانویه آنها به ۱۵/۳ درجه سلسیوس می‌رسد.

اختلاف تغییرات دمای روزانه، ماهانه و فصلی سطح آب دریا به شدت تغییرات دمای خشکی‌های مجاور آن نیست، زیرا به غیر از شرایط تابش خورشیدی، به عمق آب، جریانهای دریایی و امواج نیز بستگی دارد. در قسمت‌های کم عمق تغییرات دمای سطح آب نسبت به مناطق عمیق بیشتر است. در بین ماههای سال پایین‌ترین میانگین دمای سطح آب به ماه فوریه اختصاص دارد. در این ماه قسمت شمالی و کم عمق دریا از یخ پوشیده شده و دمای آب منفی و بین ۰/۱- تا ۰/۵- درجه سلسیوس نوسان دارد (۲). در قسمت میانی دریا در این ماه دمای سطح آب بین ۳ تا ۷ و در قسمت جنوبی بین ۸ تا ۹ درجه سلسیوس متغیر است. (تصویر شماره ۱، a).



شکل ۱۱: نقشه پهنای سطح زمین در دو جاهای مختلف.



شکل ۱۲: نقشه پهنای سطح زمین در دو جاهای مختلف.

از اوایل ماه مارس بتدریج با افزایش انرژی تابشی خورشید و طول روز، قشرهای سطح آب دریا شروع به گرم شدن می‌کند. در بخش شمالی دریا مقدار زیادی از این گرما صرف ذوب یخ شده ولیکن در قسمت‌های دیگر بخشی از آن به لایه‌های زیرین منتقل شده، ذخیره می‌گردد. در اواخر ماه مارس و اوایل ماه آوریل دمای آب در قسمت‌های شمالی به دلیل عمق کم و وجود جزایر فراوان سرعت بالا می‌رود. در ماه مه در قسمت شمالی دمای سطح آب به ۱۶ الی ۱۷ و در قسمت میانی به ۱۷ تا ۱۸ درجه سلسیوس می‌رسد (تصویر ۱، b). در ماه ژوئن بتدریج دمای سطح در تمام قسمت‌های دریا ضمن افزایش به یکدیگر نزدیک می‌گردد. اختلاف دما در بین قسمت‌های شمالی و جنوبی در این ماه حدود ۵ درجه سلسیوس است و دمای سطح آب بین شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین نقطه دریا به ترتیب برابر ۲۵ و ۲۸ درجه سلسیوس می‌باشد. در ماه اگوست دمای سطح آب نه تنها به حداکثر خود می‌رسد، بلکه در تمامی دریا تقریباً برابر ۲۴ تا ۲۶ درجه سلسیوس می‌باشد (تصویر ۱، c). گرم‌ترین منطقه دریا در این ماه در جنوب شرقی آن قرار دارد. گویه هواشناسی - اقیانوس‌شناسی مستقر در ۳۰ کیلومتری عمق دریا از ساحل، دمای روزانه بیش از ۳۰ درجه را در این منطقه گزارش کرده است. از اواخر ماه اگوست، بتدریج دمای سطح آب دریا پایین می‌آید؛ به طوری که در ماه اکتبر اختلاف دما بین قسمت‌های شمالی و جنوبی به حدود ۱۰ درجه سلسیوس می‌رسد (تصویر ۱، d).

### ج) پراکنندگی رطوبت نسبی و باران در سواحل جنوبی دریاچه خزر

به طور کلی در سواحل جنوبی دریاچه خزر، از غرب به شرق از مقدار رطوبت نسبی و ریزش باران کاسته می‌شود. جداول شماره ۳ و ۴ میزان رطوبت نسبی و باران ماهانه و سالانه ایستگاههای سینوپتیک سواحل جنوبی دریاچه خزر را به عنوان نمونه نشان می‌دهد.

به طوری که در جدول شماره ۳ دیده می‌شود، اختلاف میزان رطوبت نسبی سالانه از آستارا تا بابلسر بسیار کم بوده و حداکثر آن ۲/۲ درصد است که این مقدار به سمت شرق افزایش یافته و در گرگان به ۱۴/۲ درصد می‌رسد. همان‌طور که در جدول شماره ۴ دیده می‌شود؛ حداقل میانگین ریزش باران سالانه در ایستگاه گرگان در شرق ۵۹۹/۲ میلیمتر و حداکثر میانگین آن در ایستگاه بندر انزلی در غرب ۱۸۱۵/۷ میلیمتر می‌باشد.

## جدول ۳: میانگین رطوبت نسبی در ایستگاههای سینوپتیک

سواحل جنوبی دریای خزر از ۹۳-۱۹۵۹

ایستگاهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	میانگین سالانه
آستارا	۸۴	۸۵/۲	۸۶/۳	۸۴	۸۰/۵	۷۳/۷	۷۲	۷۸/۲	۸۴	۸۷/۱	۸۶/۸	۸۵/۱	۸۲/۲
انزلی	۸۵	۸۵/۹	۸۷/۳	۸۴/۶	۸۳/۱	۷۸/۸	۷۵/۴	۷۸/۳	۸۳/۲	۸۶/۲	۸۶/۹	۸۵/۸	۸۳/۴
رشت	۸۵/۶	۸۷/۴	۸۶/۲	۸۲	۸۰/۱	۷۷/۴	۷۹	۷۹/۷	۸۳/۱	۸۷/۱	۸۷/۱	۸۶/۹	۸۳/۳
رامسر	۸۱/۵	۸۴/۴	۸۶/۶	۸۵/۶	۸۴/۴	۸۰/۶	۷۸/۹	۸۰/۷	۸۳/۲	۸۵/۲	۸۵	۸۳/۷	۸۳/۳
نوشهر	۸۳/۴	۸۴/۱	۸۵/۶	۸۳/۷	۸۲/۲	۷۹/۹	۷۸/۴	۸۰/۷	۷۹/۸	۸۰/۷	۸۰/۸	۸۰/۴	۸۱/۶
بابلسر	۸۴/۱	۸۴	۷۳/۸	۸۲/۵	۷۹/۶	۷۷	۷۷/۲	۸۳/۴	۸۰/۸	۸۲/۵	۸۴/۵	۸۵/۳	۸۱/۲
گرگان	۷۱	۷۲/۷	۷۳	۷۰/۶	۶۶/۶	۶۳/۶	۶۴/۷	۶۷/۳	۶۸/۶	۶۹	۷۰/۶	۷۲/۲	۶۹/۲

## جدول ۴: میانگین ماهانه و سالانه باران در ایستگاههای سینوپتیک

سواحل جنوبی دریای خزر از ۹۳-۱۹۵۹

ایستگاهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	میانگین سالانه
آستارا	۸۳/۵	۷۲/۴	۹۶/۹	۴۸/۱	۵۰/۶	۴۳/۴	۲۸/۸	۶۵/۴	۲۱۲	۲۸۱/۵	۱۴۰/۹	۹۶	۱۲۱۹/۵
انزلی	۱۸۷/۲	۱۳۶/۲	۱۱۲/۲	۴۹/۹	۵۰/۶	۴۴/۱	۴۱/۲	۱۰۷/۳	۲۰۷	۳۶۷/۴	۲۹۲/۶	۲۱۹/۹	۱۸۱۵/۷
رشت	۱۵۰/۲	۱۳۰/۱	۱۱۶/۵	۵۶/۷	۵۸/۶	۳۹/۶	۴۱/۳	۷۳/۶	۱۳۸/۳	۲۳۶/۱	۲۰۲/۲	۱۷۳/۷	۱۴۱۶/۹
رامسر	۸۴/۴	۷۸/۶	۸۹/۲	۴۰/۵	۵۰/۴	۴۹/۷	۳۴/۱	۶۹/۴	۱۶۱/۸	۳۰۹/۸	۱۶۱/۷	۱۱۹/۳	۱۲۴۸/۹
نوشهر	۱۱۴/۴	۱۰۹/۱	۹۲/۴	۴۷/۸	۴۸/۲	۵۲/۶	۳۹/۷	۷۹/۵	۱۵۳/۸	۲۲۲/۱	۲۰۶/۹	۱۴۰/۱	۱۳۲۶/۶
بابلسر	۹۹/۲	۷۹	۷۰/۵	۳۱/۳	۲۳/۷	۱۶/۴	۲۱/۴	۶۷/۱	۸۳/۳	۱۶۶/۳	۱۲۳/۴	۱۲۳/۸	۹۱۳/۴
گرگان	۵۵/۲	۶۳/۷	۷۶/۹	۴۵/۲	۴۶/۸	۳۰/۶	۱۸/۳	۳۱/۵	۳۷/۹	۶۹/۲	۶۰/۳	۶۴/۲	۵۹۹/۸

تصویر شماره ۲ قسمتی از نقشه خطوط همباران سالانه سواحل جنوبی دریاچه خزر را نشان می‌دهد که در آن از خط ساحلی تا پای دامنه‌های البرز از مقدار ریزش باران کاسته شده و از آنجا به سوی خط‌الرأس کوهستان مقدار ریزش باران افزایش می‌یابد.

## ۵) تبخیر در سواحل جنوبی دریاچه خزر

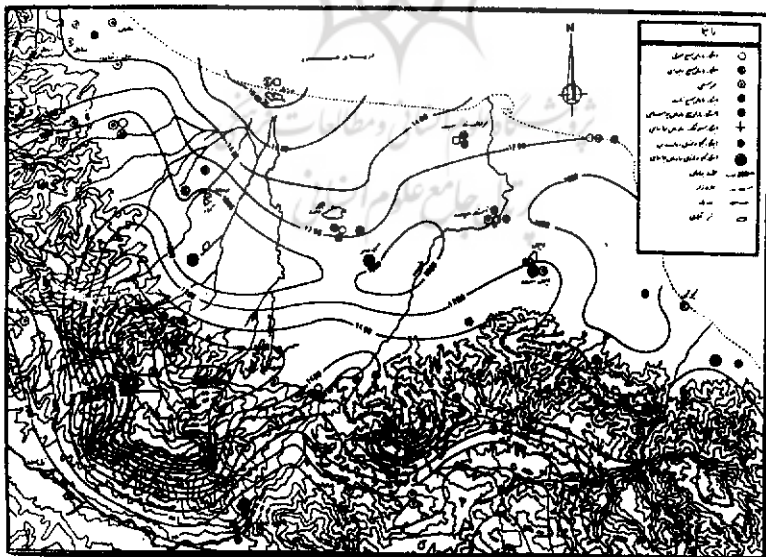
در این سواحل در بخش غربی میزان تبخیر سالانه کمتر از مقدار باران و در بخش شرقی بیشتر از مقدار آن است. میزان تبخیر در ایستگاههای سینوپتیک آستارا، انزلی، رشت، رامسر، نوشهر، بابلسر و گرگان براساس آمارهای ۲۵ ساله و به روش تورنت وایت به ترتیب برابر ۸۲۹/۴، ۸۶۵/۳، ۸۲۱/۹، ۸۳۱/۸، ۸۸۹/۵ و ۹۵۶/۹ میلیمتر



برآورد شده است. (۴) همچنین میزان تبخیر سالانه در ۴ ایستگاه تبخیر سنجی شاندرمن، آستانه، نوذرآباد و غفارحاجی نیز به ترتیب برابر  $۱۰۰۲/۶$ ،  $۸۹۱/۳$ ،  $۹۶۱/۳$  و  $۱۱۳۱/۴$  میلیمتر تخمین زده شده است. (۵)

### ی) تبخیر از سطح دریاچه خزر

براساس میانگین آمار ۱۰۵ ساله ارائه شده توسط آ. د. دوبروولسکی، آ. ن. کوساریو، و. او. ک. لئونیتف میزان تبخیر سالانه دریاچه خزر برابر ۹۷۰ میلیمتر می باشد. میزان تبخیر در بخشهای مختلف دریا یکسان نیست؛ به طوری که بخش شمالی ۱۰۳۷، بخش شمال شرقی ۱۱۳۲، بخش شرقی ۹۷۶، بخش غربی ۱۰۶۹، بخش مرکزی ۹۰۴، بخش جنوبی ۹۹۱ و به طوری کلی سطح کل دریا ۹۷۰ میلیمتر (۶) ثبت شده است. در جدول شماره ۵ میزان تبخیر سطح دریا به تفکیک ماه و فصل و درصد هر ماه و فصل نشان داده شده است.



تصویر شماره ۲. نقشه خطوط همباران در نیمه غربی سواحل جنوبی دریای خزر

### جدول ۵: میزان تبخیر سطح دریا را در طی دوره آماری ۱۹۸۱-۱۹۴۰ به تفکیک

ماه و فصل و درصد هر ماه و فصل را نشان می‌دهد

ماهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	میانگین سالانه
مقداریاران	۵۲	۵۲	۳۸	۴۶	۵۱	۸۵	۹۸	۱۳۱	۱۴۸	۱۲۴	۹۳	۷۰	۹۸۸
درصد	۵/۳	۵/۳	۳/۸	۴/۶	۵/۲	۸/۶	۹/۹	۱۳/۲	۱۵	۱۲/۶	۹/۴	۷/۱	۱۰۰
فصول	زمستان			بهار			تابستان			پاییز			سال
مقداریاران	۱۴۲			۱۸۲			۳۷۷			۲۸۷			۹۹۸
درصد	۱۴/۴			۱۸/۴			۳۸/۱			۲۹/۱			۱۰۰

به طوری که در این جدول دیده می‌شود، کمترین میزان تبخیر از سطح دریا در فصل زمستان و بیشترین میزان تبخیر از آن در فصل تابستان انجام می‌گیرد.

#### بادها در سواحل جنوبی دریاچه خزر (۷)

جدول شماره ۶ جهت بادهای سالانه ایستگاههای بندر انزلی، رامسر و بابلسر را در طی دوره آماری ۱۹۷۵-۱۹۵۹ نشان می‌دهد.

#### جدول ۶: جهت بادهای سالانه در ایستگاههای بندر انزلی، رامسر

و بابلسر در طی دوره آماری ۱۹۷۵-۱۹۵۹

ایستگاه/جهت	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	آرام
بندر انزلی	۱۸	۱۶	۱۲	۳	۴	۱۲	۱۳	۹	۱۳
رامسر	۱۰	۹	۱۱	۳/۵	۲	۵	۳	۱۳	۴۳/۵
بابلسر	۷/۵	۸/۵	۸	-	۲/۵	۲	۱۲/۵	۷	۵۲

به طوری که در این جدول دیده می‌شود، بادهای غالب درجه اول و درجه دوم به ترتیب در ایستگاه بندر انزلی، شمال و شمال شرقی، در ایستگاه رامسر، شمال و جنوب غربی و در ایستگاه بابلسر، غرب و شمال شرقی است. بادهای محلی در منطقه به ترتیب به نام گیله‌وا، دشت وا و گرمیچ خوانده می‌شود و این بادها به ترتیب از جهت شمال شرق، شمال غرب و جنوب و یا جنوب غربی می‌وزند. بادهای اول و دوم گاهی نیز طوفان‌زا هستند.

جدول شماره ۷ فراوانی وقوع بادهای اصلی ۵ گانه را طبق بررسی کوشینسکی به

طور سالانه نشان می‌دهد. (۸) بررسی فراوانی رخداد طوفانها بر روی دریاچه خزر در یک دوره ۱۰ ساله، درصد فراوانی بادهای غالب را در این دوره بدین شرح بیان می‌دارد: شمال غربی ۵۱/۵ درصد، شمال - شمال شرقی ۲۹/۵ درصد، شرقی ۱/۵ درصد، جنوبی ۱۶/۵ درصد و غربی ۰/۵ درصد. (۹)

جدول ۷: فراوانی وقوع گروههای اصلی باد در سطح دریاچه خزر

بر طبق بررسی کوشینسکی در سالهای ۱۹۴۰-۱۹۵۹

جمع	آرام	گردبادی	جنوب شرقی		شمال شرقی و شرق شمال شرقی	شمال و شمال شرقی	شمال غربی و شمال غربی
			شدید	ضعیف			
۱۰۰	۱۹/۲	۳/۹	۱۴/۹	۲۱	۹/۳	۱۲/۲	۱۹/۵

جدول ۸: حداکثر باران ۲۴ ساعته در ایستگاههای سینوپتیک

سواحل جنوبی دریای خزر از سال ۹۳-۱۹۷۱

ایستگاهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	میانگین سالانه
آستارا	۵۸/۵	۸۲	۸۶	۳۹	۵۱/۱	۸۲	۱۲۱	۶۳	۲۲۹/۵	۱۳۴	۱۰۰	۸۷/۳	۲۹۹/۵
انزلی	۷۰/۸	۶۸	۶۷	۳۸	۷۳	۸۷	۱۱۳	۱۶۰	۲۴۰	۱۷۱	۱۷۱	۱۲۴	۲۴۰
رشت	۹۰	۱۱۱	۵۳	۷۱	۶۲	۶۳	۱۰۱	۸۶	۱۱۳	۱۷۰	۲۰۰	۶۴	۲۰۰
رامسر	۱۲۰	۵۷	۷۰	۳۹	۶۴	۹۳	۱۰۳	۱۲۶	۱۶۴	۳۴۰/۲	۱۸۵	۸۴	۳۴۰/۲
نوشهر	۷۸/۵	۱۱۴/۶	۵۶	۲۸/۱	۶۲	۷۱	۱۰۳/۱	۲۰۳	۱۲۶	۱۴۴	۱۱۷	۹۳	۲۰۳
بابلسر	۴۸	۴۲	۵۳	۲۳	۳۳	۴۰	۴۳	۶۴	۲۰۰	۲۰۰	۷۸	۷۸	۲۰۰
گرگان	۷۵	۳۵	۳۸	۳۴	۵۶	۷۸	۳۹	۸۸	۳۳	۴۸	۸۱	۴۳	۸۸

شدت ریزش باران در سواحل جنوبی دریاچه خزر

به علت سهولت و همچنین در دست نبودن آمارهای ساعتی برای بررسی شدت بارشها در این سواحل، بارشهای ۲۴ ساعته مورد استفاده قرار گرفته است. جدول شماره ۹ حداکثر بارانهای ۲۴ ساعته ایستگاههای سینوپتیک، مستقر در سواحل جنوبی دریاچه خزر را در طی دوره آماری ۹۳-۱۹۷۰ نشان می‌دهد. چنانکه در این جدول دیده می‌شود، اولاً در بین ایستگاههای مذکور بالاترین مقدار ریزش باران ۲۴ ساعته

سالانه به ایستگاه رامسر و پایین‌ترین مقدار آن به ایستگاه گرگان اختصاص دارد؛ که به ترتیب برابر  $۳۴۰/۲$  و  $۸۸$  میلیمتر است. به عبارت دیگر، شدیدترین بارانها در جنوب غربی دریاچه خزر رخ نمی‌دهد؛ بلکه در حوالی نصف‌النهار  $۵۰$  درجه طول جغرافیایی در جنوب این دریا فرو می‌ریزد. ثانیاً شدیدترین بارانها در فصل پاییز و تابستان و به ترتیب در ماههای اکتبر، سپتامبر، نوامبر و اگوست رخ می‌دهد.

بارانهای  $۲۴$  ساعته بیش از  $۱۰۰$  میلیمتر در سواحل جنوبی دریاچه خزر

با در نظر گرفتن ارقام مندرج در جدول شماره ۸ رقم  $۱۰۰$  میلیمتر می‌تواند نمونه خوبی از بارشهای شدید و سیل‌زا در کلیه ایستگاههای مستقر در منطقه باشد. بنابراین نمونه انتخابی ما در این تحقیق بارشهای بیش از  $۱۰۰$  میلیمتر است. بررسی آمار روزانه کلیه ایستگاههای سینوپتیک، کلیماتولوژی، باران سنجی و تبخیر سنجی تحت نظارت سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیرو در طی دوره آماری  $۱۹۹۱-۱۹۷۰$  حاکی از این بود که در مجموع  $۲۲۶$  روز باران بیش از  $۱۰۰$  میلیمتر در منطقه رخ داده است. در برخی از این روزها یک ایستگاه و در برخی روزهای دیگر دهها ایستگاه همزمان بارانهای بیش از  $۱۰۰$  میلیمتر را گزارش داده‌اند.

جداول شماره ۹ و ۱۰ توزیع مکانی و زمانی روزهای بارانی بیش از  $۱۰۰$  میلیمتر را براساس آمار کلیه ایستگاههای مستقر در منطقه نشان می‌دهد.

جدول ۹: فراوانی رخداد تعداد روزهای بارانی بیش از  $۱۰۰$  میلیمتر

در سواحل جنوبی دریای خزر بر حسب طول جغرافیایی

طول جغرافیایی	۵۵-۵۶	۵۴-۵۵	۵۳-۵۴	۵۲-۵۳	۵۱-۵۲	۵۰-۵۱	۴۹-۵۰	۴۸-۴۹
تعداد روز	۲	۲	۱۰	۳۶	۶۷	۹۰	۷۳	۵۲
درصد	۰/۹	۰/۹	۴/۴	۱۵/۳	۲۹/۷	۳۹/۲	۳۲/۳۰	۲۳

ارقام مندرج در جدول شماره ۹ نشان می‌دهد که بیشترین تعداد روزهای بارانی بیش از  $۱۰۰$  میلیمتر به مناطق واقع بین طولهای  $۴۸$  تا  $۵۲$  اختصاص داشته و ناحیه بین  $۵۰$  تا  $۵۱$  درجه با نزدیک به  $۴۱$  درصد از تعداد روزهای مذکور بایستی دارای ویژگی خاصی باشد.

جدول ۱۰: فراوانی رخداد تعداد روزهای بارانی بیش از ۱۰۰ میلیمتر

در سواحل جنوبی دریاچه خزر بر حسب ماه و فصل

ماهها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سال
تعداد روز	۲	۶	۲	۲	۵	۸	۶	۱۹	۵۶	۷۰	۳۴	۱۶	۲۲۶
درصد	۰/۹	۲/۷	۰/۹	۰/۹	۲/۲	۳/۵	۲/۷	۸/۴	۲۴/۷	۳۱	۱۵	۷/۱	۱۰۰
فصول	زمستان			بهار			تابستان			پاییز			سال
تعداد	۱۰			۱۵			۸۱			۱۲۰			۲۲۶
درصد	۴/۵			۶/۶			۳۵/۸			۵۳/۱			۱۰۰

ارقام جدول شماره ۱۰ نیز بخوبی بیانگر آن است که بیش از ۵۰ درصد این روزهای بارانی در فصل پاییز و نزدیک به ۹۰ درصد آنها در نیمه دوم سال یعنی تابستان و پاییز فرو می‌ریزد؛ و علاوه بر آن قریب به ۵۶ درصد تعداد این روزها به ماههای اکتبر و سپتامبر تعلق دارد. این توزیع نامناسب و تمرکز روزهای مذکور در یک فاصله زمانی کوتاه، بیانگر آن است که در این فاصله زمانی باید شرایط خاصی بر منطقه حاکم باشد. به سخن دیگر ارقام جداول مذکور بیانگر آن است که این ریزشها در اثر شرایط خاص جغرافیایی منطقه و حاکمیت شرایط ویژه سینوپتیکی بر آن فرو می‌ریزد.

مکانیزم ریزش بارانهای بیش از ۱۰۰ میلیمتر

بر روی سواحل جنوبی دریاچه خزر

مقدار ریزش باران در سطح دریای خزر بمراتب کمتر از مقدار ریزش باران بر روی سواحل جنوبی آن است (۱۹۱ میلیمتر آمار ۱۱۹ ساله) بر روی سواحل جنوبی نیز از خط ساحلی به درون خشکی از مقدار ریزش باران کاسته می‌گردد (نقشه شماره ۲). این الگوی بارش بیان کننده مکانیزم ریزش باران توسط جبهه‌های نسیم دریاست. مطالعه نسیم دریا به شیوه‌های گوناگون انجام می‌گیرد. یکی از این شیوه‌ها بررسی نسیم دریا توسط سیملوله است (برای آشنا شدن به این روش به کتاب هواشناسی عمومی صفحات ۴۸۶ تا ۵۰۶ رجوع گردد). در این روش زاویه تقاطع سطوح دمای پتانسیل با سطوح چگالی یا تقاطع سطوح دما با سطوح فشار انرژی مورد نیاز جهت به حرکت در آمدن جو و در نتیجه ایجاد گردش را امکان پذیر می‌سازد.

هوای سرد متراکم تر از هوای گرم مجاور است، در نتیجه حجم ویژه آن دارای زاویه

تقاطع کوچکتری نسبت به هوای گرم است و نشست می‌کند و هوای گرم به سبب منبسط‌تر بودن نسبت به هوای سرد به صعود هوای محیط مجاور می‌انجامد و زاویه تقاطع بزرگتری ایجاد می‌شود. حرکت هوای سرد به سوی هوای گرم در سطح زمین و ارتفاعات پایین و انتقال هوای گرم به سوی هوای سرد در ارتفاعات بالا و بر روی منبع گرم انجام می‌گیرد. چون خطوط همفشار به سوی بالا بر روی منبع گرم گسترش می‌یابد شیب خطوط فشار تمایل دارد که با سطوح بالای منبع گرم همراهی کند. بنابراین پرفشار حرارتی در سطح زمین که با خصوصیات هوای سرد توأم است، ایجاد کننده شیب فشار همراه با جریان در سطح زمین خواهد بود.

با توجه به مطالبی که گذشت و نظر به سیمای طبیعی منطقه در غیاب سیستمهای سینوپتیکی باران‌زا، سواحل جنوبی خزر هر روزه تحت تأثیر نسیم دریا واقع می‌شود ولیکن به علت فعال نبودن مکانیزم سیملوله‌های ایجاد شده در این منطقه، این سواحل از بارندگی چندانی برخوردار نبوده و بیشتر تحت تأثیر مه‌های ناشی از نسیمهای دریا قرار می‌گیرد. در بعدازظهرها به سبب رسیدن گردش به شدیدترین موقعیت خود، مقداری از ابرهای جوششی از نوع کومه‌ای بارش کم نیز در خط ساحلی ایجاد می‌شود. مکانیزم گردش مذکور به این قرار است: چون خشکی معمولاً در طول روز گرمتر از دریاست و چگالی به سوی بالا کاهش می‌یابد. سطوح همچگالی ثابت دارای شیبی روبه بالا از خشکی به دریاست. در این حالت سطوح همفشار معمولاً بسیار بیشتر از سطوح همچگالی افقی بوده، توسط سطوح مذکور قطع می‌شود و بدین ترتیب سیملوله‌ها به وجود می‌آیند. حال اگر این موقعیت با سیستمهای جوی منطبق گردد، دو وضعیت خاص را به وجود می‌آورد که یا سبب تشدید نسیم دریا می‌گردد که در این صورت باید یک مرکز پرفشار حرارتی بر روی دریای خزر تشکیل گردد. مقدار فشار این مراکز فشار زیاد، اصولاً نباید برای بارندگیهای خیلی شدید بیش از ۱۰۰ میلیمتر بیش از ۱۰۳۰ هکتوپاسکال باشد، زیرا در این صورت از شدت ریزشها کاسته می‌گردد.

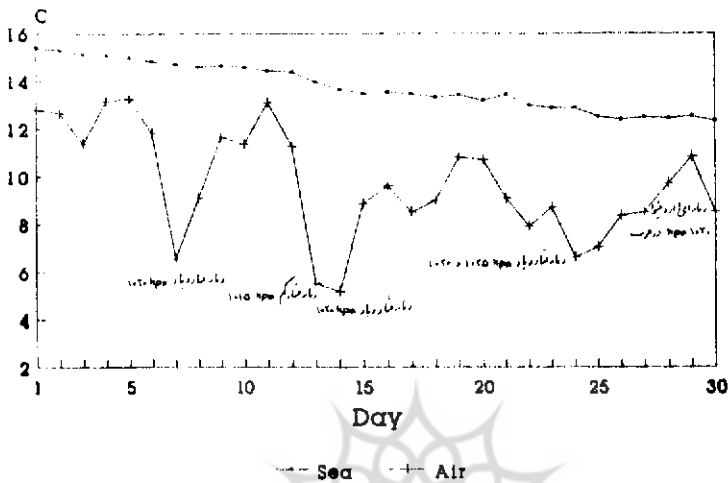
در زمانی که فشار زیاد بر روی خزر مستقر می‌گردد، جهت جریانانات به طریقی است که جریان نسیم دریا تقویت شده، تعداد سیملوله‌ها افزایش می‌یابد و جبهه نسیم دریا شدیدترین بارندگی را در خط ساحلی ایجاد کرده، سپس به درون خشکی نفوذ

می نماید. بعلاوه در این حالت، ساحل دریا نسبت به کوهستان دارای فشار زیاد بوده، جریانات دشت نیز تقویت می گردد. همان گونه که در تصویر شماره ۲ دیده می شود حداکثر بارندگی به سبب نسیم دریا در خط ساحلی است و بتدریج از میزان آن به درون خشکی کاسته می گردد. این عمل تا نزدیکی کوهپایه های شیبهای شمالی البرز ادامه دارد و سپس از آنجا براساس مکانیسم اروگرافی مجدداً افزایش می یابد. هر چه اختلاف دمای هوایی که در اثر سیستمهای فشار زیاد حرارتی به روی دریا آورده شده با دمای هوای سطح آب بیشتر باشد رطوبت بیشتری در آن تغذیه شده، و هنگامی که توسط نسیم دریا به ساحل آورده می شود، جبهه قویتری را به وجود می آورد و بارانهای شدیدتری ایجاد می کند. مهمترین دلیل وجود فراوانترین تعداد روزهای بارانی و شدیدترین این بارانها در فصل پاییز و بخصوص از نیمه دوم سپتامبر تا نیمه دوم ماه نوامبر در سواحل جنوبی دریای خزر نیز، همین امر است.

رابطه اختلاف دمای سطح آب و دمای هوای روی آن و سیستمهای فشار زیاد و همچنین ریزش باران را توسط این سیستمها می توان به طور تجربی نیز نشان داد. تصویر نمودار ۳ موارد متوسط دمای روزانه سطح آب دریا و هوای روی آن را براساس اطلاعات حاصل از گویه هواشناسی - اقیانوس شناسی مستقر در ۳۰ کیلومتری عمق دریا از ساحل نکا واقع در جنوب شرقی دریای خزر در دی ماه ۱۳۶۷ نشان می دهد. به طوری که در این تصویر دیده می شود، در روزهایی که اختلاف دمای هوا و سطح آب دریا بسیار زیاد شده، منطقه تحت تسلط مراکز فشار زیاد بوده است. در جدول شماره ۱۱ میزان باران این روزها و یک روز قبل و یک روز بعد از آنها در ۱۰ ایستگاه که به طور تصادفی از بین ایستگاههای مستقر در منطقه انتخاب شده اند، درج گردیده است. تطبیق ارقام مندرج در این جدول با نمودار مذکور بخوبی موضوع فوق را تأیید می کند.

در صورتی که تنها مراکز کم فشار بر روی دریای خزر گسترش یابد، جبهه نسیم دریا از بین می رود و منطقه فقط تحت تأثیر سیستمهای سینوپتیکی جو قرار می گیرد. اما اگر سیستمهای کم فشار ضعیف بوده و توسط واچرخندهایی همراهی شوند که موجب ریزش هوای سرد از عرضهای بالاتر بر روی دریا گردد، جبهه نسیم دریا نه تنها از بین نمی رود؛ بلکه در اثر افزایش شیب اختلاف فشار بین دریا و خشکی تقویت نیز می گردد.

با این وجود مقدار ریزش باران در این گونه سیستمها به اندازه سیستمهای واچرخندی



تصویر شماره ۳ - نمودار متوسط دمای روزانه سطح آب دریای خزر و

متوسط دمای هوای روی آن در دیماه ۱۳۶۷

**منشأ سیستمهای سینوپتیکی عامل ریزش بارانهای بیش از ۱۰۰ میلیمتر**

منشأ سیستمهای واچرخندی از لحاظ فراوانی وقوع و شدت بارشها عبارتند از: قاره اروپا و اقیانوس اطلس شمالی. همچنین منشأ سیستمهای چرخندی عبارتند از: دریای مدیترانه، شمال شرق آفریقا و منطقه موسمی ایران و پاکستان.

عوامل دیگر که روی فراوانی وقوع و شدت بارانها اثر میگذارد، فیزیوگرافی و سیمای طبیعی ساحل است. همانگونه که در توزیع مکانی فراوانی روزهای بارانی بیش از ۱۰۰ میلیمتر دیدیم، بیشترین تعداد روزهای بارانی بیش از ۱۰۰ میلیمتر به طون جغرافیایی ۵۰ تا ۵۱ درجه اختصاص دارد. این منطقه بر روی شرق دلتای سفیدرود و پیش روی این دلتا در دریاچه خزر قرار دارد که یک شکل دماغه مانند را در دریا ایجاد کرده است. در این قسمت عرض جلگه ساحلی نیز باریک بوده و فاصله دریا تا ارتفاعات ۳۰۰۰ متری بسیار کم است. در این منطقه نه تنها بیشترین تعداد روزهای بارانی وجود دارد، بلکه شدیدترین بارانها نیز در همین منطقه رخ می دهد



(ایستگاه رامسر). علت آن، یکی ورود دو جبهه سیم دریا از دو سوی دماغه و همگراشدن آنها بر روی خشکی است. دیگری صعود این هوای مرطوب همگراشده بر روی کوهستان توسط بادهای آناباتیکی می باشد. به عبارت دیگر بارشهای این منطقه در اثر تقویت جبهه های نسیم دریا به طریق کانوکشنال اروگرافیک فرو می ریزد.

میدان	دیناچال	مختارآباد	کما	رامسر	عباس آباد	توسکاتک	میددشت	نورآباد	گسلورد
۳۰°-۲۹'	۳۰°-۳'	۲۹°-۵۲'	۲۹°-۱۸'	۵۰°-۳۹'	۵۱°-۵'	۵۰°-۴۸'	۵۲°-۳۸'	۵۳°-۱۵'	۵۳°-۳۵'
۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	۱۸
۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲
۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳
۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶	۲۶
۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷
۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰

### معرفی یک الگوی نمونه از سیستمهای واچرخند اروپایی

الگوی ریزش باران روزهای سی و سی و یکم اکتبر ۱۹۷۶ یک نمونه کلاسیک از این نوع سیستم است که در ذیل معرفی می گردد.

الگوی آرایش مراکز فشار در سطح زمین

تصاویر شماره های ۴ تا ۷، نقشه سطح زمین را در روزهای ۲۸، ۲۹، ۳۰، و ۳۱ اکتبر ۱۹۷۶ نشان می دهد. به طوری که در این تصاویر دیده می شود، در روز بیست و هشتم یک سیستم واچرخندی بر روی شبه جزیره اسکاندیناوی شکل گرفته است که از این پس ما آن را واچرخند اروپایی می نامیم. مرکز این واچرخند بر روی فنلاند در  $۲۶/۵^{\circ}$

طول و  $53/5^{\circ}$  عرض جغرافیایی واقع است. در این روز بر روی آسیا نیز یک چرخند وسیع دیده می شود که گسترش آن مداری بوده و در جنوب آن بر روی ازبکستان نیز یک واچرخند دیگر قرار دارد که زبانه آن تا روی قره‌بغاز گسترش دارد و جبهه مخلوط جنوب آن از روی تهران می گذرد. در این زمان روی دریاهای سیاه، مدیترانه و دریای سرخ نیز سه سیستم چرخندی وجود دارد، که به ترتیب با ایزو بارهای  $1014$ ،  $1010$ ، و  $1010$  هکتوپاسکالی بسته شده‌اند. در روز بیست و نهم واچرخند اروپایی به سمت جنوب شرق حرکت می کند که مرکز آن در  $33/5^{\circ}$  طول جغرافیایی و  $53/5^{\circ}$  عرض جغرافیایی می باشد و در حدود  $5$  هکتوپاسکال بر فشار مرکزی اش افزوده می شود. زبانه‌هایی از این واچرخند بر روی دریاهای مدیترانه، سیاه و دریای سرخ گسترش می یابد. در این روز در اثر گسترش و حرکت واچرخند اروپایی به سمت جنوب هوای سرد مناطق شمالی اروپا بر روی دریاهای مدیترانه، سیاه و دریای سرخ ریزش می نماید و این امر باعث ایجاد یک میدان کم فشار گسترده چند مرکزی در شرق این دریاها می شود. مراکز فرعی این میدان کم فشار در جنوب دریاچه خزر بر روی نواحی تهران، عراق و شمال تنگه هرمز قرار دارد. در روز سی ام واچرخند اروپایی در همان جهت قبلی خود حرکت می کند و مرکزش در شمال دریای سیاه یعنی در  $40^{\circ}$  طول جغرافیایی و  $48^{\circ}$  عرض جغرافیایی قرار می گیرد. با واقع شدن در این موضع زبانه آن از جهت شمال غرب و جنوب شرق بر روی دریاچه خزر گسترش می یابد. در این روز ایزو بار  $1020$  هکتوپاسکالی در جنوب غرب دریاچه خزر خط ساحلی را قطع می کند. شیب فشار در سواحل جنوبی زیاد و در حدود  $5$  هکتوپاسکال در هر  $127$  کیلومتر می باشد. ایزو بارها بخوبی فرافت سرد را از شمال غرب به جنوب شرق بر روی دریا و جهت جریان بادها را در مقیاس کوچک از شمال شرق به جنوب غرب از روی آبها نشان می دهد.

در جدول شماره ۱۲ مشخصات و میزان باران ایستگاههایی که در این روز باران بیش از  $100$  میلیمتر را گزارش کرده‌اند درج شده است.

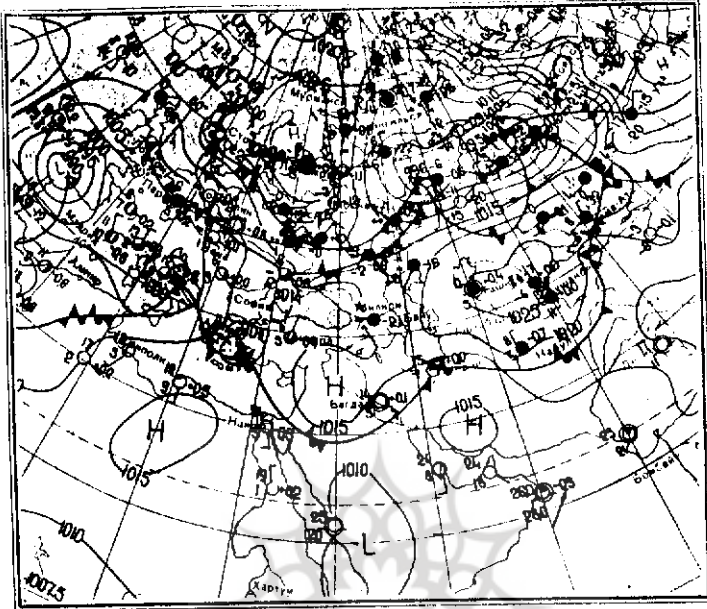
همچنان که در روز بیست و نهم دیده شد سیستم کم فشار بر روی منطقه، حاکم بود که در روز سی ام بتدریج از منطقه دور گردیده است. به عبارت دیگر این بارانها در اثر

جبهه سرد جلوزبانۀ پرفشار ریزش می‌کند. در روز سی و یکم و اچرخند اروپایی مجدداً در همان مسیر قبلی به حرکت خود ادامه می‌دهد که مرکزش در  $43^{\circ}$  عرض جغرافیایی و  $6^{\circ}$  طول جغرافیایی در جنوب دریاچه آرال قرار دارد. فشار مرکزی این و اچرخند نسبت به روز قبل در این موضع ۸ هکتوپاسکال افزایش نشان می‌دهد. ایزوبار  $1035$  در جنوب شرق و ایزوبار  $1030$  هکتوپاسکال در جنوب غرب دریا تا خط ساحلی پایین می‌آید. به عبارت دیگر گرادیان افزایش فشار در جنوب شرقی  $20$  و در جنوب غربی  $10$  هکتوپاسکال در ظرف  $24$  ساعت است. به علت شیب شدید فشار در منطقه و گذشتن آن از مقدار  $1030$  هکتوپاسکال در جنوب شرقی دریا از وسعت منطقه دریافت دارنده بارانهای بیش از  $100$  میلیمتر کاسته می‌شود. در این روز تنها ایستگاه خیررود واقع در  $50^{\circ}-34'-50''$  طول و  $40'-37''-36^{\circ}$  عرض جغرافیایی مقدار  $219$  میلیمتر باران گزارش کرده است.

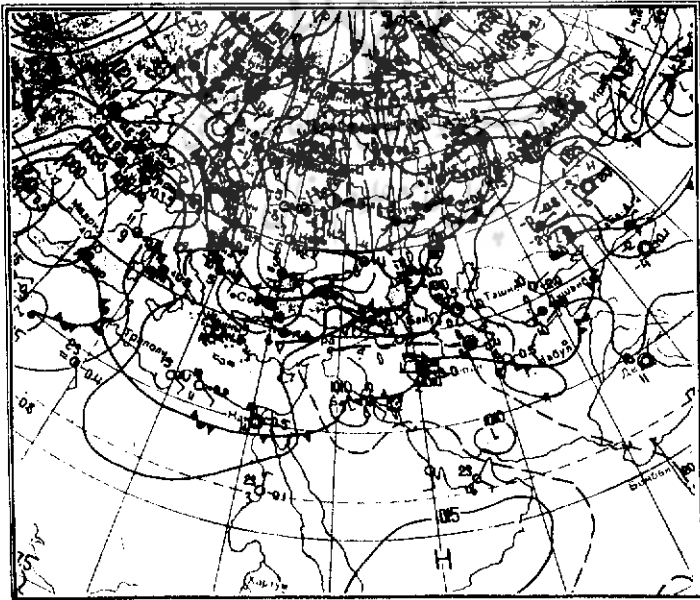
جدول ۱۲: مشخصات و میزان باران ایستگاههایی که در ۳۰ سپتامبر

۱۹۷۶ باران بیش از  $100$  میلیمتر گزارش کرده‌اند

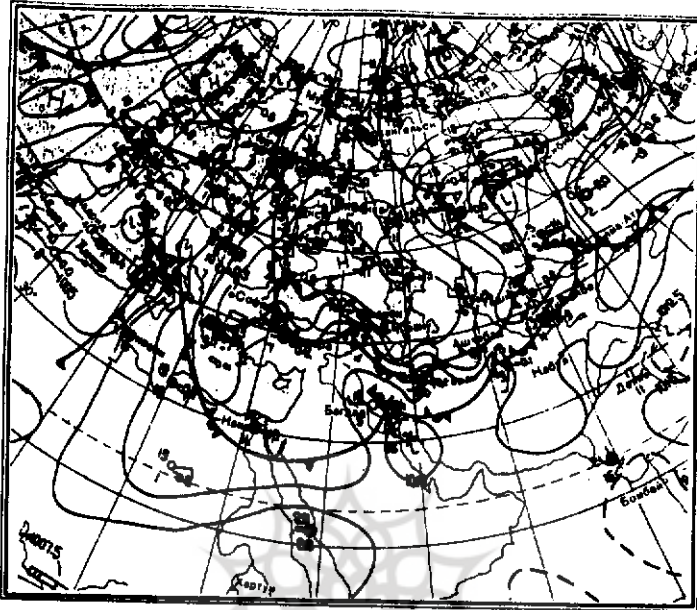
ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	میزان باران
۱	هراتبر (سمپوش)	$50^{\circ}-14'$	$36^{\circ}-52'$	۱۲	۱۰۷
۲	درازلات	$50^{\circ}-16'$	$36^{\circ}-59'$	۱۲۰	۱۰۵
۳	رامسر (ن) (۱)	$36^{\circ}-55'$	$50^{\circ}-39'$	-۱۰	۱۹۰
۴	رامسر (ه) (۲)	$50^{\circ}-40'$	$36^{\circ}-54'$	-۲۰	۱۵۹
۵	نالارسر	$50^{\circ}-44'$	$36^{\circ}-51'$	۷۹	۱۶۰
۶	گانگسر	$50^{\circ}-45'$	$36^{\circ}-50'$	۱۱۰	۱۴۹
۷	نسا رود	$50^{\circ}-46'$	$36^{\circ}-51'$	-۱۰	۱۳۹
۸	هراتبر (چشمه گله)	$50^{\circ}-51'$	$36^{\circ}-45'$	۱۱۰	۱۲۸
۹	شهور	$50^{\circ}-52'$	$36^{\circ}-50'$	-۱۰	۱۲۷
۱۰	نشتارود	$50^{\circ}-55''$	$36^{\circ}-48''$	-۱۰	۱۶۰
۱۱	عباس آباد	$51^{\circ}-55'-50''$	$36^{\circ}-43'-50''$	-۲۶	۱۳۶/۹
۱۲	کلارآباد (ن)	$51^{\circ}-13'$	$36^{\circ}-41'$	-۱۰	۱۱۰
۱۳	کلارآباد (ه)	$51^{\circ}-15'$	$36^{\circ}-41'$	-۲۶	۱۱۱
۱۴	توسکاتک	$51^{\circ}-48'$	$36^{\circ}-37'$	-۱۰	۱۳۱



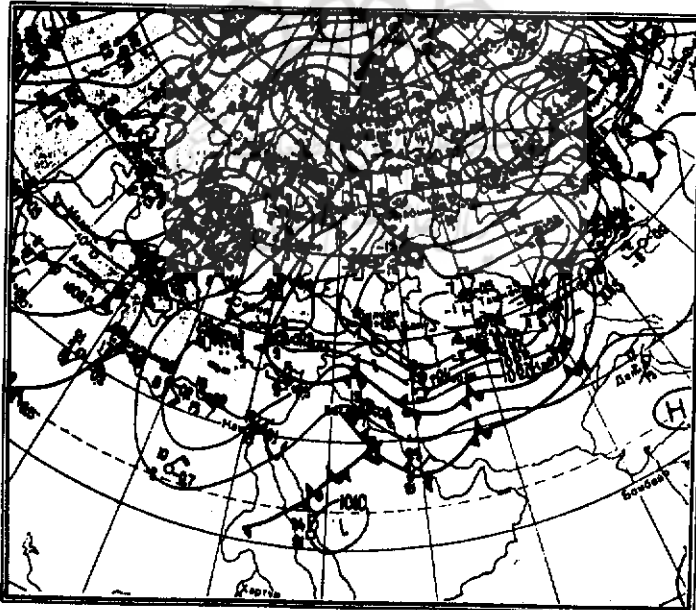
تصویر شماره ۴: الگوی آرایش ایزوباری در نقشه سطح زمین، در روز ۲۸ اکتبر ۱۹۷۶



تصویر شماره ۵: الگوی آرایش ایزوباری در نقشه سطح زمین، در روز ۲۹ اکتبر ۱۹۷۶



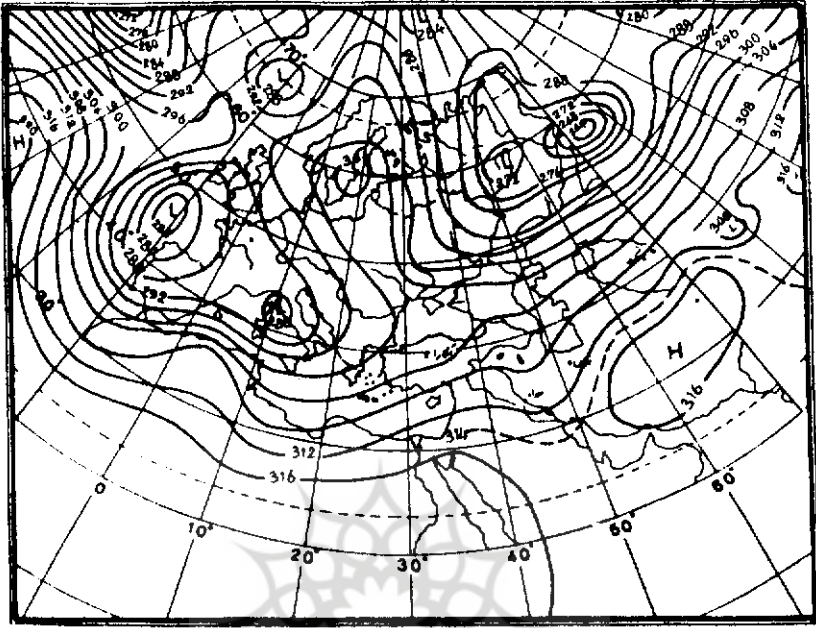
تصویر شماره ۶: الگوی آرایش ایزوباری در نقشه سطح زمین، در روز ۳۰ اکتبر ۱۹۷۶



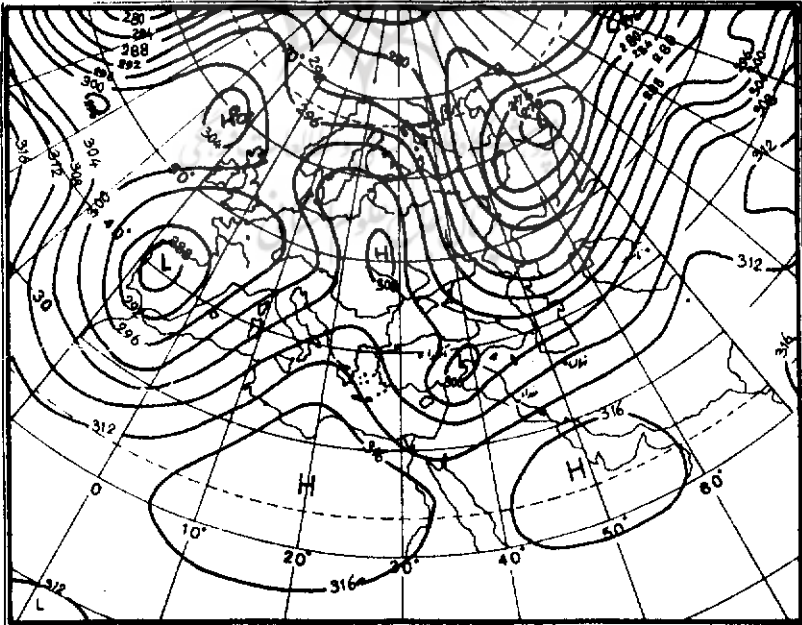
تصویر شماره ۷: الگوی آرایش ایزوباری در نقشه سطح زمین، در روز ۳۱ اکتبر ۱۹۷۶

### الگوی آرایش کنتوری در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی

تصاویر شماره ۸ تا ۱۱ نقشه روزهای ۲۸، ۲۹، ۳۰ و ۳۱ اکتبر ۱۹۷۶ را در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی نشان می‌دهد. به طوری که در این تصاویر دیده می‌شود، الگوی آرایش کنتوری این تراز همانند الگوی آرایش ایزوباری آن در نقشه سطح زمین است. در روز بیست و هشتم یک واچرخند بر روی شبه جزیره اسکاندیناوی وجود دارد که مرکز آن بر روی دریای بالتیک در  $59^{\circ}$  عرض و  $17^{\circ}$  طول جغرافیایی واقع است. بر روی آسیا نیز یک چرخند دو مرکزی وجود دارد که کاملاً با الگوی سطح زمین هماهنگی نشان می‌دهد. تراف این چرخند بر روی اروپا از جهت شمال شرق به جنوب غرب تا نصف‌النهار  $30^{\circ}$  و مدار  $48^{\circ}$  گسترش دارد. در روز بیست و نهم واچرخند اروپایی به سمت جنوب شرق و چرخند آسیایی به سمت شمال شرقی تغییر مکان می‌دهد. در این روز تراف چرخند مذکور در جهت جنوب غرب عمیق‌تر شده و انتهای آن تا  $28^{\circ}$  عرض جغرافیایی در شمال دریای سرخ امتداد می‌یابد. در روز سی‌ام الگوی آرایش کنتوری واچرخندی اروپایی در اثر گسترش مدار آن در سطح زمین از حالت بسته خارج شده و به صورت یک ریج بر روی اروپا قرار می‌گیرد. این الگوی آرایش کنتوری موجب شده است تا تراف چرخند آسیایی بر روی دریاچه خزر واقع شده و انتهای آن تا  $38/5^{\circ}$  عرض جغرافیایی بر روی عربستان برسد. محور این تراف از روی سواحل جنوبی دریا می‌گذرد. همچنین چرخند ثانویه‌ایی که در روز قبل در درون تراف ایجاد شده بود، در این روز در جنوب غرب دریاچه خزر و بر روی ترکیه و عراق قرار دارد. این الگوی آرایش کنتوری بیان‌کننده تاوایی مثبت در سواحل جنوبی دریاچه خزر بوده و ریزش باران را در این سواحل توجیه می‌کند. روز سی و یکم، الگوی آرایش کنتوری با روز قبل تفاوت فاحشی ندارد بجز این که تراف آسیایی کمی به سمت شرق حرکت کرده، چرخند ثانویه درون آن در اثر یک چینش در حال جدا شدن می‌باشد.

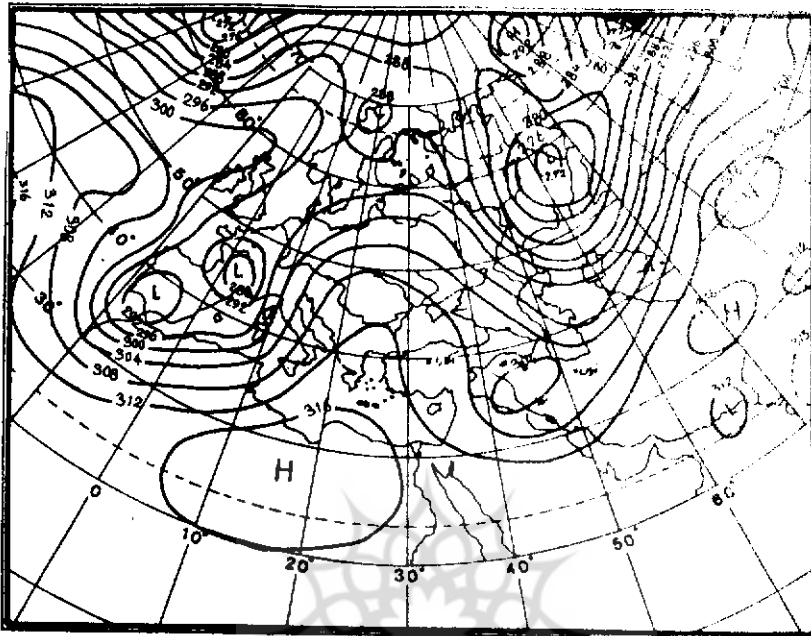


تصویر شماره ۸: الگوی آرایش کنتوری در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی در روز ۲۸ اکتبر ۱۹۷۶

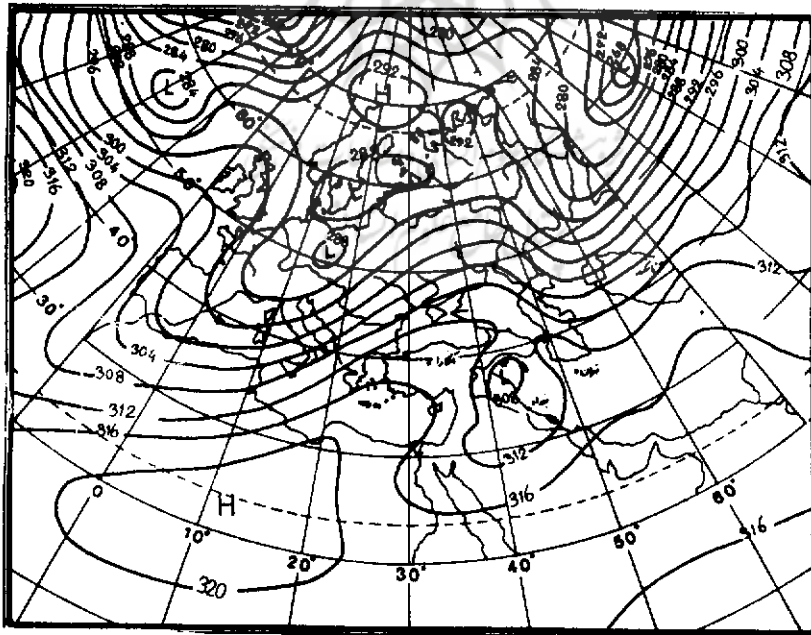


تصویر شماره ۹: الگوی آرایش کنتوری در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی در روز ۲۹ اکتبر ۱۹۷۶





تصویر شماره ۱۰: الگوی آرایش کنوری در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی در روز ۳۰ اکتبر ۱۹۷۶

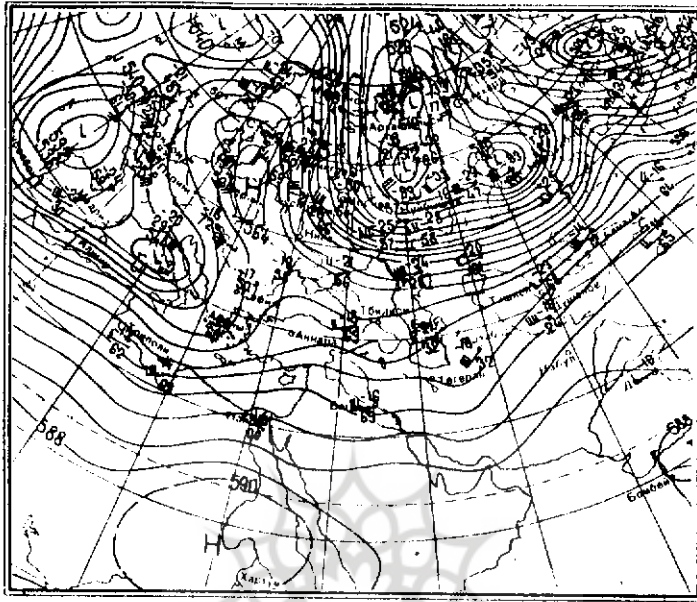


تصویر شماره ۱۱: الگوی آرایش کنوری در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی در روز ۳۱ اکتبر ۱۹۷۶

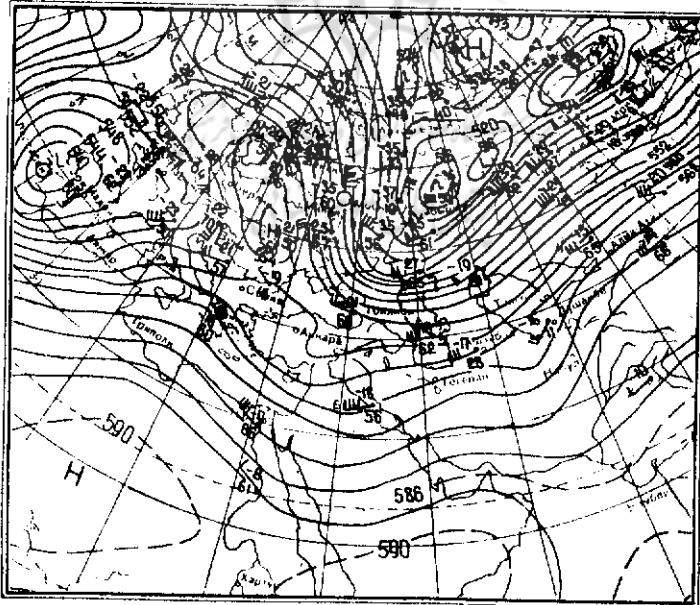


### الگوی آرایش کنتوری در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی

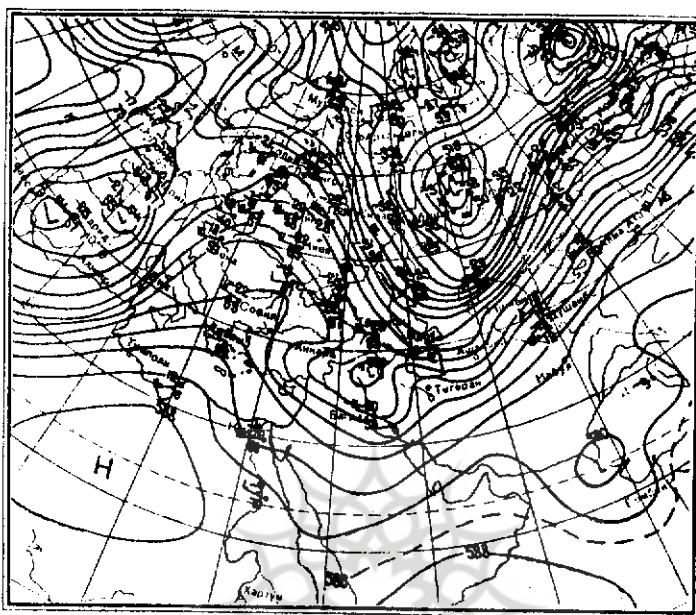
تصاویر شماره‌های ۱۲ تا ۱۵ نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی روزهای ۲۸، ۲۹، ۳۰ و ۳۱ اکتبر ۱۹۷۶ را نشان می‌دهد. به طوری که در این تصاویر دیده می‌شود الگوی آرایش کنتوری این تراز دقیقاً همان الگوی آرایش کنتوری تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی و ایزوباری سطح زمین است. در روز بیست و هشتم سیستم واچرخند مستقر در روی اسکاندیناوی (اروپایی) در تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی در این تراز نیز در همان محل خود قرار دارد با این تفاوت که مرکز آن کمی پایین‌تر بوده و در جنوب دریای بالتیک، در روی شمال لهستان واقع است. چرخند آسیایی نیز در همان محل تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی قرار دارد که دارای سه مرکز می‌باشد. در اثر حرکت واچرخند اروپایی به سمت جنوب شرق در روز بیست و نهم تراف آسیایی در جهت جنوب غربی چرخش می‌نماید و در روی شمال غرب دریاچه خزر قرار می‌گیرد. محور این تراف در جهت شمال شرق - جنوب غرب تا شمال دریای مدیترانه می‌رسد. در شرق دریای مدیترانه و بر روی دریای سرخ، در امتداد تراف آسیایی، یک تراف فرعی نیز وجود دارد که با میدان کم فشار الگوی آرایش ایزوباری در سطح زمین مطابقت دارد. روز سی‌ام، الگوی آرایش کنتوری در اثر حرکت سیستم‌های چرخند آسیایی به سمت شمال شرق و واچرخند اروپایی به سمت جنوب شرق در سطح زمین به نحوی است که تراف مرکز غربی چرخند آسیایی در این تراز بر روی دریاچه خزر قرار می‌گیرد و در دنباله آن در اثر یک چینش، یک چرخند جدید بر روی عراق و ترکیه به وجود می‌آید. تطبیق این چرخند با چرخندهای تراز ۷۰۰ هکتوپاسکالی و سطح زمین در شمال خلیج فارس حالت کلاسیک دارد. روز سی و یکم در اثر توسعه واچرخند اروپایی و همچنین حرکت رو به شمال شرق چرخند آسیایی در سطح زمین، ریح مستقر در روی اروپا در این تراز ضمن حرکت به سمت شرق گسترش مداری می‌یابد. در اثر این گسترش و حرکت تراف آسیایی و چرخند عراقی به صورت یک تراف عمیق بر روی آسیای غربی در می‌آید. محور این تراف از شمال قره‌بغاز از روی دریاچه خزر عبور کرده و در جنوب غرب دریا خط ساحلی را قطع می‌کند. آرایش کنتوری در این تراز در روزهای سی و سی و یکم حاکی از کژفشاری شدید در خط ساحلی دریاچه خزر بوده و ریزش‌های این روزها را بخوبی توجیه می‌کند.



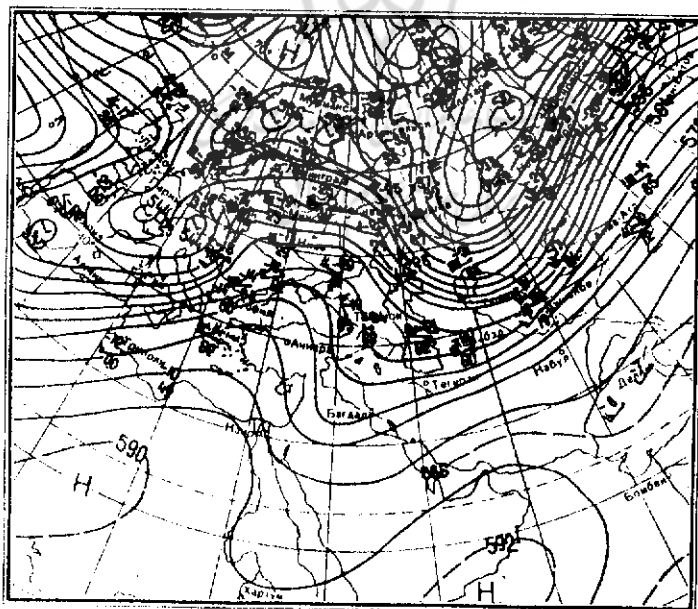
تصویر شماره ۱۲: الگوی آرایش کنویری در نواز ۵۰۰ هکتوپاسکالی در روز ۲۸ اکتبر ۱۹۷۶



تصویر شماره ۱۳: الگوی آرایش کنویری در نواز ۵۰۰ هکتوپاسکالی در روز ۲۹ اکتبر ۱۹۷۶



تصویر شماره ۱۴: الگوی آرایش کنتوری در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی در روز ۱۳ اکتبر ۱۹۷۶



تصویر شماره ۱۵: الگوی آرایش کنتوری در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی در روز ۳۱ اکتبر ۱۹۷۶

## جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

۱- کشیدگی دریاچه خزر در جهت نصف‌النهاری باعث شده تا دمای هوا و آب از شمال به جنوب در این دریا افزایش پیدا کند. بالاترین اختلاف دما را بین شمال و جنوب بین فصول، فصل پاییز و در بین ماهها، ماه اکتبر به وجود می‌آورد.

۲- مقدار رطوبت نسبی و میزان باران از شمال به جنوب بر روی دریای خزر افزایش می‌یابد.

۳- بیشترین مقدار ریزش باران بر روی دریاچه خزر و سواحل جنوبی آن در زمانی رخ می‌دهد که بالاترین اختلاف دمای هوا و آب بین مناطق شمالی و جنوبی دریا وجود دارد.

۴- بیشترین میزان ریزش باران در خط ساحل جنوبی دریا فرو می‌ریزد و با فاصله گرفتن از این خط به سمت شمال و یا به سمت جنوب از میزان ریزش باران کاسته می‌شود.

۵- مقدار ریزش باران بر روی سواحل جنوبی دریاچه خزر از پای دامنه‌های شمالی البرز مجدداً افزایش می‌یابد.

۶- الگوی ریزش باران بر سواحل جنوبی و با توجه به موارد ۱ تا ۴ بیانگر آن است که این بارانها در اثر جبهه‌های نسیم دریا فرو می‌ریزد.

۷- ریزش بارانهای شدید در سواحل جنوبی دریاچه خزر همزمان با استقرار شکلهای خاصی از سیستمهای سینوپتیکی جو بر روی دریا رخ می‌دهد.

۸- منشأ هیچ یک از ۱۱۵ سیستم سینوپتیکی که بارشهای بیش از ۱۰۰ میلیمتر را در یک دوره ۲۰ ساله ایجاد کرده، منطقه سبیری نبوده است.

با توجه به مطالب گفته شده این نتیجه حاصل می‌شود که اولاً این بارشها تنها در اثر استقرار سیستمهای واچرخندی ایجاد نشده، بلکه توسط سیستمهای چرخندی نیز ایجاد می‌شود. ثانیاً منشأ سیستمهای واچرخندی عامل این ریزشها سبیری نیست، بلکه اروپا و اقیانوس آرام است. ثالثاً مقدار ریزش باران در دامنه‌های شمالی البرز کاهش نیافته، بلکه افزایش می‌یابد.

## پی‌نوشتها:

- ۱- ربیع بدیعی، جغرافیای مفصل ایران، ج اول، ص ۴۷.
  - ۲- احمد بریمانی، دریای مازندران، ص ۱۳۷.
  - ۳- فریده شادمان، نگرشی به دریاچه خزر و علل نوسان آب آن، ص ۳۳.
  - ۴- فاطمه داوری، بررسی آماری اقلیم سواحل جنوبی دریاچه خزر، ص ۱۵۴.
  - ۵- مهندسین مشاور فارو، گزارش نهایی مطالعه دریاچه خزر، صفحات مختلف.
  - ۶- همان، صفحات مختلف.
  - 7- Dapplonia Company 1976, Caspian Sea floor hazard for N. I. O. C., appendix, 13-15.
  - ۸- احمد بریمانی، دریای مازندران، ص ۱۳۰.
  - 9- Dapplonia Company 1976, Caspian Sea floor hazard for N. I. O. C., appendix, 8-10.
  - ۱۰- هوشنگ قائمی، مبانی هواشناسی عمومی.
  - ۱۱- شرکت ملی نفت ایران، اکتشاف و تولید، طرح اکتشاف و حفاری بحر خزر  
اطلاعات مأخوذ از گویه هواشناسی اقیانوس‌شناسی.
  - ۱۲- سالنامه‌های هواشناسی سالهای ۱۹۵۹-۱۹۹۳ سازمان هواشناسی کشور.
  - ۱۳- سالنامه‌های بارش در حوزه آب ریز دریاچه خزر ۱۳۵۰-۱۳۷۱، تماب، وزارت نیرو.
  - ۱۴- سازمان هواشناسی کشور مرکز اسناد، نقشه‌های سینوپتیک مأخوذ از شوروی  
سابق ۱۹۸۹-۱۹۷۰، به طور ناپیوسته.
  - ۱۵- همان، نقشه‌های سینوپتیک ایران ۱۹۸۹-۱۹۷۰ به طور ناپیوسته.
  - ۱۶- همان، مرکز خدمات ماشینی، آمار بارشهای روزانه.
- منابع و مأخذ:

- ۱- بدیعی، ربیع: جغرافیای مفصل ایران، ج اول، انتشارات اقبال، ۱۳۶۲.
- ۲- بریمانی، احمد: دریای مازندران، انتشارات دانشگاه تهران، سال ۱۳۵۵.
- ۳- داوری، فاطمه: بررسی آماری اقلیم سواحل جنوبی دریاچه خزر، پایان‌نامه

کارشناسی دانشگاه اصفهان، ۱۳۶۸.

۴- سالنامه‌های هواشناسی سالهای ۱۹۵۹-۱۹۹۳ سازمان هواشناسی کشور.

۵- سالنامه‌های بارش در حوزه آب ریز دریاچه خزر ۱۳۵۰-۱۳۷۱، تماب، وزارت

نیرو.

۶- سازمان هواشناسی کشور مرکز اسناد، نقشه‌های سینوپتیک مأخوذ از شوروی

سابق ۱۹۷۰-۱۹۸۹، به طور ناپیوسته، نقشه‌های سینوپتیک ایران ۱۹۷۰-۱۹۸۹ به طور

ناپیوسته، مرکز خدمات ماشینی، آمار بارشهای روزانه.

۷- شادمان، فریده: نگرشی به دریاچه خزر و علل نوسان آب آن، پایان نامه کارشناسی

ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۳.

۸- شرکت ملی نفت ایران، اکتشاف و تولید، طرح اکتشاف و حفاری بحر خزر

اطلاعات مأخوذ از گویه هواشناسی - اقیانوس شناسی.

۹- قائمی، هوشنگ: مبانی هواشناسی عمومی، انتشارات سمت، ۱۳۷۵.

۱۰- مهندسین مشاور فارو: گزارش نهائی مطالعه دریاچه خزر، صفحات مختلف.

1- Dapplonia Company 1976, Caspian Sea floor hazard for N. I. O. C., appendix .

2- Dapplonia Company 1976, Caspian Sea floor hazard for N. I. O. C., appendix.