

پیش بینی بلند مدت جریان رودخانه دز به کمک تغییرات دمای سطح آب

محمود عظیمی، کارشناس ارشد عمران آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف*
مسعود تجربی، دانشیار گروه مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف
احمد ابریشمی، استاد گروه مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف
*تلفن نویسنده اصلی: ۰۹۱۲۴۵۲۳۸۳۴ پست الکترونیکی: azimi@alum.sharif.edu

چکیده:

تحقیقات دهه‌های اخیر نشان داده است که تغییرات دمای سطح آب اقیانوس‌ها تاثیر بسزایی در نوسانات اقلیمی و شرایط آب و هوایی نقاط مختلف جهان داشته و در نظر گرفتن این تغییرات به عنوان متغیر پیش‌بینی‌کننده می‌تواند منجر به افزایش دقت و همچنین افزایش زمان تاخیر پیش‌بینی‌های هیدرولوژیکی شود. در این مطالعه ارتباط میان حجم آورد دوره گرم سال در سد دز و تغییرات دمای سطح آب در اقیانوس اطلس و آرام بررسی و معادله رگرسیونی بر پایه مولفه‌های اصلی جهت پیش‌بینی حجم آورد توسعه داده شده است. اندازه‌گیری‌های طولانی مدت موجود دمای سطح آب، امکان استفاده از حداکثر طول دوره آماری موجود (۵۱ سال) را به منظور پیش‌بینی داده است. نتایج نشان می‌دهد که با بکارگیری تغییرات دمای سطح آب می‌توان تا ۵۵ درصد تغییرات حجم آورد را با خطای نسبی ۲۶ درصد در ابتدای فروردین پیش‌بینی نمود.

کلید واژه‌ها: پیش‌بینی جریان رودخانه، دمای سطح آب، رگرسیون بر پایه مولفه‌های اصلی، سد دز

۱- مقدمه

جنوب غرب ایران با توجه به رودخانه‌های پر آبی که از دامنه غربی زاگرس سرچشمه می‌گیرند، از نظر تولید نیروی برقایی و نیز تامین آب کشاورزی، شرب و انتقال آب بین حوزه‌ای؛ منطقه‌ای حساس و استراتژیک محسوب می‌گردد. نقص و یا نبود داده‌های هواشناسی و برف‌سنجی در این منطقه اهمیت شناسایی شاخص‌های اقلیمی بلند مقیاس و نیز شاخص‌های اقلیمی منطقه‌ای نظیر دمای سطح آب را بیشتر نموده است.

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

جهان متداول شده است [Diro et al. 2008; Maeng et al. 2007].

از زمانی که مشخص شد امکان تعیین رابطه معنی دار میان شاخص های اقلیمی؛ همزمان و یا با تاخیر زمانی به منظور پیش بینی جریان رودخانه وجود دارد، توجه بسیاری از محققان روی پیش بینی جریان معطوف شده است. Tootle et al. (2008) به بررسی ارتباط تغییرات دمای سطح آب اقیانوس آرام و اطلس در فصل های بهار و تابستان و آورد رودخانه کلمبیا پرداخته و دریافتند که در مقایسه با شاخص های ENSO، همبستگی بالایی میان روند تغییرات دمایی اقیانوس و حجم آورد وجود دارد که می تواند دقت پیش بینی را دقیقتر نماید. همچنین Sokoup et al. (2009) جهت پیش بینی آورد رودخانه North Platte در امریکا علاوه بر بکارگیری شاخص های ENSO، PDO و MJO با استفاده از داده های دمای سطح آب اقیانوس آرام و اطلس و ارتفاع فشار 500 mbar و یافتن مناطق موثر، دقت پیش بینی را افزایش داده اند. در خاورمیانه، نتایج تحقیقات Barlow et al. (2002) نشانگر ارتباط میان وقوع فاز سرد ENSO (لانینا) و خشکسالی های سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ بوده است. Pagano et al. (2003) با بررسی مطالعات انجام شده در زمینه ارتباط اقلیم خاورمیانه و پدیده های فصلی دوربرد، به تمایل وقوع ترسالی (خشکسالی) در شرایط النینو (لانینا) و نیز تقارن هوای گرم و خشک این منطقه با فاز منفی NAO و بالعکس اشاره کرده است.

در ایران نیز مطالعات مختلفی در مورد تاثیر سیگنال های اقلیمی متداول روی اقلیم مناطق مختلف و نیز بکارگیری از این ارتباطات در پیش بینی ها انجام شده است. در این میان استفاده از همبستگی میان شاخص های اقیانوسی و جوی منطقه ای و آورد، بیشتر در پیش بینی بارش در مناطق غربی زاگرس متداول بوده که می توان به بررسی تاثیر دمای سطح آب خلیج فارس بر بارندگی جنوب ایران [Nazemossadat 1998] و نیز پیش بینی بارندگی و وضعیت ترسالی و خشکسالی در این منطقه به کمک متغیرهای مختلف نظیر فشار و دمای سطح آب در پهنه های آبی مجاور اشاره نمود [Karamouz et al. 2008].

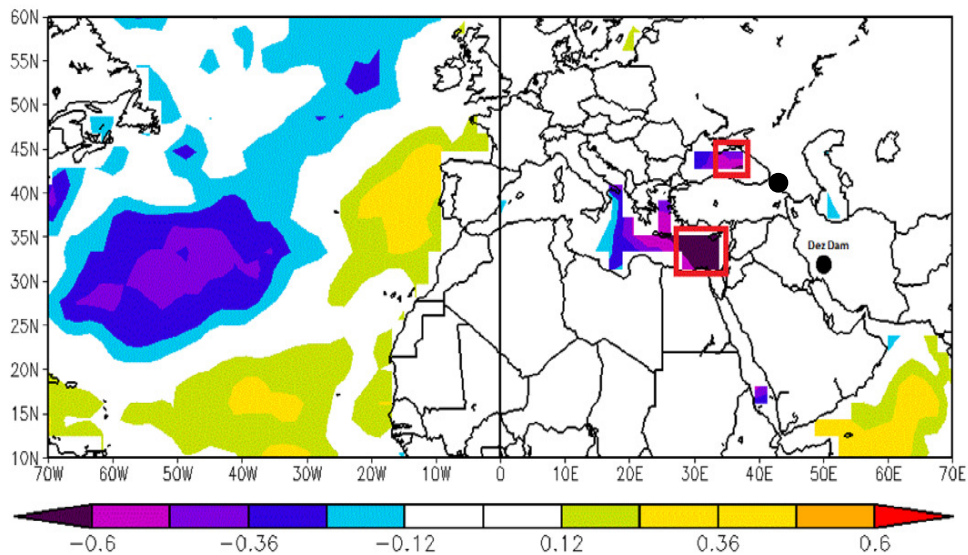
رودخانه دز دومین رودخانه پر آب ایران می باشد. پیش بینی آورد ورودی به سد دز با توجه به تولید نیروی برقابی حدود ۵۲۰ مگاوات در سال و نیز آبیاری ۱۲۵ هزار هکتار اراضی کشاورزی پایین دست، همچنین تامین آب آشامیدنی شهرهای مهم اطراف و انتقال آب بین حوزه ای اهمیت اقتصادی و اجتماعی زیادی دارد. آگاهی از حجم آورد ورودی به سد دز در دوره گرم سال می تواند در برنامه ریزی و مدیریت بهتر بهره برداری از مخزن موثر باشد.

عظیمی و همکاران در سال ۱۳۸۹ معادلات پیش بینی حجم آورد دز را تدوین نمودند. در این مطالعات از اطلاعات ایستگاه های بارانسنجی و همچنین شاخص های اقلیمی SOI، PDO و NAO به عنوان پیش بینی کننده استفاده شده که کوتاه بودن طول دوره آماری داده های بارانسنجی و همچنین نبود اطلاعات برفسنجی مناسب در این حوزه دقت معادلات پیش بینی را کاهش داده است. Tajrishy et al. (2010) جهت برطرف نمودن این ضعف، مناطقی از اقیانوس اطلس شمالی و همچنین پهنه های آبی مجاور که همبستگی بالایی با تغییرات آورد دارند را شناسایی و به عنوان پیش بینی کننده مناسب ارائه نموده اند. ایشان همچنین با بررسی ارتباط آماری میان حجم آورد و شاخص های اقلیمی متداول نشان دادند که شاخص های پدیده انسو همبستگی فصلی بالایی با تغییرات آورد در مقایسه با دیگر شاخص ها دارند.

در این مقاله از دو روش متفاوت جهت پیش بینی آورد سد دز بر اساس ارتباط میان حجم آورد دوره گرم سال سد دز و تغییرات دمای سطح آب استفاده شده است. با توجه به اینکه اطلاعات دمای سطح آب به صورت طولانی مدت در دسترس می باشند، از حداکثر طول آماری موجود استفاده شده است (۵۱ سال).

از شاخص Nino3.4 به عنوان شاخص پدیده انسو و نمایانگر تغییرات دمای سطح آب اقیانوس آرام استفاده شده است؛ چرا که مطالعات پیشین همبستگی معنی دار این شاخص با تغییرات آورد ورودی به سد دز را نشان داده است [Tajrishy et al. 2010]. به علاوه پیش بینی های طولانی مدت مقادیر این شاخص موجود بوده که در یکی از روش های پیش بینی در این مقاله از آن استفاده شده است.

علاوه بر تغییرات دمای سطح آب اقیانوس آرام، با توجه به اینکه بارندگی در حوزه آبریز دز ناشی از فعالیت سیستم های باران زای متأثر از تغییرات دمای سطح آب دریای سرخ، خلیج فارس، دریای سیاه، دریای مدیترانه و اقیانوس اطلس شمالی می باشد؛ از نتایج مطالعات (Tajrishy et al. 2010) استفاده کرده و از تغییرات دمای سطح آب مدیترانه شرقی به عنوان مناسب ترین ناحیه به عنوان دیگر شاخص پیش بینی استفاده شده است. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، ضریب همبستگی میان آورد دوره گرم سال در حوزه دز و دمای سطح آب مدیترانه شرقی بسیار بیشتر از دیگر پهنه های آبی می باشد.



شکل ۱- نقشه همبستگی دمای سطح آب زمستان و حجم آورد ورودی دوره گرم سال به سد دز

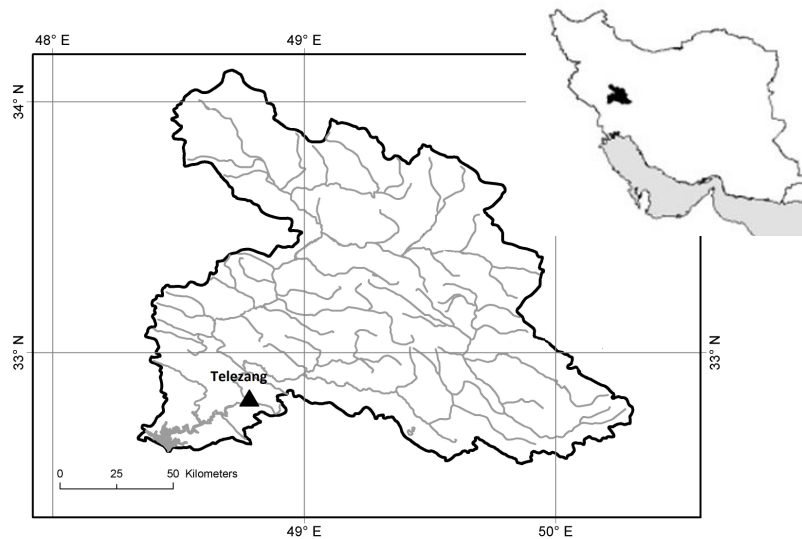
(تهیه شده از NOAA <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation>)

در ادامه، پس از بررسی داده های استفاده شده در این مطالعه، ارتباط میان حجم آورد دوره گرم سال به سد دز و شاخص های Nino3.4 و همچنین دمای سطح آب مدیترانه شرقی (SST) در دوره سرد سال بررسی شده و با طبقه بندی وضعیت آورد با توجه به فازهای سرد و گرم این دو شاخص، وضعیت آورد به سد دز پیش بینی شده است. در بخش بعد به کمک یک روش آماری، حجم آورد دوره گرم سال در سد دز به کمک شاخص زمستانه دمای سطح آب مدیترانه شرقی و همچنین پیش بینی های شاخص تابستانه Nino3.4 پیش بینی و صحت سنجی شده است.

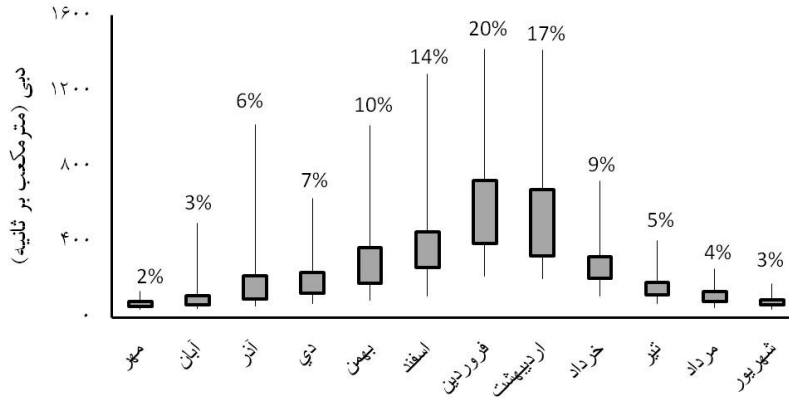
۲- داده‌ها

داده‌های هیدرومتری استفاده شده در این تحقیق در دوره آماری ۵۱ ساله از سال آبی ۱۳۳۶ تا ۱۳۸۶ شامل حجم آورد ورودی به سد دز در ایستگاه تله زنگ، شاخص اقلیمی Nino3.4 و دمای سطح آب مدیترانه شرقی به صورت ماهانه می‌باشد. داده‌های هیدرومتری از سازمان آب و برق خوزستان، مقادیر شاخص Nino3.4 از مرکز اقلیم-شناسی (<http://www.cdc.noaa.gov>) و مقادیر دمای سطح آب از اطلاعات پروژه آنالیز مجدد NCEP/NCAR، (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/timeseries/timeseries1.pl>) استخراج شده اند. به علاوه پیش بینی‌های دمای سطح آب در ناحیه Nino3.4 از سایت مرکز جهانی مطالعات اقلیم شناسی (<http://portal.iri.columbia.edu>) استخراج گردیده است.

در شکل ۲ موقعیت حوزه آبریز سد دز در کشور و ایستگاه هیدرومتری تله زنگ واقع در این حوزه مشاهده می‌شود. شکل ۳ نوسانات و توزیع ماهیانه حجم آورد ورودی به سد دز را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است، جریان فصل گرم در حدود ۵۸ درصد جریان سالیانه را تشکیل می‌دهد.



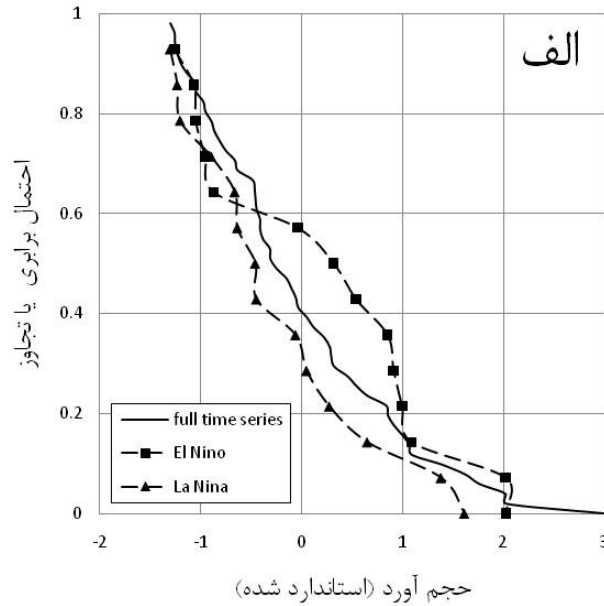
شکل ۲- حوزه آبریز سد دز، موقعیت دریاچه دز و ایستگاه تله زنگ

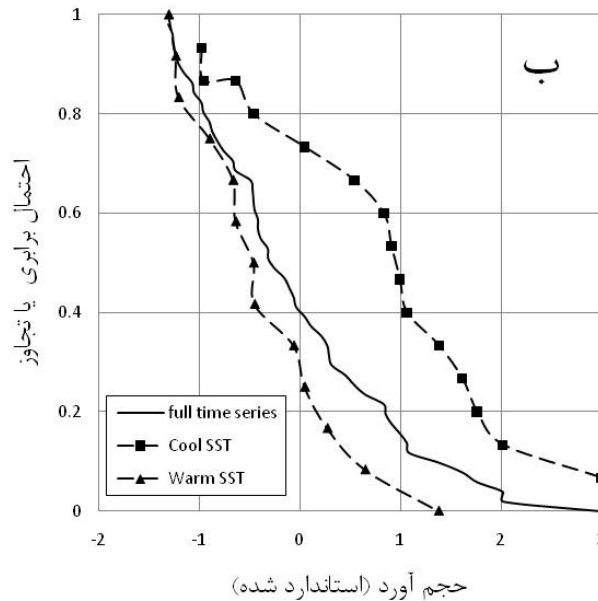


شکل ۳- نوسانات و توزیع ماهانه حجم جریان ورودی به سد دز

۳- ارتباط میان دمای سطح آب اقیانوس ها و آورد سد دز

جهت بررسی ارتباط میان فازهای سرد و گرم انسو و دمای سطح آب دریای مدیترانه و ورودی به مخزن سد دز تابع احتمال تجاوز مقادیر استاندارد شده حجم آورد در حالات مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است وقوع ال نینو و همچنین فاز سرد SST مدیترانه همزمان با افزایش احتمال ترسالی بوده (و بالعکس) که در این میان تاثیر تغییرات دمای سطح آب مدیترانه محسوس تر می باشد. این امر نشان دهنده تاثیر بیشتر تغییرات دمای سطح آب منطقه ای روی بارش و رواناب در مقایسه با شاخص های دوربرد نظیر ENSO می باشد.





شکل ۴- توزیع احتمال تجاوز حجم آورد در دوره گرم سال

الف) تاثیر فازهای مختلف انسو ب) تاثیر دمای سطح آب مدیترانه

جهت تعیین الگوی حجم جریان با توجه به فازهای مثبت و منفی، شاخص‌های مورد بررسی از ترکیب حالت‌های مختلف و نیز بررسی شرایط حجم آورد در طول سال‌های آماری استفاده شده است. برای این منظور با توجه به آورد مشاهداتی در طول ۳۵ سال ابتدایی دوره آماری، احتمال وقوع شرایط مختلف شامل سالهای ترسالی، خشکسالی و سال نرمال بدست آمده است (جدول ۱). به منظور بررسی میزان دقت و اطمینان پذیری این روش، نتایج بدست آمده در مورد سالهای آبی ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۶ صحت سنجی شده که نتایج آن در جدول ۲ مشاهده می‌شود. در این جدول احتمال وقوع شرایط مختلف با توجه به مشاهدات دمای سطح آب و همچنین نتایج جدول ۱، به همراه شرایط مشاهده شده جریان در هر سال نشان داده شده است.

همانطور که مشخص است، با استفاده از این روش مقدار عددی آورد پیش‌بینی نمی‌شود؛ اما بصورت کلی می‌توان گفت که در طول ۱۶ سال، شاهد پیش‌بینی بسیار خوب شرایط نرمال توسط این مدل می‌باشیم. در حالی که این روش شرایط حدی را به خوبی پیش‌بینی نمی‌کند.

جدول ۱- تعداد سالها و احتمال شرطی جریان رودخانه درفازهای سرد و گرم دمای سطح آب با توجه به الگوی جریان مشاهده شده (۱۳۳۶ تا ۱۳۷۰)

انسو			النیو			خنثی			لا نینا		
دمای سطح آب			سرد	نرمال	گرم	سرد	نرمال	گرم	سرد	نرمال	گرم
احتمال خشکسالی حجم آورد > ۳۲۷۵MCM			۲۵٪ ۱سال	۷۵٪ ۳سال	۱۰۰٪ ۱سال	۲۰٪ ۱سال	۲۹٪ ۲سال	۲۵٪ ۱سال	۰٪ ۰سال	۲۰٪ ۱سال	۳۳٪ ۰سال
احتمال سال نرمال			۲۵٪ ۱سال	۰٪ ۰سال	۰٪ ۰سال	۲۰٪ ۱سال	۷۱٪ ۵سال	۷۵٪ ۳سال	۶۰٪ ۳سال	۸۰٪ ۴سال	۳۳٪ ۰سال
احتمال ترسالی حجم آورد < ۵۸۶۸MCM			۵۰٪ ۲سال	۲۵٪ ۱سال	۰٪ ۰سال	۶۰٪ ۳سال	۰٪ ۰سال	۰٪ ۰سال	۴۰٪ ۲سال	۰٪ ۰سال	۳۳٪ ۰سال

جدول ۲- پیش بینی مشروط الگوی جریان و وضعیت مشاهداتی (۱۳۷۱ تا ۱۳۸۶)

وضعیت آورد مشاهده شده	احتمال شرطی			سال آبی
	ترسالی	سال نرمال	خشکسالی	
سال تر	۵۰	۲۵	۲۵	۱۳۷۱
سال تر	۶۰	۲۰	۲۰	۱۳۷۲
سال نرمال	۰	۷۱	۲۹	۱۳۷۳
سال نرمال	۲۵	۰	۷۵	۱۳۷۴
سال تر	۰	۸۰	۲۰	۱۳۷۵
سال نرمال	-	۷۵	۲۵	۱۳۷۶
سال تر	۲۵	۰	۷۵	۱۳۷۷
سال خشک	۳۳	۳۳	۳۳	۱۳۷۸
سال خشک	۳۳	۳۳	۳۳	۱۳۷۹
سال خشک	۳۳	۳۳	۳۳	۱۳۸۰
سال نرمال	۰	۷۵	۲۵	۱۳۸۱
سال نرمال	۰	۰	۱۰۰	۱۳۸۲
سال نرمال	۰	۷۱	۲۹	۱۳۸۳
سال نرمال	۰	۷۵	۲۵	۱۳۸۴
سال نرمال	-	۷۱	۲۹	۱۳۸۵
سال تر	۰	۰	۱۰۰	۱۳۸۶

۴- دمای سطح آب و پیش بینی بلند مدت جریان

روش دیگری که در این مطالعه از آن استفاده شده است، تدوین معادله رگرسیون خطی بر اساس رابطه خطی موجود میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل می باشد. با توجه به همبستگی معنی دار آورد دوره گرم سال و آورد دوره سرد سال به سد دز و همچنین همبستگی معنی دار آورد دوره گرم سال با شاخص همزمان Nino3.4 (دوره گرم سال) از این شاخص ها به همراه تغییرات دمای سطح آب مدیترانه در دوره سرد سال به عنوان متغیر پیش بینی کننده استفاده شده است. جهت تدوین معادله پیش بینی از رگرسیون چند متغیره خطی که یک روش ساده و بسیار کاربردی می باشد استفاده شده است. شکل کلی معادله رگرسیونی به صورت زیر است که در آن y_i متغیر وابسته (حجم آورد فروردین تا شهریور)، $X_{i,n}$ متغیر مستقل، b_k ضرایب رگرسیونی و e_i خطای مدل رگرسیونی می باشند.

$$y_i = b_0 + b_1x_{i,1} + b_2x_{i,2} + \dots + b_kx_{i,k} + e_i \quad i = 1 \text{ to } N \quad (1)$$

مهمترین فرضیه معادلات رگرسیونی عدم وجود رابطه خطی میان متغیرهای پیش بینی کننده است. این امر می تواند باعث افزایش خطا در محاسبه ضرایب رگرسیونی و تخمین مشخصات مدل شود. با توجه به وجود همخطی میان متغیرهای پیش بینی کننده، در این مطالعه از روش مولفه های اصلی جهت برطرف کردن آن استفاده شده است. رگرسیون برپایه مولفه های اصلی در واقع یک روش آماری است که در آن یک سری متغیر وابسته به یک سری متغیر مستقل تبدیل می شوند.

معادله رگرسیونی تدوین شده به همراه معیارهای آماری صحت سنجی در جدول ۳ نشان داده شده است. در این مدل، سال های ۱۳۳۶ تا ۱۳۷۰ به عنوان دوره کالیبراسیون و سال های ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۶ به عنوان دوره صحت سنجی در نظر گرفته شده است.

جدول ۳- معادله رگرسیونی و شاخص های صحت سنجی مدل

صحت سنجی				مدل رگرسیونی
bias	MAPE (%)	RMES	R ²	
-۶۸۴	۰.۲۶	۱۵۸۰	۰.۵۵	$Y = 2560 + .59 * X_1 - 751 * X_2 + 247 * X_3$

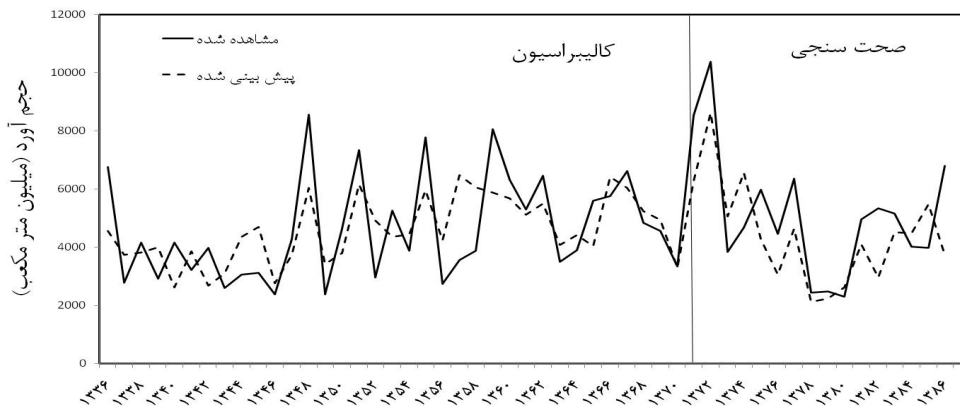
X₂: مقادیر استاندارد شده دمای سطح آب مدیترانه در مهر تا اسفند (N_{3۱.۴-۳۵.۲} و E_{۲۸.۱-۳۳.۸})

Y: حجم آورد فروردین تا شهریور در ایستگاه تله زنگ

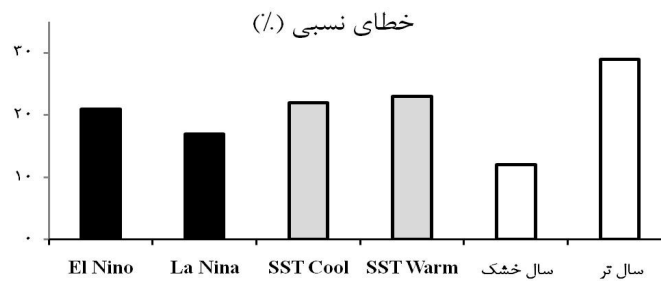
X₃: مقادیر پیش بینی شاخص Nino_{۳.۴} در فروردین تا شهریور

X₁: حجم آورد مهر تا اسفند در ایستگاه تله زنگ

در شکل ۵، سری زمانی مقادیر حجم جریان پیش بینی شده و مشاهده شده مقایسه و نشان داده شده است. در شکل ۶ نیز خطای نسبی مدل اندازه گیری در سال های مختلف تفکیک و ارائه شده است. همانطور که مشاهده می شود، خطای مدل در سال های خشک کمتر از سال های تر می باشد. به علاوه، شکل ۶ نشان می دهد که خطای مدل در فازهای گرم و سرد انسو و نیز SST تفاوت چندانی ندارد. این امر نشان می دهد که بکارگیری آمار طولانی مدت نتیجه مطلوبتری دارد چرا که نتایج مطالعات پیشین (که طول دوره آماری کمتری داشته اند) اشاره بر تفاوت خطای مدل بر در سال های ال نینو و لائینا داشته است.



شکل ۵- مقایسه مقادیر آورد پیش بینی شده در مقابل آورد مشاهداتی



شکل ۶- خطای نسبی مدل در شرایط مختلف

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

هدف این تحقیق بررسی ارتباط میان تغییرات دمای سطح آب و آورد حوزه آبریز سد دز و مشخص شدن توانایی این متغیر در پیش بینی حجم آورد بوده است. اندازه گیری های زمینی و به صورت نقطه ای که در پیش بینی های سنتی بکار 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 متغیرهای چرخه جو (Atmospheric Circulation Variables) مانند متغیرهایی که در پروژه آنالیز مجدد NCEP/NCAR (NCEP/NCAR Reanalysis Project) به صورت ماهانه به هنگام رسانی می شوند، این است که پوشش جهانی داشته و بدون نقص و به روز رسانی شده در دسترس عموم می باشند. به علاوه می توان گفت تغییرات در اندازه گیری متغیرهای هواشناسی و هیدرومتری در حوزه متاثر از تغییرات قبلی شرایط جو بوده و از اینرو می توان انتظار پیش بینی با تاخیر زمانی بیشتر را با بکارگیری از این اطلاعات داشت.

در این مطالعه از تغییرات دمای سطح آب در اقیانوس آرام به عنوان متغیر دوربرد (شاخص Nino3.4) و همچنین دریای مدیترانه به عنوان متغیر منطقه ای استفاده شده است. نتایج نشان داد که تغییرات هیدرولوژیکی منطقه بیشتر متاثر از تغییرات مولفه های جوی- اقیانوسی منطقه ای می باشد. نتایج پیش بینی به دو صورت ارائه شده است؛ نتایج پیش بینی شرطی که الگوی جریان را پیش بینی می کند نشان داده است که این روش توانایی پیش بینی شرایط حدی را ندارد. همچنین نتایج

صحت‌سنجی معادله رگرسیونی که مقدار عددی حجم جریان در دوره گرم سال را پیش‌بینی می‌نماید نشان داده است که خطای معادله توسعه داده شده در سالهای خشک بسیار کمتر از دیگر سال‌ها می‌باشد. معادله توسعه داده شده با بکارگیری بیشترین طول دوره آماری ممکن (۵۱ سال) نشان داده است که با استفاده از این مدل می‌توان تا ۵۵ درصد تغییرات حجم آورد را پیش‌بینی نمود. خطای مدل به صورت میانگین در طول دوره صحت‌سنجی ۲۶ درصد بوده است.

۶- 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 می‌شود.

۷- مراجع

- [1] Maeng, K. K., Yeon, H. K. and Woo, S. L. (2007). "Seasonal prediction of Korean regional climate from preceding large-scale climate indices", *International Journal of Climatology*, 27, pp. 925-934.
- [2] Diro, G. T., Black, E. and Grimes, D. I. F. (2008). "Seasonal forecasting of Ethiopian rains", *Meteorological Applications*, 15, pp. 73-83.
- [3] Tootle, G. A., Piechota, T. C. and Gutiérrez, F. (2008). "The Relationship between Pacific and Atlantic Ocean Sea Surface Temperature and Colombian Streamflow variability", *Journal of Hydrology*, 349, pp. 268-276.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [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. (1998). "Persian Gulf Sea Surface Temperature as a Drought Diagnostic for Southern Iran", *Drought Network News*, 3, pp. 10-12.
- [8] Karamouz, m., Razavi, S. and Araghinejad, S. (2008). "Long-lead seasonal rainfall forecasting using time-delay recurrent neural networks: a case study", *Hydrological Processes*, 22, pp. 229-241.
- [۹] عظیمی، م.، تجریشی، م. و ابریشم چی، ا. (۱۳۸۹). "پیش‌بینی آورد سد دز به کمک سیگنال‌های بزرگ مقیاس اقلیمی"، نهمین کنفرانس هیدرولیک ایران.
- [10] Tajrishy, M., Azimi, M., Abrishamchi, A., (2010). "Recognition of Effective Climate Variables on Dez Dam Inflow", AGU fall meeting.