



مطالعه الگوهای سینوپتیکی منجر به خشکسالی‌های پاییزه و زمستانه

در استان خراسان رضوی

* محمد موسوی بایگی^۱ و بتول اشرف^۲

^۱دانشیار هواشناسی، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۲

چکیده

خشکسالی عبارت است از وضعیت کمبود بارش در یک دوره زمانی معین به حدی که یک ناحیه تحت تأثیر منفی آن قرار گرفته و فعالیت‌های بشر به تأخیر بیفتند. در این پژوهش با استفاده از داده‌های روزانه بارندگی ۹ ایستگاه سینوپتیک استان خراسان رضوی در دوره آماری ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۸، شاخص بارش استاندارد شده (*SPI*) در مقیاس‌های زمانی ۱ و ۳ ماهه محاسبه شده و دوره‌های ترسالی و خشکسالی تعیین و شمارش شد. همچنین نقشه‌های سینوپتیکی هم فشار، هم دما، هم رطوبت نسبی و هم مقدار آب قابل بارش ابر در سطح زمین به صورت میانگین ماهانه (شش ماه فصول پاییز و زمستان) برای تمام ۲۰ سال مورد مطالعه بررسی گردید. نتایج نشان داد که سه شهرستان سرخس، قوچان و گناباد در فصل پاییز و شهرستان‌های تربت حیدریه، سرخس، قوچان، کاشمر و گناباد در فصل زمستان بیشترین میزان خشکسالی را تجربه کرده‌اند. کم‌ترین دوره‌های خشک پاییزه و زمستانه نیز به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های کاشمر و نیشابور بوده است. همچنین با بررسی وضعیت خشکسالی تک تک سال‌های مورد مطالعه مشخص شد که در سال ۲۰۰۱ همه ایستگاه‌های تحت مطالعه با پدیده خشکسالی البته با شدت‌های مختلف (حاد، شدید و متوسط) مواجه بوده‌اند، بنابراین این سال به عنوان سال مبنا و نمونه بارز وقوع خشکسالی در دوره آماری تحت بررسی، در نظر گرفته شده و نقشه‌های سینوپتیکی مربوط به آن ارائه شد. مطالعه الگوهای سینوپتیکی سال مبنا نشان داد که به‌رغم وجود

* مسئول مکاتبه: mousavi500@yahoo.com

شرایط مناسب برای بارندگی (دما پایین، رطوبت نسبی بالا و میزان مناسب آب قابل بارش ابر) در تمام ماه‌های فصول پاییز و زمستان، به دلیل اندرکنش سامانه پرفشار سیبری با سامانه پرفشار آزرز و تقویت پرفشار سیبری و در نتیجه سیطره کامل آن بر منطقه، نه تنها هیچ بارندگی رخ نداده است بلکه بارش‌های محلی و اروگرافیک نیز با محدودیت مواجه شده و بنابراین خشکسالی‌های متوسط، شدید و حاد در کل منطقه مورد مطالعه رخ داده است.

واژه‌های کلیدی: بارش‌های اروگرافیک، سامانه پرفشار سیبری، سامانه پرفشار آزرز، شاخص بارش استاندارد شده، هم‌رفت هوای سرد

مقدمه

خشکسالی پدیده‌ای است که همه ساله با شدت‌های مختلف در مناطق وسیعی از جهان روی داده و اثرات مخرب و سوئی همچون قحطی، مرگ و میر و خسارات اقتصادی به دنبال دارد. تعریف کلی خشکسالی عبارت است از وضعیت کمبود بارش در یک دوره زمانی معین به حدی که یک ناحیه تحت تأثیر منفی آن قرار گیرد و فعالیت‌های بشر به تأخیر بیفتد (وبستر، ۱۹۷۸). این تعریف کلی از دیدگاه کشاورزی، هواشناسی، هیدرولوژی و اقتصادی-اجتماعی به صورت‌های مختلف مطرح می‌شود. خشکسالی کشاورزی هنگامی اتفاق می‌افتد که در اثر کمبود بارش، رطوبت خاک به حدی کاهش یابد که نواحی زراعی و مراتع به طور قابل توجه تحت تأثیر منفی قرار گرفته و دچار خسارت شوند. از دیدگاه هواشناسی، خشکسالی به صورت بارش کمتر از حد معمول که منجر به تغییر الگوهای آب و هوایی می‌شود، تعریف می‌گردد. خشکسالی هیدرولوژیکی زمانی رخ می‌دهد که سطح تراز آب‌های سطحی و زیرزمینی از حد معمول خود پایین‌تر رود. از دیدگاه اجتماعی-اقتصادی نیز خشکسالی زمانی است که کمبود آب برای نیازهای بشری موجب ناهنجاری شود (چودهوری و گور، ۱۹۸۹؛ وویلهایت، ۲۰۰۴).

امروزه پایش و پیش‌بینی پدیده زیان‌بار خشکسالی، توسط روش‌های مختلفی از جمله استفاده از معیارها و شاخص‌های خشکسالی و یا تحلیل‌های سینوپتیکی صورت می‌گیرد. یک ابزار رایج برای کمی کردن خشکسالی، استفاده از شاخص‌های خشکسالی است. به این منظور شاخص‌های مختلفی تاکنون ابداع شده و توسط محققان در مطالعات متعدد مورد استفاده قرار گرفته است (پالمر، ۱۹۶۵؛

پالمر، ۱۹۶۸؛ شافر و دزمان، ۱۹۸۲؛ گیس و ماهر، ۱۹۶۷؛ مک کی و همکاران، ۱۹۹۵؛ می پر و همکاران، ۱۹۹۳). این شاخص‌ها می‌توانند کاربرد کلی و عمومی داشته باشند یا به‌طور خاص برای اهداف مخصوص کشاورزی ارائه شده باشند (تساکیریس، ۲۰۰۴). از جمله مهم‌ترین شاخص‌های خشکسالی که امروزه کاربرد گسترده‌ای در مطالعات هیدرولوژی، هواشناسی و کشاورزی دارند می‌توان به شاخص بارش استاندارد شده (SPI)^۱، شاخص شدت خشکسالی پالمر ($PDSI$)^۲ و شاخص رطوبتی گیاه (CMI)^۳ اشاره کرد. شاخص بارش استاندارد شده توسط مک کی همکاران در سال ۱۹۹۳ ابداع شد. این شاخص تابعی از بارش است و برای مقیاس‌های زمانی مختلف ماهانه به صورت ۱، ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه می‌شود (مک کی، ۱۹۹۵). شاخص شدت خشکسالی پالمر، پیچیده‌تر از شاخص SPI بوده و علاوه بر داده‌های بارش به داده‌های دما و رطوبت خاک نیز نیازمند است (پالمر، ۱۹۶۵). این دو شاخص به‌طور ذاتی برای پیش خشکسالی هواشناسی توسعه داده شده‌اند و مقیاس ماهانه دارند (ویلهایت، ۲۰۰۵). شاخص رطوبتی گیاه براساس کمبود رطوبت نسبت به نیاز رطوبتی گیاه تعریف می‌شود و به خوبی در مقابل تغییرات کوتاه مدت وضعیت رطوبتی گیاه واکنش نشان می‌دهد. این شاخص معمولاً در گام‌های زمانی هفتگی محاسبه شده و شدت خشکسالی را در دوره رشد گیاه کمی می‌کند (شافر و دزمان، ۱۹۸۲). از جمله مطالعات صورت گرفته بر روی خشکسالی با استفاده از شاخص‌های تعریف شده برای آن، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. هیز و همکاران در سال ۱۹۹۸، خشکسالی گسترده سال ۱۹۹۶ آمریکا را با استفاده از شاخص SPI پیش کرده و نقشه پهنه‌بندی آن را برای کل کشور آمریکا تهیه نمودند. رضیئی و همکاران در سال ۲۰۰۳ وضعیت خشکسالی استان‌های اصفهان و یزد در سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ را با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده در دوره‌های زمانی ۳، ۶ و ۱۲ ماهه مورد مطالعه قرار دادند. همچنین پایش پهنه‌بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از شاخص SPI توسط جوان‌مرد و همکاران (۲۰۰۱) مورد مطالعه قرار گرفت و نشان داده شد که خشکسالی در این استان از مناطق جنوبی شروع شده و به سمت شرق آن گسترش می‌یابد. عیوضی و همکاران (۲۰۰۹) نیز با استفاده از داده‌های بارندگی ایستگاه نوده در حوضه آبخیز گرگان رود در دوره آماری ۴۱ ساله و به کمک دو نوع شبکه

-
- 1- Standardized Precipitation Index
 - 2- Palmer Drought Severity Index
 - 3- Crop Moisture Index

عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه^۱ (*MLP*) و تابع پایه‌ای شعاعی (*RBF*)^۲ به محاسبه شاخص بارش استاندارد شده پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که شبکه عصبی مصنوعی *MLP* نسبت به *RBF* با دقت بالاتری مقادیر *SPI* و وضعیت خشکسالی را پیش‌بینی می‌کند. پالمر (۱۹۶۸) در پژوهش خود بیان کرد که با استفاده از شاخص *CMI* می‌توان مشخص نمود که تا چه میزان، آب ناشی از بارش کل هفته برای تأمین نیاز آبی گیاه کافی بوده است بنابراین می‌توان از این شاخص برای محاسبه آب مورد نیاز برای آبیاری تکمیلی در شرایط خشکسالی استفاده نمود. همچنین سبزی پرور و همکاران (۲۰۱۰) هفت نمایه خشکسالی هواشناسی را با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای در اقلیم سرد نیمه‌خشک استان همدان مورد ارزیابی قرار داده و در سال‌های وقوع خشکسالی شدید، مطابقت خوبی بین معیارهای منتخب با شواهد واقعی (افت شدید عملکرد محصولات کشاورزی، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش دبی رودخانه‌ها) مشاهده نمودند.

روشی دیگر جهت بررسی و مطالعه پدیده خشکسالی چنان که قبلاً ذکر شد، مبتنی بر تحلیل‌های سینوپتیکی است. مهم‌ترین مزیت این روش، وضوح و عملی بودن آن می‌باشد. به عبارت دیگر گزارش‌های وضع هوا در یک منطقه وسیع جغرافیایی بر روی نقشه‌های سینوپتیکی وارد شده و به آسانی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند (علیچانی و کاویانی، ۲۰۰۲). از جمله تحقیقات صورت گرفته بر اساس این روش، می‌توان به پژوهش خوش‌اخلاق در سال ۱۹۹۸ اشاره نمود که با استفاده از تحلیل نقشه‌های سینوپتیک در دوره آماری ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۱ به بررسی خشکسالی‌های فراگیر ایران پرداخته و به این نتیجه رسید که وقوع خشکسالی‌های ایران به‌طور عمده با تشدید فعالیت سامانه‌های پرفشار سبیری و آزرورز و ادغام آن‌ها در خاورمیانه همراه بوده است. همچنین اله‌آبادی (۲۰۰۶) با استفاده از روش تحلیل سینوپتیکی به بررسی خشکسالی‌های فراگیر شرق ایران پرداخته و نتایج مشابهی ارائه نمود. صادقی و همکاران (۲۰۰۸) نیز تأثیر واچرخندها بر خشکسالی‌های فراگیر خراسان بزرگ را بررسی کرده و نقش مستقیم آن‌ها را در وقوع این پدیده مخرب مورد تأکید قرار دادند. همچنین سبزی پرور و همکاران (۲۰۱۰) الگوهای سینوپتیکی منجر به بارندگی‌های سیل آسا در جنوب غرب ایران را مطالعه کرده و حاکمیت سامانه *SHL*^۳ و تغذیه رطوبت آن از اقیانوس هند را به عنوان عوامل اصلی منجر به وقوع پدیده زیان‌بار سیل در این منطقه معرفی نمودند.

- 1- Multi Layer Perceptron
- 2- Radial Basis Function
- 3- Sudan heat low

استان خراسان رضوی در منطقه معتدل شمالی قرار گرفته و از نظر موقعیت طبیعی به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود. بلندترین نقطه استان در ارتفاعات بینالود در شمال نیشابور با ارتفاع ۳۲۱۱ متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه استان در دشت سرخس با ارتفاع ۳۰۰ متر از سطح دریا در حاشیه مرز ایران و ترکمنستان قرار دارد. بخش‌های شمالی منطقه، بیش‌تر کوهستانی هستند و بین آن‌ها دشت‌های حاصل‌خیز قرار گرفته است که به دلیل دارا بودن میزان بارندگی قابل توجه از شرایط مناسب کشاورزی برخوردار می‌باشند. اما بخش‌های جنوبی استان به سبب مجاورت با کویر و پست بودن ناحیه دارای میزان بارندگی کمی می‌باشند و شرایط مناسبی برای کشاورزی ندارند. اقلیم استان نیز به‌طور معمول خشک و نیمه‌خشک است.

خصوصیات هواشناسی و اقلیمی و نیز نوع اقلیم (براساس طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی) هریک از ایستگاه‌های مورد بررسی به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است (موسوی‌بایگی و همکاران، ۲۰۱۰). لازم به ذکر است که داده‌های سایر ایستگاه‌های سینوپتیک موجود در سطح استان به دلیل کم بودن تعداد سال‌های آماری، قابل استناد نبودند و بنابراین از بررسی این ایستگاه‌ها در این پژوهش، چشم‌پوشی شد.

جدول ۱- خصوصیات هواشناسی و اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک استان خراسان رضوی.

| نام ایستگاه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع از سطح دریا (متر) | سالیانه (ساعتی گراد) | میانگین دمای نقطه شبنم (ساعتی گراد) | میانگین دمای مطلق (ساعتی گراد) | حداقل دمای مطلق (ساعتی گراد) | حداکثر دمای مطلق (ساعتی گراد) | بارندگی سالیانه (میلی‌متر) | حداکثر بارندگی (میلی‌متر) | حداقل بارندگی (میلی‌متر) |
|-------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| تربت حیدریه | ۵۹°۱۳'E | ۳۵°۱۶'N | ۱۴۵۰/۸ | ۱۴/۲ | ۱/۶ | -۲۲ | ۴۰ | ۲۷۹/۴ | ۴۱۶/۵ | ۱۵۶/۷ | |
| سبزوار | ۵۷°۱۳'E | ۳۶°۱۲'N | ۹۷۷/۶ | ۱۷/۳ | ۲/۶ | -۲۰ | ۴۵/۵ | ۱۸۹/۱ | ۳۱۱/۴ | ۸۸/۲ | |
| سرخس | ۶۱°۱۰'E | ۳۶°۳۲'N | ۲۳۵ | ۱۷/۶ | ۴/۸ | -۱۸/۶ | ۴۶/۶ | ۱۸۳/۱ | ۲۶۱ | ۹۹/۳ | |
| قوچان | ۵۸°۳۰'E | ۳۷°۴'N | ۱۲۸۷ | ۱۲/۶ | ۲/۴ | -۲۱/۸ | ۴۰/۶ | ۳۰۱ | ۴۰۸ | ۲۰۳/۶ | |
| کاشمر | ۵۸°۲۸'E | ۳۵°۱۲'N | ۱۱۰۹/۷ | ۱۷/۵ | ۲/۳ | -۹/۸ | ۴۲/۶ | ۲۱۷/۷ | ۲۹۹/۱ | ۱۴۵/۷ | |
| گلمکان | ۵۹°۱۷'E | ۳۶°۲۹'N | ۱۱۷۶ | ۱۳/۲ | ۲/۲ | -۱۸/۸ | ۴۰/۸ | ۲۱۰/۷ | ۳۱۹/۱ | ۱۲۹ | |
| گناباد | ۵۸°۴۱'E | ۳۴°۲۱'N | ۱۰۵۶ | ۱۷ | ۱/۴ | -۱۴/۲ | ۴۴/۲ | ۱۵۷/۵ | ۲۲۸/۳ | ۹۰/۸ | |
| مشهد | ۵۹°۳۸'E | ۳۶°۱۶'N | ۹۹۹/۲ | ۱۴ | ۳/۱ | -۲۸ | ۴۳/۸ | ۲۵۷/۵ | ۴۲۷/۱ | ۱۳۰/۷ | |
| نیشابور | ۵۸°۴۸'E | ۳۶°۱۶'N | ۱۲۱۳ | ۱۴ | ۱/۷ | -۱۷/۶ | ۴۱/۶ | ۳۴۳/۳ | ۲۵۰/۶ | ۱۵۸/۱ | |

جدول ۲- نوع اقلیم ایستگاه‌های سینوپتیک استان خراسان رضوی براساس طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی.

| نام ایستگاه | روش طبقه‌بندی | |
|-------------|---------------|--------------|
| | دومارتن | آمبرژه |
| تربت حیدریه | نیمه خشک | خشک سرد |
| سبزوار | خشک | خشک سرد |
| سرخس | خشک | خشک معتدل |
| قوچان | نیمه خشک | نیمه خشک سرد |
| کاشمر | خشک | خشک معتدل |
| گلمکان | خشک | خشک سرد |
| گناباد | خشک | خشک سرد |
| مشهد | نیمه خشک | خشک سرد |
| نیشابور | نیمه خشک | خشک سرد |

داده‌های مورد نیاز برای بررسی وضعیت خشکسالی منطقه، شامل داده‌های بارندگی روزانه نه ایستگاه هواشناسی سینوپتیک نام برده شده در بالا در طی ۲۰ سال آماری (۲۰۰۸-۱۹۸۹) از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور اخذ شد. در بخش خدمات ماشینی بر روی داده‌ها کنترل کیفی صورت گرفته و کلیه آزمون‌های همگنی، استقلال و کفایت داده‌ها انجام شده است. تنها در برخی موارد خلاء داده‌ها با استفاده از ایستگاه‌های مجاور و به روش نسبت‌ها برطرف شده است. همچنین نقشه‌های مورد نیاز برای تحلیل‌های سینوپتیکی شامل نقشه‌های هم فشار، هم دما، هم رطوبت نسبی و هم مقدار آب قابل بارش^۱ در سطح زمین به صورت میانگین ماهانه (شش‌ماه فصول پاییز و زمستان) از سایت تحقیقاتی NOAA^۲ استخراج گردید.

برای بررسی پدیده خشکسالی در استان خراسان رضوی از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) استفاده شد. این شاخص که در سال ۱۹۹۵ توسط مک کی^۳ و همکارانش ارائه شده است را می‌توان در دوره‌های زمانی ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۴۸ ماهه محاسبه نمود و به‌طور کلی دوره خشک در مقیاس زمانی t ام، زمانی به وقوع می‌پیوندد که در آن مقیاس، SPI به‌صورت پیوسته منفی بوده و به مقدار

- 1- Precipitable Water
- 2- National Oceanic and Atmospheric Administration
- 3- McKee

۱- و یا کم تر از آن رسیده باشد (جدول ۳). در این پژوهش، مقدار شاخص بارش استاندارد شده در دو مقیاس زمانی یک ماهه و سه ماهه (فصلی) برای هر سال محاسبه گردید و با مقایسه مقادیر به دست آمده با مقادیر موجود در جدول ۳، دوره‌های خشکسالی و ترسالی در دو مقیاس ذکر شده برای هر ایستگاه در تمام سال‌های مورد مطالعه تعیین شد.

جدول ۳- طبقه‌بندی دوره‌های خشکسالی و ترسالی براساس شاخص بارش استاندارد (SPI) (مک‌کی و همکاران، ۱۹۹۵).

| شدت ترسالی یا خشکسالی | مقدار SPI |
|-----------------------|-----------------------------|
| ترسالی حاد | $SPI \leq -2$ |
| ترسالی شدید | $+1/5 \leq SPI \leq +1/99$ |
| ترسالی متوسط | $+1 \leq SPI \leq +1/49$ |
| ترسالی خفیف | $+0/5 \leq SPI \leq +0/99$ |
| نرمال | $-0/49 \leq SPI \leq +0/49$ |
| خشکسالی خفیف | $-0/99 \leq SPI \leq -0/5$ |
| خشکسالی متوسط | $-0/49 \leq SPI \leq -1$ |
| خشکسالی شدید | $-1/99 \leq SPI \leq -1/5$ |
| خشکسالی حاد | $SPI \geq -2$ |

در نهایت با توجه به زیاد بودن سال‌های آماری و همچنین با عنایت به این که هدف از این پژوهش، مطالعه و بررسی خشکسالی‌های پاییزه و زمستانه استان خراسان رضوی می‌باشد، تعداد دوره‌های خشک به وقوع پیوسته در این دو فصل، شمارش شد که مقادیر به دست آمده در جدول‌های ۴ در بخش نتایج ارائه شده است. پس از بررسی خشکسالی‌های پاییزه و زمستانه رخ داده در تک تک سال‌های دوره مورد مطالعه (۱۹۸۹ تا ۲۰۰۸)، مشخص شد که تمامی ایستگاه‌ها در سال ۲۰۰۱ با این پدیده مواجه بوده‌اند. بنابراین مقادیر محاسبه شده شاخص SPI پاییزه و زمستانه و نیز نوع خشکسالی رخ داده در این سال به عنوان نمونه بارز وقوع خشکسالی در دوره آماری بررسی شده در بخش نتایج ارائه شد (جدول ۵). همچنین به رغم این که بررسی نقشه‌های سینوپتیک در این دو فصل در تمام ۲۰ سال آماری تحت مطالعه انجام شد، اما به علت محدودیت صفحات مقاله و عدم امکان ارائه همه نقشه‌ها، تنها نقشه‌های هم فشار، هم دما، هم رطوبت نسبی و هم مقدار آب قابل بارش سطح زمین برای سه ماه پاییز (اکتبر، نوامبر، دسامبر) و نیز سه ماه زمستان (ژانویه، فوریه، مارس) متعلق به سال

۲۰۰۱ به عنوان نمونه جهت بررسی و مطالعه الگوهای سینوپتیکی منطقه در دوره خشکی ملاک عمل قرار گرفته (شکل های ۱ و ۲) و در بخش نتایج ارائه شده است.

نتایج و بحث

در جدول ۴ تعداد دوره های خشک به وقوع پیوسته در دو فصل پاییز و زمستان در دوره آماری مورد مطالعه به تفکیک هر ایستگاه نشان داده شده است.

جدول ۴- تعداد دوره های خشک دو فصل پاییز و زمستان در دوره آماری موجود (۲۰۰۸-۱۹۸۹).

| تعداد دوره های خشک زمستانه | تعداد دوره های خشک پاییزه | ایستگاه |
|----------------------------|---------------------------|------------|
| ۶ | ۵ | ترت حیدریه |
| ۵ | ۵ | سبزوار |
| ۶ | ۶ | سرخس |
| ۶ | ۶ | قوچان |
| ۶ | ۳ | کاشمر |
| ۵ | ۵ | گلمکان |
| ۶ | ۶ | گناباد |
| ۵ | ۵ | مشهد |
| ۴ | ۴ | نیشابور |

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود سه شهرستان سرخس، قوچان و گناباد در فصل پاییز و شهرستان های تربت حیدریه، سرخس، قوچان، کاشمر و گناباد در فصل زمستان بیشترین میزان خشکسالی را تجربه کرده اند. کمترین دوره های خشک نیز در فصل پاییز در شهرستان کاشمر و در فصل زمستان در شهرستان نیشابور وجود داشته است.

در جدول ۵ مقادیر شاخص بارش استاندارد پاییزه و زمستانه و نیز نوع خشکسالی در سال ۲۰۰۱ نشان داده شده است زیرا چنانچه در بخش قبل گفته شد، در این سال، همه ۹ ایستگاه تحت مطالعه با پدیده خشکسالی البته با شدت های متفاوت مواجه بوده اند، بنابراین این سال به عنوان نمونه بارز وقوع خشکسالی در دوره آماری تحت بررسی در نظر گرفته شده و به رغم بررسی کلیه نقشه های

سینوپتیک در دوره آماری ۲۰ ساله تنها نقشه‌های مربوط به این سال در بخش نتایج ارائه شده و مورد بحث قرار گرفته است.

جدول ۵- مقادیر شاخص *SPI* پاییزه و زمستانه و نوع خشکسالی در سال ۲۰۰۱.

| ایستگاه | مقدار شاخص <i>SPI</i> پاییزه | مقدار شاخص <i>SPI</i> زمستانه | نوع خشکسالی |
|------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|
| ترت حیدریه | -۲/۶۶ | -۲/۶۸ | خشکسالی حاد |
| سبزوار | -۱/۲۲ | -۱/۲۵ | خشکسالی متوسط |
| سرخس | -۱/۱۷ | -۱/۲۳ | خشکسالی متوسط |
| قوچان | -۱/۰۷ | -۱/۲۱ | خشکسالی متوسط |
| کاشمر | -۱/۸۳ | -۱/۹۸ | خشکسالی شدید |
| گلمکان | -۱/۱۸ | -۱/۲۱ | خشکسالی متوسط |
| گناباد | -۱/۶۶ | -۱/۹۰ | خشکسالی شدید |
| مشهد | -۱/۷۷ | -۱/۸۱ | خشکسالی شدید |
| نیشابور | -۱/۱۹ | -۱/۲۱ | خشکسالی متوسط |

چنانچه در این جدول، ملاحظه می‌شود طی سال ۲۰۰۱ در تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه خشکسالی حاد، شدید و حداقل متوسط وجود داشته است و همچنین خشکسالی‌های زمستانه شدت بیشتری نسبت به خشکسالی‌های پاییزه داشته‌اند.

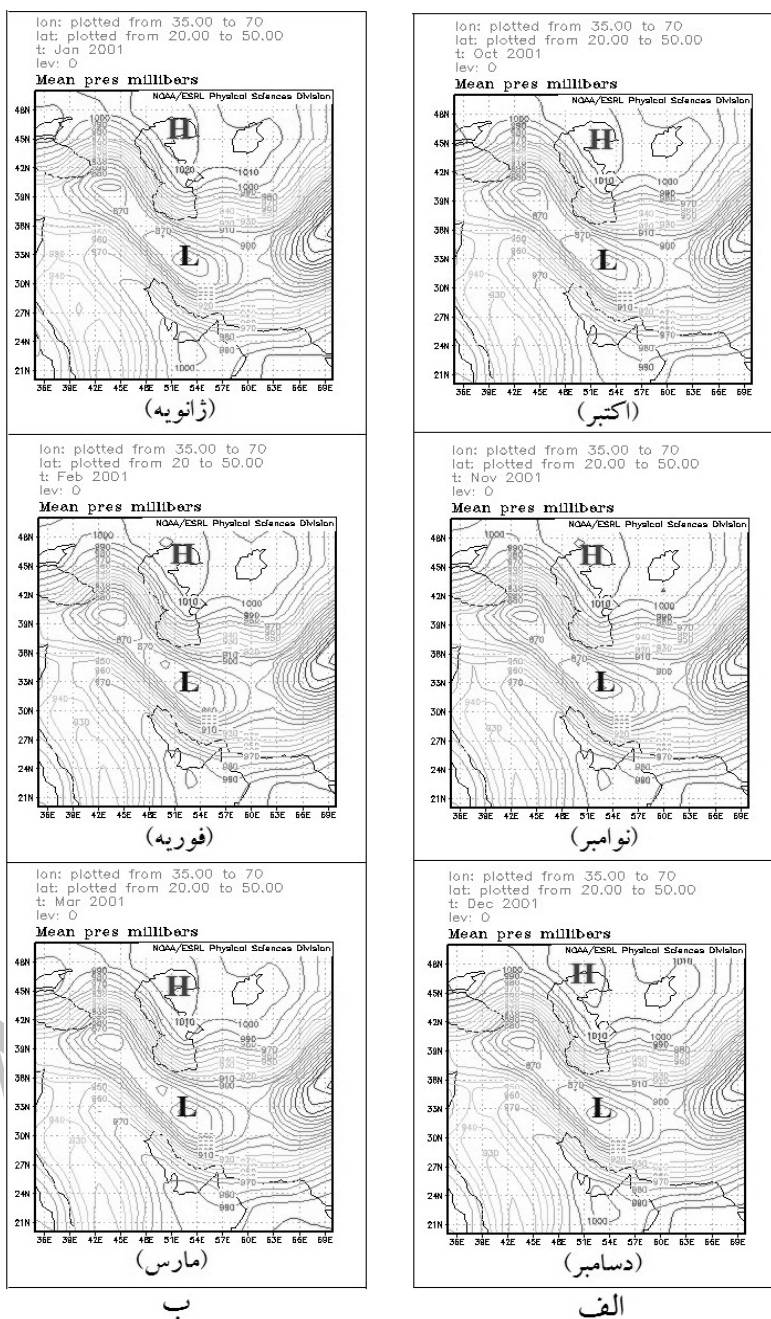
شکل‌های ۲ تا ۵ نقشه‌های هم فشار، هم دما، هم رطوبت نسبی و هم مقدار آب قابل بارش در سطح زمین را برای سه ماه پاییز (اکتبر، نوامبر، دسامبر) و نیز سه ماه زمستان (ژانویه، فوریه، مارس) سال ۲۰۰۱ نشان می‌دهند. چنانچه ملاحظه می‌شود در شکل ۲ که مربوط به نقشه‌های هم فشار سطح زمین می‌باشد، سامانه‌های فشاری حاکم بر منطقه نشان داده شده است. وجود سامانه‌های فشاری و تعامل بین آن‌ها نقش مؤثری در رقم زدن آب و هوای مناطق مختلف کره‌زمین دارد. از جمله معروف‌ترین این سامانه‌ها، می‌توان به سه سامانه واپرخندی (پرفشار) آزرز، سیبری و هند که به ترتیب بر روی اقیانوس اطلس، منطقه سیبری و اقیانوس هند قرار دارند، اشاره نمود. این سه سامانه و چگونگی اندرکنش آن‌ها نقش اساسی در ورود سامانه‌های باران زا به منطقه ما ایفا می‌کنند. تعامل بین دو سامانه پرفشار آزرز و سیبری موجب می‌شود که هنگامی که آن‌ها به اندازه کافی تقویت می‌شوند،

سامانه پرفشار سیبری گسترش یافته و کل منطقه شمال و شمال شرق ایران را تحت سیطره خود بگیرد که این مطلب به وضوح در شکل ۲ مشاهده می‌شود. منحنی‌های هم دما در شکل ۳ نیز نشان‌دهنده هم‌رفت^۱ هوای سرد قطبی در طول هر دو فصل در این نواحی است. در شکل ۴ که خطوط هم رطوبت نسبی را نشان می‌دهد، به وضوح ملاحظه می‌شود که در این شش ماه، رطوبت نسبی در نوار شمالی ایران به‌طور نسبی بالا بوده است (در اغلب موارد، بیش از درصد ۶۰). لازم به توضیح است که رطوبت نسبی بالا الزاماً به معنا رطوبت بالا نیست بلکه در حقیقت دما پایین هوا در این دو فصل، باعث افزایش رطوبت نسبی شده است. در شکل ۵ نیز مشاهده می‌شود که مقدار آب قابل بارش ابر در تمامی نواحی شمال شرق ایران در این زمان، بسیار قابل توجه بوده است (در اغلب موارد، بیش از ۱۰ کیلوگرم بر مترمربع) و چنانچه شرایط مناسب برای فرارفت هوا وجود می‌داشت، می‌توانست بارندگی‌های مناسب و مطلوبی را برای منطقه رقم بزند. اما با توجه به حاکمیت سامانه پرفشار سیبری در این ناحیه، فرارفت^۲ هوا صورت نگرفته و در نتیجه نه تنها هیچ بارندگی رخ نداده است بلکه احتمالاً در مناطقی که امکان رخداد به‌دلیل فرارفت واداشته موجود بوده نیز مانع از آن شده و بنابراین حتی ریزش بارش‌های محلی و اروگرافیک نیز با محدودیت مواجه شده است. بنابراین با عنایت به همه عوامل ذکر شده در محدودیت بارندگی در این مناطق در این زمان، به نظر می‌رسد که وقوع پدیده زیان‌بار خشکسالی، دور از انتظار نبوده است.

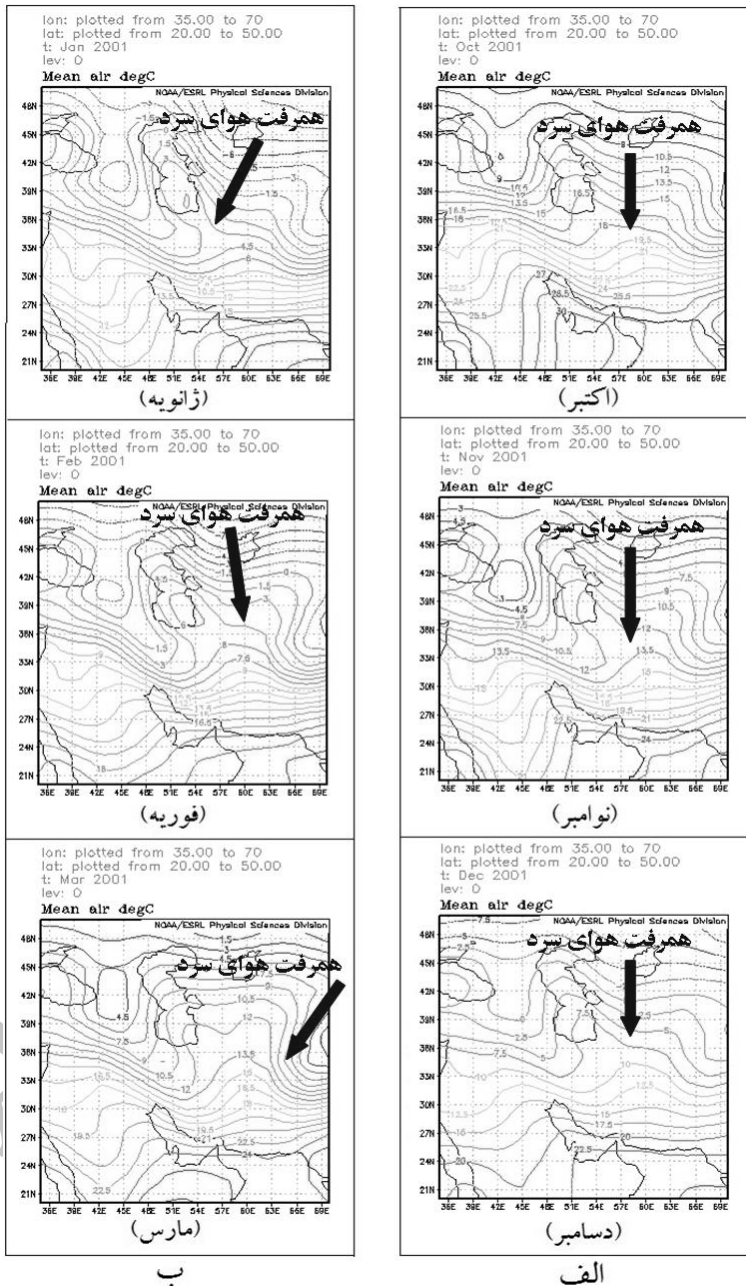
نتیجه‌گیری

اگرچه که سامانه پرفشار سیبری معمولاً شمال شرق ایران را به‌خصوص در نیمه‌دوم سال تحت تأثیر قرار می‌دهد و این سامانه برای منطقه خراسان، سامانه شناخته شده‌ای است اما در سال ۲۰۰۱ اندرکنش آن با پرفشار آوزرز، موجب تداوم حضور و سیطره آن در منطقه مورد مطالعه شده است. بنابراین با پایش این شرایط در دو فصل یاد شده که مبتنی بر فصل رشد بسیاری از گیاهان زراعی پاییزه می‌باشد، می‌توان ضمن آمادگی برای مواجهه با این پدیده مخرب از خسارات احتمالی ناشی از آن نیز تا حد امکان جلوگیری نمود و میزان ریسک را کاهش داد.

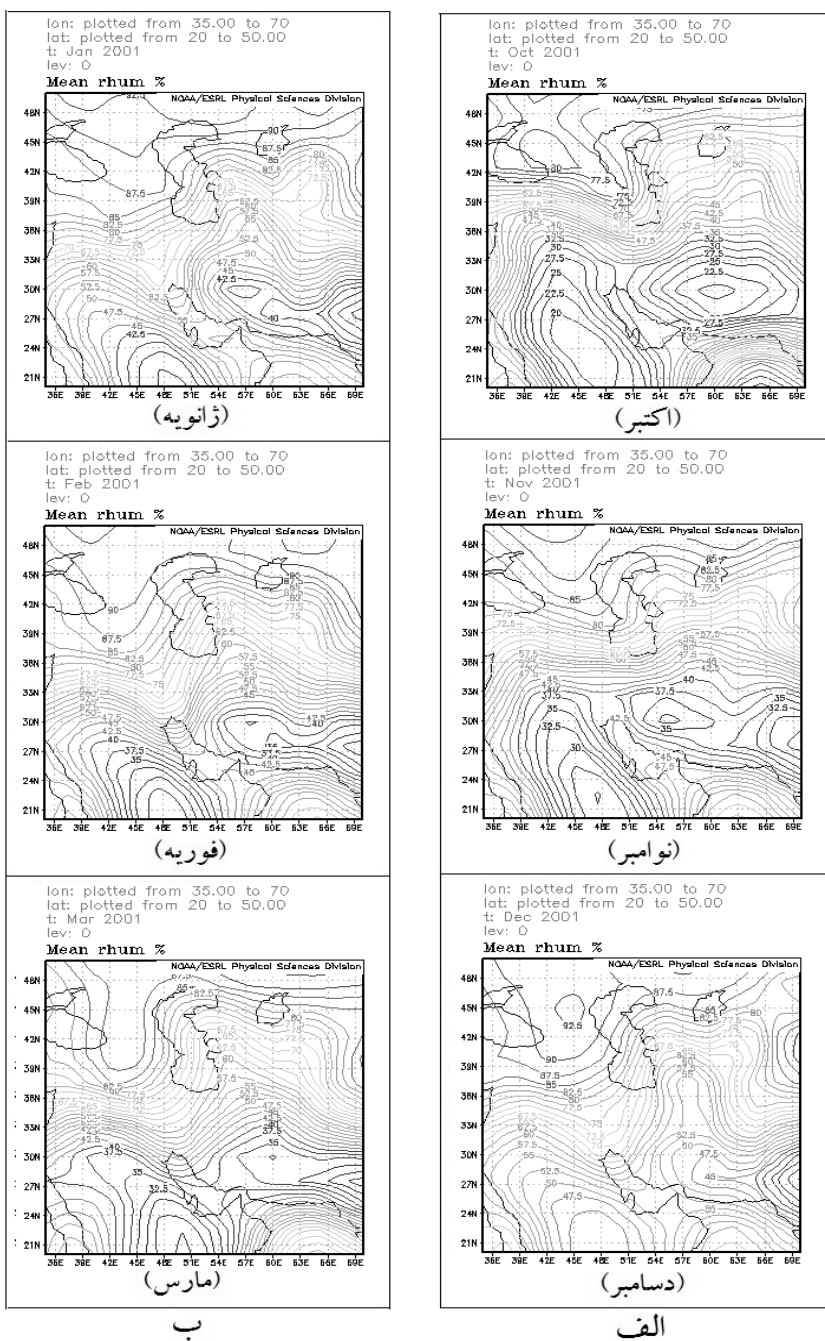
1- Advection
2- Convection



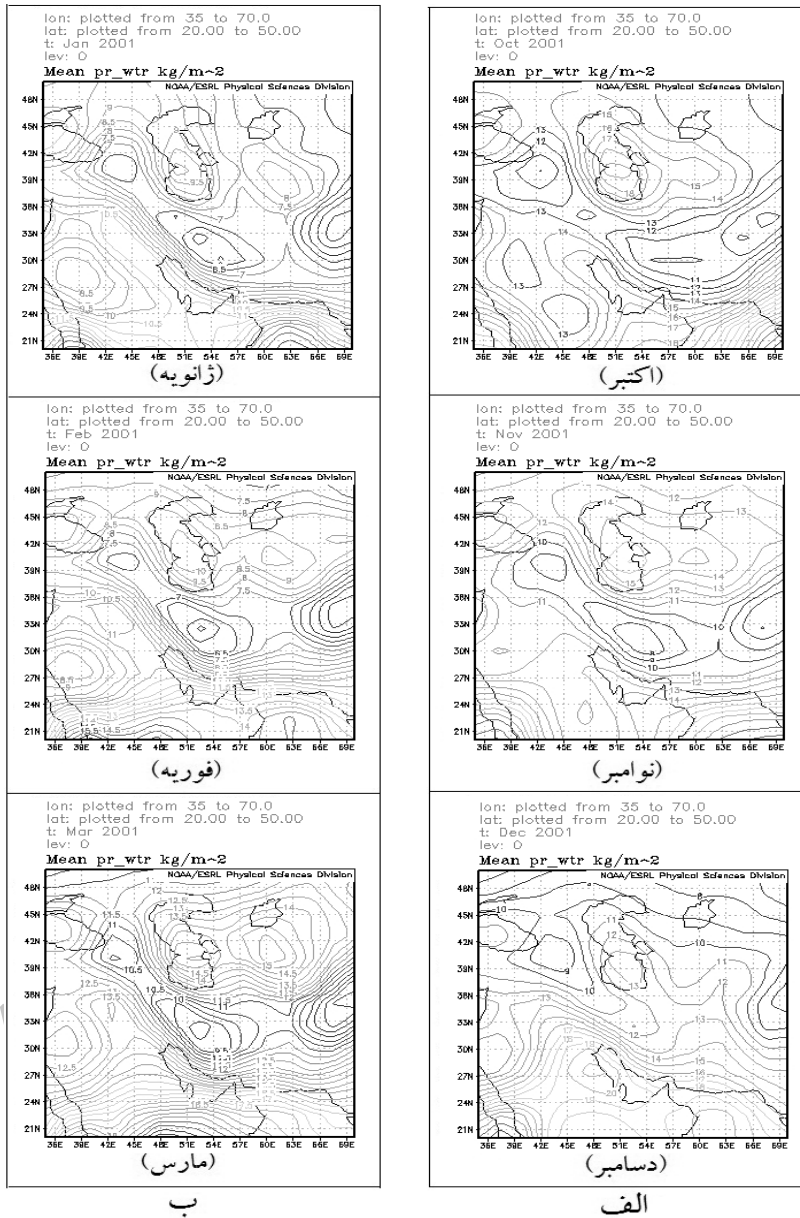
شکل ۲- نقشه‌های هم فشار سطح زمین (میلی‌بار) در (الف) سه ماهه پاییز و (ب) سه ماهه زمستان سال ۲۰۰۱.



شکل ۳- نقشه‌های هم دمای سطح زمین (درجه سانتی‌گراد) در (الف) سه ماهه پاییز و (ب) سه ماهه زمستان سال ۲۰۰۱.



شکل ۴- نقشه‌های هم رطوبت نسبی (درصد) در (الف) سه ماهه پاییز و (ب) سه ماهه زمستان سال ۲۰۰۱.



شکل ۵- نقشه‌های هم مقدار آب قابل بارش ابر (کیلوگرم بر مترمربع) در (الف) سه ماهه پاییز و (ب) سه ماهه زمستان سال ۲۰۰۱.

سیاسگزاری

نگارندگان مقاله بدین‌وسیله از حمایت و مساعدت معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد برای انجام این پژوهش در قالب طرح تحقیقاتی شماره ۱۵۶۰۷/۲ قدردانی و سپاس‌گزاری می‌نمایند.

منابع

1. Alijani, B., and Kaviyani, M.R. 2002. Synoptic climatology. Samt publication. 320 p. (In Persian)
2. Allahabadi, T. 2006. The synoptic investigation of drought of northeast of Iran. Msc Thesis of geography faculty of Tehran. 210p. (In Persian)
3. Chowdhury, A., and Gore, P.G. 1989. An index to assess agricultural drought in India. *Theor. Applied Climatol*, 40: 103-109.
4. Eivazi, M., Mosaedi, A., and Deghani, A.A. 2009. Comparison of different approaches for predicting SPI. *Journal of Water and Soil Conservation*, 16: 2: 145-167. (In Persian)
5. Gibbs, W.J., and Maher, J.V. 1967. Rainfall deciles as drought indicators. *Bureau of Meteorology Bulletin* 27: 4. 17-59.
6. Hayes, M.J., Svoboda, M.D., and White, D.A. 1998. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. *Bulletin of American Meteorological society*, 80: 429- 438.
7. Javanmard, S., Hamali, J., Ghahraman, N., and Moghaddam, H. 2001. The calculation of Palmer drought index in Khorasan Province. First conference of water deficit. 155-168. (In Persian)
8. Khoshakhlagh, F. 1999. Research in widespread droughts of Iran by using synoptic analysis. PhD Thesis. Tabriz University. 152 p. (In Persian)
9. McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. 1995. The relationship of drought frequency and duration to time scales. p. 179-184, in: 8th Conference on Applied Climatology. January 17-22, Anaheim, California
10. Meyer, S.J., Hubbard, K.G., and White, D.A. 1993. A crop-specific drought index for corn: I. Model development and Validation, *Agronomy Journal*. 86: 388-395.
11. Mousavi-Baygi, M., Ashraf, B., and Nezami, A. 2010. Determination of Freezing and Thaw Cycles and Mapping of Susceptible Area in Khorasan Razavi Province by Using GIS. *Journal water and Soil*. 24: 5. 874- 883. (In Persian)
12. Nazemosadat, M.J., Drought and rainfall in IRAN and relation with ELNINO. 1999. Publication of Shiraz University. 103 p. (In Persian)
13. Palmer, W.C. 1965. Meteorological drought. Reserch paper No. 45, U.S., Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C. 27p.

14. Palmer, W.C. 1968. Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: The new crop moisture Index. *Weatherwise*. 21: 156-161.
15. Raziye, T., Shokuhi, A., Saghafiyani, B., and Danesharasteh, P. 2003. The calibration of drought phenomenon in center of Iran by using SPI index. *First Conference of climate change*. 2: 85-91. (In Persian)
16. Sabziparvar, A.A., Parandeh, A., Lashkari, H., and Yazdanpanah, H. 2010. Mid-level synoptic analysis of flood-generating systems in South-west of Iran (case study: Dalaki watershed river basin). *National Hazards Earth System Society*. 10: 2269-2279.
17. Sabziparvar, A.A., Kazemi, A., Marufi, S., Ghafari, M., and Bazrafshan, J. 2010. Comparative evaluation of seven meteorological drought index using cluster analysis. *Journal of Environmental Science and Technology*. 12: 97-111. (In Persian)
18. Sadeghi, S., Alijani, B., Saligheh, M., Habibi, Nokhandan, M., and Ghahroudi, M. 2008. Synoptical analysis of anticyclones on the continuous drought in Khorasan Province. *Journal of geography and regional development*. No 10, 105-118. (In Persian)
19. Shafer, B.A., and Dezman, L.E. 1982. Development of a surface water supply index (SWSI) to assess the severity of drought conditions in snowpack runoff areas. In *proceedings of the western snow conference*, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. Pp. 164-175.
20. Tsakiris, G., and Vangelis, H. 2004. Towards a drought watch system based on spatial SPI. *Water Resour. Manage.* 18: 1-12.
21. Webster, N. 1978. *Webster's New Twentieth Century Dictionary*. World Pub. Co. Inc, USA.
22. Wilhite, D. 2005. *Drought and water crises, science, technology, and management issues*, CRC Press Taylor and Francis Group, USA.
23. Wu, H., and Wilhite, D. 2004. An operational agricultural drought risk assessment model for Nebraska, USA. *Natural Hazards*. 33: 1-21.
24. www.esrl.noaa.gov.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 18(4), 2011

http://jwfsst.gau.ac.ir

The study of synoptic patterns that caused autumn and winter droughts in Khorasan Razavi Province

***M. Mousavi-Baygi¹ and B. Ashraf²**

¹ Associate Prof., of Meteorology, Dept. of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, ² M.Sc. Student of Agrometeorology, Dept. of Water Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 2011-2-17; Accepted: 2011-5-2

Abstract

Drought is a weather condition which accompanies with lack of precipitation over a certain time periods that human activities in the area located under its impact will experience negative effects. In this research daily rainfall data of nine synoptic stations in Khorasan Razavi province in the static period of 1989 to 2008 were used. Standardized Precipitation Index for one-month and three-month scales was calculated and then drought and wet periods were determined and counted. Monthly average of isobars, isotemps, iso- RH, and iso-PWC (6 months of autumn and winter) were considered for 20 years (1989-2008). Results showed that three cities, Sarakhs, Quchan and Gonabad in autumn and cities of Torbat heydariye, Sarakhs, Quchan, Kashmar and Gonabad in winter have experienced the most drought. Lowest dry autumn and winter periods, were related to the Kashmar and Nishabur stations respectively. Also consideration of every year drought situation of study period shows that in 2001, all stations have experienced different intensity (acute, severe and moderate) of this phenomenon, so this year was considered as the base year of droughts in the period under review and its synoptic maps were presented. The study of synoptic patterns in base year showed that despite of good conditions for precipitation (low temperature, high relative humidity and precipitable water content of cloud) in all months of autumn and winter, due to interaction of Siberian high pressure system with Azores high pressure system and strengthening of Siberian high pressure and its complete domination over the region, not only rainfall has not happened, but also local and orographic precipitation faced with constraints and therefore moderate, severe and acute droughts, occurred entire region of our study.

Keywords: Orographic precipitation; Siberian high pressure; Azores high pressure; Standardized Precipitation Index; Cold air advection

* Corresponding Author; Email: mousavi500@yahoo.com