اثر تغییر اقلیم و نوسانات الگوی گردش‌های جوی بر روی رودخانه مرزی ارس

محمد حسن نامی[1]

دکترای تخصصی جغرافیای سیاسی، مدرس دانشگاه

مهدی خزایی

کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی– اقلیم شناسی، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۶/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۸/۲۰

چکیده

در این پژوهش به بررسی اثر تغییر اقلیم و نوسانات الگوی گردش‌های جوی بر روی رودخانه مرزی ارس پرداخته شده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که دلیل اصلی پدیده تغییر اقلیم، انتشار بیش از حد گازهای گلخانه‌ای در جو می‌باشد. علت افزایش گازهای گلخانه‌ای خصوصا دی اکسیدکربن (به عنوان موثرترین گاز گلخانه‌ای موجد تغییر اقلیم) در سال‌های اخیر عمدتا افزایش سوخت‌های فسیلی، احتراق و جنگل‌زدایی است. بنابراین افزایش‌های اخیر به طور عموم نتیجه فعالیت‌های بشری بوده است. حوضه رودخانه ارس هم از اثرات زیانبار تغییر اقلیم و به تبع آن تغییر در الگوی گردش‌های جوی در امان نبوده است، به طوری که نوسانات ایجاد شده سبب شده تا الگوهای بارشی حوضه رودخانه ارس تغییر مکان داده و عمدتا به سمت عرض‌های جغرافیایی بالا متمایل شده‌اند. همین امر موجب شده تا بارش در حوضه رودخانه ارس نه تنها کاهش یابد بلکه نوع بارش‌ها هم تغییر پیدا کند. هم‌چنین حساس بودن جریان پایه این رودخانه نسبت به آب سرشاخه‌های ورودی از کشورهای ایران، ترکیه، آذربایجان و ارمنستان، هر گونه احداث سد یا بند بر روی این سرشاخه‌ها که موجب کاهش آب ورودی به رودخانه ارس شود، احتمال وقوع تنش‌های مرزی و خدشه‌دار شدن روابط سیاسی به ویژه در ارتباط با مسائل انرژی از جمله آب را افزایش می‌دهد.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، گازهای گلخانه‌ای، الگوی گردش‌های جوی، حوضه رودخانه ارس.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- محمدحسن نامی(نویسنده مسئول) ۰۲۱-۸۸۴۰۵۴۸۴ ngoiran@yahoo.com

مقدمه

تغییر اقلیم عبارت است از تفاوت بین میانگین دراز مدت یک متغیر اقلیمی از قبیل دما، رطوبت، فشار هوا و غیره. دلیل اصلی پدیده تغییر اقلیم، انتشار بیش از حد گازهای گلخانه‌ای در جو می‌باشد. تا قبل از انقلاب صنعتی غلظت CO2 (دی اکسید کربن) در جو تقریبا ثابت بود و از انقلاب صنعتی به بعد تبادل CO2 بین آتمسر، هیدروسفر و بیوسفر۱۰ تا۱۳ درصد افزایش یافت(راولند و ایساکسن[۲]،۱۹۸۸). جنگل‌زدایی یا آتش‌سوزی‌های ناشی از عوامل طبیعی یا انسانی سالانه۲ میلیلرد تنCo۲ به جو رها می‌سازد(باری و چورلی[۳]،۱۹۹۲)با دو برابر شدن غلظت دی اکسید کربن دمای جهانی از۰,٦۹ تا۲,۱۹ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد (عساکره و غیور،۱۳۸۲). طی۲۵ سال آخر قرن بیستم گرمایش سطح خشکی‌ها سریع‌تر از گرمایش اقیانوس‌ها رخ داده است. از سال۱۹۵۰ به بعد افزایش حداقل دمای شبانه خشکی‌ها حدود۲ برابر حداکثر روزانه (تقریبا۰,۲ درجه در مقابل۰,۱ درجه سلسیوس) بوده است (سالینگر[٤]، ۲۰۰۵) اثرات محیطی تغییرات دما از الگوی زمانی و مکانی خاصی طبعیت می‌کند به طوری که افزایش۲ تا٤ درجه سلسیوس در میانگین دمای سالانه دمای جهانی، باعث افزایش۲ تا۳ درجه دمای زمستانه و۰,۳ تا۰,٦ درجه دمای تابستانه می‌شود(عسگری،۱۳۷۱). از نظر توزیع جغرافیایی دما، افزایش۲ درجه به متوسط دمای جهانی،۵ درجه افزایش دما در قطب‌ها و تا۲ درجه افزایش دما در نواحی حاره‌ای را در پی خواهد داشت (مور[۵]، ۱۹۸٦) حدود٦۰ درصد از مقادیر افزایش دما به اثرات میکروکلیمایی شهرها مربوط می‌شود(گودی[٦]، ۱۹۹۲) هم‌چنین بخش مهمی از روند دمای جهانی از تغییرات چرخش جوی در اقیانوس اطلس شمالی متاثر می‌شود (گراف[۷] و همکاران، ۱۹۹۵ و تامسون[۸] و همکاران، ۱۹۹۹) این وضعیت برای چرخه‌های چند ساله میانگین‌های ناحیه‌ای نیز صادق است (وکچیو و نای[۹]، ۱۹۹۵؛ کانه و تگزیرا[۱۰]، ۱۹۹۰) یو و همکارانش[۱۱](۲۰۰۱) از آزمون من- کندال برای بررسی تغییر اقلم بر منابع آب جنوب تایوان استفاده نمودند و دریافتند که در طول فصل مرطوب رواناب افزایش و برای فصل خشک مقدار آن کاهش می‌یابد.

مناطق خشک و نیمه خشک نسبت به تغییر اقلیم حساس‌ترند و رواناب به تغییرات بارش بیشتر از افزایش دما حساس می‌باشد(جو و همکاران[۱۲]، ۲۰۰۲). نصرتی و دیگران(۱۳۸۲) به نقش تغییر اقلیم بر روی رودخانه اترک پرداخته‌اند نتایج مطالعات ایشان نشان می‌دهد که در صورت وقوع تغییر اقلیم، مقدار جریان کمینه رودخانه اترک کاهش خواهد یافت. هم‌چنین بررسی‌های آن‌ها تایید می‌کند که در صورت گرم‌تر شدن احتمالی و کاهش بارندگی،

---

[2] Rowland and Isaksen
[3] Barry and chorley
[4] Salinger
[5] Moor
[6] Goudi
[7] Graph etal
[8] Thompson etal
[9] Vecchio etal
[10] Kane etal
[11] yu etal
[12] Guo etal

هسته‌های خشکسالی آب شناسی افزایش یافته و مناطق مستعد خشکسالی به طور جدی تحت تاثیر قرار خواهد گرفت که در مدیریت منابع آب قابل ملاحظه می‌باشد.

بررسی تغییرات آب و هوا بر روی سیل خیزی حوضه آبخیز کشکان نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر روند شدت سیل خیزی طی٤٤ سال گذشته (از سال۱۳۳۳ تا۱۳۷۷) نسبت به دهه‌های گذشته(۱۳٤۰ تا ۱۳٦۰) در این حوضه آبریز افزایش داشته است. از طرفی مقادیر دبی حداکثر لحظه‌ای و حجم سیلاب‌ها در اوایل دهه۱۳۷۰ فوق‌العاده افزایش یافته بود (سوری نژاد، ۱۳۸۲: ۳۷). کاربرد مدل پیش‌بینی بلند مدت رواناب برای۳۰ حوضه آبریز کشور نشان می‌دهد از آن‌جا که افزایش دما سبب تبدیل بارش برف به باران و نیز تسریع زمان ذوب برف می‌شود، میزان رواناب را در طول زمستان افزایش و در بهار کاهش می‌دهد(منتظمی‌و فهمی، ۱۳۸۲). مسباح بوانی و مرید (۱۳۸٤) با بررسی اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده رود به این نتیجه دست یافتند که در این رودخانه میزان بارندگی کاهش و درجه حرارت افزایش یافته است به طوری که میزان کاهش بارندگی۱۰ تا۱٦ درصد و افزایش درجه حرارت به میزان۳/۲ تا٤/٦ درجه سانتی گراد به ترتیب در سناریوهای A2 و B2 پیش‌بینی می‌شود، هم‌چنین کاهش آب رودخانه تا۵/۸ درصد و افزایش ضریب تغییرات جریان تا سه برابر را برای دوره‌های آتی نشان می‌دهد.

تاثیر پدیده تغییر اقلیم بر روی منابع آب

تاثیر تغییر اقلیم بر روی منابع آب یک موضوع حیاتی برای زندگی بشر می‌باشد. حتی اگر همین امروز انتشار گازهای گلخانه ای متوقف شود، افزایش دما و تاثیرات وابسته شامل موجودیت آب و طغیان رودخانه‌ها برای چند دهه آینده ادامه خواهد یافت. بر اساس دومین گزارش در ارزیابی تغییر اقلیم که در سال۱۹۹۵ ارائه شده، تغییر در اقلیم منجر به تغییر در چرخه هیدرولوژیکی شده و می‌تواند بازتاب‌های شدیدی بر منابع آب منطقه‌ای داشته باشد. به طور کلی اثرات پدیده تغییر اقلیم و گرم شدن جهان بر منابع آب را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

۱. تغییر در مدت، شدت، فرم و زمان بارش در مناطق مختلف کره زمین. این مساله می‌تواند سبب ایجاد خشکسالی‌ها و سیلاب‌هایی که قبلا شاهد آن نبوده‌ایم بشود.

۲. بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها در اثر ذوب یخچال‌های قطبی و افزایش شکست خاکریزهای طبیعی و مصنوعی که به عنوان سدی مانع از ورود امواج سهمگین به بیرون از سواحل می‌شوند.

۳. کاهش ذخایر برف در کوهستان‌ها به عنوان منابع ذخیره آب در فصول خشک سال که میزان برآورد رودخانه‌ها را در این ایام نسبت به وضعیت کنونی دچار تحولاتی خواهد کرد و سبب لزوم تجدید نظر در سیاست بهره‌برداری از مخازن سدها خواهد شد.

٤. تغییر و افزایش نرخ تبخیر از سطح دریاچه‌ها و مخازن سدها و تشدید مساله کمبود و هدر رفت آب.

بررسی مشخصات حوضه آبریز رودخانه ارس

حوضه آبریز ارس در کشورهای ایران، ترکیه، ارمنستان و جمهوری آذربایجان قرار دارد. رودخانه ارس از سرچشمه تا جلفا مناطق صاف و همواری را طی می‌کند و از جلفا تا اصلاندوز کاملا کوهستانی و صعب‌العبور بوده

و از اصلاندوز تا پایین دست باز هم مسطح و فاقد موانع طبیعی می‌باشد. عمق متوسط این رودخانه۲/۵ متر است که در برخی از نقاط از نیم متر هم تجاوز نمی‌کند و عمیق‌ترین نقطه آن در پاره‌ای از نقاط به٤ متر هم می‌رسد. حداکثر میزان آبدهی بهاره این رودخانه۱۱۰۰ متر مکعب در ثانیه در محل سد ارس و۱٦۰۰ متر مکعب در ثانیه در محل سد انحرافی میل مغان است(نامی‌و محمد پور، ۱۳۹۰: ۱۳۷ و ۱۳۸). چهار سد بر روی رودخانه مرزی ارس ساخته شده است که نام‌های آن‌ها به قرار زیر است سد میل مغان، سد خداآفرین، سد قزل قلعه سی و سد ارس (کردوانی، ج اول، ۱۳۸۳: ٦٤) سد ارس بر روی رودخانه ارس ساخته شده است محل این سد در قزل قشلاق واقع شده، ارتفاع این سد از پی٤۲ متر و آب قابل تنظیم آن۱٤۰۰ میلیون متر مکعب است. گنجایش کل سد۱۳۵۰ میلیون متر مکعب است و حدود۹۰ هزار هکتار از اراضی شمال غرب کشور را به زیر کشت برده است(صداقت، ۱۳۸۳: ۸۱). حدود۲۰ درصد از مساحت حوضه آبریز رودخانه ارس بارشی به مقدار٤۰۰ تا۷۰۰ میلیمتر دریافت می‌کند درحالی که نزدیک به۸۰ درصد مساحت دیگر آن تنها بارشی به میزان۲۰۰ تا٤۰۰ میلیمتر دریافت می‌کند(موحد دانش، ۱۳۸٤: ۲۵۸).

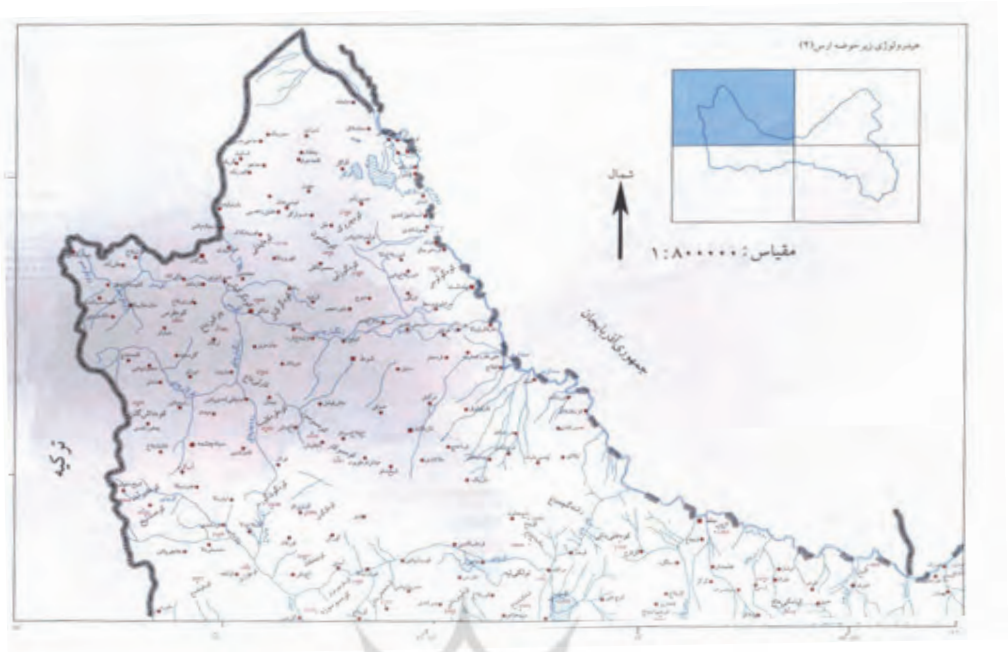
مشخصات و شعبات سرشاخه‌های رودخانه ارس

زیر حوضه ارس در شمال غرب کشور ایران قرار گرفته است و از نظر وسعت دومین زیر حوضه از حوضه آبریز دریای خزر می‌باشد. حدود جغرافیایی آن از شمال به کشورهای آذربایجان، ارمنستان، و از جنوب به زیر حوضه آبریز دریاچه ارومیه و از شرق به زیر حوضه طالش، انزلی و کشور آذربایجان و از غرب به کشور ترکیه محدود می‌شود. مساحت این زیر حوضه۷۵/ ۳۸۵۷۸ کیلومتر مربع می‌باشد. از رودخانه‌های مهم آن می‌توان به ارس به طول ۱۰۷۰ کیلومتر، قره سو۲۳۵ کیلومتر، قطور چای۲۰٤ کیلومتر، آق چای۱۱۵ کیلومتر، قره سو۸٤ کیلومتر، زنگبارچای ۸۳ کیلومتر و بالهارود۸۰ کیلومتر اشاره نمود. ارتفاعات مهمی که رودخانه‌های این زیر حوضه از آن سرچشمه می‌گیرند عبارت‌اند از کوه‌های سلطان سبلان۴۸۰۰ متر، سبلان٤۵۰۵ متر، هرم، ٤۳۹۲ متر، آرارات۲۹۰۳ متر و اورین ۳٦۲۲ متر.

از نظر کیفیت آب رودخانه‌های این زیر حوضه در ارتفاعات از مناطق بی کربناته در سازندهای سیلیکاته، بی‌کربناته سولفاته و به صورت پراکنده و ناپیوسته بوده و از کیفیت مطلوبی برخوردار است اما در نواحی پایین دست از مناطق سولفاته بی‌کربناته و کلروره عبور می‌کنند و تا حدود زیادی کیفیت خود را از دست می‌دهد (فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور، جلد دوم ، ص ۹).

جدول۱. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی زیر حوضه ارس

نام ایستگاه	ارتفاع بر حسب متر	طول جغرافیای	عرض جغرافیای
اردبیل	۱۳۵۰	۱۷ ٤۸	۱۵ ۳۸
جلفا	۷۰٤	۳۸ ٤۵	۵٦ ۳۸
پارس آباد مغان	٤٤	۱ ٤۸	۳۹ ۳۹
اهر	۱۱۵۷	۳ ٤۷	۲۹ ۳۸
خوی	۱۱۰۳	۳۳ ۳۸	۵۸ ٤٤



نقشه۱. هیدرولوژی زیر حوضه ارس

توپوگرافی و مورفلوژی حوضه رودخانه ارس

حوضه رودخانه ارس در چین خوردگی‌های شمال غربی ایران و بین توده‌های آتش فشانی سبلان و آرارات واقع شده است. قله سبلان با ارتفاع۴۸۱۱ متر از سطح دریا در جنوب شرقی و قله آرارات با ارتفاع۵۱۵۶ متر در شمال غربی آن قرار دارد. کم‌ترین ارتفاع این حوضه در پیله سوار حدود۳۰ متر از سطح دریا می‌باشد. دشت اردبیل در قسمت جنوب شرقی و دشت کم ارتفاع منان در شمال شرقی آن به فاصله حدود۱۵۰ کیلومتر از یکدیگر قرار داشته و اختلاف ارتفاع آن‌ها حدد۱۳۰۰ متر است. قسمت عمده مساحت حوضه رودخانه ارس را بخش‌های کوهستانی تشکیل داده که به جز بخش‌هایی از مناطق مرکزی، شمال شرقی و جنوب شرقی بقیه حوضه را شامل می‌شود (نامی و محمدپور،۱۳۹۰: ۱۳۹).

در شمال اهر فرورفتگی دره رود که آب‌های دره اهر و قره سو را به سوی رودخانه ارس هدایت می‌کند سبب انقطاع در امتداد رشته کوه ارسباران می‌شود. رودخانه‌های دامنه شمالی قرا داغ به طرف فرورفتگی دره ارس زهکشی می‌شوند و به دلیل برخورداری از بارش نسبتا زیاد و شیب تند از قدرت فرسایشی بالایی برخوردارند. این رودها دره خود را به سرعت توسعه داده و در حال تجزیه این کوهستان هستند بعلاوه دخالت فرسایش موجب پیدایش دشت پایکوهی وسیعی در دامنه شمالی آن شده است(علایی طالقانی،۱۳۸٤: ۷٤و۷۵).

ارتفاع حوضه‌های آبریز سه رودخانه اصلی در حوضه رودخانه ارس از غرب به شرق کاهش می‌یابد به طوری‌که ارتفاع متوسط در حوضه آبریز زنگبارچای۲۱٤۰ متر، در قطور چای۱۸۵۰ متر و در دره رود۱۵۸۵ متر از سطح دریا می‌باشد. هم‌چنین حدود۳٤ درصد از مساحت حوضه‌های آبریز قطور چای و زنگبار چای و۳۹ درصد مساحت در حوضه دره رود ارتفاعی کمتر از۱۵۰۰ متر دارند. بستر رودخانه‌های واقع در حوضه ارس معمولا دارای شیب زیاد بوده و از مواد درشت دانه متحرک تشکیل شده است. در بستر سیلابی این رودخانه‌ها، پدیده رسوب‌گذاری و

فرسایش به طور متناوب وجود دارد همین امر سبب شده است این رودخانه در دشت مغان دارای بستر بسیار عریض شده به طوری که جریان آب در چند شاخه جریان می‌یابد این مساله سبب شده است رسوب گذاری این رودخانه در این مکان بیشتر شده و بر وسعت و پهنای بستر بیفزاید(نامی و محمدپور،۱۳۹۰: ۱۳۹).

شیوه تعیین مرز و تحدید حدود در حوضه آبریز رودخانه ارس

اساس تعیین مرز در رودخانه ارس عهدنامه ۱۸۲۸ م ترکمانچای (۱۲٤۳ ه.ق) و پروتکل۱۸۲۹ م است. این عهدنامه در نتیجه شکست سپاهیان ایران در جنگ دوم ایران و روس در ژانویه۱۸۲۸ با حضور مک نیل نماینده سفارت انگلیس و تنی چند از مقامات ایرانی از جمله عباس میرزا در قریه ترکمان چای در۱٦ فصل به امضاء طرفین رسید. فصل چهارم این عهدنامه به تعیین حدود دو کشور ایران و روسیه در ناحیه غربی دریای خزر می‌پردازد. بر این اساس خط سرحدی ایران و روسیه از محل ملتقای رود فراسوی سفلی تا دشت مغان تعیین می‌گردد. در این فصل از عهد نامه فقط به ذکر نقاط مهم و صرفا به مجرای ارس اشاره شده است بدون این‌که خط سرحدی دقیقا بر روی رودخانه ارس تعیین و این‌که خط سر حدی از کدام نقطه ارس خواهد گذشت.

در سال۱۹٥٤م (۱۳۳۳ه.ش) برای تعیین حدود در برخی از نواحی و تجدید تعیین حدود تمامی باقی مرز بین ایران و شوروی، کمیسیون مختلط ایران و شوروی تشکیل گردید. با این وجود پس از بررسی محل و تبادل نظر دو هیئت نمایندگی ایران و روس، بهترین طریق در تعیین حدود و تعیین دقیق مرز بر روی رودخانه ارس را عبور دادن خط مرز از وسط مسیر فعلی آن یا مهم‌ترین شعبه آن تشخیص دادند و بدین ترتیب یکی از شیوه‌های معمول در روابط بین‌المللی دولت‌ها و بر طبق مقررات و اصول حقوق بین‌الملل که همانا خط منصف در رودخانه مرزی غیر قابل کشتیرانی است بر روی رودخانه مرزی ارس حاکم گردید.

نحوه تغییر مسیر رودخانه ارس و معاهدات مربوط به آن

کمیسیون مختلط ایران و شوروی در موقع تحدید حدود رودخانه ارس به سال۱۳۳٤-۱۳۳٥ در تشخیص خط مرزی بر اساس پروتکل۱۸۲۹م و تطبیق خط مرز با آن با یک مشکل اساسی مواجه گشت و آن تغییر مسیر رودخانه ارس و هم‌چنین وضعیت متغیر جزایر این رودخانه بود. آب رودخانه ارس در فصول پر آبی و بارندگی به چندین برابر فصول خشک می‌رسد همین امر سبب شده که این رودخانه در مواقع پر آبی طغیان کرده و در بعضی از مناطق خصوصا در جلگه‌ها، زمین‌های ساحلی را در بر می‌گیرد.

تغییر مسیر رودخانه یکی از مباحث مهم است که همواره در بحث‌های مربوط به مرز رودخانه‌ای به آن توجه شده است. این تغییر مسیر به دو صورت زیر ممکن است بروز نماید:

الف) تغییر مسیر رودخانه به طور طبیعی

هرگاه مسیر یک رودخانه مرزی به جهت فرسایش تدریجی و طبیعی بسترش تغییر پیدا کند، خط مرزی بین دو کشور ساحلی نیز تغییر پیدا می‌کند. این عمل فرسایش باعث می‌شود که آب رودخانه از ساحل یک کشور عقب کشیده شده و قسمتی از سواحل کشور مقابل را بپوشاند و در نتیجه بر مقدار زمین یک کشور افزوده و کشور دیگر کاهش می‌یابد. این فرسایش به حدی تدریجی است که وقوع آن در زمان اندک محسوس نخواهد بود.

ب) تغییر مسیر رودخانه به طور مصنوعی

در بیشتر موارد تغییر مسیر آب رودخان به طور مصنوعی توسط طرفین رودخانه، جهت بهره‌برداری بیشتر از رودخانه یا جلوگیری از بروز خسارات احتمالی صورت می‌گیرد. در برخی از موارد رودخانه مسیر خود را به طور ناگهانی تغییر داده و مسیر جدیدی را انتخاب می‌کند، در این گونه موارد علیرغم تغییر رودخانه اگر هم آبی در بستر سابق رودخانه جریان نداشته باشد، خط مرزی تغییری پیدا نمی‌کند.

در قرارداد راجع به انتظامات مرزی ایران و شوروی و برای حل اختلافات و حوادث مرزی رودخانه ارس که در سال ۱۳۳٦ بین طرفین به امضاء رسید به موضوع تغییر مسیر رودخانه‌های مرزی توجه و پرداخته شده و ماده نهم قرارداد یاد شده در این خصوص مقرر می‌دارد:

الف) برای حفظ کرانه‌ها از خرابی و جلوگیری از تغییر مسیر رودخانه‌های سرحدی در صورتی که لزوم آن را مصادر امور طرفین متعاهدتین متفقا ضروری بدانند کناره‌بندی خواهد شد.

ب) هیچ یک از طرفین معاهده نمی‌توانند مصنوعا مسیر رودخانه را تغییر دهند.

بهره‌برداری از آب رودخانه ارس

پس از فروپاشی شوروی رودخانه ارس بخشی از مرز مشترک ایران و ارمنستان را تشکیل داده است. سد ارس بر مبنای توافقات ایران و شوروی ساخته شده است که در حال حاضر بین ایران و ارمنستان مشترک است. عملیات ساختمانی سد ارس بر روی رودخانه ارس در قزل قشلاق در نزدیکی جلفا در سال۱۳٤٦ شروع و در سال۱۳٤۹ خاتمه یافت. در پروتکل‌های سالانه میزان بهره برداری از منابع آب و انرژی رودخانه مرزی ارس و سد همه ساله با حضور نمایندگان طرفین تنظیم می‌شود. حجم مخزن و حجم مفید سد ارس به ترتیب۱۳۵۰ میلیون متر مکعب و ۱۱۵۰ میلیون متر مکعب است. در سال۱۳۸۲ ایران و ارمنستان تصمیم به احداث یک نیروگاه آبی مشترک بر روی رودخانه ارس کردند. طرفین برای اجرایی کردن این پروتکل در هفتمین جلسه کمیته فنی مشترک ایران و ارمنستان در سال۱۳۸٤ با توجه به٤۰ کیلومتر مرز آبی مشترک ایران و ارمنستان در رودخانه ارس با امضای توافق نامه‌ای تصمیم گرفتند نیروگاه اول با ظرفیت۱۳۰ مگاوات در خاک ارمنستان با احداث طونلی به طول۱۸/۳ کیلومتر اجرا و نیروگاه دوم با ظرفیت۱٤۰ مگاوات در خاک ایران احداث شود.

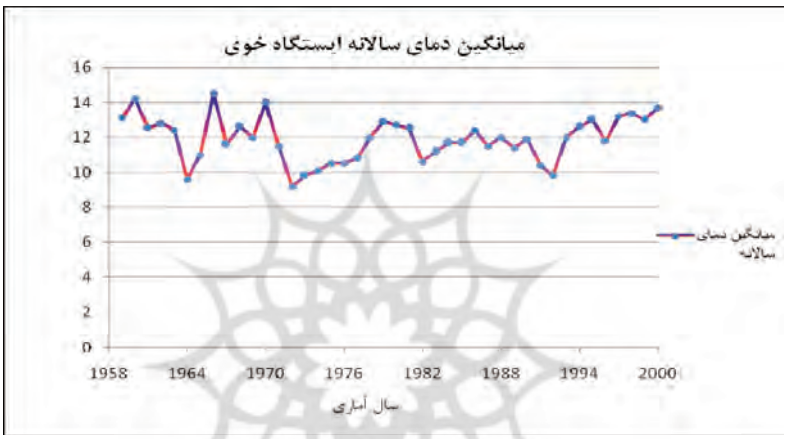
با فروپاشی شوروی سابق، جمهوری آذربایجان بخشی از خط مرزی ایران را در کنار رودخانه ارس تشکیل می‌داد. پیش از استقلال آذربایجان، ایران و شوروی موافقت نامه‌ای برای احداث سدی در پایین دست ارس منعقد کرده بودند. موافقت‌نامه احداث و بهره‌برداری از تاسیسات آب سد خداآفرین و سد قزل قلعه سی در دسامبر۱۹۸۸ در مسکو به امضاء رسید و در خرداد ۱۳٦۸ مجلس شورای اسلامی‌آن را تصویب نمود.(مجموعه قوانین مجلس شورای ملی، قانون شماره۷۵۰).

بر اساس ماده٦، نظر به حق مساوی هر یک از طرفین برای بهره‌برداری از منابع آب و انرژی قسمت‌های مرزی رودخانه ارس، شرایط اداره و بهره‌برداری از تاسیسات آبی سد خداآفرین و سد قزل قلعه سی و نیز نحوه استفاده از منابع آب و انرژی رودخانه ارس با در نظر گرفتن وجود تاسیسات مذکور و با استفاده از تجربه همکاری در اداره و

بهره‌برداری از تاسیسات موجود آب و برق واقع در رودخانه ارس به طور جداگانه مورد توافق و تایید سازمان‌های ذیصلاح طرفین قرار خواهد گرفت.

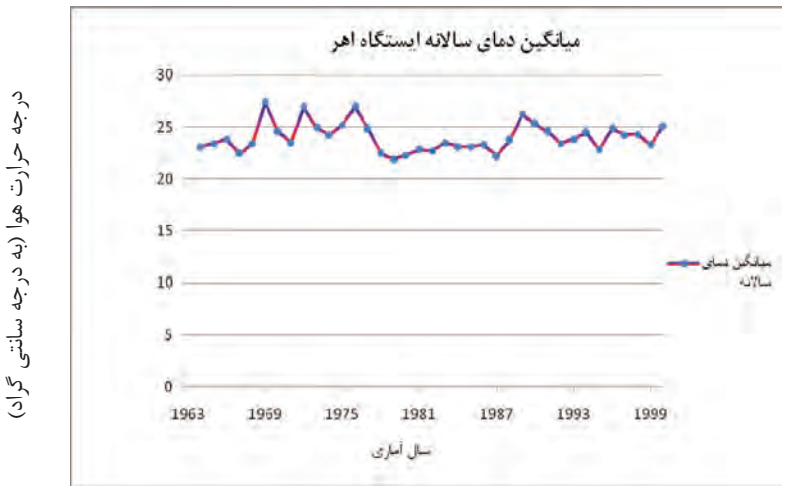
پس از فروپاشی شوروی سابق و با استقلال یافتن آذربایجان، این موافقت‌نامه در عمل اجرا نشد. از سال۱۳۸۳ با رایزنی‌های انجام شده، فعال کردن طرح سد خداآفرین بین ایران و آذربایجان به یکی از محورهای همکاری دو کشور در بخش آب تبدیل شده است.

برای مشخص کردن روند افزایش و یا کاهش میانگین دمای سالانه، ۵ ایستگاه هواشناسی زیر حوضه ارس مورد بررسی قرار می‌گیرد تا نقش آن را بر روی الگوی گردش‌های جوی و به تبع آن جریان رودخانه ارس مشخص گردد.



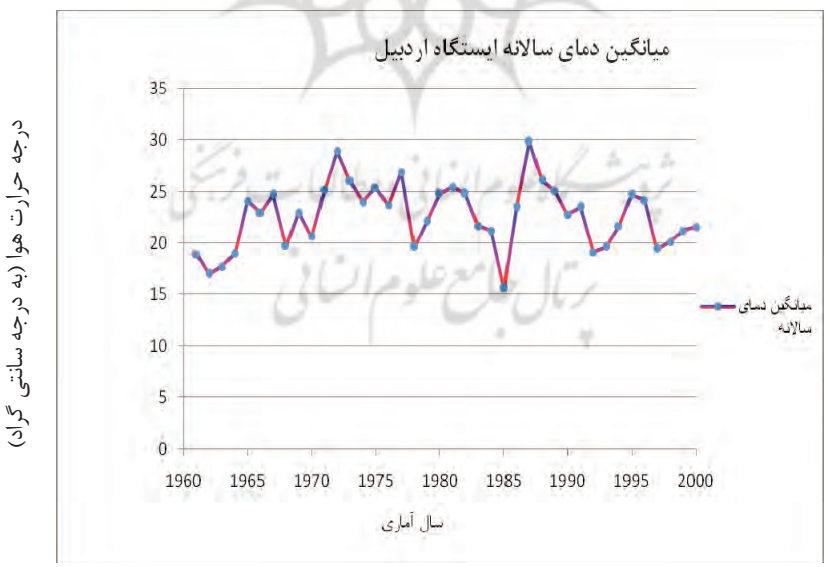
شکل۱. نمودار میانگین دمای سالانه ایستگاه خوی

نمودار شماره۱ شرایط میانگین دمایی ایستگاه خوی طی سال‌های۱۹۵۹ تا۲۰۰۰ را نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودار فوق نشان می‌دهد کم‌ترین درجه حرارت در بین سال‌های فوق الذکر مربوط به سال۱۹۷۲ است که میانگین دمای سالانه۹,۲ درجه سانتی گراد بوده است. و بیشترین دمای سالانه مربوط به سال۱۹٦٦ بوده که دمای هوا به۱٤,۵ درجه سانتی گراد رسیده است. در مجموع این ایستگاه تفاوت دمایی شدیدی را بین سال‌های مختلف به لحاظ میانگین دمای سالانه از خود نشان نمی‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود روند دمایی در این ایستگاه به گونه‌ای است که میانگین دمای سالانه با شیب ملایمی‌رو به زیاد شدن سوق پیدا کرده است.



شکل۲. نمودار میانگین دمای سالانه ایستگاه اهر

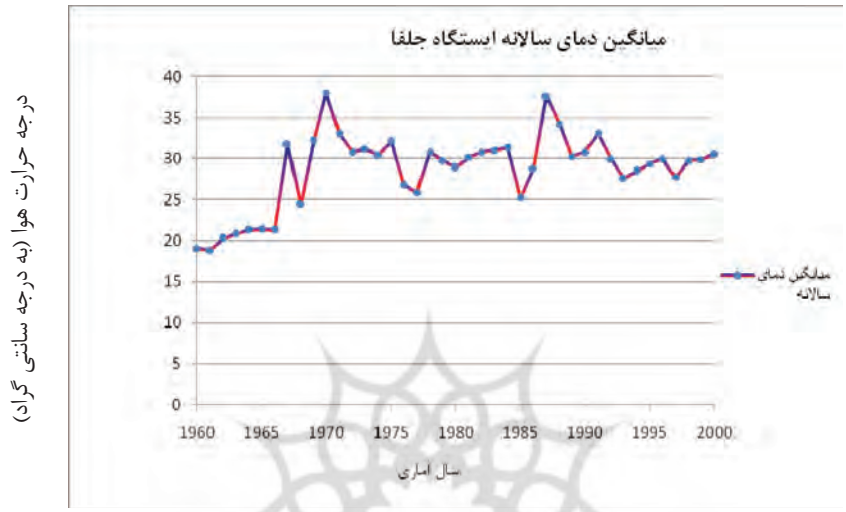
نمودار شماره۲ شرایط میانگین دمایی ایستگاه اهر طی سال‌های۱۹٦٤ تا۲۰۰۰ را نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودار فوق نشان می‌دهد کم‌ترین درجه حرارت در بین سال‌های فوق الذکر مربوط به سال۱۹۷۹ است که میانگین دمای سالانه۲۲,۱ درجه سانتی گراد بوده است. و بیشترین دمای سالانه مربوط به سال۱۹٦۹ بوده که دمای هوا به ۲۸,۱ درجه سانتی گراد رسیده است. در مجموع این ایستگاه هم تفاوت دمایی شدیدی را بین سال‌های مختلف به لحاظ میانگین دمای سالانه از خود نشان نمی‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود این ایستگاه از روند دمایی خاصی پیروی نکرده به طوری که در برخی از سال‌ها دمای هوا با شیب ملایمی‌کاهش و در برخی سال‌های دیگر با شیب ملایمی افزایش می‌یابد.



شکل۳. نمودار میانگین دمای سالانه ایستگاه اردبیل

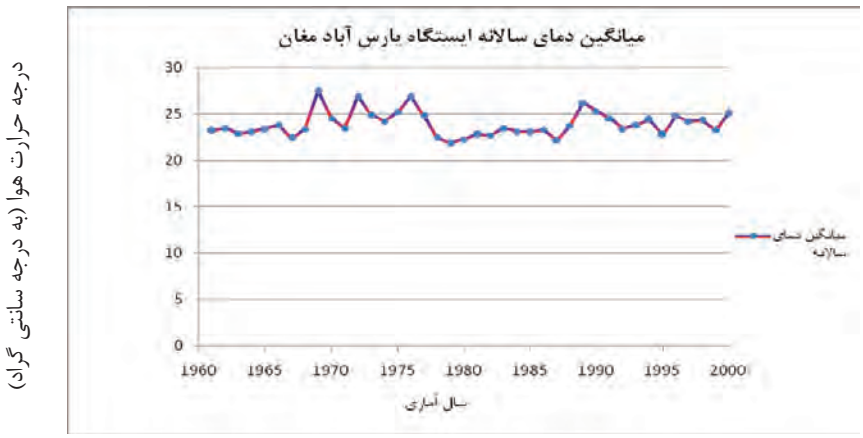
نمودار شماره ۳ شرایط میانگین دمایی ایستگاه اردبیل طی سال‌های۱۹٦۱ تا۲۰۰۰ را نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودار فوق نشان می‌دهد کم‌ترین درجه حرارت در بین سال‌های فوق الذکر مربوط به سال۱۹۸۵ است که میانگین دمای سالانه۱۵,٤ درجه سانتی گراد بوده است. و بیشترین دمای سالانه مربوط به سال۱۹۸۷ بوده که دمای هوا به

۲۸٫۸ درجه سانتی گراد رسیده است. در ایستگاه اردبیل بیشترین تفاوت دمایی بین سال‌های۱۹۸۵ و۱۹۸۷ دیده می‌شود که حدود۱۳ درجه سانتی گراد است. و به طور متوسط تفاوت‌های دمایی از سالی به سال دیگر خیلی زیاد نبوده و حدود۷ درجه سانتی گراد می‌باشد. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود این ایستگاه از روند دمایی خاصی پیروی نمی‌کند اما در کل با توجه به روند دمایی نشان داده شده می‌توان گفت که دمای هوا در این ایستگاه با توجه به نوسانات سال به سال، یک سیر صعودی ملایم به خود گرفته است.



شکل٤. نمودار میانگین دمای سالانه ایستگاه جلفا

نمودار شماره٤ شرایط میانگین دمایی ایستگاه جلفا طی سال‌های۱۹٦۱ تا۲۰۰۰ را نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودار فوق نشان می‌دهد کم‌ترین درجه حرارت در بین سال‌های فوق الذکر مربوط به سال۱۹٦۲ است که میانگین دمای سالانه۱۸٫۸ درجه سانتی گراد بوده است. و بیشترین دمای سالانه مربوط به سال۱۹۷۱ بوده که دمای هوا به۳۸ درجه سانتی گراد رسیده است. در ایستگاه جلفا بیشترین تفاوت دمایی بین سال‌های۱۹٦۲ و۱۹۷۱ دیده می‌شود که حدود۱۹ درجه سانتی گراد است. به طور متوسط تفاوت‌های دمایی از سالی به سال دیگر خیلی زیاد نبوده و فقط در چند سال متوالی دمای هوا طی چند سال متوالی افزایش یا کاهش یافته است. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود این ایستگاه هم از روند دمایی خاصی پیروی نمی‌کند اما در کل با توجه به روند دمایی نشان داده شده می‌توان گفت که دمای هوا در این ایستگاه با توجه به نوسانات کم سال به سال، یک سیر صعودی بسیار ملایم به خود گرفته است.



شکل۵. نمودار میانگین دمای سالانه ایستگاه پارس آباد مغان

نمودار شماره۵ شرایط میانگین دمایی ایستگاه پارس آباد مغان طی سال‌های۱۹٦۱ تا۲۰۰۰ را نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودار فوق نشان می‌دهد کم‌ترین درجه حرارت در بین سال‌های فوق الذکر مربوط به سال۱۹۸۰ است که میانگین دمای سالانه۲۱,۹ درجه سانتی گراد بوده است. و بیشترین دمای سالانه مربوط به سال۱۹٦۹ بوده که دمای هوا به۲۷,٦ درجه سانتی گراد رسیده است. در ایستگاه پارس آباد مغان تفاوت دمایی بین سال‌های مختلف بسیار کم بوده؛ همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود این ایستگاه از روند دمایی خاصی پیروی نمی‌کند و در مجموع یک سیر سالانه تقریبا ثابت را طی می‌کند.

بررسی اثر تغییر اقلیم و الگوی گردش‌های جوی بر روی حوضه آبریز رودخانه ارس

مدل‌های کلی گردش عمومی‌جو نشان می‌دهد که تا سال۲۱۰۰ میلادی افزایش دمای متوسط جهانی از۱/٤ درجه سانتی گراد با۵/۸ درجه سانتی گراد خواهد رسید. این افزایش روند دمایی در۱۰ هزار سال گذشته بی‌سابقه بوده است. پیش‌بینی می‌شود که بیشترین تغییرات دمایی در ارتفاعات بالاتر از سطح زمین رخ دهد هم‌چنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین گرمایش در زمستان و بهار رخ داده است.

با توجه به اینکه سرشاخه‌های رودخانه ارس از ارتفاعات ایران، ترکیه، ارمنستان و جمهوری آذربایجان سرچشمه می‌گیرند، هر گونه تغییر در روند جریان این سرشاخه‌ها در حجم آبدهی رودخانه ارس اثر خواهد گذاشت. روند شتاب آلود تغییرات اقلیمی به‌ویژه در دهه‌های اخیر سبب افزایش دمای کره زمین شده است. حوضه رودخانه ارس هم از این تغییرات در امان نبوده است همان‌طور که گفته شد بیشترین روند افزایش دما در فصل سرد و آن هم در ارتفاعات رخ داده است. افزایش دما سبب شده است الگوهای گردش جوی به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر سوق پیدا کند. گردش‌های جوی اصلی که موجد بارش در کشور ایران بویژه شمال غرب کشور و حوضه رودخانه ارس می‌شود، چرخندهای مدیترانه‌ای هستند.

با پیشروی فصل زمستان و با سرد شدن هوا جبهه قطبی بر بالای ساحل شمالی دریای مدیترانه قرار می‌گیرد. همین امر سبب می‌شود چرخندهایی که موجب بارش در شمال غرب کشور شوند در مدیترانه مرکزی و شرقی تشکیل شود. این چرخندها پس از تشکیل با حرکت شرق سوی خود موجب بارش در حوضه آبریز ارس می‌شوند. منبع اصلی جریان آب سرشاخه‌های رودخانه ارس چرخندهای فوق الذکر است.

روند افزایش دما در دهه‌های اخیر سبب شده است که چرخندهای فوق الذکر و گردش‌های جوی که موجد بارش در حوضه آبریز ارس می‌شوند نه تنها تضعیف شوند بلکه به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر هم متمایل شده اند. همین امر سبب شده است بر نوع و مقدار بارش‌ها در حوضه مورد مطالعه تاثیر منفی گذارد به طوری که از مقدار بارش در نواحی کوهستانی شمال غرب کشور کاسته شده است، این امر باعث شده آب کمتری از سرشاخه‌های رودخانه ارس به این رودخانه وارد شود. علاوه بر این گرمایش هوا سبب شده است نوع ریزش‌های جوی هم تغییر یابد به طوری که بیشتر بارش‌ها از حالت جامد (برف) خارج شده، در این حالت بعد از هر بارش، حجم عظیمی‌از رواناب در سطح زمین جریان می‌یابد. این روند سبب شده بعد از هر بارش مقادیر عظیمی از آب به صورت سیلاب در زمان کوتاهی از دسترس خارج شود و خسارت فراوانی را هم به مزارع، محصولات کشاورزی و منابع انسانی وارد سازد. لذا با کاهش ذخایر برف در مناطق کوهستانی شمال غرب کشور، باعث می‌شود که جریان آب رودخانه ارس در طی فصل بارش (فصل سرد) افزایش یابد و در طی فصل گرم سال که نیاز آبی برای کشاورزی و باغداری و غیره که بیشتر می‌شود، به شدت کاهش یابد. هم‌چنین از آنجایی که عمق متوسط رودخانه ارس۲/۵ متر است این رودخانه حساسیت زیادی نسبت به نوسانات بارشی نشان می‌دهد.

حدود۲۳ درصد از آب رودخانه ارس از سرشاخه‌های واقع در ترکیه و۳۸ درصد آن از کشورهای آذربایجان و ارمنستان و۳۹ درصد آن از ایران تامین می‌شود. هر یک از چهار کشور فوق بویژه ایران سهم قابل توجهی از جریان آب رودخانه ارس را تامین می‌کند. چنان‌چه روند افزایش دما و تغییر در الگوهای بارشی هم‌چنان با سرعت شتاب آلود ادامه یابد سبب می‌شود که هر یک از چهار کشور پیش گفته برای تامین منابع آب ساکنین مرزی خود، سد یا بندهای کوچکی بر روی سرشاخه‌های این رودخانه احداث کنند همین امر موجب کاهش جریان ورودی آب به رودخانه ارس می‌شود که خود می‌تواند موجب ایجاد تنش‌های سیاسی در ارتباط با مسائل انرژی بویژه آب در مرزهای شمال غربی کشور شود و بر روابط دیپلماتیک کشورهای پیش گفته که رودخانه ارس بخشی از مرز آن‌ها را تشکیل می‌دهد اثرات منفی به جای خواهد گذاشت.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی اثرات تغییر اقلیم و نوسانات الگوی گردش‌های جوی بر روی رودخانه مرزی ارس پرداخته شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که علت اصلی تغییرات اقلیمی، استفاده بیش از حد از سوخت‌های فسیلی و به تبع آن تغییر در کار بری زمین است. همین امر سبب شده است تا تعادل و موازنه در بسیاری از چرخه‌ها از جمله چرخه هیدرولوژی بر هم بخورد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که افزایش دما در مقیاس جهانی سبب شده است تا الگوهای گردشی جو که موجب ایجاد بارش در حوضه آبریز رودخانه ارس می‌شوند موجب نوسان مکانی شده و عمدتا به سمت عرض‌های جغرافیایی بالاتر متمایل شده‌اند. همین امر باعث شده مقادیر بارش در حوضه مورد مطالعه کاهش یابد. علاوه بر آن افزایش دما بر نوع ریزش‌های جوی هم اثرگذار بوده است به طوری که مقادیر زیادی از نزولات جوی در حوضه آبریز رودخانه ارس به صورت مایع بوده و امکان ذخیره شدن آن برای فصل گرم سال وجود ندارد، لذا به سرعت از دسترس خارج

می‌شود. همین امر سبب شده است که جریان سرشاخه‌های رودخانه ارس در فصل سرد سال پرآب و در فصل گرم سال کم آب شوند.

با توجه به اینکه بیشترین نیاز آبی برای فعالیت‌های کشاورزی و باغداری و غیره در فصل گرم سال است، این مساله احتمال ایجاد سد یا بندهای آبی کوچک بر روی سرشاخه‌های رودخانه ارس را افزایش می‌دهد که خود باعث کاهش شدید آب این رودخانه مرزی می‌شود و احتمال وقوع تنش‌های مرزی بر سر آب این رودخانه مهم را افزایش می‌دهد.

منابع

سوری نژاد، علی(۱۳۸۲). ارزیابی تغییر آب و هوا در روند سیل خیزی حوضه آبخیز کشکان با کمک GIS، دانشگاه اصفهان: سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

جعفری، عباس(بی تا). **شناسنامه جغرافیای طبیعی ایران**.تهران: انتشارات گیتاشناسی.

صداقت، محمود(۱۳۸۳). **منابع و مسائل آب ایران**. تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.

عساکره، حسین(۱۳۸٦). **تغییر اقلیم**. زنجان: انتشارات دانشگاه زنجان.

عساکره، حسین؛ غیور، حسنعلی(۱۳۸۲). بررسی دمای کره زمین طی سده اخیر، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، دانشگاه اصفهان،

عسگری، احمد(۱۳۷۱). تغییر اقلیم، **مجله نیوار**، شماره ۱۳-۱٦.

علایی طالقانی، محمود(۱۳۸٤). **ژئومورفلوژی ایران**. تهران: انتشارات قومس.

علیجانی، بهلول(۱۳۷٤). **آب و هوای ایران**، تهران: انتشارات دانشگاه پیام نور.

کردوانی، پرویز(۱۳۸۳). **منابع و مسائل آب در ایران**، جلد اول، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

منتظری، م؛ فهمی، ه.(۱۳۸۲). اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور، دانشگاه اصفهان: سومین کنفرانس منطقه ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

مسباح بوانی، ع؛ مرید، س(۱۳۸٤). اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده رود، اصفهان: **مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی**.

آرلی، جیمز(۱۳۹۰). **ژئوپلتیک تغییرات جوی**. ترجمه محمد حسن نامی. تهران: انتشارات سهره.

نامی، محمد حسن؛ محمد پور، علی(۱۳۹۰). **جغرافیای سیاسی آب‌های مرزی ایران**. تهران: انتشارات سهره.

نصرتی، کاظم؛ شهبازی، افسانه؛ محسنی ساروی، محسن؛ شریفی، فرود(۱۳۸۲). اثر تغییر اقلیم بر جریان‌های کمینه «مطالعه موردی: حوضه آبریز اترک» دانشگاه اصفهان: سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور، حوضه آبریز دریای خزر(۱۳۸۲). جلد دوم، انتشارات سازمان جغرافیایی.

Barry.Roger.G.and chorley.Richard.J.(1992). Atmosphere weather and climate.routledge, London.

Guo, s.wang, j.xiong, L.ying, A.li, D. (2002). A macro-scale and semi distributed monthly water balance model to predict climate change impacts in china, journal of hydrology, and 268, 1-15.

Goudi, A.(1992). Environmental change.oxford university press.

Graph, H.F. perlwitz, j.Kirchner, I. and schult. I. (1995). Recent northern winter climate trends, ozone change and increased greenhouse gases forcing contrib.phys.atmos.68:233-248.

Intergovernmental panel on climate change (IPCC). (2007a) summary for policy makers, in Solomon, s. Qin etal, Cambridge, UK and New York, cambridg university press.

Kane, R.P. and Teixeira.(1990). power spectrum analysis of the time-series of annual mean surface air temperatures, climatic changes.17:121-130.

Moor, James.W.1986, the changing environment.springer-varlage.

Rowland.f.s. and isaksen. I.S.A (editor) (1988): the changing atmosphere physica, chemccal and earth scinces, research reports.johnwilleysons, London.

Salinger, M.James,(2005). Climate variation and change: past, present and future, on overview.climatic change, 70:9-29.

Thompson.D.W.J.Walace.J.M. and hegerl, G.C.(1999). Annual modes in the extratropical circulation, part II; trend.journal of climate.

Vecchhio, G.Lo and Nanni, T.1995: the atmospheric temperature in Italy during the last hundred years and its relationships with solar out put. Theor. Appl, climatol, 51:159-165.

Yu, p.yang, t.wu, C.(2001). Impact of climate change on water resources in southern Taiwan, Journal of hydrology.260, 161-175.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی