بررسی سینوپتیکی خشکسالی در

استان همدان

علی براتیان
کارشناس ارشد هواشناسی

چکیده

امروزه با توجه به مشکلات بسیاری که خشکسالی ایجاد نموده است نیاز به انجام مطالعات جهت پیش‌بینی و مقابله با آن حیاتی به‌نظر می‌رسد. بررسی دقیق این پدیده نیاز به مطالعات جامع و تخصصی دارد که همه عوامل مؤثر در ایجاد آن را دربرگیرد.

در این مقاله به نقش عوامل سینوپتیکی که دوره‌های خشک و تر را در استان همدان ایجاد نموده‌اند پرداخته می‌شود و از اطلاعات نقشه‌های سینوپتیکی در پیش‌بینی خشکسالی استفاده می‌گردد.

در این تحقیق ابتدابه روش گیبس و موهر و شاخصهای بارندگی شدت خشکسالی تعیین شده و مشخص گردید در سطوح بین ۸۵۰الی ۵۰۰ هکتوپاسکالی همخوانی قابل قبولی بین ضرایب ICC[۱] و شدتهای ماهیانه خشکسالی رخ داده در استان همدان وجوددارد.

مقدمه

مطالعات انجام شده تاکنون نشان داده است که علل وقوع خشکسالی را نمی‌توان با نگرشی یک بعدی موردبررسی قرارداد. علت این امر را می‌توان در وابستگی مستقیم و غیرمستقیم این پدیده با عوامل گوناگون فیزیکی، جغرافیایی و اقلیمی دانست.

از سوی دیگر تعاریف مختلف از خشکسالی‌های اقلیمی، هیدرولوژیکی و کشاورزی این تشخیص را دشوارتر می‌سازد. در مقیاس زمانی کوتاه مدت و بلندمدت خشکسالی را می‌توان مرتبط با عوامل مختلفی دانست به طور مثال فرونشینی هوا و حضور بیشتر مراکز پرفشار باکاهش ابرناکی موجب خشکسالی در منطقه می‌شود. همچنین در سالهایی که شدت مونسون اقیانوس هند افزایش می‌یابد خشکسالی را در ایران به دنبال دارد.(خوش اخلاق، ۱۳۷۷).

در دوره‌های طولانی‌تر ۱۱ ساله و ۲۲ ساله، نوسانات تعداد لکه‌های خورشیدی موجب خشکسالی در یک منطقه و ترسالی در منطقه‌ای دیگر می‌شود به طوری که تعداد لکه‌های بیشتر با سرمایش زمین همراه است که در برخی از کشورها مانند استرالیا باعث خشکسالی و در کشورهای دیگری مانند اتیوپی موجب ترسالی می‌گردد. تغییر دمای سطح اقیانوسها(SST)[۲] که به نوعی پمپ حرارتی زمین محسوب می‌شوند خشکسالی و ترسالی را به دنبال خواهدداشت.

مطالعات انجام شده توسط ناظم‌السادات نشان داد در سالهایی که (SST) در اقیانوس آرام شرقی پایین‌تر از حدنرمال است وقوع خشکسالی درایران محتمل‌تر است.

اغلب عوامل بادشده دارای دوره تناوب (دوره بازگشت) نسبتاً مشخصی می‌باشند که این نکته می‌تواند کمک بزرگی در امر پیش‌بینی دوره‌های ترسالی و خشکسالی ایفاد نماید.

عوامل ذکر شده پس از تخلیه انرژی خود(معمولاً در اقیانوسها)، تغییر انرژی حاصله را از سطح اقیانوسها و قاره‌ها توسط گردش عمومی، به سطوح فوقانی جو منتقل می‌نمایند که نهایتاً به تغییر الگوی سینوپتیکی جو منجر می‌گردد.

تعریف موضوع

وقوع خشکسالی در یک منطقه می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد. این دلایل ممکن است آب وهوایی، هیدرولوژیکی، کشاورزی، اقتصادی، اجتماعی و یا حتی سیاسی باشد که به همین علت بررسی علل مسئله خشکسالی را تاحدودی مشکل می‌سازد.

از دیدگاه آب وهوایی، وقوع خشکسالی را می‌توان به تغییر در الگوهای دراز مدت سینوپتیکی و دینامیکی یک منطقه نسبت داد.

تغییر در ساختار این الگوها ممکن است از سطح اقیانوسها و قاره‌ها شروع و با تأخیر زمانی نامشخص به ارتفاعات فوقانی جو کشیده شود. همچنین تغییر در رفتار زمانی انرژی خورشیدی و امواج گرانشی دیگر کرات و سیارات می‌تواند به تغییر الگوهای سینوپتیکی و دینامیکی منجر شود که این امر نیز به دنبال خود موجب وقوع ناهنجاریهای نزولات جوی می‌گردد.

تعدادی از این عوامل که پیش‌بینی خشکسالی را تاحدودی ممکن می‌سازند عبارتنداز:

۱ - همخوانی وقوع خشکسالی‌ها با وقوع حداقل لکه‌های خوشیدی(Locwood,1979) . البته درحال حاضر هیچ تئوری محکمی جهت اثبات این ادعا ارائه نگردیده است.

۲ - عقب‌نشینی کمربند ITCZ موجب خشکسالی در عرضهای جنب حاره به ویژه Sahel می‌گردد(Bryson and Murroy,1977) عقب‌نشینی کمربند ITCZ تقویت جریانات غربی و عقب‌نشینی کمربند پرفشار جنب حاره‌ای را به دنبال دارد.

۳ - تقویت مونسون اقیانوس هند معمولاً با وقوع خشکسالی‌ها در ایران همراه است.

۴ - وقوع SSTهای عادی و پایین در شرق اقیانوس آرام معمولاً باعث خشکسالی در ایران می‌گردد.

۵ - در سالهای LaNina که در غرب اقیانوس آرام آبها گرمتر است، کمربند ITCZ در این نواحی تقویت شده و لذا در هندوستان، شمال استرالیا و جنوب شرقی هند بارش شدید(مونسون شدید) ولی در عوض در ایران خشکسالی رخ می‌دهد.

۶ - تغییر الگوی فشاری پرفشار آزورز که به شکسته شدن ناوه عمیق مستقر در مدیترانه منجر می‌گردد این عامل می‌تواند توزیع زمانی و مکانی بارندگی را در کشورهای مختلف از جمله ایران تغییر دهد.

۷ - افزایش آلبیدو(ضریب بازتابش) باکاهش دمای سطح زمین موجب تقویت فرونشینی هوای منطقه می‌گردد. این امر کاهش ابرناکی و نزولات جوی را به دنبال خواهدداشت که در دراز مدت وقوع خشکسالی را در منطقه حتمی خواهدساخت.

مراحل تحقیق

الف - ابتدا باتوجه به آمار سالهای ۱۳۷۳-۱۳۵ ایستگاههای هواشناسی استان همدان به روش گیبس و ماهر (Gibbs & Maher,1967) اقدام به مطالعه ماهیانه شدت خشکسالی و ترسالی در دوره مذکور شدکه در مجموع سالهای ۱۳۵۷، ۱۳۶۵ و ۱۳۶۷ به ترتیب به عنوان سالهای شاخص خشک، تر و نرمال انتخاب گردید.

ب - استخراج اطلاعات: در این تحقیق منابع اصلی اطلاعات آرشیو نقشه‌های روزانه سازمان هواشناسی، نقشه‌های روزانه نیمکره‌ای روسی، نقشه‌های میانگین ماهیانه در سالهای تر و خشک، نقشه‌های میانگین ۳۰ ساله نیمکره‌ای روسی، اطلاعات ماهیانه بارندگی و فشار استان همدان در دوره موردتحقیق، نقشه‌های ماهیانه میانگین فشارسطحی(QFF) و دیگر پارامترهای سینوپتیکی می‌باشد.

در بررسی نقشه‌های سینوپتیکی از ترازهای سطح زمین تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی و تراز ۳۰۰ هکتوپاسکالی استفاده گردیده است. البته به طور موردی نقشه‌های سطوح ۸۵۰ و ۷۰۰ هکتوپاسکالی‌نیزبه کارگرفته‌شده‌است.

لازم به ذکر است که نقشه‌های سینوپتیکی سازمان هواشناسی هر ۶ ساعت به ۶ ساعت رسم می‌شوند که در این تحقیق غالباً از داده‌های نقشه‌های ساعت ۰۰.۰۰ استفاده گردید. در پاره‌ای از مواقع که نقشه‌های ساعات ۰۰.۰۰ موجود نبود از اطلاعات ساعت دیگر استفاده شده است.

پ - بررسی مسیر سیستم‌های کم فشار: جهت بررسی مسیر سیستم‌های کم فشار مدیترانه‌ای، ایسلند و سودانی محل جغرافیایی مرکز سیستم‌های چرخندی بسته به طورمتوسط مشخص گردید.

به منظور برآورد تداوم ناپایداری در سطح استان همدان، تعداد روزهایی که در طول هر ماه منطقه موردمطالعه تحت تأثیر سیستم‌های چرخندی یا ناوه قرار داشته‌اند به دست آمده و اعداد به دست آمده نیز در محاسبه ضریب تداوم ناپایداری در ماههای خشک و تر به کارگرفته شده است.

ج - مطالعه سیستم‌های پرفشار: با توجه به اینکه موقعیت، جابه‌جایی مکانی، گستردگی شدت و تغییرشکل سیستم‌های واچرخندی سیبری و آزورز نقش مهمی را درتقویت، تضعیف، تداوم یا تسریع سیستم‌های

بارانزا دارند، بررسی موارد یادشده ضروری به نظرمی‌رسد. به همین منظور این سیستم‌ها با توجه به نقشه‌های موجود در دوره‌های تر و خشک مطالعه و الگوهای سینوپتیکی تر و خشک به تفکیک برحسب ضرورت معرفی می‌گردند.

ج - *مطالعه زبانه‌های فشاری تا تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی:* مشابه بخشهای قبلی زبانه‌های کم‌فشار (Trough) و پرفشار (Ridge) از نظر تأثیر در منطقه موردمطالعه بررسی می‌گردد. در این بررسی تعداد روزهایی که منطقه تحت تأثیر این زبانه‌های فشاری است استخراج و اثر آن بر روند بارش دوره‌های تر و خشک موردتحقیق قرارمی‌گیرد.

د - *مطالعه تغییرات ارتفاع ژئوپتانسیلی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی:* به منظور بررسی امکان تقویت یا تضعیف سیستم‌های بالا تغییرات ارتفاعی ژئوپتانسیلی (gph) نزدیکترین ایستگاههای جو بالا با استفاده از داده‌های رادیوگمانه‌ها (Radiosondes) برای ایستگاه شاخص همدان در دوره‌های موردنیاز استخراج می‌گردد تا وجود همخوانی بین این تغییرات و نوسانات بارندگی در هر یک از دهکهای تر و خشک موردبررسی واقع شود.با توجه به اینکه در استان همدان ایستگاه جو بالا موجود نمی‌باشد.

داده‌های ایستگاه همجوار کرمانشاه و خطوط پربند (Contour) نقشه‌ها جهت تخمین و برون‌یابی ارتفاع ژئوپتانسیلی همدان مورد بهره‌برداری قرارگرفت.

همچنین به منظور مقایسه دقیق‌تر، ابتدا خط مقیاس مبنا (Base line) ارتفاعات ژئوپتانسیلی همدان با استفاده از میانگین‌های دراز مدت اقلیمی (مستخرج از کتابچه‌های روسی) به دست آمده و سپس نوسانات ارتفاع ژئوپتانسیلی در دوره‌های تر و خشک حول این خط مبنا موردبررسی واقع می‌شود.

هـ - *بررسی مقادیر کمبود اشباع:* (DD)[۳] تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی، گر چه درج اطلاعات رطوبتی نظیر کمبود اشباع (DD) در سطوح فوقانی جو از پوشش زمانی و مکانی مناسبی برخوردار نیست، با این حال بررسی این پارامترها می‌تواند بینش بهتری در مورد قدرت رطوبتی سیستم‌های جوی به محقق ارائه نماید.

بدین منظور، در این تحقیق مقادیر کمبود اشباع روزانه در دوره‌های تر و خشک در سطح موردنظر استخراج گردید و سپس در ماههای موردنظر میانگین‌گیری شده تا تفاوت کمی این پارامتر در دوره‌های تر و خشک موردبحث قرارگیرد.

لازم به ذکراست که به علت عدم وجود ایستگاه جو بالا در استان همدان مقادیر (DD) روزانه از نزدیکترین ایستگاههای همجوار به استان، نظیر کرمانشاه تخمین زده شده است.

ی - *بررسی ویژگی‌های رودباد (جت استریم) تراز ۳۰۰*

هکتوپاسکالی: تاکنون مطالعات بسیاری در رابطه با اثر جابه‌جایی جت استریم‌ها روی مقدار بارندگی انجام شده است. این مطالعات نشان می‌دهدکه جابه‌جایی جت‌استریم جنب حاره‌ای به سمت عرضهای بالاتر، با تقویت دینامیکی سیستم‌ها همراه است که نتیجتاً مقدار بارندگی‌ها را در منطقه خاصی به طورقابل ملاحظه افزایش می‌دهد.

عکس این قضیه نیز صادق است به طوری که عقب‌نشینی محور (Core) جت با کاهش بارندگی‌های منطقه‌ای همراهی می‌کنند.

به همین منظور بادرنظرگرفتن ایستگاه همدان به عنوان ایستگاه شاخص، موقعیت محور جت ۳۰۰ هکتوپاسکالی نسب به این ایستگاه سنجیده می‌شود.

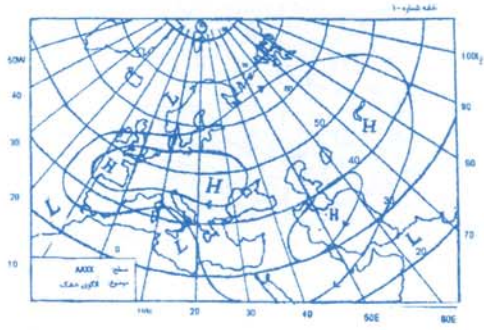
نظر به اینکه علاوه بر جت‌استریم جنب حاره‌ای، جت استریم قطبی نیز می‌تواند به عرضهای ایران نفوذ کند، لذا در این بررسی نسبت تعدا جت‌های جنب حاره‌ای به تعداد جت‌های قطبی استخراج می‌گردد.

بررسی الگوی سیستم‌های کم فشار و پرفشار

بررسیهای انجام شده نقشه‌های سینوپتیکی در طی سالهای بررسی نشان می‌دهد که:

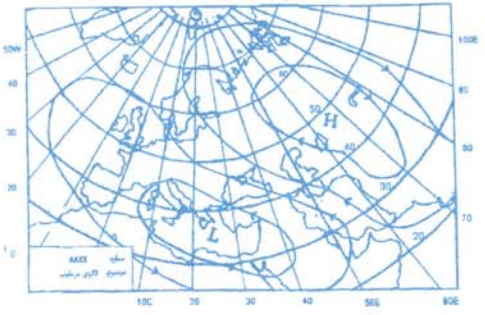
۱ - فعالیت و گسترش رو به زبانه پرفشار سیبری تا حد مدیترانه شرقی و دریای احمر و متصل شدن آن به فشار جنب حاره‌ای مستقر برروی عربستان مانع ورود کم‌فشارهای مدیترانه‌ای به کشور می‌شود و این شرایط مقدمه‌ای بر آغاز دوره خشک در کشور از جمله استان همدان می‌باشد (نقشه(۱)).

لازم به ذکر است که الگوی استخراج شده با توجه به نقشه‌های سینوپتیکی بررسی شده در دوره‌های تر و خشک به دست آمده‌اند. بدین‌معنی که اکثر مواقعی که بارندگی منطقه موردمطالعه از میانگین اقلیمی دوره زمانی مشابه به اندازه دوبرابر (و بیشتر) انحراف معیارکمتر بود، دارای الگوی فشاری مشابه نقشه بدست آمده (نقشه (۱)) بوده است.



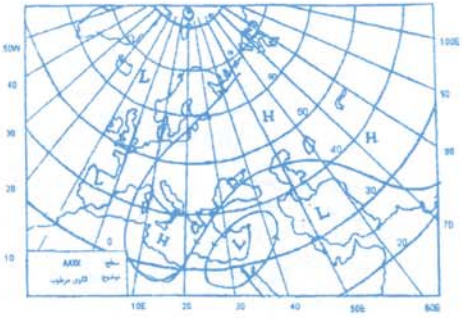
نقشه (۱)

۲ – در شرایطی که زبانه‌های پرفشار سیبری تا ارتفاعات زیاد به سمت شرق کشور و تا جنوب شرق کشور نفوذ نموده، سرعت حرکت سیستم‌های کم فشار کاسته شده و در صورت موجود بودن رطوبت کافی در منطقه ریزشهای جوی به طورقابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. لذا وقوع مکرر این شرایط در طول سال موجبات ترسالی را در استان فراهم می‌نماید.(نقشه (۲)).



نقشه (۲)

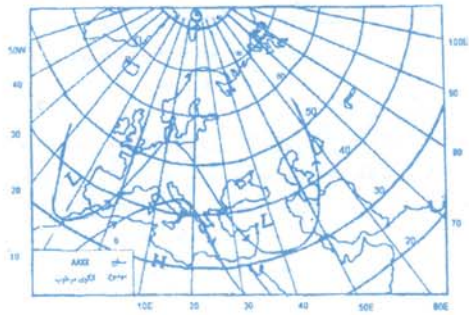
۳ – مشابه حالت قبلی، در شرایطی که زبانه‌های پرفشارسیبری به سمت دریاچه آرال و مدیترانه مرکزی فعال شود، سیستم‌های کم فشار مستقر در شرق مدیترانه فعال شده و در این حالت، شرایط مرطوب برای استانهای غربی کشور فراهم می‌شود.(نقشه (۳))



نقشه (۳)

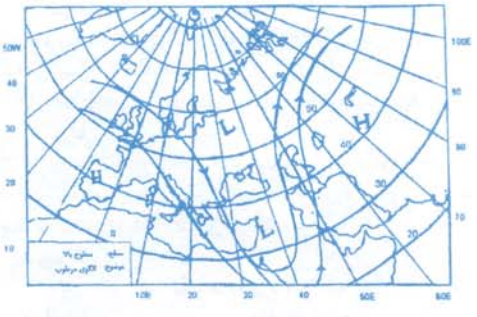
۴ – حرکت نصف‌النهاری (به سمت شمال) زبانه‌های پرفشار جنب حاره‌ای و عمیق شدن آن تا شمال افریقا سبب تقویت ناوه‌های دوطرف خودمی‌گردد.

این شرایط با ریزش هوای سرد به شرق مدیترانه موجب چرخندزایی در این منطقه می‌گردد و ناوه تقویت شده در این حالت بارندگیهای قابل ملاحظه‌ای را در استانهای غربی کشور موجب می‌گردد.(نقشه (۴))



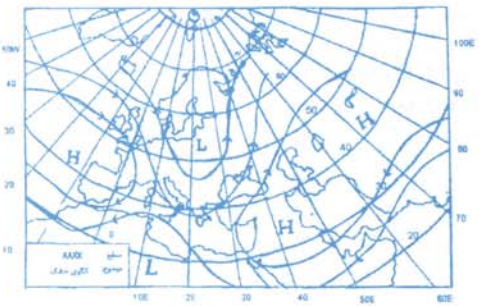
نقشه (۴)

۵ – همانگونه که در مطالعات گذشته نیز به اثبات رسیده است عمیق شدن ناوه‌های مدیترانه‌ای و اقیانوس اطلس و اتصال آن به سیستم کم فشار سودانی در سطوح فوقانی جو و به ویژه در فصول سرد سال شرایط مناسب جبهه‌زایی را در مناطق غربی کشور ایجاد می‌نماید که در صورت بالابودن تواتر این حالت در طول سال، شرایط ترسالی در کشور فراهم می‌شود.(مانند ماههای آبان و آذر ۱۳۶۵). (نقشه(۵))



نقشه (۵)

۶ - حادترین شرایط خشکسالی در منطقه وقتی ایجاد می‌شود که پرفشار سیبری زبانه خود را به سمت ایران گسترش دهد و از سمت غرب زبانه دیگر آن به سیستم پرفشار آزورز متصل گردد. در این حالت انتقال سیستم ترکیبی آزورز به عرضهای جنوبی‌تر، شرایط خشکسالی در منطقه را حادتر می‌نماید.(نقشه (۶))



نقشه (۶)

نتایج

بررسی‌های انجام شده نتایج زیر رابه دست می‌دهد:

۱ - تغییرات میانگین فشار سطح زمین در مناطق کوهستانی شاخص مناسبی برای بررسی خشکسال و ترسالی نیست.

۲ - در اغلب ماههای سال، پرفشار منطقه‌ای در استان حاکم است که این حالت می‌تواند اثر منفی در بارندگی‌های منطقه مورد مطالعه داشته باشد.

۳ - ضریب ICC سطح زمین همخوانی خوبی با شدتهای خشکسالی (محاسبه شده با روش گیبس وماهر) نشان نمی‌دهد که این امر می‌تواند به علت کنش پیچیده توپوگرافی و عوامل دینامیکی جو باشد.

۴ - نوسانات ICC در سطح ۸۵۰ هکتوپاسکالی همخوانی نسبتاً خوبی با شدتهای خشکی و تری نشان می‌دهد. ضمناً حاصل نسبت ضرایب ICC سالهای مرطوب به ICC در سالهای خشک تقریباً با نسبت بارندگی‌های این دوسال برابری می‌کند.

۵ - مشابه سطح ۸۵۰ هکتوپاسکالی، ضریب ICC سطح ۷۰۰ هکتوپاسکالی نیز همخوانی مطلوبی با شدتهای خشکسالی به دست آمده نشان می‌دهند. ضمناً این همخوانی برای سالهای مرطوب (۱۳۶۵) بارزتر است.

۶ - گرچه انتظار می‌رود که تغییرات دینامیکی جو در سالهای خشک و مرطوب در تغییر ارتفاع ژئوپتانسیلی سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی ظاهر شود ولی بررسی نوسانات ارتفاع این سطح در دوره‌های تر و خشک و مقایسه آن با میانگین‌های اقلیمی ۱۵ ساله اختلاف معنی‌داری را از خود نشان نمی‌دهد.(به استثنای برخی از ماههای سال مرطوب مانند دی و بهمن ۱۳۶۵ که حداکثر تغییر ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی به ۶۹ متر می‌رسد)

۷ - برخلاف ارتفاع ژئوپتانسیلی (gph)، میانگین ماهیانه کمبود اشباع (DD) در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی همبستگی نسبتاً قابل قبولی با شدتهای خشکسالی از خود نشان می‌دهد به طوری که میانگین سالانه مقادیر (DD) سال خشک (۱۳۵۷) تقریباً ۲ برابر میانگین (DD) در سال مرطوب ۱۳۶۵ است.

۸ - بررسی ویژگیهای جت ۳۰۰ هکتوپاسکالی نشان می‌دهد که صرفاً عبور جت از روی منطقه باعث تقویت سیستم‌های باران‌زا نمی‌شود بلکه باید در سطوح پایین‌تر جو، رطوبت به‌اندازه کافی موجود باشد.

۹ - بررسی ضرایب (ICC) در سطح ۳۰۰ هکتوپاسکالی همخوانی قابل قبولی با شدت خشکسالی مشابه دیگر سطوح جو از خود نشان نمی‌دهند.(به استثنای سال مرطوب ۱۳۶۵)

۱۰ - بررسی آماری نسبت تعداد جت‌های جنب حاره‌ای به تعداد جت‌های قطبی که منطقه را تحت تأثیر قرارداده‌اند نشان می‌دهند که در سالهای خشک محور جت‌های قطبی به عرضهای جنوبی نفوذ بیشتری داشته‌اند که به نظر می‌رسد این امر باتوجه به کافی نبودن رطوبت در سطوح پایین اثر منفی روی بارندگیهای منطقه داشته است. علت این امر می‌تواند نفوذ هوای سرد و خشک (CP) سیبری باشد.

در جمع‌بندی می‌توان نتیجه گیری نمود که ضرایب (ICC) در سطوح ۸۵۰-۷۰۰-۵۰۰ هکتوپاسکالی می‌توانند شاخص نسبتاً خوبی برای پیش‌بینی دوره‌های خشک در استان همدان باشند. همچنین تغییرات ماهیانه و سالیانه کمبوداشباع (DD) در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی اثرمحسوسی در وقوع خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان دارد.

الگوهای فشاری و ضرایب تداوم ناپایداری نقشه‌های سطح زمین نیز باتوجه به اندرکنش پیچیده توپوگرافی استان و سیستم‌جوی، همبستگی مطلوبی با وقوع خشکسالی‌ها در منطقه نشان ندادند. لذا در ارائه الگوهای سینوپتیکی دوره‌های خشک، به کارگیری الگوهای سطح زمین در مناطق کوهستانی توصیه نمی‌گردد.

منابع

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی بررسی سینوپتیکی روند خشکسالی در استان همدان می‌باشد که توسط اداره کل هواشناسی استان همدان و باهمکاری دانشگاه بوعلی سینا همدان اجرا گردیده است که تعدادی از منابع آن به شرح زیرمی‌باشد:

۱ - باقری: سعید، ۱۳۷۱: بررسی سیستم‌های سینوپتیکی سیل‌زا در شمال ایران، رساله کارشناسی ارشد هواشناسی، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران.

۲ - خوش‌اخلاق، فرامرز، ۱۳۷۱: تحقیق در خشکسالیهای فراگیر ایران با استفاده از تحلیل سینوپتیکی، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، تبریز.

۳ - سازمان هواشناسی کشور، دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۶۷: بررسی روند خشکسالی در استان همدان (مرحله اول)، طرح مشترک سازمان هواشناسی کشور - دانشگاه بوعلی سیناهمدان.
۴ - سازمان هواشناسی کشور، دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۷۷: بررسی روند خشکسالی دراستان همدان(مرحله دوم)، طرح‌مشترک سازمان هواشناسی کشور - دانشگاه بوعلی سیناهمدان.
۵ - سبزی پرور، علی‌اکبر، ۱۳۷۰: بررسی سیستم‌های سینوپتیکی سیل‌زا در جنوب غرب ایران، رساله کارشناسی ارشد هواشناسی، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران.
۶ - فرج‌زاده، منوچهر، ۱۳۷۴: بررسی آماری خشکسالی در ایران، رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۷ - مالکی، عبدالکریم، ۱۳۷۵: مدلسازی خشکسالی در غرب کشور، رساله کارشناسی ارشد، سازمان هواشناسی کشور، تهران.
۸ - مرادی نور، محمد، ۱۳۷۵: مطالعه وبررسی خشکسالی در ایران (۱۹۹۰-۱۹۵۶)، رساله کارشناسی ارشد هواشناسی، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران.
۹ - مهندسین مشاور تهران پژوهش، ۱۳۷۰: طرح مطالعاتی روستاهای زمین(پوشش گیاهی)، همدان.
10 - Baeey ,R.G.and Perry A.H.1973: Synoptic Climatology-Method and Applications.Harper & Row Publishers,USA.
11 - Gibbs, W. J. 1964: Space - time variation Australia. Symposium on Water Use and Management ,Australia.
12 -Gibbs,W.j.and Maher,J.V.,1967:Rainfall deciles as drought indicators,Bulletin No.48,Bureau of Meterology, Melbourne. Australia.
13 - KKemp,D.D.1994:Global Environmental Issues.Drough Famine and Desrtification.Cambridge,Cambridge University press,U.K.
14 - Kripalni,R.H.and Kulkarni,A.1997:Rainfall variability over southeast Asia Connection with Indian Monsoon and ENSO extremes:New perspective,Int,J.climatol.,17,155-1168.
15 - Nazemosadat,M.J.and Cordrey,I.1995: The impact of the Persian Gulf sea surface temperature on Iranian rainfall .Proceediing of the Iranian water resources Management,Esfahan,Iran.
16 - Nazemosadat,M.J.and Cordrey,I.2000:On the relationships between ENSO and Autumn rainfall in Iran.,Int.J.Climatol,Vol20,No,1,47-61.
17 - Walker,G.T.1924:Correlation in seasonal variation of weather.,Mem.India Meteroral.Dept.,24,75-131.
18 - WMO,1975:Drought-Special Environmental Report,Rep No.5,WMO No.403,Geneva.

پاورقی:

1) ICC: Instability Continuity Coefficient
عبارت است ازنسبت تعداد روزهایی که دریک دوره مشخص منطقه تحت تأثیر سیستم کم‌فشار بوده به تعدادروزهایی که منطقه تحت تأثیرسیستم پرفشار قرارگرفته است.

2) SST: Sea Surface Temperature

3) DD: Dew-Point Deficit