



شناسایی متغیرهای اقلیمی تاثیر گذار بر حجم ورود و رودی به سد دز

محمود عظیمی^۱، مسعود تجریشی^۲، احمد ابریشمی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشیار گروه مهندسی آب و محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

۳- استاد گروه مهندسی آب و محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

azimi98@gmail.com

خلاصه

با توجه به اهمیت حوزه جنوب غرب ایران در تامین آب کشاورزی و نیروی برقایی و نیز با توجه به کمبود اطلاعات هواشناسی مناسب در این مناطق (خصوصاً اطلاعات برفسنجی)، در این مطالعه اقدام به شناسایی متغیرهای اقلیمی دوربرد و منطقه ای مناسب جهت پیش بینی حجم ورود رودخانه دز در سرشاخه‌ها شده است. در این راستا به کمک تحلیل همبستگی، رابطه میان حجم ورود و رودی به سد دز در دوره گرم سال (فروردین تا مرداد) و متغیرهای اقلیمی به صورت فصلی در زمستان (JFM)، پاییز (OND) و تابستان (JAS)؛ متغیرهای مناسب جهت پیش‌بینی حجم ورود در ابتدای فروردین و نیز با تاخیر ۳ و ۶ ماهه شناسایی شده‌اند. نتایج نشان دهنده همبستگی معنی‌دار میان شاخص‌های مختلف پدیده ENSO و ورود این رودخانه در سرشاخه‌ها می باشد.

کلمات کلیدی: پیش بینی بلند مدت، شاخص های اقلیمی، رودخانه دز

۱. مقدمه

این مقاله تمرکز بر شناسایی متغیرهای اقلیمی مناسب جهت پیش بینی بلند مدت حجم ورود سد دز در جنوب غرب ایران دارد. نقص و یا نبود داده‌های هواشناسی و برف سنجی (خصوصاً در مناطق کوهستانی) اهمیت شناسایی شاخص‌های اقلیمی بلند مقیاس را بیشتر می‌نماید.

حوزه آبریز جنوب غرب ایران با توجه به رودخانه‌های پر آبی که از دامنه غربی زاگرس سرچشمه می‌گیرند از نظر تولید نیروی برقایی و نیز آب کشاورزی و آشامیدنی و انتقال آب بین حوزه‌های منطقه‌ای استراتژیک می‌باشد. حوزه آبریز رودخانه دز 10'، 48' تا 20'، 50' درجه طول شرقی و 36'، 31' تا 08'، 34' عرض شمالی در جنوب غرب ایران و دامنه غربی ارتفاعات زاگرس میانی واقع شده و از نظر تقسیم بندی هیدرولوژیکی ایران جزئی از حوزه آبریز خلیج فارس می‌باشد. این حوزه با مساحت ۲۳۲۵۲ کیلومتر مربع در سیستم طبقه بندی دومارتن اصلاح شده واجد اقلیم فراخشک گرم تا خیلی مرطوب نوع فراسرد می‌باشد و به عبارت دیگر تنوع اقلیمی بسیار گسترده‌ای دارد. روند تغییرات بارندگی در ماه‌های مختلف سال مدبرانه‌ای می‌باشد، به این مفهوم که فصل خشک سال منطبق بر تابستان و فصل بارندگی منطبق بر دوره سرد سال است. بارندگی در حوزه در درجه اول زمستانه و سپس پاییزه و بهاره است (به ترتیب ۴۴، ۲۹ و ۲۷ درصد از بارش سالانه).

رودخانه دز دومین رودخانه پر آب ایران می‌باشد و پیش بینی ورود و رودی به سد دز با توجه به تولید نیروی برقایی در حدود ۵۲۰ مگاوات در سال و نیز آبیاری ۱۲۵ هزار هکتار اراضی کشاورزی پایین دست و نیز آب آشامیدنی شهرهای مهم اطراف و نیز انتقال آب بین حوزه‌های اهمیت اقتصادی و اجتماعی زیادی دارد و مدیریت نحوه استفاده از این آب در زمان‌های خشکسالی یک چالش جدی برای مدیران آب به شمار می‌رود. آگاهی از حجم ورود و رودی به سد دز در دوره گرم سال می‌تواند در برنامه ریزی و مدیریت بهره برداری موثر باشد. از اینرو در این مقاله با هدف پیش‌بینی ورود سد دز به شناسایی متغیرهای پیش‌بینی کننده مناسب برای پیش‌بینی ورود آوریل تا آگوست (فروردین تا مرداد) که معادل ۵۶ درصد از ورود سالانه این سد می‌باشد پرداخته خواهد شد.



۲. پیش زمینه

شرایط سینوپتیکی و گردش عمومی جو در کنار شرایط جغرافیایی و محلی عوامل موثر در تغییرات آب و هوایی یک منطقه می‌باشند. لذا تغییرات فاکتورها و متغیرهای اقیانوسی نظیر فشار و دمای سطح آب و متغیرهای جوی نظیر فشار هوا در سطوح مختلف، مولفه های دمایی و بادی اطلاعات سودمندی جهت پیش بینی تغییرات آب و هوایی در مناطق مختلف در اختیار محققان قرار می‌دهد.

در دهه‌های اخیر پیش‌بینی بارش بر اساس شاخص‌های اقلیمی پدیده‌های دوربرد (نظیر ENSO، PDO و NAO) و نیز شاخص‌های منطقه‌ای موثر در بارندگی (نظیر SLP، SST و دیگر شاخص‌های جوی) در نقاط مختلف دنیا متداول شده است.

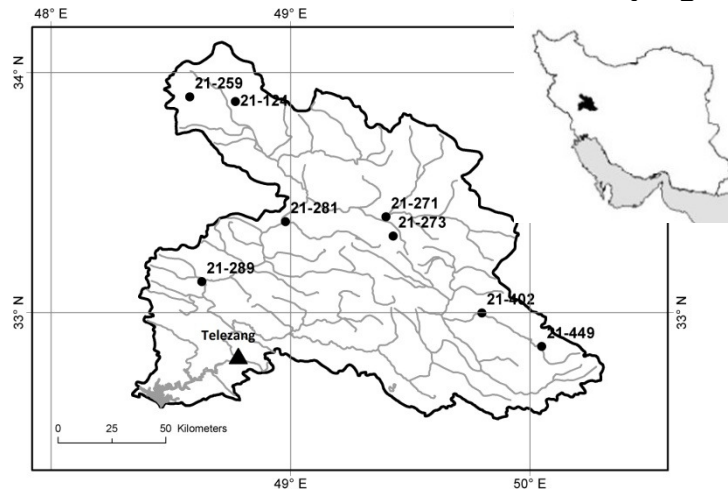
از زمانی که مشخص شد امکان تعیین رابطه معنی‌دار بین شاخص‌های اقلیمی همزمان و یا با تاخیر با جریان رودخانه وجود دارد، توجه بسیاری از محققان روی پیش‌بینی جریان معطوف شد. Sokoup و همکاران (۲۰۰۹) جهت پیش‌بینی آورد رودخانه North Platte در امریکا علاوه بر بکارگیری شاخص‌های ENSO، PDO، MJO به کمک داده‌های دمای سطح آب اقیانوس آرام و اطللس و ارتفاع فشار 500mbar جو و یافتن مناطق موثر، دقت پیش‌بینی را افزایش دادند. Sveinsson و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای به شناسایی مولفه های اتمسفری یا اقیانوسی مرتبط با آورد فصل بهار حوزه آبریز Churchill fall در کانادا پرداخته و سپس با مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف در پیش‌بینی آورد نشان دادند که بکارگیری این سیگنال‌ها در افزایش دقت پیش‌بینی موثرند. Piechota و Tootle (۲۰۰۴) در تحقیقی به ارزیابی فاکتورهای اقلیمی مناسب جهت پیش‌بینی جریان رودخانه Upper Truckee در غرب امریکا پرداخته و با بررسی سیگنال‌های PDO، ENSO، SOI و تغییرات دمای سطح آب اقیانوس آرام قابلیت پیش‌بینی جریان تابستانه رودخانه را بررسی نمودند.

مطالعات مختلفی در مورد ارتباط پدیده‌های اقلیمی و شاخص‌های هواشناسی در خاورمیانه انجام شده است. تحقیقات Barlow و همکاران (۲۰۰۲) نشانگر ارتباط میان وقوع فاز سرد ENSO (لاتینا) و خشکسالی‌های سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ در خاورمیانه بوده است. همچنین تحقیقات Cullen و همکاران (۲۰۰۲) بیانگر وابستگی تغییرات دما، بارش و جریان رودخانه‌های این منطقه با پدیده نواسانات اطللس شمالی می‌باشد. Pagano و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی مطالعات دیگران که در زمینه ارتباط اقلیم خاورمیانه و پدیده های فصلی دوربرد به تمایل وقوع ترسالی (خشکسالی) در شرایط النینو (لاتینا) و نیز تقارن هوای گرم و خشک خاورمیانه با فاز منفی NAO و بالعکس اشاره می‌نمایند.

در ایران نیز مطالعات مختلفی در مورد تاثیر سیگنال‌های اقلیمی متداول روی اقلیم مناطق مختلف و نیز بکارگیری این ارتباطات در پیش‌بینی بارش و آورد انجام شده است. در این میان می‌توان به مطالعات Nazemossadat و همکاران (۱۹۹۹ و ۲۰۰۱) در بررسی ارتباط میان پدیده ENSO و بارش پاییز و زمستان در ایران و نیز بررسی تاثیر پدیده‌های ENSO و PDO بر روی آورد زمستان و بهار زاینده رود در حوزه‌های اسکندری و قلعه شاهرخ توسط عاشوری و همکاران (۱۳۸۷) اشاره داشت.

۳. داده‌ها

داده‌های هواشناختی و هیدرومتری استفاده شده در این تحقیق شامل حجم آورد ورودی به سد دز در ایستگاه تله زنگ در دوره ۵۱ ساله (۱۹۵۷ تا ۲۰۰۷ میلادی)، بارش فصلی در ۸ ایستگاه بارانسنجی در دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۷۸ تا ۲۰۰۷ میلادی) و شاخص‌های اقلیمی متداول به صورت میانگین فصلی به صورت فصلی می‌باشد. داده‌های هیدرومتری و بارانسنجی از سازمان آب و برق خوزستان و داده‌های مربوط به شاخص‌های اقلیمی از مرکز Climate Diagnostics Center (<http://www.cdc.noaa.gov>) استخراج شده‌اند. موقعیت ایستگاه‌های بارانسنجی و هیدرومتری مورد استفاده در این مطالعه در شکل ۱ مشخص شده است.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبریز سد دز در کشور به همراه موقعیت ایستگاه هیدرومتری تله زنگ و ایستگاه های بارانسنجی در نظر گرفته شده در این مطالعه

۴. ارتباط آورد سالانه سد دز و پدیده های اقلیمی دوربرد

ENSO و PDO از پدیده های اقلیمی بزرگ مقیاس شناخته شده می باشند که در مورد نحوه تاثیر آنها بر اقلیم نواحی مختلف جهان تحقیقات وسیعی انجام شده و با توجه به تعامل و اثر پذیری پارامترهای مختلف جو می توانند اثرات متفاوتی در نقاط مختلف داشته باشند.

انسو از دو واژه ال نینو و نوسانات جنوبی گرفته شده است (El Nino South Oscillation) و یکی از شاخص ترین رویدادهایی است که باعث ایجاد ناهنجاری های بزرگ آب و هوایی در نقاط مختلف می شود. یکی از شاخص های اندازه گیری شدت پدیده انسو گرادیان فشار در امتداد شرقی غربی اقیانوس آرام می باشد که توسط شاخص (South Oscillation Index) SOI بیان می شود. مقادیر منفی شاخص SOI (فاز گرم انسو El Nino) همزمان با گرم شدن بیش از معمول آب های شرقی و مرکزی اقیانوس آرام و مقادیر مثبت (فاز سرد انسو La Nina) آن همزمان با سرد شدن سواحل غربی امریکا و حرکت توده های هوا از شرق اقیانوس به سواحل شرقی استرالیا رخ می دهد. شاخص SOI بر اساس اختلاف فشار بارومتری هوای سطح دریا در داروین استرالیا و جزیره تاهیتی در منطقه جنوب شرقی آسیا محاسبه می شود.

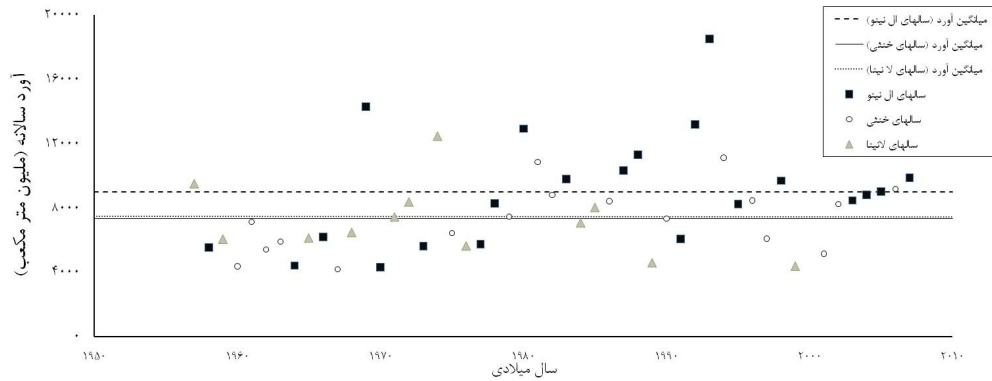
نوسانات دهه ای اقیانوس آرام، PDO (Pacific Decadal Oscillation) نیز یک الگوی ده ساله با اثرات مکانی آب و هوایی مشابه با ENSO ولی با رفتار زمانی متفاوت می باشد. PDO به طور قابل توجهی بر روی منابع آب مانند پوشش برف و آب شرب مناطقی مانند شمال آمریکا و سواحل شمال کالیفرنیا تا خلیج آلاسکا تاثیر دارد.

در این بخش ارتباط میان آورد سالانه ورودی به سد دز با وقوع فازهای مختلف پدیده های ENSO و PDO بررسی شده است. در شکل ۲ مقادیر حجم آورد ورودی به سد دز در سال های مختلف ال نینو، لائینا و خنثی به همراه میانگین آورد مشاهده شده در این سالها نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است در طول دوره آماری ۵۱ ساله میانگین آورد در سال های ال نینو بیشتر از سال های خنثی و لائینا بوده است. شکل ۳ سری زمانی آورد ورودی به سد دز را در سال های مختلف وقوع فازهای مثبت و منفی PDO نشان داده است. در این شکل مشخص است که وقوع فاز مثبت PDO با ترسالی و فاز منفی آن با خشکسالی همراه بوده است.

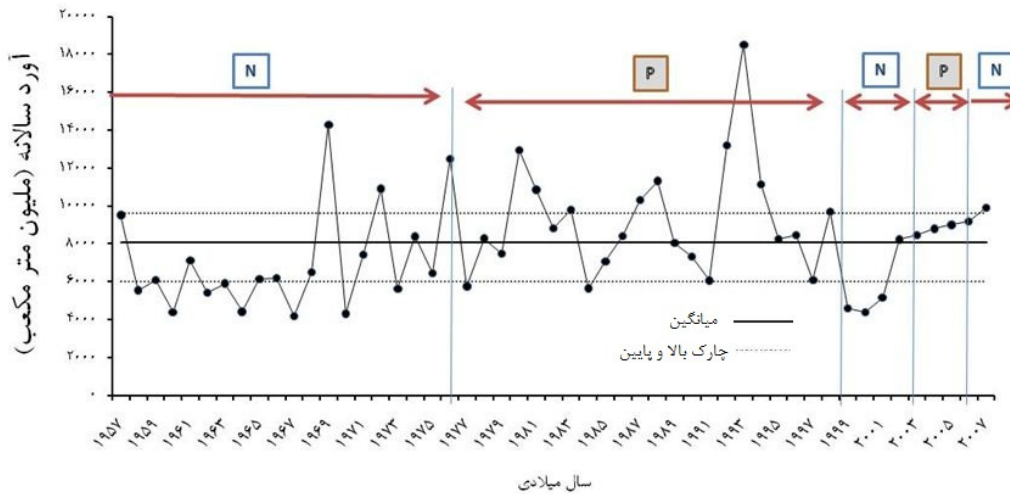
در جدول ۱ اثر همزمان این دو پدیده بر آورد سالانه نشان داده شده است. بصورتی که نسبت میانگین حجم آورد در فازهای مختلف PDO و ENSO به میانگین دراز مدت آورد سالانه محاسبه شده است. همانطور که مشخص است وقوع همزمان ال نینو و فاز گرم PDO باعث افزایش مشهود حجم آورد در سد دز شده است (افزایش ۲۰ درصدی آورد به صورت میانگین).

جدول ۱- تاثیر همزمان ENSO و PDO بر آورد سالانه دز

لائینا		خنثی		ال نینو		ENSO
فاز سرد PDO	فاز گرم PDO	فاز سرد PDO	فاز گرم PDO	فاز سرد PDO	فاز گرم PDO	PDO
۱.۰۷	۰.۷۹	۰.۸۴	۰.۹۷	۰.۹۷	۱.۲	Q/Qavr



شکل ۲- حجم آورد ورودی به سد دز در سال های مختلف ال نینو، لائینا و ختی



شکل ۳- سری زمانی آورد ورودی به سد دز در سال های وقوع فازهای مثبت (P) و منفی (N) پدیده PDO

۵. شناسایی داده ها

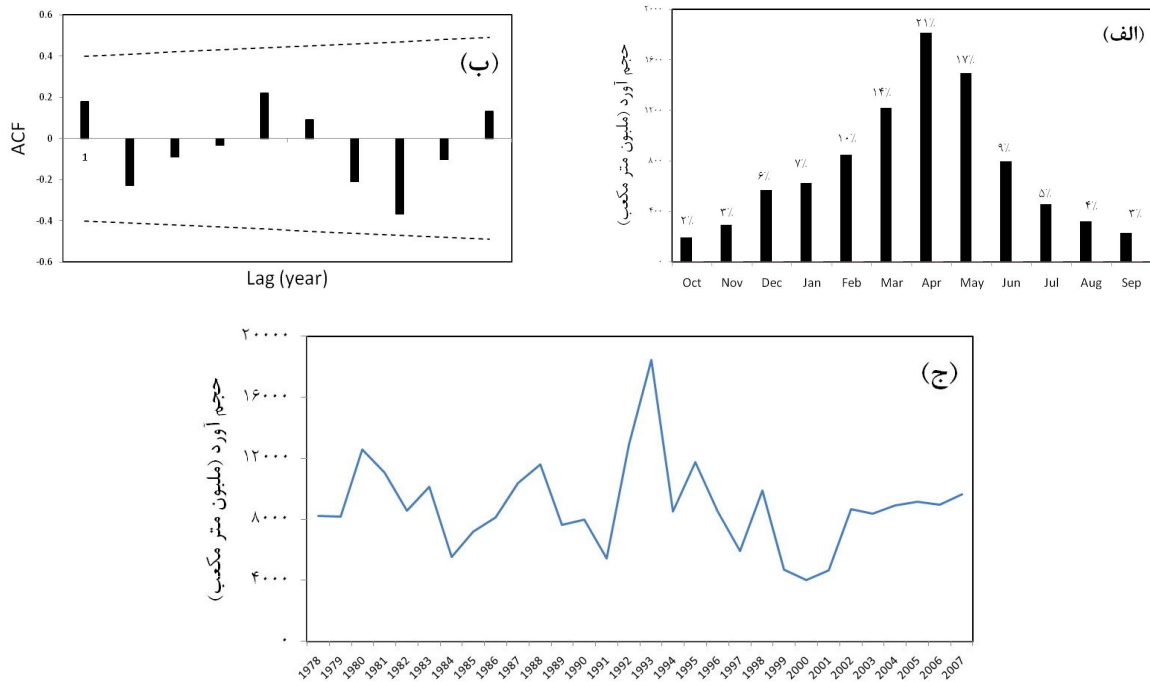
هدف کلی این تحقیق مشخص شدن متغیر های اقلیمی مناسب جهت بکارگیری در مدل های پیش بینی جهت پیش بینی حجم آورد آوریل تا آگوست (فروردین تا مرداد) در ابتدای آوریل و نیز با تاخیر های زمانی ۳ ماهه و ۶ ماهه به داخل سد دز می باشد. لذا از طریق تحلیل همبستگی میزان آورد ورودی به سد دز در دوره ی زمانی آوریل تا آگوست (AMJJA) و متغیر های هواشناسی و اقلیمی به صورت فصلی در قبل از آغاز آوریل، ژانویه تا مارچ (JFM)، اکتبر تا دسامبر (OND) و جولای تا سپتامبر (JAS) بررسی و متغیرهایی که ضریب همبستگی در آنها در سطح اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنی دار باشد به عنوان متغیر ورودی به مدل پیش بینی در مطالعات بعدی معرفی گردیده اند. سطح اطمینان ۹۵ درصد با توجه به طول دوره آماری ۳۰ ساله برابر $r = +/- 0.36$ می باشد.

- آورد

سری زمانی حجم آورد ورودی به سد دز و نیز میانگین حجم آورد ماهیانه و درصد آورد ورودی به سد در هر ماه به همراه تابع خودهمبستگی (ACF) آورد در دوره پیش بینی در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشخص است، دوره AMJJA میزان ۵۶ درصد از آورد سالانه را در



بر می گیرد. تابع ACF نشان می دهد که حجم آورد در سال های قبل نمی تواند به عنوان پیش بینی کننده مناسبی در نظر گرفته شود. به علاوه آنالیز همبستگی میان آورد AMJA و آورد فصلی در JAS و OND نیز به همین نتیجه می انجامد.



شکل ۴- مشخصات آورد ورودی به سد دز: الف) توزیع ماهیانه آورد ب) تابع خودهمبستگی آورد فروردین تا مرداد ج) سری زمانی آورد سالانه

بارندگی

در این مقاله از هشت ایستگاه بارانسنجی در بالادست سد دز که دارای آمار بارندگی بیش از ۳۰ سال می باشند، جهت تحلیل بارندگی استفاده شده است. در جدول ۲ مشخصات ایستگاه های بارانسنجی بکارگرفته شده در محدوده مطالعاتی و نیز ضرایب همبستگی میان میزان بارش در این ایستگاه ها در دوره های JFM و OND و حجم آورد در فروردین تا مرداد (AMJJA) مشخص شده است. میزان بارندگی در ایستگاه ها در فصل تابستان (JAS) تقریباً صفر بوده و در نظر گرفته نشده است. همچنین در شکل ۵ سری زمانی بارش سالانه و توزیع بارندگی ماهانه در ایستگاه بروجرد نشان داده شده است.

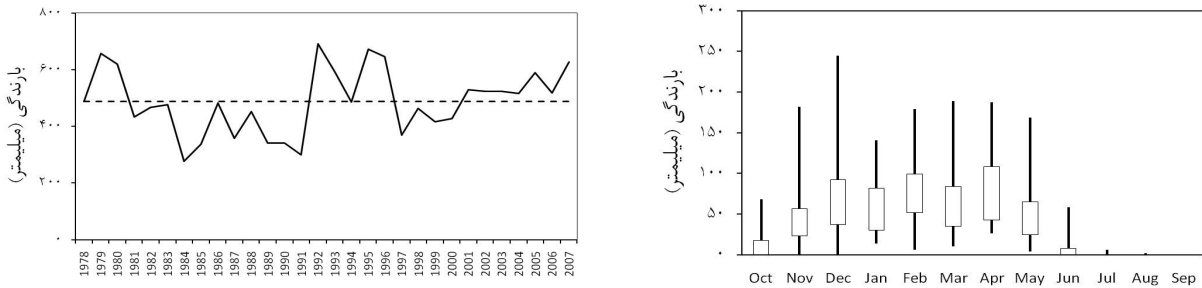
جدول ۲- مشخصات ایستگاه های بارانسنجی در نظر گرفته شده در این مطالعه به همراه ضرایب همبستگی میان بارش فصلی در هر ایستگاه و حجم

آورد ورودی به سد دز در فروردین تا مرداد

کد ایستگاه	نام	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	ضریب همبستگی با آورد فروردین تا مرداد (JFM)	ضریب همبستگی با آورد فروردین تا مرداد (OND)
۲۱-۱۲۴	بروجرد	۳۳.۸۸	۴۸.۷۷	۱۵۲۰	۰.۳۷	-۰.۰۵
۲۱-۲۵۹	ونائی	۳۳.۹	۴۸.۵۸	۲۰۰	۰.۳۴	۰.۰۳
۲۱-۲۷۱	چمزمان	۳۳.۴	۴۹.۴	۱۸۳۰	۰.۳۱	-۰.۰۲
۲۱-۲۷۳	کمندان	۳۳.۳۲	۴۹.۴۳	۱۹۳۰	۰.۱۸	۰.۰۵
۲۱-۲۸۱	چم چیت	۳۳.۳۸	۴۸.۹۸	۱۲۹۰	۰.۴۶	-۰.۰۴
۲۱-۲۸۹	کشور	۳۳.۱۳	۴۸.۶۳	۷۷۰	۰.۶۳	۰.۱۵
۲۱-۴۰۲	زرد قهوه	۴۹.۸	۳۳	۲۰۰	۰.۳۷	۰.۳۲
۲۱-۴۴۹	چرخ و فلک سبیک	۵۰.۰۵	۳۲.۸۶	۲۴۹۰	۰.۱۳	۰.۲۳



با توجه به جدول ۲ می‌توان گفت بارش پاییزه همبستگی معنی‌داری با آورد دوره گرم سال در سد دز ندارد و بارش در ایستگاه کشور در زمستان مناسب‌ترین پارامتر جهت پیش‌بینی آورد فروردین تا مرداد می‌باشد.



شکل ۵- خصوصیات بارش در ایستگاه بروجرد (الف) سری زمانب بارش سالانه (ب) توزیع ماهانه بارندگی

– ارتباط با شاخص‌های اقلیمی

به منظور پی بردن به ارتباط آورد با از شاخص‌های اقلیمی، از شاخص‌های متداول ۱۶ گانه ای که به صورت ماهیانه بهنگام رسانی می‌شوند و نیز جهت پیش‌بینی آورد مناسب می‌باشند استفاده شده است. شاخص‌های SOI، MEI، NINO1+2، NINO3، NINO4، NINO3.4، BEST، و ONI از شاخص‌های معرف پدیده ENSO می‌باشند که در محاسبه آنها از مولفه‌های جوی و اقیانوسی متفاوتی استفاده شده است. NAO و PDO شاخص‌های پدیده‌های نوسانات اطلس شمالی و نوسانات دهه‌ای اقیانوس آرام می‌باشند. TNA، TSA، و AMO نیز بیانگر تغییرات دمای ماهانه سطح آب در اقیانوس اطلس در محدوده‌های مشخص شده می‌باشند. (TNA: 5.5-23.5N, 15-57.5W و TSA: Eq-20S, 10E-30W). NOI بر اساس تغییرات فشار سطح آب در بالای اقیانوس آرام (North Pacific High) و نزدیک داروین استرالیا، WHWP بیانگر تغییرات دمای سطح آب نسبت به میانگین در اقیانوس آرام و غرب اقیانوس اطلس و AO بیان‌کننده مولفه‌ی اصلی حاصل از تحلیل توابع متعامد تغییرات ماهانه ارتفاع 1000hpa در نیمکره شمالی و یا 700hpa در نیمکره جنوبی می‌باشد. در جدول ۳ ضرایب همبستگی آورد دوره فروردین تا مرداد (آوریل تا آگوست) و مقادیر میانگین فصلی این شاخص‌ها در زمستان (JFM)، پاییز (OND) و تابستان (JAS) نشان داده شده است.

جدول ۳- شاخص‌های اقلیمی در نظر گرفته شده در این مطالعه به همراه ضرایب همبستگی مقادیر فصلی آن‌ها با آورد فروردین تا مرداد سد دز

ضریب همبستگی با آورد فروردین تا مرداد (AMJJA)			عنوان کامل	شاخص
JFM	OND	JAS		
۰.۲۷	۰.۴۶	۰.۳۸	Pacific Decadal Oscillation	PDO
-۰.۵۰	-۰.۵۶	-۰.۳۰	Southern Oscillation Index	SOI
۰.۰۷	-۰.۰۸	۰.۱۸	North Atlantic Oscillation	NAO
-۰.۰۵	-۰.۲۳	-۰.۲۶	Atlantic multidecadal Oscillation	AMO
۰.۱۶	۰.۰۹	۰.۰۹	Arctic Oscillation	AO
۰.۵۴	۰.۵۰	۰.۴۰	Multivariate ENSO Index	MEI
۰.۱۷	-۰.۰۵	-۰.۱۵	Tropical Northern Atlantic Index	TNA
-۰.۲۳	-۰.۳۳	-۰.۴۱	Tropical Southern Atlantic Index	TSA
۰.۲۷	۰.۰۵	-۰.۰۶	Western Hemisphere warm pool	WHWP
۰.۵۱	۰.۴۷	۰.۴۳	Oceanic Nino Index	ONI
-۰.۴۱	-۰.۴۸	-۰.۳۳	Northern Oscillation Index	NOI
۰.۵۲	۰.۵۱	۰.۳۷	Bivariate ENSO Timeseries	BEST
۰.۳۷	۰.۳۶	۰.۲۱	Extreme Eastern Tropical Pacific SST (0-10S, 90W-80W)	NINO1+2
۰.۴۷	۰.۴۳	۰.۳۷	Eastern Tropical Pacific SST (5N-5S, 150W-90W)	NINO3
۰.۵۱	۰.۴۵	۰.۴۳	East Central Tropical Pacific SST (5N-5S)(170-120W)	NINO3.4
۰.۵۰	۰.۴۳	۰.۴۱	Central Tropical Pacific SST (5N-5S) (160E-150W)	NINO4

با توجه به ضرایب همبستگی میان شاخص‌ها و حجم آورد می‌توان گفت شاخص‌های پدیده انسو همبستگی معنی‌داری با آورد فروردین تا مرداد داشته و از این میان شاخص پاییزه SOI بیشترین همبستگی را با حجم آورد نشان داده است. به علاوه می‌توان شاخص پاییزه PDO و ONI را به



عنوان پارامترهای پیش بینی کننده در نظر گرفت. تحلیل همبستگی نشان داده است که پدیده نوسانات اطلس شمالی ارتباط آماری معنی داری با تغییرات آورد سد دز ندارد.

۶. نتیجه گیری

هدف این تحقیق شناسایی متغیرهای اقیانوسی-جوی در کنار متغیرهای هواشناختی اندازه گیری شده در حوزه آبریز سد دز، جهت پیش بینی حجم آورد به این سد از آوریل تا آگوست (فروردین تا مرداد) در ابتدای آوریل و با تاخیر زمانی ۳ و ۶ ماهه می باشد. اندازه گیری های زمینی و به صورت نقطه ای که در پیش بینی های سنتی به کار برده می شوند با تاخیر به روز رسانی شده و در برخی حوزه ها پوشش کافی را نداشته، ناقص بوده و یا حتی به طور کلی در دسترس نمی باشد. مزیت استفاده از شاخص های اقلیمی این است که به صورت ماهانه به هنگام رسانی می شوند، پوشش جهانی داشته و بدون نقص و به روز رسانی شده در دسترس می باشند. به علاوه می توان گفت تغییرات در اندازه گیری های متغیرهای هواشناختی و هیدرومتری در حوزه متأثر از تغییرات قبلی شرایط جو می باشد و از اینرو می توان انتظار پیش بینی با تاخیر زمانی بیشتر (Longer Lead Time) را با بکارگیری از این اطلاعات داشت. در حوزه آبریز دز که بارندگی زمستانه حدود نیمی از بارش سالانه را شامل می شود، با توجه به مرتفع بودن حوزه، نقش فاکتور برف در پیش بینی بسیار مهم می باشد. نقص اطلاعات برفسنجی قابل دسترس در منطقه به علت نبود یک شبکه برفسنجی باعث شده تا در این مطالعه به شناسایی متغیرهای جوی و اقیانوسی دیگر که ارتباط با آورد دز دارند پرداخته شود. با توجه به تحلیل همبستگی انجام شده مشخص گردید که آورد سال گذشته و نیز آورد فصلی همبستگی معنی داری با آورد آوریل تا آگوست ندارد. همینطور مشخص شد بارش زمستانه در ایستگاه های بارانسنجی همبستگی معنی داری با آورد دارد. با بررسی سیگنالهای اقلیمی مشخص شد که شاخص های پدیده ENSO ارتباط معنی داری با آورد داشته و شاخص PDO پایزه نیز می تواند متغیر مناسبی در پیش بینی آورد به سد دز در فصل گرم باشد. اما پدیده NAO ارتباط آماری با آورد سد دز نشان نداده است.

۷. قدردانی

از سازمان آب و برق خوزستان جهت همکاری و پشتیبانی مالی از این مطالعه و نیز کارشناسان دفتر مطالعات آب و محیط زیست شریف مخصوصاً آقای مهندس شادزاد برای راهنمایی و خانم مهندس گلپایگانی برای همکاری مفیدشان تشکر می شود.

۸. مراجع

1. Tyrel L. Soukup, T. L., Aziz, O. A. and Tootle, G. L., (2009), "Long lead-time streamflow forecasting of the North Platte River incorporating oceanic-atmospheric climate variability", Journal of Hydrology, 368, pp. 131-142.
2. Sveinsson, G. B., Lall, U., Fortin, V., Perrault, L., Gaudet, J., Zabiak, S. and Kushnir, Y. (2008), "Forecast Spring Reservoir in churchill falls basin in Quebec, Canada", Journal of Hydraulologic Eng., pp. 426-436.
3. Tootle, G.A. and Piechota, T.C. (2004), "Evaluation of Climate Factors to Forecast Streamflow to the Upper Truckee River", Journal of Nevada Water Resource Association, Vol.1, No.1, pp. 7-11.
4. Barlow, M., Cullen, H. and Lyon, B. (2002), "Drought in Central and Southwest Asia: La Nian, the warm Pool, and Indian Ocean Precipitation", Journal of Climate, Vol. 15, No. 7, pp. 697-700.
5. Cullen, M. H., Kaplan, A., Arkin, P. A. and Demenocal, P. B. (2002), "Impact of the North Atlantic Oscillation on Middle Eastern Climate and Streamflow", Climatic Change, 55, pp. 315-338.
6. Pagano, T. C., Mahani, S., Nazemosadat, M. J. and Sorooshian, S. (2003), "Review of middle eastern hydroclimatology and seasonal teleconnections", Iranian Journal of Science and Technology, Vol.27, No.B1, pp. 96-109.
7. Nazemosadat, M. J. (1999), "ENSO's impact on the occurrence of autumnal drought in Iran", Drought Network News, 2, pp. 15-18.
8. Nazemosadat, M. J. (2001), "Winter Drought in Iran: Associated with ENSO", Drought Network News, 1, pp. 10-13.
9. عاشوری، ح.، ابریشمچی، ا.، مرادخانی، ح. و تجریشی، م. (۱۳۸۷)، "بررسی تاثیر پدیده های النینو نوسانات جنوبی و نوسانات ده ساله اقیانوس آرام بر حجم جریان ورودی به سد زاینده رود"، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.