

تحلیل سینوپتیکی فضایی خشکسالی های استان سیستان و بلوچستان

رضا دوستان^۱، الهه اعتمادیان^۲، مریم اسد^۳، مینودخت کریمی^۴

۱- استادیار گروه جغرافیا دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی سینوپتیک دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی کاربردی دانشگاه یزد

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی شهری دانشگاه فردوسی مشهد

خلاصه

خشکسالی یکی از مخاطرات جوی است که بخش های مختلف محیطی را در طول دوره حاکمیت تحت تاثیر قرار می دهد. استان سیستان و بلوچستان جزو مناطقی است که همواره شاهد خشکسالی های متناوب بوده است. با توجه به اهمیت وقوع این پدیده، هدف از این پژوهش، برآورد شدت خشکسالی با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI) در مقیاس زمانی سه ماهه و تحلیل سینوپتیکی آن می باشد. بدین منظور از داده های ماهانه بارش ۶ ایستگاه سینوپتیک طی دوره آماری ۱۹۸۶-۲۰۱۰ استفاده شده است. توزیع فضایی خشکسالی در منطقه، حاکی از آن است که مرکز استان دارای بیشینه تعداد خشکسالی بوده و این پدیده در دهه ۲۰۰۰ بیشترین فراوانی را داشته است. الگوهای فشار طی دوره خشکسالی نشان می دهد پراارتفاع جنب حاره در منطقه، با ارتفاع ۳۱۲۰ متر و سلول بسته شده بر روی عربستان، موجب حرکت نزولی هوا و ممانعت از ورود سیستم های غربی و رطوبت به منطقه می شود.

واژه های کلیدی: خشکسالی، شاخص استاندارد شده بارش (SPI)، سیستان و بلوچستان، تحلیل سینوپتیکی.

مقدمه

خشکسالی از ویژگی های مکرر آب و هوا است که به اشتباه آن را یک رویداد تصادفی و نادر در نظر می گیرند. خشکسالی را باید با در نظر گرفتن شرایط بلند مدت بارش و تبخیر محاسبه نمود. (جوزپینا، ۲۰۰۵) واژه ی خشکسالی را می توان کاهش غیر طبیعی بارش در یک دوره طولانی مدت که باعث ایجاد بحران آب در مصارف مختلف از جمله: بهداشت، کشاورزی، صنعت، جنگل، تفریح و ... تعریف کرد. (توس، ۲۰۱۲) نکته قابل توجه این است که خسارات و اثرات ناشی از خشکسالی در گاهی مواقع بیش تر یا برابر با میزان خسارات ناشی از سیل و زلزله می باشد. بنابراین تعیین زمان آغاز، گسترش و خاتمه آن بسیار مشکل است. (آسیائی، ۱۳۸۵) بنابراین به وسیله ی شاخص های مختلف خشکسالی، می توان شدت، وسعت، فراوانی خشکسالی را مشخص نمود. یکی از شاخص هایی که می توان برای محاسبه ی خشکسالی استفاده نمود شاخص بارش استاندارد شده (SPI) است که مک کی و همکاران در سال ۱۹۹۳ ارائه نمودند. این شاخص به

دلیل نشان دادن وضعیت منابع آب برای دوره‌های کوتاه مدت مخصوصاً در امر کشاورزی و همچنین در مقیاس بلند مدت که به جریان‌های رودخانه‌ای و مخازن آب زیرزمینی مربوط می‌شود اهمیت ویژه‌ای دارد. (ال لوید، ۲۰۰۲) با توجه به مقادیر SPI خشکسالی زمانی شروع می‌شود که شاخص SPI منفی باشد و زمانی که این شاخص مثبت شد به منزله‌ی پایان خشکسالی است. با توجه به خصوصیات SPI این نمایه برای پایش دوره خشکی در سرتاسر دنیا مورد استفاده قرار گرفته است به طور مثال روالت و همکاران (۲۰۰۳) برای بررسی شدت و گسترش مکانی خشکسالی در آفریقای جنوبی از شاخص SPI استفاده نمودند و متوجه شدند که ۸ سال خشکسالی شدید در مقیاس ۶ ماهه اتفاق افتاده است که به تدریج شدت خشکسالی رو به زیاد شدن است. پی و همکاران (۲۰۱۳) برای بررسی اثرات خشکسالی در چین خشکسالی را در مقیاس‌های زمانی ۱، ۳، ۶ و ۹ ماهه از روش SPI استفاده نمودند. نامبردگان توانستند ارتباط قوی بین خشکسالی و ناهنجاری‌های آب و هوایی پیدا کنند. اکسایبی و همکاران (۲۰۱۳) از شاخص SPI برای تجزیه و تحلیل تنوع فضایی و زمانی خشکسالی در پاکستان طی دوره آماری (۱۹۶۰-۲۰۰۷) استفاده نموده است. این شاخص در مقیاس ۳، ۶ و ۱۲ ماهه حساب کردند. نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها نشان داد که خشکسالی‌های بزرگ و گسترده در نواحی بزرگ پاکستان در حال رخ دادن است.

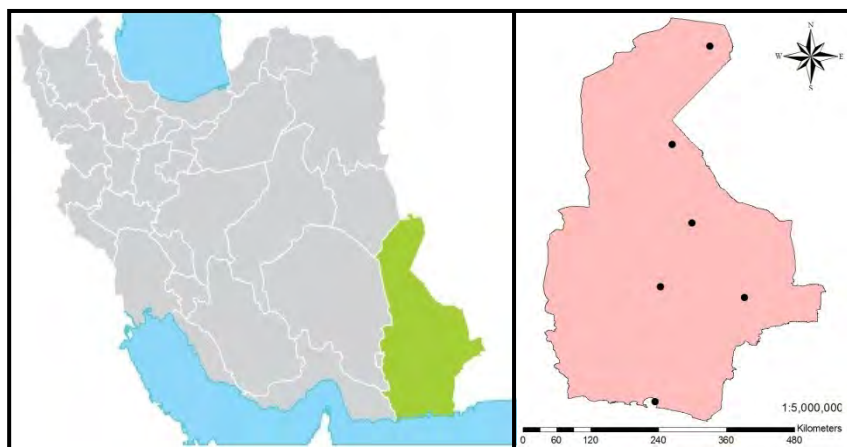
در استان سیستان و بلوچستان مطالعاتی در رابطه با خشکسالی انجام شده است از جمله: رضیئی و همکاران (۱۳۸۲) به پیش‌بینی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی استان سیستان و بلوچستان پرداخته‌اند و در این پژوهش از تئوری RUN و زنجیره مارکوف استفاده گردیده است و به این نتیجه رسیده‌اند که تداوم خشکسالی تقریباً از جنوب به شمال منطقه کاهش یافته و در زابل به کمترین مقدار خود می‌رسد. دانش‌کار و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی دوره‌های خشک استان سیستان و بلوچستان به وسیله‌ی شاخص SPI در مقیاس زمانی سه و شش ماهه و بر مبنای دوره‌ی آماری ۱۹۶۵-۲۰۰۰ پرداخته‌اند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که با افزایش تداوم از تعداد رخداد‌های خشکسالی کاسته می‌شود و فراوان‌ترین وقایع خشکسالی در تداوم‌های یک تا سه ماه روی می‌دهد. اختری و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی خشکسالی استان سیستان و بلوچستان از شاخص SPI در مقیاس سه و شش ماه و مدل زنجیره مارکوف استفاده نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که احتمال ماندن در تله خشکسالی در نواحی مرکزی استان بیش از ۷۰ درصد و نواحی شرقی کمتر از ۵۰ درصد خواهد بود. علیزاده و همکاران (۱۳۸۷) در پایش و پیش‌بینی خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان از شاخص SPI و زنجیره مارکوف استفاده نمودند و به این نتیجه رسیده‌اند که این استان نسبت به خشکسالی‌های میان مدت و کوتاه مدت حساس‌تر است. رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی خشکسالی سیستان و بلوچستان از روش آماری شاخص درصد نرمال استفاده نمودند. نامبردگان بر اساس مطالعات مزبور به این نتیجه رسیده‌اند که بین ۳۶ تا ۵۲ درصد از سال‌های مورد بررسی بارش بیش از میانگین، ۱۰ تا ۲۳ درصد در آستانه خشکسالی، ۳ تا ۱۲ درصد خشکسالی ضعیف، ۶٫۷ تا ۲۳ درصد خشکسالی متوسط و ۶ تا ۲۰ درصد خشکسالی شدید قرار گرفته است.

استان سیستان و بلوچستان به دلیل دور بودن از مسیر سیستم‌های بارش‌زای مؤثر بر کشور، واقع شدن در منطقه‌های خشک و بیابانی و همچنین، مجاورت با مناطق خشک دیگر کشور و کشورهای همسایه- که امکان اجرای پروژه‌های انتقال آب حداقل جهت شرب را دارا نیستند- تأثیرات خشکسالی‌ها را به گونه‌ی شدیدتری

حس نموده است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش تحلیل مکانی شدت‌های خشکسالی در این استان و شناسایی الگوهای جوی حاکم بر آن بوده است.

مواد و روش‌ها

استان سیستان و بلوچستان با وسعتی حدود ۱۸۱۸۷۵ کیلومتر مربع، پهناورترین استان کشور است که در بین ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی، در جنوب شرق کشور قرار دارد. این استان به علت قرار گرفتن در عرض جغرافیایی پایین، از آب و هوایی گرم و خشک برخوردار است و در بیش از نیمی از سال تحت تسلط سامانه پرفشار جنب حاره قرار دارد. همین عامل، باعث گرم و خشک شدن هوا می‌شود. بنابراین این شرایط باعث می‌شود که بارندگی کم و تبخیر بیشتری را شاهد باشیم (رحیمی و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل ۱. موقعیت استان سیستان و بلوچستان (سمت چپ) و ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب (سمت راست).

به منظور بررسی روند خشکسالی در قلمرو سیستان و بلوچستان، داده‌های بارش ماهانه ۶ ایستگاه سینوپتیک زابل، زاهدان، خاش، سراوان، ایرانشهر و چابهار برای دوره آماری ۲۶ ساله (۱۹۸۶-۲۰۱۰) از سازمان هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری دریافت گردید. اطلاعات ایستگاه‌های منتخب در جدول ۱ آمده است. در ابتدا شاخص SPI برای محاسبه خشکسالی سه ماهه به کار گرفته شد. از آنجا که معیار خشکسالی در این پژوهش مقادیر SPI صفر و کمتر از آن در نظر گرفته شده است، این مقادیر در نرم افزار excel فیلتر شده و نمودارهای فراوانی سالانه و ماهانه همچنین روند شمالی- جنوبی خشکسالی برای ایستگاه‌ها ترسیم شد.

دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و بیابانی بامحور اقلیم شناسی و روند خشکسالی در مناطق خشک

جدول ۲ مقادیر SPI و خشکسالی متناظر با آن را نشان می دهد. به منظور تحلیل سینوپتیکی دوره‌های خشکسالی، داده های شبکه بندی شده ماهانه باد، دما، امگا، ارتفاع ژئوپتانسیل، رطوبت نسبی و فشار سطح برای محدوده ای به ۱۵ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و ۲۰ تا ۸۵ درجه طول شرقی برای سال‌های ۱۹۸۶-۲۰۱۰ از سایت NCEP NCAR دریافت گردید و در نهایت، نقشه های ترکیبی با استفاده از نرم افزار GrADS 2.0.1 تهیه و سپس تحلیل شد.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه های سینوپتیک منتخب سیستان و بلوچستان

ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	زابل	۴۸۹	۶۱ ۲۹	۳۱ ۲
۲	زاهدان	۱۳۷۰	۶۰ ۵۳	۲۹ ۲۸
۳	ایرانشهر	۵۹۱	۶۰ ۴۲	۲۷ ۱۲
۴	خاش	۱۳۹۴	۶۱ ۱۲	۲۸ ۱۳
۵	سراوان	۱۱۹۵	۶۲ ۲	۲۷ ۲
۶	چابهار	۸	۶۰ ۳۷	۲۵ ۱۷

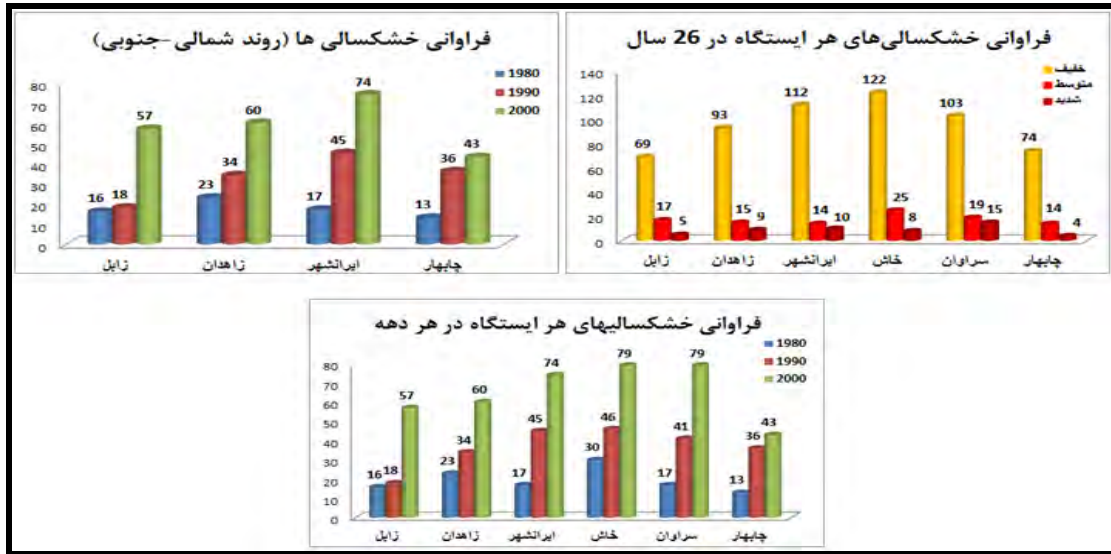
جدول ۲. مقادیر SPI و خشکی متناظر با آن (Hayes, 2000)

مقادیر SPI	درجه خشکسالی
بزرگتر مساوی ۲+	ترسالی خیلی شدید
۱/۵ تا ۱/۹۹	ترسالی شدید
۱ تا ۱/۴۹	ترسالی متوسط
۰ تا ۰/۹۹	ترسالی کم
۰ تا -۰/۹۹	خشکسالی کم
-۱ تا -۱/۴۹	خشکسالی متوسط
-۱/۵ تا -۱/۹۹	خشکسالی زیاد
بزرگتر مساوی -۲	خشکسالی خیلی زیاد

نتایج و بحث

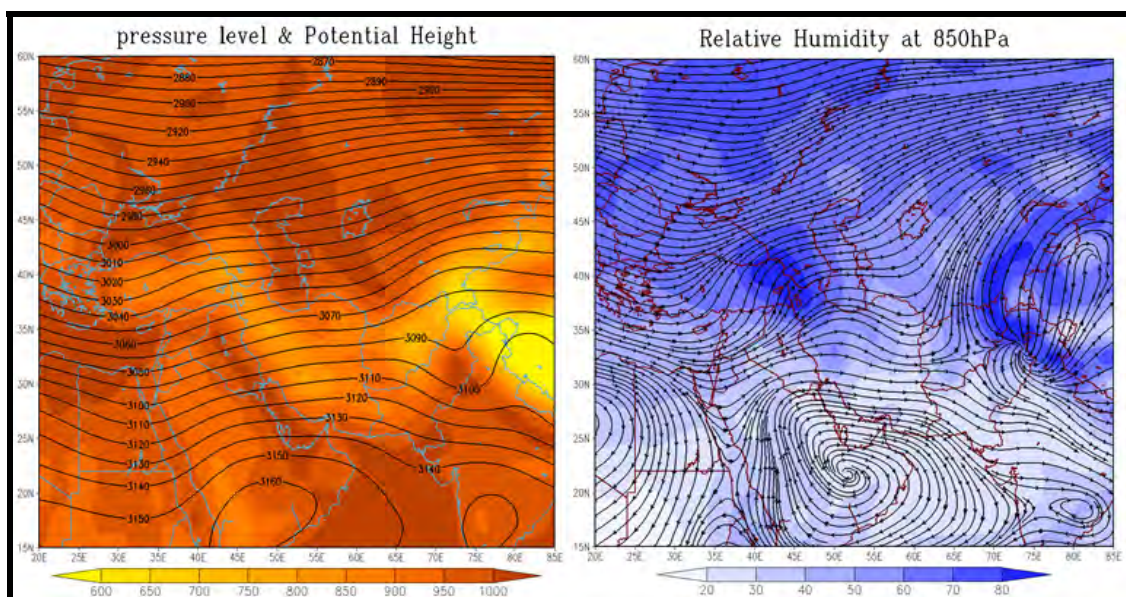
توزیع فضایی خشکسالی ها در استان سیستان و بلوچستان نشان می دهد، بیشترین خشکسالی ها مربوط به شهرستان خاش و کمترین مربوط به چابهار و زابل می باشد. ضمن این که روند خشکسالی در این استان از شمال تا مرکز، افزایش و از مرکز به جنوب، کاهش می یابد. لذا بیشترین خشکسالی ها در مرکز این استان رخ داده است. از نظر زمانی، می توان ادعان داشت در تمامی ایستگاه ها، خشکسالی ها در دهه ۲۰۰۰ نسبت به سال های گذشته مقادیر بیشتری را نشان می دهد.

دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و بیابانی با محور اقلیم‌شناسی و روند خشکسالی در مناطق خشک



شکل ۲. نمودارهای خشکسالی استان سیستان و بلوچستان (منبع: نگارندگان)

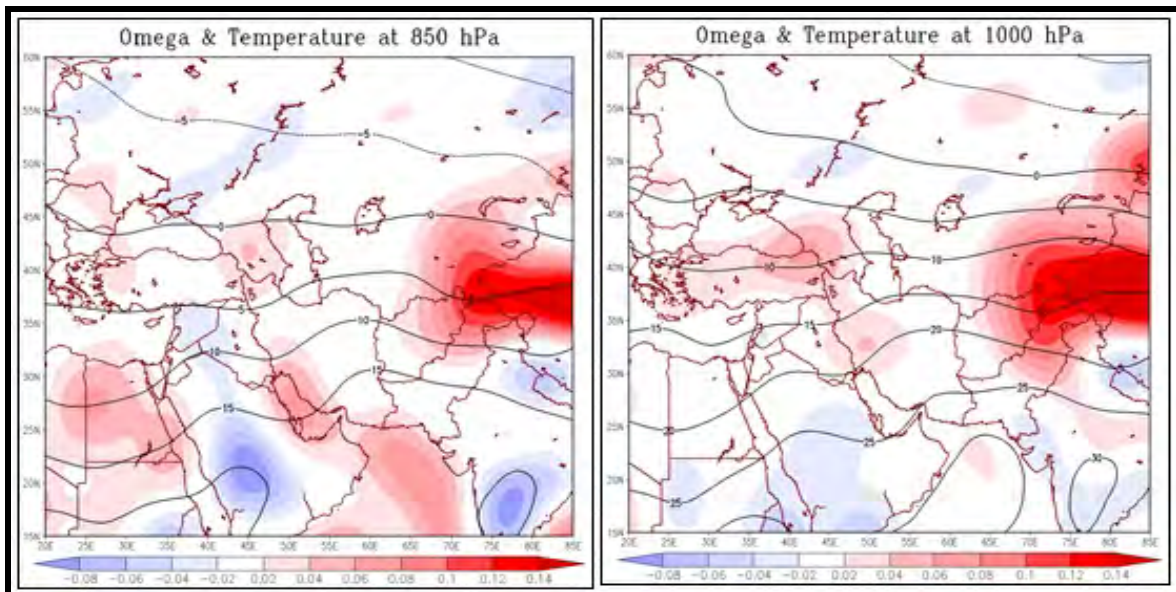
در منطقه سیستان و بلوچستان خطوط هم‌ارتفاع تراز ۷۰۰ ه.پ، عدد ۳۱۲۰ متر را نشان می‌دهد که حاکی از وجود پراتفیع جنب حاره و ایجاد مانع (blocking) بر روی عربستان می‌باشد و زیانه‌های آن تا محدوده سیستان و بلوچستان ایران کشیده شده است. خطوط هم‌ارتفاع در نقشه تاوایی تراز ۵۰۰ و مقادیر منفی چرخندگی نیز بر این مطلب صحه می‌گذارد. در محدوده شمال هند نیز علت ناپایداری هوا و وقوع ریزش‌های جوی را می‌توان به وجود ناوه در این قسمت نسبت داد. (شکل ۳)



شکل ۳. نقشه‌های رطوبت نسبی تراز ۸۵۰ (سمت راست) و فشار سطح با ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۷۰۰ ه.پ (سمت چپ).

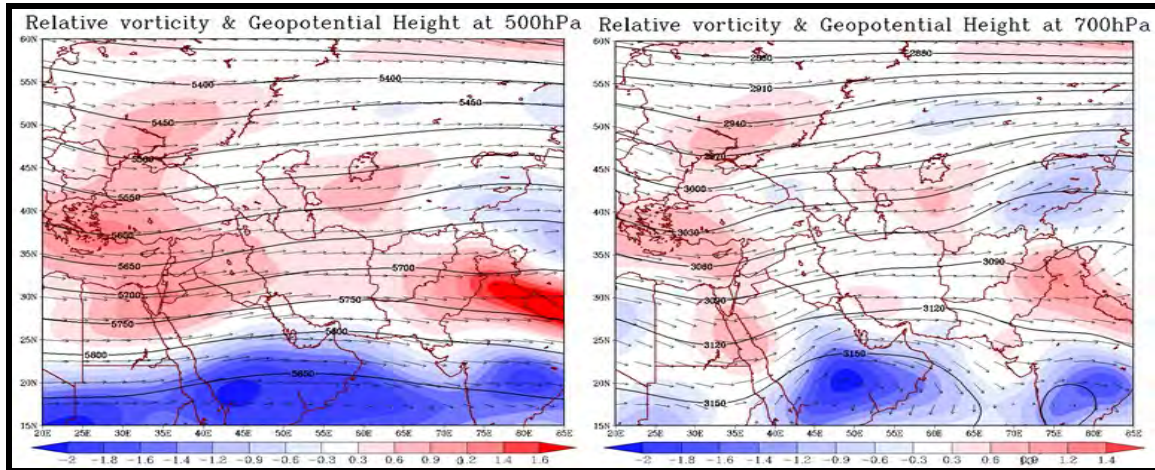
دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و بیابانی بامحور اقلیم شناسی و روند خشکسالی در مناطق خشک

با توجه به نقشه رطوبت و خطوط جریان در سطح ۸۵۰ ه. پ آنتی سیکلونی که روی عربستان حاکم شده به صورت یک مانع عمل کرده و مانع از ورود رطوبت به منطقه شده است. لذا شاهد کمینه رطوبت در آب‌های جنوب ایران و مخصوصاً استان سیستان و بلوچستان هستیم که منجر به پایداری هوا و عدم ریزش‌های جوی می‌گردد. با توجه به نقشه‌های رطوبت، بیشینه رطوبت نسبی در شرق دریای مدیترانه، شمال ترکیه و قسمت‌هایی از شمال‌غرب ایران بوده است. علاوه بر این، وجود مرکز کم فشار در شمال هند نیز موجب جذب رطوبت در منطقه، ناپایداری هوا و ریزش‌های جوی شده است. ضمن اینکه در نقشه تاوایی، مقادیر مثبت در مناطق یادشده نشان از ناپایداری و صعود توده هواست. شمال استان در تراز ۵۰۰ تحت اثر تاوایی مثبت، ناپایداری توده هوا و جنوب آن دارای تاوایی منفی و نزول توده هواست. مرکز استان بدلیل قرارگیری بین این دو محدوده شاهد بادهای شدید غربی می‌باشد.

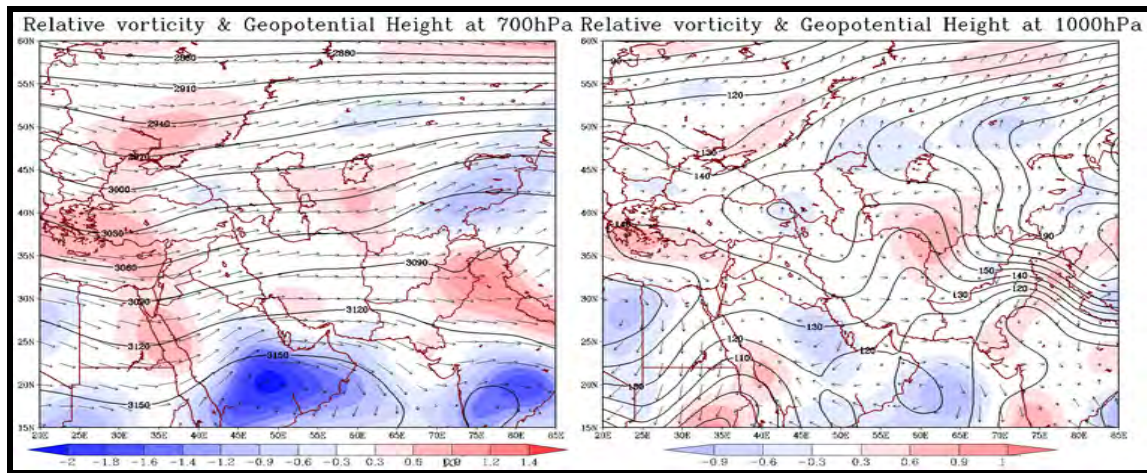


شکل ۴. نقشه‌های ترکیبی امگا و دما در تراز ۱۰۰۰ (سمت راست) و تراز ۸۵۰ ه. پ (سمت چپ).

. منطقه سیستان و بلوچستان در تراز ۸۵۰ ه. پ بین خطوط هم‌دما ۱۵ و ۲۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته است. کمبود رطوبت در این منطقه (شکل ۳) و بالا بودن دما، شرایط را برای کاهش ریزش فراهم نموده است. علاوه بر این، منطقه مورد نظر بین امگا مثبت و منفی قرار گرفته است و از نظر صعود، خنثی می‌باشد. بیشینه صعود در منطقه شمال هند با کاهش دما و افزایش رطوبت و در نتیجه وقوع بارش همراه بود. در تراز ۱۰۰۰ ه. پ خطوط هم‌دما در منطقه به بیش از ۲۵ درجه می‌رسد و شرایط عدم ریزش را تثبیت می‌کند. (شکل ۴، ۶۵)



شکل ۵. نقشه‌های ترکیبی تاوایی نسبی و ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۷۰۰ (سمت راست) و تراز ۵۰۰ ه.پ (سمت چپ).



شکل ۶. نقشه‌های ترکیبی تاوایی نسبی و ارتفاع ژئوپتانسیل در تراز ۱۰۰۰ (سمت راست) و تراز ۷۰۰ ه.پ (سمت چپ).

نتیجه گیری

بیشینه خشکسالی‌های سیستان و بلوچستان در مرکز بوده و در شمال و جنوب، کاهش نشان می‌دهد. طی دوره مطالعه، منطقه جنوب شرق ایران در دهه ۲۰۰۰ بیشترین خشکسالی‌ها را تجربه کرده است. تغییرات مکانی در این منطقه حاکی از آن است که خشکسالی نیز همانند بارندگی از تغییر پذیری بالایی در محدوده‌های اقلیمی کوچکتر برخوردار است. نزدیکی استان با پدیده‌های جغرافیایی از جمله دریاچه‌های هامون در شمال استان، کویر لوت و چاله جازموریان در غرب و بیابان ریگستان در شمال شرق و پهنه‌های آبی دریای عمان و اقیانوس هند در جنوب نشان از پیچیدگی عوامل محلی در استان دارد. اما عوامل جوی در سطوح بالا نقش غالب را در وقوع خشکسالی‌های این منطقه دارند چنان‌که پراارتفاع جنب حاره با سلول بسته شده بر روی عربستان و کشیده شدن زبانه‌های آن بر روی منطقه مطالعه، مانع ورود سیستم‌های باران‌زا و صعود رطوبت در منطقه می‌شود.

منابع

- ۱-رضیئی، ط، شکوهی، ع و تقفیان، ب. ۱۳۸۲. پیش بینی شدت، تداوم و فراوانی خشکسالی با استفاده از روشهای احتمالاتی و سریهای زمانی (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان). مجله بیابان. جلد ۸. شماره ۲. ۲۹۲-۳۱۰.
- ۲-آسیائی، م. ۱۳۸۵. تحلیل خشکسالی با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (مطالعه موردی: استان خراسان) مجله علوم جغرافیا. شماره ۲. ۱۲۲-۱۴۵.
- ۳-دانش کار، پ، رضیئی، ط و تقفیان، ب. ۱۳۸۶. بررسی الگوی زمانی و مکانی خشکسالی های هواشناسی در استان سیستان و بلوچستان. مجله علمی کشاورزی. جلد ۳۰. شماره ۱. ۸۵-۹۹.
- ۴-اختری، ر، دانش کار، پ، رضیئی، ط و تقفیان، ب. ۱۳۸۶. بررسی خشکسالی های هواشناسی (اقلیمی) در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره مارکوف. سال سوم. شماره ۱. ۳۵-۲۵.
- ۵-علیزاده، ا، انصاری، ح، ارشادی، س و آشگر طوسی، ش. ۱۳۸۷. پایش و پیش بینی خشکسالی در استان سیستان و بلوچستان. مجله جغرافیا و توسعه ی ناحیه ای، شماره ۱۱. ۱-۱۱.
- ۶-رحیمی، د، موحدی، س و برقی، ح. ۱۳۸۸. بررسی شدت خشکسالی با شاخص نرمال بارش (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان). مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی. سال ۲۰. شماره ۴. ۴۳-۵۶.
- 7-Lloyd-Hughes, B. and Saunders, M. A. 2002. A drought climatology for Europe. *International Journal of Climatology*, 22:1571-1592.
- 8-Rouault M. and Richard Y. 2003. Intensity and spatial extension of drought in South Africa at different time scale.
- 9- Giuseppina M, Maria Carmela G, Maura A. 2005 . DROUGHT WITHIN THE CONTEXT OF THE REGION VI. working Group On Hydrology Regional Association VI (Europe). 26IV2005.
- 10- Toth G. and Hillger. 2012. Drought and Desertification in Postage stamp. volume 61(2).
- 11-Xia H. Ringler C. Zhu T. and Waqas A. 2013. Droughts in Pakistan: a spatiotemporal variability analysis using the Standardized Precipitation Index. *Water International*. vol.38, No.5, 620-631.
- 12- Pei. Xia L. 2013. Assessing the impacts of droughts on net primary productivity in China- fengsong . volume (14-15) 326-371.