

سلیمان صادقی (نویسنده اصلی)

دکتر بهلول علیجانی

دکتر محمد سلیقه

دکتر مجید حبیبی نوخندان

دکتر منیژه قهرودی تالی

تحلیل هم‌دیدي و اچرخندها بر خشکسالي‌های فراگیر خراسان

چکیده

خراسان دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک است، این خشکسالی حاصل کاهش غیر متعارف بارش سالیانه‌ی آن نسبت به میانگین دراز مدت است. سه الگوی هم‌دیدي در وقوع خشکسالی‌های خراسان مؤثراند و از میان آن‌ها، اچرخندها، بیشترین سهم را در رخداد خشکسالی‌ها دارند. حدود ۶۱/۶ درصد از خشکسالی‌های فراگیر خراسان نتیجه‌ی "ت و اچرخندها هستند. اچرخندها باعث نزولی شدن هوا و از بین رفتن یا کاهش عامل صعود توده‌های هوای مرطوب می‌شوند، لذا کاهش و بی‌نظمی بارش را فراهم می‌آورند که تبعات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی متعددی را ایجاد می‌نماید. نوشتار حاضر علل پیدایش خشکسالی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

کلید واژه‌ها: هم‌دیدي، اچرخند، بارش، خشکسالی

درآمد:

خراسان در شمال شرق و شرق ایران بین مدار ۳۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی واقع شده است. وسعت آن به ۳۱۵۶۸۶/۵ کیلومتر مربع می‌رسد و به جهت موقعیت خاص جغرافیایی و ارتفاعات از تنوع اقلیمی برخوردار است. متوسط بارش سالیانه‌ی آن ۲۰۰ میلی‌متر است (وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۸: ۸)؛ یعنی تنها یک چهارم

بارش خشکی‌های زمین (۸۰۰ میلی‌متر) و کمتر از یک پنجم بارش متوسط کره زمین (۱۱۳۳ میلی‌متر) را دریافت می‌دارد. (فرج‌زاده، ۱۳۷۴: ۶). بر اثر کاهش نزولات جوی نزدیک به ۵۰ درصد از وسعت خراسان در قلمرو آب و هوای خشک قرار دارد. بارش خراسان از دو ویژگی برخوردار است؛ ویژگی اول آن توزیع مکانی بارش است که در خراسان به طور یکنواخت صورت نمی‌گیرد. به عنوان مثال میزان بارش در بجنورد ۲۷۰ میلی‌متر (صادقی، ۱۳۷۳: ۳۸) در مشهد ۲۵۶/۵ میلی‌متر و در بیرجند ۱۸۶ میلی‌متر است (احمدیان، ۱۳۷۴: ۳۴) ویژگی دوم بارندگی خراسان توزیع زمانی نامناسب آن است، به گونه‌ای که نزدیک به ۸۰ درصد از بارش خراسان در دوره سرد، به ویژه زمستان، صورت می‌گیرد. در سایر ایام سال و بخصوص در تابستان که اوج نیاز به آب، هم در زمینه‌ی شرب و هم کشاورزی وجود دارد، باران نازل نمی‌شود و مشکل شدید آب پدید می‌آید. علاوه بر این، نوسان ماهانه و فصلی بارش خراسان سبب کاهش بارش‌ها جوی نسبت به میانگین دراز مدت شده است.

خراسان پهناور بیش از شش میلیون تن جمعیت دارد، که ۵۶ درصد آن در نقاط شهری و بقیه در نواحی روستایی به سر می‌برند. رطوبت‌های بسیاری است که بزرگترین و پرجمعیت‌ترین آن مشهد است و در مقام دومین کلان‌شهر ایران از جمعیت ثابت بیش از ۲/۵ میلیون و جمعیت زایر بیش از ۱۲ میلیون تدریجاً سال برخوردار است. تأمین آب شرب و آب مورد نیاز بخش صنایع این شهر و سایر شهرهای خراسان نیاز به منابع آب زیرزمینی و سطحی دارد که هر دو متأثر از شرایط جوی و نزولات آن هستند. چنانچه نزولات جوی به کمتر از میانگین دراز مدت برسد، واقعه‌ی خشکسالی اتفاق می‌افتد. همچنین بر اثر بهره‌برداری بیش از ظرفیت منابع آب زیرزمینی و سطحی، به ویژه در نقاط شهری از جمله مشهد، سطح آب سفره‌های زیرزمینی دچار افت شده و این اتفاق خراسان و مشهد را در معرض خطر قرار داده است.

پیشینه‌ی تحقیق

یکی از دشمنان سرسخت بشر، خشکسالی است که از گذشته‌های دور او را مورد هجوم قرار داده است (لندسبرگ، ۱۹۸۵: ۵). اقلیم خراسان عملاً خشک و نیمه خشک است و در صورت کاهش نزولات جوی

یونان محرومیت‌ها و خرابی‌ها مدت می‌یابد. در کتیبه‌ی بیستون، که از دوران هخامنشی برجای مانده است، داریوش اول از اهورامزدا می‌خواهد ایران را از قحطی و خشکسالی محفوظ نگه دارد (سیاهپوش، ۱۳۵۲: ۱۰). با ظهور اقلیم‌شناسی هم‌دید، پدیده‌هایی مانند خشکسالی در سال ۱۹۷۰ در ساحل عاج مورد مطالعه قرار گرفت (خوش اخلاق، ۱۳۷۷: ۵). از مهمترین کارهایی که در این زمینه از دهه‌ی ۱۹۶۰ به بعد انجام شده است، می‌توان کار مهم پالمر (فرج زاده، ۱۳۷۴: ۴) را نام برد. پالمر، از نخستین کسانی است که به طور علمی با استفاده از قوانین فیزیکی و ریاضی، خشکسالی را مورد بررسی قرار داد. وی با انتشار گزارشی با عنوان: "خشکسالی هواشناسی" روش خود را، که متکی بر داده‌های هواشناسی و هیدرولوژی بود، معرفی کرد. پس از وی مطالعات مایس (۶۷-۱۹۶۶) آب و هواشناس معروف در خصوص خشکسالی‌های شمال شرق آمریکا در دهه‌ی ۱۹۶۰ قابل توجه است (خوش اخلاق، ۱۳۷۷: ۵). اما بررسی پدیده‌ی خشکسالی در ایران از سابقه‌ی کمتری برخوردار است؛ از آن جمله می‌توان به کتاب "آب و هوای باستانی فلات ایران" اشاره کرد، که در آن به طور پراکنده از دوره‌های بارانی و غیر بارانی و تأثیر آن‌ها بر خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها، سخن رفته است. کتاب "خشکسالی و راه‌های مقابله‌ی با آن" در ایران نیز از جمله کتبی است که در این زمینه نگاشته شده و دارای جنبه‌ی توصیفی می‌باشد. کتاب "مدیریت ریسک خشکسالی" منبع دیگری به شمار می‌رود که در سال ۱۳۸۴ انتشار یافته و علل پیدایش و راهکارهای عملی در ارتباط با خشکسالی را ارائه می‌دهد. در دهه‌ی اخیر، چند رساله و پایان‌نامه نیز در خصوص خشکسالی در ایران نوشته شده است که می‌توانند در باب تحقیق موضوع خشکسالی مفید واقع شوند.

روش تحقیق:

در این نوشتار، از آمار بارش ایستگاه‌های خراسان استفاده شده است. از مجموع هفده ایستگاه خراسان، چهار ایستگاه به دلیل نبود آمار زیاد از محاسبات حذف شد و آمار سیزده ایستگاه باقی‌مانده دارای دوره‌ی آماری نوزده ساله (۸۴-۱۳۶۶) مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از نرم افزار DPI^1 و روش دهک‌ها،

1. Drought propitiation index

خشکسالی ماهانه‌ی آن از مهر تا خرداد مشخص گردید، و سپس بر اساس جدول زیر براساس شدت خشکسالی مورد طبقه‌بندی قرار گرفت.

جدول ۱: طبقه‌بندی شاخص خشکسالی به روش دهک‌ها

شاخص دهک	شدت خشکسالی
۱	خشکسالی جزئی
۲	خشکسالی متوسط
۳	خشکسالی شدید
۴	خشکسالی خیلی شدید

سپس خشکسالی انتخاب شده مورد بررسی قرار گرفت و نقشه‌های تراز ۵۰۰، ۸۵۰ و ۱۰۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین ماهانه‌ی آن‌ها فراهم گردید. ماههای خشک ناشی از عملکرد و اچرخند سطوح ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین بود، مشخص شدند و با استفاده از نقشه‌های آنومالی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین پایداری و ناپایداری هوا مورد توجه قرار گرفت. نمونه‌هایی از ماههای خشک در پهنه‌ی خراسان به همراه تصاویر آن در این مقاله مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

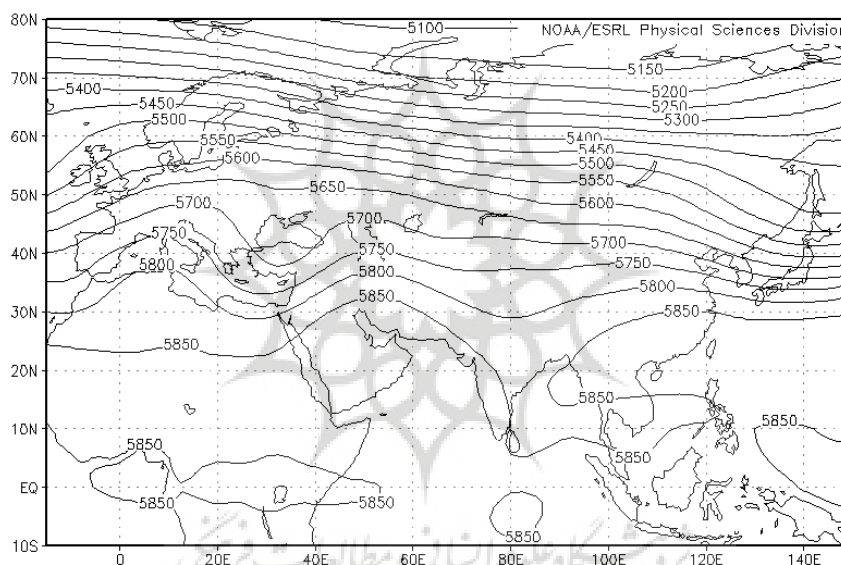
بحث اصلی

بادهای غربی که در منطقه‌ی بیرون حاره جریان دارند، به دلیل ثابت بودن مقدار چرخندگی مطلق در طول مسیر جریان دارای حرکت موجی هستند که بر اثر حرکت موجی شکل "چرخند" و "واچرخند" را به وجود می‌آورند. واچرخند بادهای غربی باعث عمل هم‌گرایی سطح بالا و افزایش تدریجی چرخندگی شده که مساحت توده هوا کاهش و سپس منقبض می‌شود. بر اثر این هم‌گرایی سطح بالا، هوا به طرف پایین نزول می‌کند و روند حرکت رو به بالای توده‌ی مرطوب را قطع کرده و موجب کاهش یا فقدان بارش می‌شود. فرایند فرونشینی هوا، به واسطه‌ی افزایش دمای هوای مرطوب، کاهش رطوبت نسبی را مهیا می‌سازد و پدیده‌ی خشکسالی فراگیر را به وجود می‌آورد. برای رعایت اختصار به ذکر سه الگوی ماهانه‌ی خشکسالی، با توجه به

تصاویر ماهانه‌ی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و سطح زمین پرداخته و علت وقوع خشکسالی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

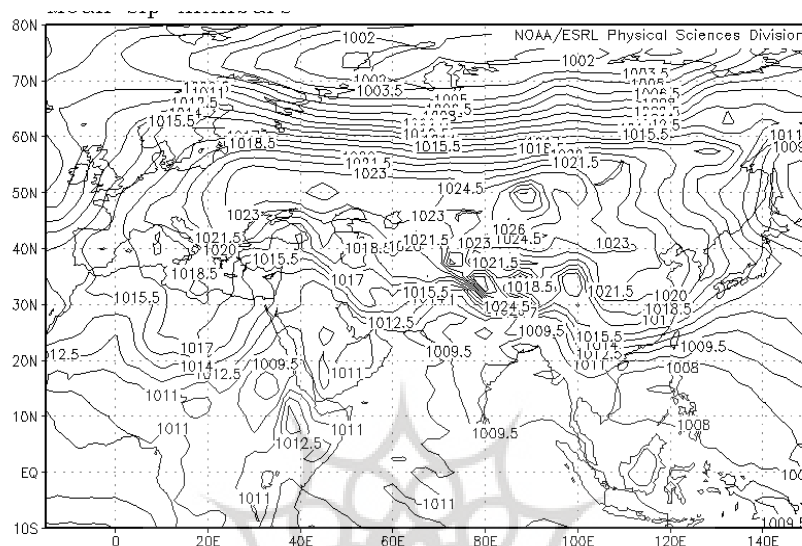
اکتبر سال ۱۹۸۸

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، اچرخند بادهای غربی فضای خراسان را فرا گرفته است که باعث نزولی شدن هوا می‌شود و سبب واگرایی هوا در سطح زمین گردیده است، آنومالی آن ۶۰- متر است و روند صعودی هوای مرطوب را متوقف نموده است (تصویر ۱).



تصویر ۱. تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بادهای غربی، اکتبر ۱۹۸۸.

در سطح زمین، پرفشار سبیری تقویت پیدا کرده و فشار مرکزی آن به بیش از ۱۰۲۵ هکتوپاسکال رسیده است، که زبانه‌ای از آن وارد خراسان شده و هم‌فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال را گسترش داده، آنومالی آن ۲۰- متر و شرایط پایداری را در هوای سطح زمین فراهم نموده است. پرفشار سبیری به سمت مدیترانه گسترده شد و با پرفشار جنب حاره‌ای، که از روی عربستان به سمت شمال گسترده شده، ارتباط پیدا کرده است (تصویر ۲).



تصویر ۲. نقشه‌ی سطح زمین پرفشار سیبری، اکتبر ۱۹۸۸.

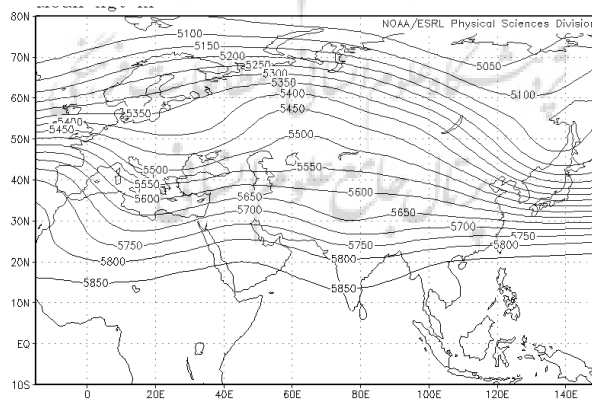
پشته‌ای روی عراق و ترکیه به وجود آمده، که مانع نفوذ رطوبت دریای مدیترانه و یا دریای سرخ به داخل خراسان شده است. نزول هوا در واچرخند بادهای غربی، استقرار زبانه‌ی پرفشار روی زمین خراسان و تقویت آن توسط فراز بادهای غلبدی شرایط پایدار هوای زمین و تشکیل پشته در محدوده‌ی عراق و ترکیه انجامیده و مانع نفوذ رطوبت به داخل خراسان شده است و پدیده‌ی خشکسالی این ماه را رقم زده است. حدود ۶۱/۵ درصد از قلمرو خراسان تحت پدیده‌ی خشکسالی قرار گرفته، که ۱۵/۴ وسعت آن دارای خشکسالی شدید، ۳۸/۵ درصد تحت پوشش خشکسالی متوسط و ۷/۶ درصد باقی مانده وسعت دچار خشکسالی جزئی شده‌اند و در مجموع ۳۸/۵ درصد از وسعت خراسان از بارش کافی بهره‌مند گردیده است (تصویر ۳).



تصویر ۳. پهنه‌بندی خشکسالی خراسان، اکتبر ۱۹۸۸.

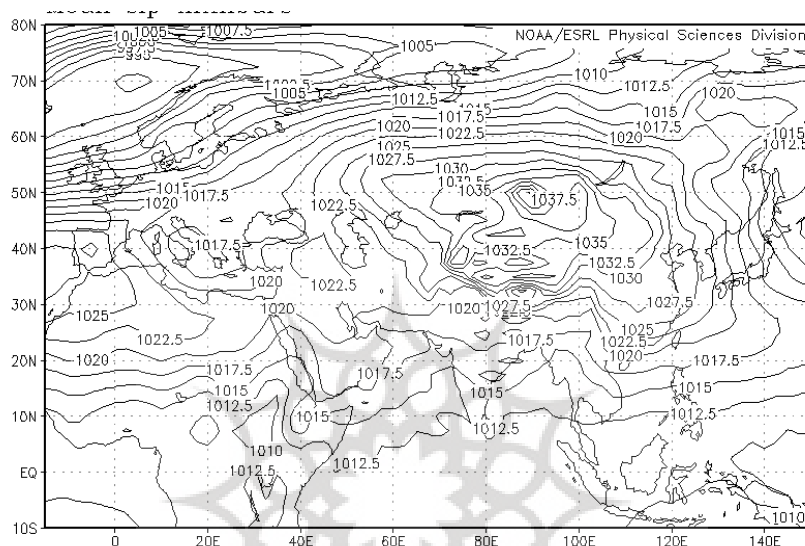
ژانویه

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و اچ‌رخندهای غربی محدوده‌ی فضای خراسان را فرا گرفته و دارای آنومالی ۹۰ متر است که هوارانزولی نموده و شرایط پایداری در لایه‌ی میانی و فوقانی جو به وجود آمده است (تصویر ۴).



تصویر ۴. تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بادهای غربی ژانویه ۱۹۹۵

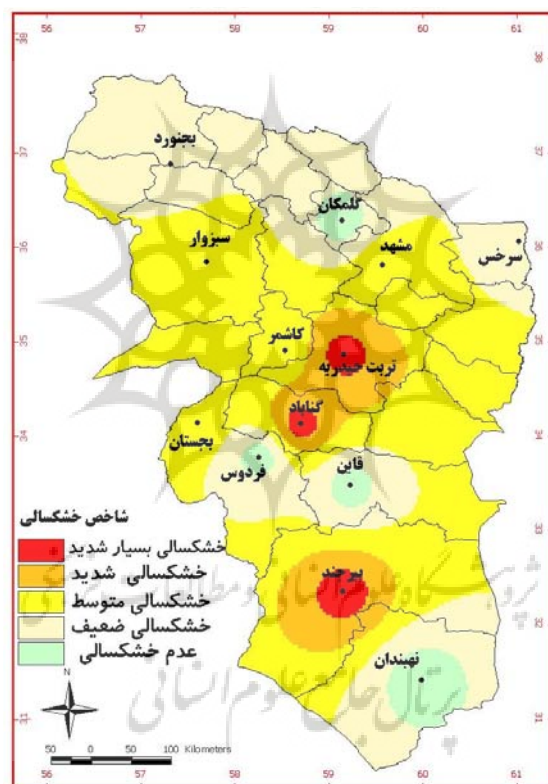
ولی در نقشه‌ی سطح زمین فشار مرکزی پر فشار سبیری افزایش یافته و به ۱۰۳۷/۵ هکتوپاسکال می‌رسد که زبانه‌ی هم فشار ۱۰۲۵ هکتوپاسکالی آن روی سطح زمین خراسان گسترده شد و آنومالی آن ۶۰- متر است (تصویر ۵).



تصویر ۵. نقشه‌ی سطح زمین پر فشار سبیری، ژانویه‌ی ۱۹۹۵.

پایداری، هوای سطح زمین را تقویت نموده است. زبانه‌ی پر فشار سبیری تاروی دریای مدیترانه گسترده شده، و هم فشار ۱۰۲۰ هکتوپاسکال محدوده‌ی دریای مدیترانه فرا گرفته که چرخند ضعیفی را به وجود آورده است و کم فشار نسبتاً عمیقی روی خشکی شمال آفریقا به وجود آمده که امتداد آن روی خراسان به و اچرخند تبدیل شده است، لذا زبانه‌ی کم فشار سودانی محدوده تراز در وضعیت عادی بوده و تأثیری روی خراسان نداشته است. کم فشار ایسلند قویتر از حالت عادی شده و در شمال اقیانوس اطلس فعال بوده و تأثیری روی دریای مدیترانه و ایران نداشته است. علی‌رغم ضعف پر فشار آזור به دلیل جابه‌جایی به جنوب با پر فشار سبیری ارتباط محسوسی پیدا کرده و کمربندی از آזור تا سبیری ایجاد شده است، که مانع ورود رطوبت دریای مدیترانه به داخل خراسان شده است. گرچه بخشی از رطوبت دریای سرخ به خراسان انتقال پیدا کرده،

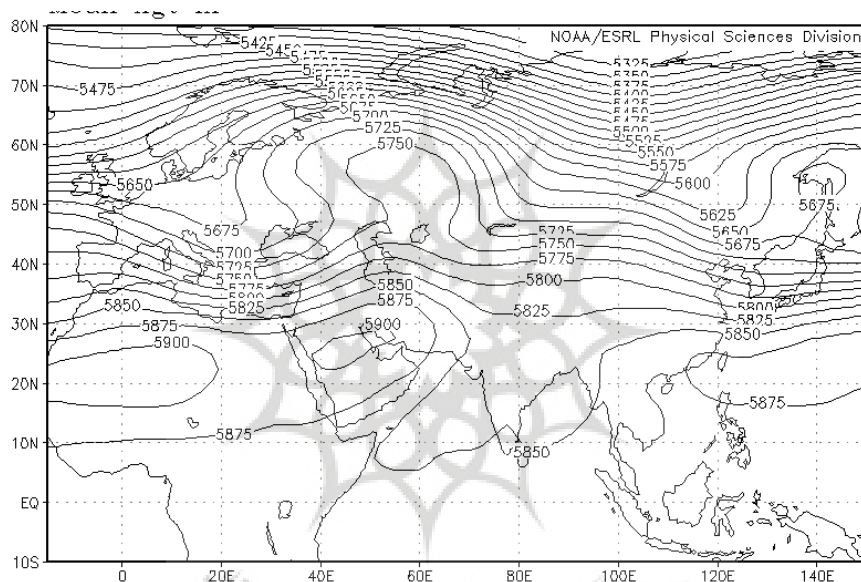
ولی به دلیل پایداری هوای سطح‌فین و سطح میانی ج و خراسان شرایط صعود جهت هوای مرطوب فراهم نگردیده که کاهش بارش را به دنبال دارد و زمینه‌ی خشکسالی فراگیر در این ماه فراهم آمده است. نزدیک به ۶۹/۲ درصد از وسعت خراسان در قلمروی خشکسالی قرار گرفته که ۱۵/۴ درصد از آن دچار خشکسالی خیلی شدید، ۳۰/۷ درصد دارای خشکسالی شدید و ۲۳/۱ درصد باقی مانده وسعت در قلمرو خشکسالی جزئی واقع شده و حدود ۳۰/۸ درصد وسعت خراسان از بارش کافی بهره برده و دچار خشکسالی نشده است (تصویر ۶).



تصویر ۶. پهنه بندی خشکسالی خراسان، ژانویه ۱۹۹۵

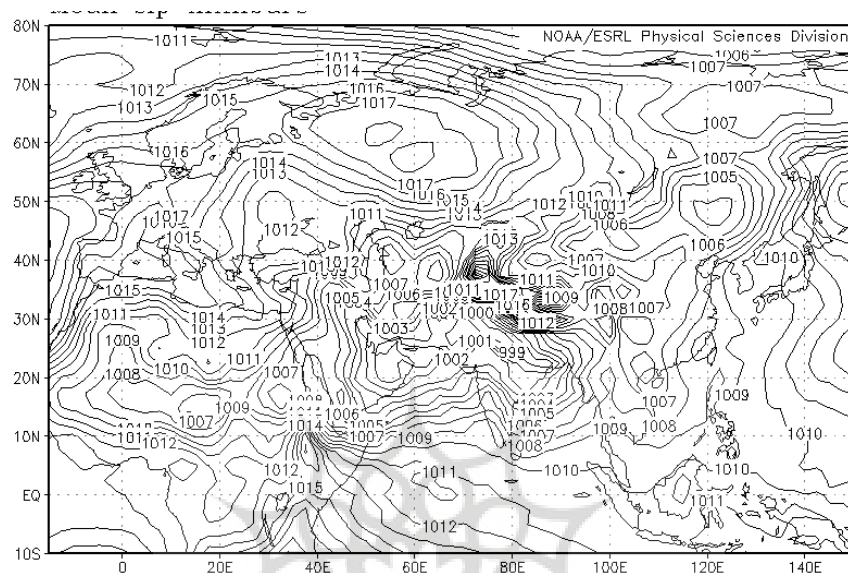
ژوئن ۱۹۸۹

در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال امتداد فرود کم عمق مدیترانه‌ی مرکزی و اچرخندی را بر فضای ایران از جمله در خراسان به وجود آورده است که و اچرخند مزبور فرابار مانع شمال دریای خزر را تشکیل داده، گرچه آنومالی بادهای غربی ۹۰- متر است ولی فرابار مانع که از نوع امگاست، حرکت نزولی یک نواخت هوا به دنبال داشته که جریان وشاری را سبب شده است (تصویر ۷).



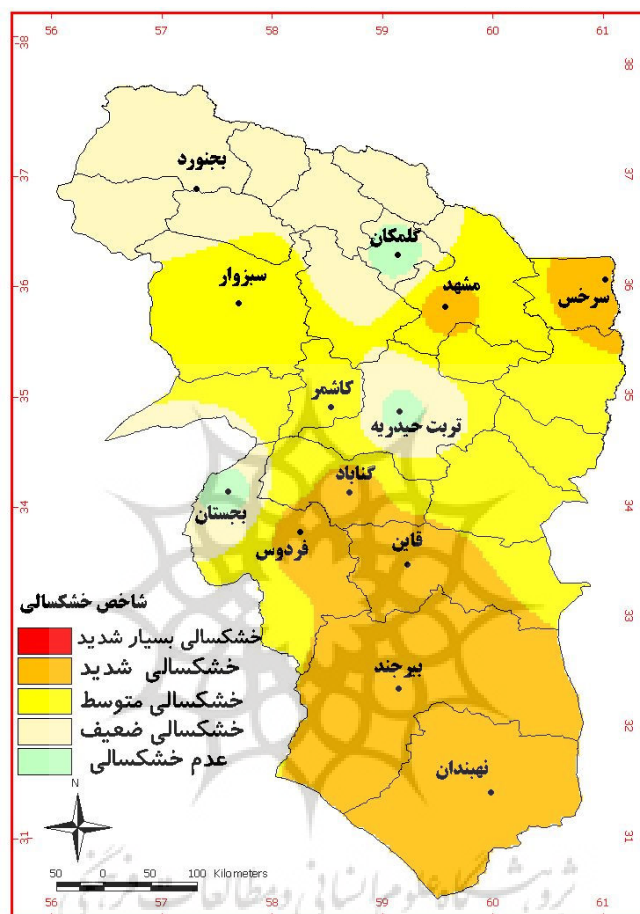
تصویر ۷. تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال بادهای غربی، ژوئن ۱۹۸۹.

در نقشه‌ی سطح زمین پرفشار سبیری تضعیف شده به مدار ۵۵ درجه واقع در شمال دریای خزر انتقال یافته است، پرفشار جنب حا رهای تقویت یافته و از روی عربستان تا شمال خراسان گسترده شده و در ارتفاع سه کیلومتری سطح زمین مستقر و حرکت هوا را نزولی نموده است (تصویر ۸).



تصویر ۸. نقشه‌ی سطح زمین پرفشار سبیری، ژوئن ۱۹۸۹.

با توجه به تشکیل فرابار مانع شمال دریای خزر که ادامه‌ی آن به شمال شرق دریای مدیترانه رسیده، موجب عدم انتقال رطوبت به محدوده‌ی خراسان گردیده است. در مجموع و اچرخند سطح بالا و میانی جو و نزولی شدن جریان هوا و عدم انتقال رطوبت کافی به داخل خراسان و جابه‌جایی جبهه‌ی قطبی به سمت مدار بالا از عمده‌ترین دلایل خشکسالی این ماه قلمداد می‌شوند و نزدیک ۸۴/۶ درصد از وسعت خراسان در قلمرو خشکسالی واقع شده که ۷/۶ درصد آن دارای خشکسالی بسیار شدید، ۲۳ درصد از وسعت خراسان دچار خشکسالی شدید، ۵۴ درصد دیگر از قلمرو آن تحت پوشش خشکسالی متوسط قرار گرفته‌اند و ۱۵/۴ درصد از باقی‌مانده وسعت خراسان از بارش کافی برخوردار بوده و دچار پدیده‌ی خشکی نگردیده است. (تصویر ۹).



تصویر ۹. پهنه بندی خشکسالی خراسان، ژوئن ۱۹۸۹.

با توجه به عملکرد و اچرخندها در خشکسالی ماهانه‌ی خراسان می‌توان گفت که حدود ۶۱/۶ درصد از ماههای کم بارش یا بدون بارش طی دوره‌ی آماری ناشی از فعالیت و اچرخندهاست که سه نوع و اچرخند در وقوع خشکسالی خراسان مؤثر هستند و شامل پر فشار سبیری که نزدیک به ۴۳/۲ درصد از پدیده‌ی خشکسالی

حاصل فعالیت آن می باشد. فراز بادهای غربی که حدود ۲۹/۷ درصد از خشکسالی های ماهانه ی خراسان ناشی از فعالیت آن است و پرفشار جنب حا ره ای آزر که ۲۷/۱ درصد از خشکسالی های ماهانه ی خراسان بجز فصل تابستان را سبب شده است.

نتیجه گیری

وقوع خشکسالی ماهانه ی خراسان ناشی از تشدید فعالیت و افزایش فشار فرا بار سبیری و پرفشار جنب حا ای آزر و ادغام آن ها در خاورمیانه (در سطح زمین) است که با گسترش به شمال پرفشار آزر در تراز ۵۰۰ هکتو پاسکال و ایجاد پشته در بین النهرین و رغب کشور جریانات شمال غربی و نهایتاً دوره ی خشکسالی در خراسان برقرار می شود. عملکرد آن بدین صورت است که پرفشار آزر به سمت شرق و شمال شرق جا به جا شده و با نزدیک شدن آن به غرب اروپا و آفریقا و گسترش پرفشار سبیری به غرب و خاورمیانه، زمینه ی آغاز دوره ی خشکسالی فراهم می شود. با ارتباط بین دو پرفشار مذکور از طریق عرض های میانی کمربند پرفشار روی ایران، از جمله خراسان، گسترش می یابد که در این خصوص پرفشارهای مانع اورال و دریاچه ی آرال، ساز و کار مزبور را تسهیل می نماید. کم فشارهای سودان (دریای سرخ)، مدیترانه ی شرقی و ایسلند در طول دوره های خشک فعالیت ضعیفتری داشته و متقابلاً مرکز و غرب دریای مدیترانه، اطلس و شرق اسکاندیناوی به طور نسبی قویتر می شود. (بداق جمالی، ۱۳۸۴: ۲۷۷).

منابع و مآخذ

۱. احمدیان، محمدعلی (۱۳۷۴)، *جغرافیای شهرستان بیرجند*، انتشارات آستان قدس.
۲. بداق جمالی، جواد و همکاران (۱۳۸۴)، *مدیریت ریسک خشکسالی، سخن گستر*.
۳. خوش اخلاق، فرامرز (۱۳۷۷)، رساله‌ی دکتری، «تحقیق در خشکسالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل سینوپتیکی»، دانشگاه تبریز.
۴. صادقی، سلیمان (۱۳۷۳)، *جغرافیای شهرستان بجنورد*، آستان قدس.
۵. علیجانی، بهلول و کاویانی محمد رضا (۱۳۷۲)، *مبانی آب و هواشناسی*، سازمان سمت.
۶. علیجانی، بهلول (۱۳۸۱)، *اقلیم شناسی سینوپتیکی*، سازمان سمت.
۷. فرج‌زاده اصل، منوچهر (۱۳۷۴)، رساله‌ی دکتری «تحلیل و پیش‌بینی خشکسالی در ایران»، دانشگاه تربیت بدنی مدرس.
۸. کردوانی، پرویز (۱۳۸۰)، *خشکسالی و راه‌های مقابله با آن در ایران*، دانشگاه تهران.
۹. مسعودیان، ابوالفضل (۱۳۸۵) (مترجم)، *اقلیم شناسی هم‌دید*، دانشگاه اصفهان.
۱۰. وزارت آموزش و پرورش (۱۳۸۷)، *جغرافیای استان خراسان*، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
11. Alpert and B.U. Neeman 1990, *intermonthly variability of cyclone tracks in the mediteranean*, Journal climate Vol 3, P1474-1478.
12. Landsberg, H.E. 1982, *climatic aspects of drought bull Ameri-meteo soci*, p 593-595.
13. Michal. A. Crimmins, 2005, *Synoptic climatology of exteme fire- weather- conditions across the south west united states*. International Journal of climatology.
14. Namias, J. 1966, *Nature and possible causes of the north eastern united stated during 1962-63*, month, weather review Vol.94 No (9).P 543-554.
15. Namias J. 1982, "Some causes of united states drought *Journal of climate and applied meteorology*" Vol. 22.
16. Palmet. T. N. and C.B rankovic 1989, the 1988 U.S. *a drought linked to anomaloussa surface temperature*, nature Vol. 338. P 54-57.

مشخصات نویسندگان:

- سلیمان صادقی، دانشجوی دوره دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تهران.
- دکتر بهلول علیجانی، استاد گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران.
- دکتر محمد سلیقه، استادیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران.
- دکتر مجید حبیبی نوخندان، عضو هیأت علمی و استادیار پژوهشکده اقلیم شناسی و رئیس سازمان هواشناسی خراسان رضوی.
- دکتر منیژه قهرودی تالی، دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه تربیت معلم تهران.