



شناسایی متغیرهای اقلیمی تاثیرگذار بر بارش فصلی (مطالعه موردی: حوضه سد بوکان)

راضیه ترقی دلگرم^{*}، دانشجوی کارشناسی ارشد عمران آب، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف
مسعود تحریشی، استاد گروه مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف

*تلفن نویسنده اصلی: ۰۹۱۲-۶۸۶۱۵۰۷ پست الکترونیکی: razieh.taraghi@gmail.com

چکیده

حوضه سد بوکان در بالادست حوزه آبریز دریاچه ارومیه قرار گرفته شده است. از نقطه نظر منابع آب و محیط زیست یکی از مناطق مهم کشور به حساب می آید و پیش بینی بارندگی آن کمک زیادی در برنامه ریزی منابع آب مخصوصاً در دوره های خشکسالی به منظور محاسبه حجم رواناب خروجی از سد و رهاسازی به منظور احیای دریاچه ارومیه می کند. بیشترین بارندگی به ترتیب در فصول زمستان، بهار، پاییز به وقوع می پیوندد. بررسی هاشان می دهد که پدیده های ارتباط از دور (Teleconnections Patterns) بر میزان نزولات جوی نقش تعیین کننده ای دارند. از میان ایستگاه های بارندگی، تعداد ۱۳ ایستگاه که آمار بارندگی آن قابل قبول بود انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. همبستگی میان میان شاخص ها به صورت ماهانه و تا ۱۲ ماه قبل از آغاز فصل بررسی شده است. به علاوه ارتباط دمای سطح آب دریای سرخ، خلیج فارس، دریای سیاه و مدیترانه نیز به دلیل اهمیت سامانه بارش زای سودانی و مدیترانه ای در بارش های حوضه و نیز تاثیر احتمالی دمای سطح آب این نواحی در انتقال رطوبت بررسی شده است. نتایج نشان دهنده همبستگی معنی دار میان شاخص های مختلف پدیده انسو و بارش فصلی می باشد.

کلید واژه ها: شاخص های اقلیمی، بارندگی فصلی، سد بوکان

۱- مقدمه

سد بوکان که بر روی شاخه اصلی رودخانه زرینه رود (جیغاتوچای) در استان کردستان واقع شده است، در حوضه آبریز زرینه رود در شمال غرب کشور، در مختصات جغرافیایی ۳۲ دقیقه و ۴۶ درجه عرض شمالی قرار دارد. این حوضه به لحاظ مشخصه های توپوگرافی و هیدرولوژی از ۴ زیر حوضه جیغاتوچای، سقزچای و ساروق چای و خرخره



چای تقسیم شده است که جریان خروجی از آن ها وارد مخزن سد بوکان می شود. بارندگی این حوضه در درجه اول زمستانه و سپس بهاره و پاییزه است (به ترتیب ۴۱، ۳۶ و ۳۰ درصد از بارش سالانه).

۲- پیش زمینه

در دهه های اخیر پیش بینی بارش بر اساس شاخص های اقلیمی دوربرد (نظیر NAO و PDO) و نیز شاخص های منطقه ای موثر شاخص های منطقه ای موثر در بارندگی (نظیر SST, SLP و دیگر شاخص های جوی) در نقاط مختلف دنیا متداول شده است. از زمانی که مشخص شد امکان تعیین رابطه معنی دار بین شاخص های اقلیمی همزمان و یا با تأخیر با بارش فصلی وجود دارد، توجه بسیاری از محققان روی پیش بینی بارش معطوف شد. Mekanik et al (2013) به پیش بینی بلند مدت بارش بهاره در ویکتوریای استرالیا با استفاده از سیگنال های اقلیمی اقیانوس هند دوقطبی (IOD) و الینیو نوسانات جنوبی پرداختند. آن ها با استفاده از تکنیک شبکه عصبی و تجزیه تحلیل رگرسیون چند گانه به این نتیجه رسیدند که در نواحی مرکز و غرب ویکتوریا رگرسیون چند گانه و در نواحی شرق ویکتوریا روش شبکه عصبی نتایج بهتری را ارائه می دهد [۱]. Yadav et al (2013) نیز به بررسی ارتباط بین شاخص ENSO و بارش زمستانه در شمال و مرکز هند پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که تغییرات بارش فصلی درونسالی و بارش زمستانه در هند به شاخص ال نیو نوسانات جنوبی (ENSO) (بستگی دارد. Chalery و همکاران (۲۰۰۶) تاثیر نوسان اطلس شمالی NAO را روی الگوهای بارش باریادوس مطالعه کردند. در این مطالعه از داده های بارش ایستگاه های ساحلی جنوب شرق باریادوس در دوره آماری ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۴ استفاده شده است. نتایج تحقیق آنها نشان داد که NAO تاثیر مهمی در تغییرات بارش ماهانه منطقه در طول دوره های الینیو و لانینا دارد [۲]. در شکل گیری سیکل های هوایی و جبهه های بارانزا، دو فاکتور مهم تغییرات دمای سطح اقیانوس و جابجایی هوا در سطوح مختلف فشار در اتمسفر بسیار مهم می باشد. ارتباط بین دمای پهنه های اقیانوسی و بارش مناطق مختلف کره زمین، مورد توجه محققین زیادی بوده است. Rowell (۲۰۰۷) تاثیر دمای سطح آب دریای مدیترانه را بر روی بارش های فصلی منطقه ساحل، شامل کشور های واقع بر روی خط استوا در غرب افریقا را بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که در سال هایی که دمای سطح آب دریای مدیترانه نسبت به شرایط نرمال آن سردتر باشد، منطقه ساحل دارای شرایط خشک تر می باشد [۳]. Singh (۲۰۰۷) تاثیر نوسان های دمای سطح آب اقیانوس هند را بر روس بارش موسومی تابستانی هند بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که گرم شدن ناحیه ای دمای سطح آب اقیانوس هند، بارش موسومی را به طور اساسی روی جنوب و غرب هند و نیز بر روی اقیانوس هند افزایش می دهد [۴]. Tinh Dang Neuyen و همکاران (۲۰۰۷) ارتباط بین دمای سطح آب اقیانوس هند و آرام حاره ای را با بارش ماهانه روی ارتفاعات مرکزی ویتنام، با استفاده از روش توابع تجربی متعامد مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که تفاوت فصلی دمای سطح آب، نقش اساسی در آغاز فصل موسومی و جابه جایی الگوهای بارش هم رفتی منطقه همگرایی بین حاره ای دارد. آنها دریافتند که میزان ارتباط بین بارش و دمای سطح آب در هر دو اقیانوس از نظر اهمیت در طول فصل بارش متفاوت است، به طوری که در ماه آوریل، بارش های مناطق مرتفع ویتنام با پدیده انسو به شدت مرتبط است، در حالی که دمای سطح آب اقیانوس هند فقط با بارش های مناطق مرتفع شمالی ویتنام ارتباط دارد. در ماه می هیچ ارتباط مهمی بین بارش و دمای سطح آب اقیانوس ها وجود ندارد. در ماه ژوئن بارش های مناطق مرتفع به طور منفی با دمای سطح آب اقیانوس هند شمالی و دمای سطح آب اقیانوس آرام جنوبی مرتبط است. در ماه های ژوئیه تا سپتامبر هیچ ارتباط مهمی بین الگوهای بارش و دمای سطح آب اقیانوس هند وجود نداشته است. دمای سطح آب اقیانوس آرام در مناطق شرقی تا نواحی حاره ای مرکز آن، به طور مثبت با بارش منطقه کوچکی از شمال تا جنوب نواحی مرتفع همبستگی



دارد. در ماه اکبر بارش روی مناطق مرتفع ویتانم به طور قوی با ENSO به طور مثبت با دمای سطح آب شرق اقیانوس هند استوایی ارتباط دارد. در ماه نوامبر دمای سطح آب شمال غرب اقیانوس آرام، همانند دمای سطح آب شرق اقیانوس هند استوایی، به طور مثبت و قوی با بارش مناطق مرتفع ویتانم همبستگی دارد. آنالیزهای تأخیر زمانی نشان داده است که ارتباط بالقوهای بین دمای سطح آب اقیانوس آرام و الگوهای بارش ماهانه در طی فصل بارش از یک تا سه ماه پیش ایش و بین دمای سطح آب هند و بارش در ماه های اکبر و نوامبر از یک تا دو ماه پیشتر وجود دارد [۵].

Williams (۲۰۰۷) به بررسی ارتباط فرایندهای جوی اقیانوسی با مقادیر بارش های حداکثر روزانه را روی افریقای جنوبی پرداخته اند. آن ها در این مطالعه با استفاده از مجموعه داده های ماهواره ای بارش روزانه، این اهداف را دنبال کرده اند: بررسی الگوهای اصلی تغییرات بارش روی افریقای جنوبی، شناسایی زمان هایی که در این الگوها حداکثر بارش اتفاق می افتد و شناسایی موقعیت و تواتر نوسانهای دمای سطح آب مرتبط با مقادیر بارش های حداکثر در اقیانوس اطلس و جنوب غربی اقیانوس هند [۶]. در ایران نیز مطالعات مختلفی در مورد تاثیر سیگنان های اقلیمی متداول روی اقلیم مناطق مختلف و نیز به کارگیری این ارتباطات در پیش بینی بارش و آورد انجام شده است. در این میان می توان به مطالعات فلاح قاله‌ی (۱۳۹۰) [۷] در ارزیابی نقش تغییرات سیگنان های اقلیمی بر نوسان های بارش بهاره در استان خراسان رضوی و عظیمی و همکاران (۱۳۸۹) بر میزان آورد ورودی به سد دز و همچنین میزان بارندگی فصلی اشاره کرد [۸]. صداقت کردار و فتاحی (۱۳۸۷) مهمترین سیگنان های موثر در بارش های ایران را با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره مشخص کرده که شامل شاخص ENSO و NAO می باشد و با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی به پیش بینی بارش ۳ و ۶ ماه آینده پرداخته و به این نتیجه رسیده که در طی فاز گرم ENSO و فاز منفی NAO، شرایط ترسالی و طی فاز سرد ENSO و فاز مثبت NAO شرایط خشکسالی در ایران به وقوع می بینند [۹]. نظام السادات و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی ارتباط شاخص تابستانه SOI و شرایط ترسالی و خشکسالی نیم سال سرد سال به این نتیجه رسید که با وقوع ال نینو تابستانه، پیش بینی ترسالی پاییزه در بسیاری از نقاط کشور از سطح معنی داری ۹۵ درصد به بالا برخوردار است و احتمال وقوع ترسالی ۶ ماه سرد سال نیز افزایش می باید. در حالی که لانینای تابستانه تاثیر قابل توجهی بر خشکسالی ۶ ماه سرد سال ندارد [۱۰]. فاتحی مرج و مهدیان (۱۳۸۸) ار تباط بین پدیده ENSO را با بارش در حوضه دریاچه ارومیه بررسی و برای پیش بینی بارش پاییزه در دو ایستگاه تبریز و ارومیه از مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردن. نتایج آنها نشان داد که مدل غیر خطی با استفاده از شاخص های اقلیمی مورد استفاده، بارش پاییزه را با دقت بیشتری پیش بینی می کند [۱۱].

۳- مواد و روشها

داده های هواشناختی استفاده شده در این تحقیق شامل بارش ماهانه ایستگاه های بارانسنجی در دوره ۳۴ ساله، شاخص های اقلیمی متداول به صورت ماهانه می باشد. داده های دمای سطح آب دریای سرخ، دریای سیاه، خلیج فارس و دریای مدیترانه نیز به دلیل اهمیت سامانه های بارش زای سودانی و مدیترانه ای در بارش های حوضه و نیز تاثیر احتمالی دمای سطح آب این نواحی در انتقال رطوبت بررسی شده است. داده های مربوط به شاخص های اقلیمی از مرکز Climate Diagnostics Center (<http://cdc.noaa.gov>) استخراج شده اند. محدوده حوضه سد بوکان در شکل ۱، ایستگاه های بارانسنجی مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱ و لیست سیگنان ها هم در جدول ۲ مشخص شده است.



ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران

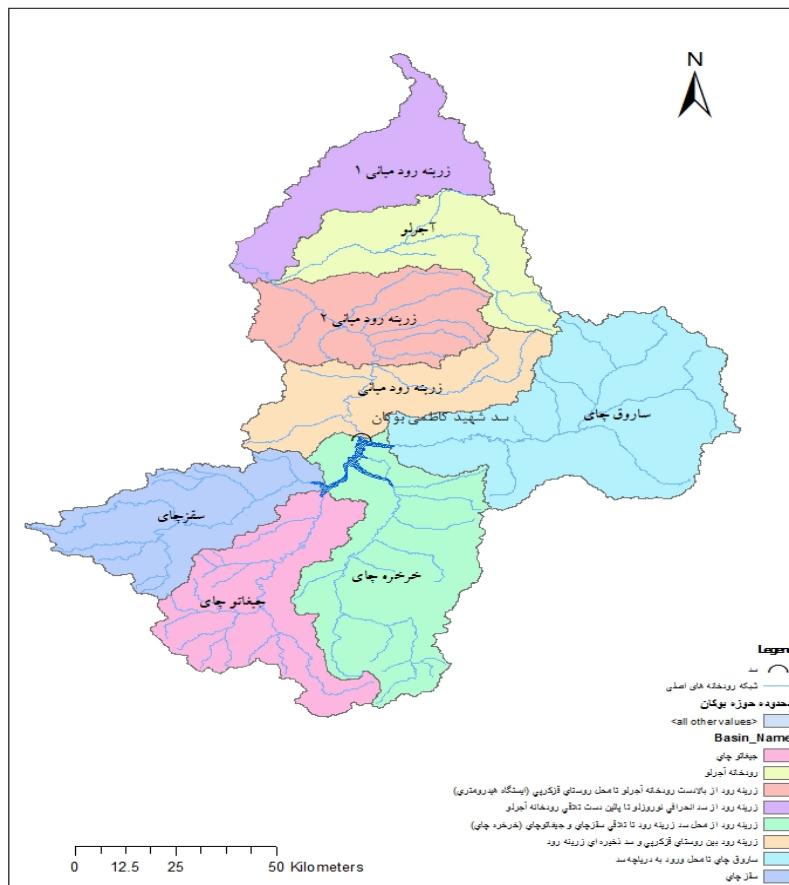
با رویکرد: پیوند اکولوژیکی با چرخه آب برای پایداری سازمانی

۱-۳ اردیبهشت ۱۳۹۵ - دانشگاه کردستان



۳-۱- ارتباط بارش فصلی و پدیده های اقلیمی دوربرد

ENSO از پدیده های بزرگ مقیاس اقلیمی شناخته شده می باشد که در مورد نحوه تاثیر آنها بر اقلیم نواحی مختلف جهان تحقیقات وسیعی انجام شده و با توجه به تعامل و اثرباری پارامترهای مختلف جو می توانند اثرات متفاوتی در نقاط مختلف داشته باشند. انسو از دو واژه النینو 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 SOI (South Oscillation Index) (Yan می شود. مقادیر منفی شاخص SOI (Faz گرم انسو El Nino هم زمان با گرم شدن بیش از معمول آب های شرقی و مرکزی اقیانوس آرام و مقادیر مثبت (Faz سرد انسو La Nina آن هم زمان 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. در جداول ۳-۵ اثر و قوع فازهای مختلف ENSO بر بارش فصلی نشان داده شده است. وقوع ال نینو (لانینا) باعث افزایش (کاهش) بارش فصلی در حوضه آبریز بوکان می شود. این ارتباط در مورد بارش بهاره مشهودتر می باشد. بیشترین افزایش بارش مربوط به بارش بهاره ایستگاه دره پنبه دان با ۲۸ درصد افزایش در دوره ال نینو و بیشترین کاهش مربوط به ایستگاه قزل قبر با ۵۰ درصد کاهش در بارش بهاره در دوره لانینا می باشد.



شکل ۱- محل وده حوضه سد بوکان و زیرحوضه های آن



ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران

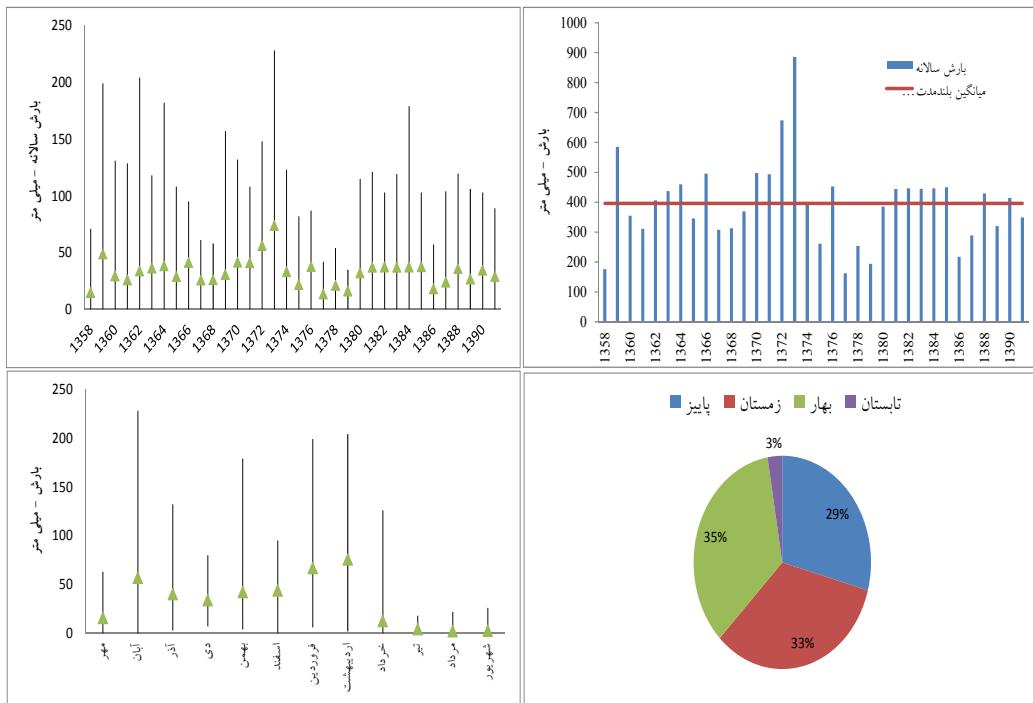
با رویکرد: پیوند اکولوژیکی با چرخه آب برای پایداری سازمانی

۱ - ۳ اردیبهشت ۱۳۹۵ - دانشگاه کردستان



جدول ۱- سیگنال های اقلیمی مورد استفاده

معادل فارسی	نام کامل	نام خلاصه
شاخص اقیانوس آرام امریکای شمالی	Pacific North American Index	PNA
شاخص اقیانوس آرام غربی	Western Pacific Index	WP
نوسانات اقیانوس اطلس شمالی	North Atlantic Oscillation	NAO
شاخص نوسانات جنوبی	Southern Oscillation Index	SOI
شاخص اقیانوسی نینو	Oceanic Nino Index	ONI
شاخص اقیانوس اطلس شمالی استوایی	Tropical Northern Atlantic Index	TNA
شاخص اقیانوس اطلس جنوبی استوایی	Tropical Southern Atlantic Index	TSA
استخر گرم نیمکره غربی	Western Hemisphere warm pool	WHWP
شاخص دمای سطحی بخش مرکزی شرق اقیانوس آرام استوایی	East Central Tropical Pacific SST (5N-5S)(170-120W)	NINO3.4
شاخص دمای سطحی شدید بخش شرقی اقیانوس آرام استوایی	Extreme Eastern Tropical Pacific SST (0-10S, 90W-80W)	NINO1+2
شاخص دمای سطحی بخش مرکزی اقیانوس آرام استوایی	Central Tropical Pacific SST (5N-5S) (160E-150W)	NINO4
نوسانات دهه ای اقیانوس آرام	Pacific Decadal Oscillation	PDO
شاخص نوسانات شمالی	Northern Oscillation Index	NOI
نوسانات قطب شمال (شمالگان)	Arctic Oscillation	AO
شاخص انسو چند متغیره	Multivariate ENSO Index	MEI
سری زمانی انسو دو متغیره	Bivariate ENSO Timeseries	BEST



شکل ۲- خصوصیات بارش در ایستگاه بارانسنجی صفاخانه (33-021)



ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران

با رویکرد: پیوند اکولوژیکی با چرخه آب برای پایداری سازمانی

۱ - ۳ اردیبهشت ۱۳۹۵ - دانشگاه کردستان



جدول ۲- مشخصات ایستگاه های بارانسنجی در نظر گرفته شده

ردیف	کد ایستگاه	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
				درجه	دقیقه	متر
1	33-015	پل آنیان	تبخیرسنگی	46	25	1451
2	33-042	رسمان	تبخیرسنگی	46	30	1610
3	33-007	قباغلو	تبخیرسنگی	46	10	1593
4	33-023	ساری قمیش	تبخیرسنگی	46	29	1374
5	33-049	آلاسل	تبخیرسنگی	47	2	1712
6	33-009	پل سقز	بارانسنجی	46	16	1488
7	33-011	دره پنبه دان	بارانسنجی	46	19	1479
8	33-308	قرل قبر	بارانسنجی	46	39	1957
9	33-018	باغچه میشه	بارانسنجی	46	45	1909
10	33-020	رحیم آباد	بارانسنجی	46	42	1833
11	33-021	صفاخانه	بارانسنجی	46	41	1640
12	33-058	صائین دز	بارانسنجی	46	33	1348
13	33-027	چوبلو چه	بارانسنجی	46	24	1362

جدول ۳- ارتباط میان بارش زمستانه با پدیده ENSO

P/P ave				نام ایستگاه
LaNina - فاز سرد	(ENSO) فاز خنثی	(ElNino) فاز گرم		
1.0	0.9	1.13		آلاسل
0.9	1.0	1.15		باغچه میشه
1.0	1.0	1.07		پل آنیان
0.9	1.0	1.08		دره پنبه دان
1.1	0.9	1.00		رحیم آباد
0.8	1.1	0.97		صائین دز
1.0	1.0	1.00		صفاخانه
0.9	1.0	1.02		قبقلو
0.9	1.0	1.09		قرل قبر
1.0	1.0	1.00		رسمان
0.9	1.2	0.89		چوبلو چه
0.9	1.1	0.94		ساری قمیش
0.9	0.9	1.16		پل سقز



ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران

با رویکرد: پیوند اکولوژیکی با چرخه آب برای پایداری سازمانی

۱ - ۳ اردیبهشت ۱۳۹۵ - دانشگاه کردستان



جدول ۴- ارتباط میان بارش پاییزه با پدیده ENSO

P/P ave			نام ایستگاه
فاز سرد - LaNina	(ENSO)	فاز خنثی	
(ElNino)	فاز گرم -		
1.0	1.3	0.69	آلاسقل
0.9	1.4	0.61	باغچه میشه
0.8	1.5	0.61	پل آنیان
0.9	1.4	0.70	دره پنبه دان
0.8	1.5	0.60	رحیم آباد
0.8	1.5	0.58	صائین دز
0.8	1.4	0.74	صفاخانه
0.9	1.4	0.70	قبقابلو
1.0	1.3	0.73	قرزل قبر
0.7	1.4	0.79	رستمان
0.8	1.4	0.67	چوبلوجه
0.7	1.4	0.68	ساری قمیش
1.1	0.8	0.98	پل سقز

جدول ۵- ارتباط میان بارش بهاره با پدیده ENSO

P/P ave			نام ایستگاه
فاز سرد - LaNina	(ENSO)	فاز خنثی	
(ElNino)	فاز گرم -		
0.6	1.1	1.15	آلاسقل
0.6	1.2	1.07	باغچه میشه
0.6	1.1	1.17	پل آنیان
0.6	1.1	1.28	دره پنبه دان
0.7	1.1	1.11	رحیم آباد
0.8	1.1	1.12	صائین دز
0.6	1.2	1.05	صفاخانه
0.7	1.2	1.03	قبقابلو
0.5	1.2	1.06	قرزل قبر
0.6	1.2	1.09	رستمان
0.7	1.2	1.00	چوبلوجه
0.6	1.1	1.15	ساری قمیش
0.9	1.3	0.83	پل سقز

۲-۳- شناسایی داده ها

به منظور پی بردن به ارتباط بارش فصلی با شاخص های اقلیمی، از شاخص های متداول ۱۶ گانه ای که به صورت ماهیانه به هنگام رسانی می شوند و نیز جهت پیش بینی بارش مناسب هستند، استفاده شده است. شاخص های SOI, MEI, NINO1+2, NINO3.4, NINO4, BEST, ONI



PDO و NAO شاخص های پدیده های نوسانات اطلس شمالی و نوسانات دهه ای اقیانوس آرام می باشند. TNA و TSA نیز بیانگر تغییرات دمای ماهانه سطح آب در اقیانوس اطلس در محدوده های مشخص می باشد.

هدف کلی این تحقیق مشخص شدن متغیر های اقلیمی مناسب جهت بکارگیری در مدل های پیش بینی بارش های فصلی پاییز، زمستان و بهار در حوضه سد بوکان می باشد. لذا از طریق تحلیل همبستگی بارش فصلی ایستگاه بارانسنجی و متغیرهای هواشناختی و اقلیمی و دمای سطح آب نواحی مجاور، متغیرهایی که ضریب همبستگی در آن ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری معنی دار باشد به عنوان متغیر ورودی به مدل پیش بینی معرفی گردیده اند. ضریب همبستگی میان بارش فصلی و سیگنال های اقلیمی در ایستگاه بارانسنجی صفاخانه (33-021) در جداول ۸-۶ آورده شده است. همبستگی بارش پاییزه این ایستگاه با شاخص های انسو مشهود می باشد.

همانطور که در این جداول مشخص است به طور مثال، میزان همبستگی میان دو متغیر بارش پاییزه و مقدار شاخص SOI در ماه آوریل، می، ژوئن، جولای و آگوست از میزان ضریب همبستگی قابل قبول در محدوده اطمینان ۹۵ درصد بیشتر است. این بدان معناست که میان بارش پاییزه با مقدار شاخص SOI در ماه آوریل (فروردين)، می (اردیبهشت)، ژوئن (خرداد)، جولای (تیر) و آگوست (مرداد) همبستگی معنی داری وجود دارد. از این رو مقادیر شاخص SOI در این ماه ها به عنوان یکی از پارامترهای ورودی به مدل پیش بینی در بارش پاییزه انتخاب گردیده است.

به علاوه ارتباط دمای سطح آب پهنه های آبی مجاور و بارش فصلی حوضه بررسی شده است. نتایج در اشکال

۴- نمایش داده شده است.

جدول ۶- ضرایب همبستگی میان بارش پاییزه ایستگاه صفاخانه (33-021) و سیگنال های اقلیمی

Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb	Jan	Dec	Nov	Oct	Sep	Fall
0.00	-0.20	0.15	-0.08	0.15	0.11	-0.09	0.16	0.03	0.14	0.15	-0.19	AO
0.16	-0.18	0.22	0.24	-0.22	-0.02	0.01	0.01	0.13	0.06	0.25	-0.05	WP
0.03	0.05	0.01	0.05	0.06	-0.14	-0.22	-0.23	-0.20	-0.09	-0.01	0.04	WHWP
-0.13	-0.17	-0.21	-0.12	-0.10	-0.08	-0.17	-0.11	-0.11	-0.08	-0.02	-0.04	TSA
-0.18	-0.23	-0.14	-0.15	-0.12	-0.20	-0.24	-0.20	-0.07	-0.14	-0.03	0.05	TNA
-0.58	-0.57	-0.58	-0.50	-0.37	-0.18	0.07	0.04	-0.01	-0.10	-0.03	0.02	SOI
-0.21	-0.02	-0.03	0.06	0.03	0.01	0.07	-0.04	-0.17	0.03	0.07	-0.29	PNA
0.29	0.15	0.18	0.22	0.17	0.13	0.15	0.21	0.23	0.24	0.20	0.19	PDO
-0.07	-0.10	0.14	0.13	0.40	0.13	0.11	0.20	0.18	0.29	0.02	-0.19	NAO
0.52	0.48	0.43	0.30	0.16	0.03	-0.01	-0.01	0.03	0.03	0.07	0.08	MEI
0.23	0.14	0.12	0.05	0.03	0.00	0.03	-0.09	-0.15	-0.10	-0.02	-0.04	NINO 1+2
0.57	0.57	0.56	0.50	0.33	0.09	-0.07	-0.06	-0.04	0.01	-0.01	-0.02	BEST
0.56	0.54	0.47	0.41	0.29	0.11	0.05	-0.03	-0.07	-0.06	-0.04	0.01	NINO3.4
0.65	0.60	0.50	0.38	0.26	0.12	0.09	0.11	0.12	0.08	0.08	0.12	NINO4
-0.40	-0.29	-0.17	-0.34	-0.14	-0.01	0.00	0.05	-0.18	0.12	-0.21	0.12	NOI
0.53	0.52	0.44	0.38	0.26	0.08	0.03	-0.04	-0.09	-0.08	-0.06	-0.02	ONI



ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران

با رویکرد: پیوند اکولوژیکی با چرخه آب برای پایداری سازمانی

۱ - ۳ اردیبهشت ۱۳۹۵ - دانشگاه کردستان

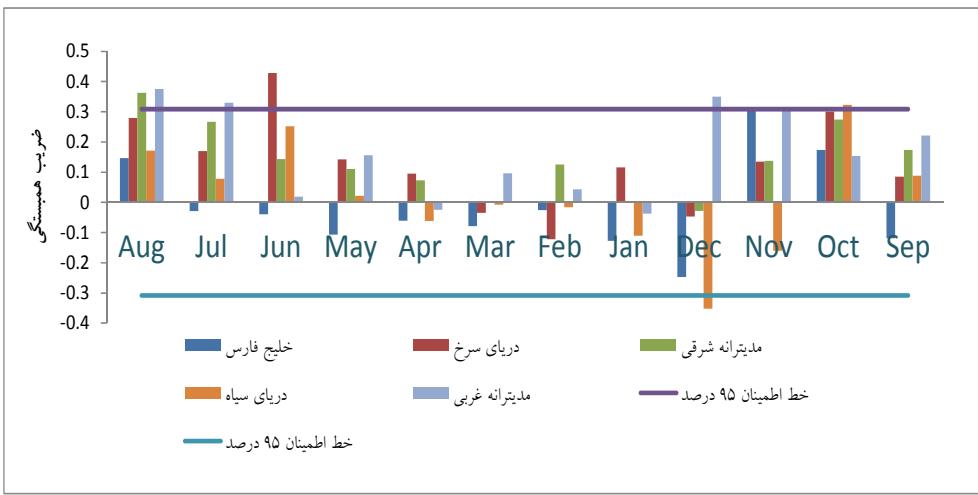


جدول ۷- خصایب همبستگی میان بارش زمستانه ایستگاه صفاخانه (۰۲۱-۳۳) و سیگنال های اقلیمی

	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Feb	Jan	Dec	Winter
0.14	-0.04	0.18	-0.10	0.01	-0.08	0.04	0.00	0.26	0.14	0.22	0.06	AO	
-0.29	0.03	0.21	0.03	-0.27	-0.14	0.08	-0.08	-0.06	0.28	0.06	-0.03	WP	
0.29	0.30	0.34	0.33	0.38	0.24	0.22	0.16	0.09	-0.10	-0.09	0.10	WHWP	
0.21	0.30	0.22	0.09	0.07	0.06	0.13	0.26	0.41	0.37	0.36	0.36	TSA	
0.24	0.32	0.32	0.32	0.29	0.23	0.19	0.13	0.09	0.06	0.09	0.14	TNA	
0.14	0.02	-0.03	-0.15	-0.05	-0.13	-0.18	-0.23	-0.05	-0.31	-0.07	-0.21	SOI	
-0.33	0.02	-0.06	0.12	0.06	0.16	0.06	0.19	0.15	0.05	0.16	0.10	PNA	
-0.10	-0.01	0.09	0.12	0.12	0.25	0.25	0.15	0.13	0.15	0.20	0.09	PDO	
0.01	-0.24	-0.08	-0.07	-0.15	-0.01	0.01	0.32	0.06	0.17	0.21	0.05	NAO	
-0.04	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.06	0.19	0.16	0.22	0.24	0.22	0.26	MEI	
0.00	-0.08	-0.09	-0.12	-0.12	-0.12	-0.06	-0.03	-0.02	0.14	0.20	0.21	NINO 1+2	
-0.10	-0.02	0.02	0.08	0.11	0.12	0.20	0.22	0.14	0.27	0.15	0.23	BEST	
-0.06	0.02	0.05	0.15	0.20	0.18	0.18	0.24	0.28	0.32	0.29	0.32	NINO3.4	
0.08	0.13	0.22	0.29	0.31	0.31	0.34	0.40	0.40	0.40	0.38	0.40	NINO4	
0.23	0.08	0.16	-0.07	-0.09	0.00	-0.29	-0.01	0.09	-0.14	-0.13	-0.24	NOI	
-0.08	-0.01	0.02	0.11	0.16	0.14	0.13	0.20	0.26	0.32	0.28	0.30	ONI	

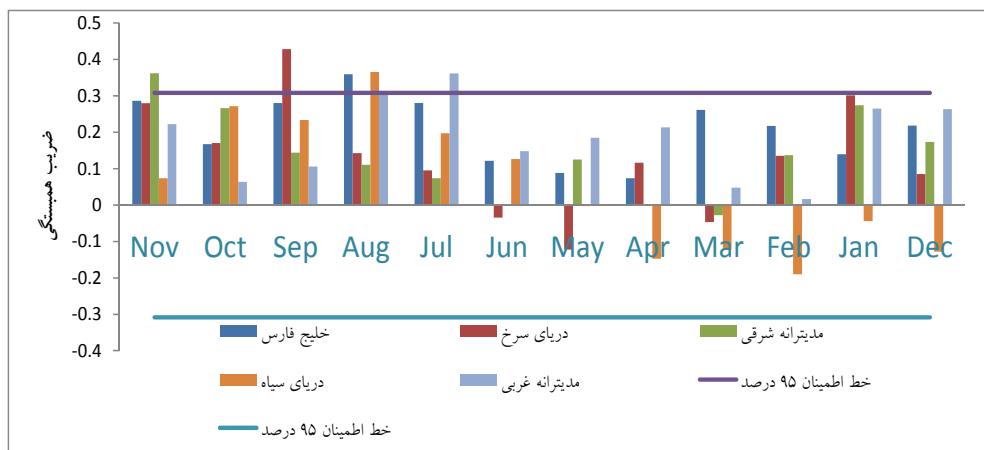
جدول ۸- خصایب همبستگی میان بارش بهاره ایستگاه صفاخانه (۰۲۱-۳۳) و سیگنال های اقلیمی

	Feb	Jan	Dec	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	Spring
-0.06	0.00	-0.03	0.15	-0.02	-0.08	0.37	0.07	0.16	-0.20	-0.09	-0.02	AO	
-0.60	-0.21	-0.08	0.04	-0.03	-0.53	-0.03	0.12	0.08	0.28	0.05	0.20	WP	
0.02	0.00	0.01	-0.17	-0.15	-0.12	-0.21	-0.08	0.08	0.03	-0.01	-0.03	WHWP	
-0.04	-0.06	-0.21	-0.25	-0.30	-0.39	-0.47	-0.44	-0.38	-0.28	-0.31	-0.32	TSA	
-0.08	-0.05	-0.10	-0.10	-0.19	-0.25	-0.22	-0.22	-0.18	-0.13	-0.12	-0.18	TNA	
-0.09	-0.21	-0.19	-0.25	-0.30	-0.18	-0.04	-0.21	-0.15	-0.03	-0.17	-0.22	SOI	
-0.02	0.17	-0.13	-0.13	-0.14	-0.28	-0.43	-0.10	0.08	0.18	0.02	-0.02	PNA	
0.16	0.08	-0.06	0.00	0.27	0.13	0.12	0.12	0.11	0.14	0.08	0.04	PDO	
0.08	0.07	0.14	-0.05	-0.27	-0.10	0.07	0.23	0.09	-0.16	0.24	-0.16	NAO	
0.17	0.14	0.15	0.18	0.16	0.10	0.09	0.15	0.18	0.09	0.15	0.14	MEI	
-0.06	-0.01	0.08	0.08	0.09	0.00	-0.02	-0.02	0.06	0.06	0.01	-0.04	NINO 1+2	
0.15	0.20	0.20	0.21	0.21	0.11	0.09	0.16	0.23	0.17	0.22	0.18	BEST	
0.20	0.16	0.16	0.14	0.06	0.02	0.05	0.12	0.20	0.23	0.17	0.11	NINO3.4	
0.29	0.24	0.23	0.16	0.12	0.05	0.12	0.16	0.17	0.18	0.13	0.11	NINO4	
-0.11	-0.33	-0.25	-0.04	-0.08	0.01	-0.04	-0.17	0.07	-0.04	-0.10	-0.29	NOI	
0.19	0.15	0.16	0.13	0.06	0.02	0.06	0.14	0.22	0.26	0.20	0.10	ONI	

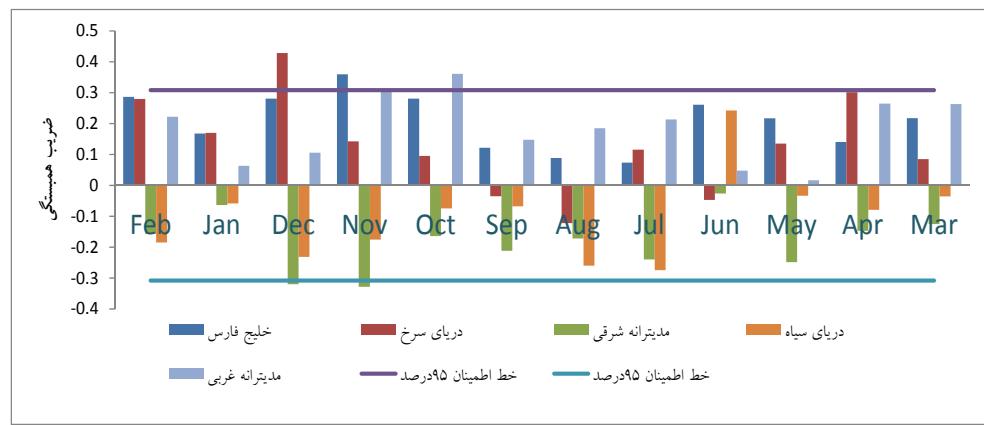




شکل 2- خصایب همبستگی میان بارش پاییزه ایستگاه صفاخانه (33-021) و دمای سطح آب پهنه های آبی مجاور



شکل 3- خصایب همبستگی میان بارش زمستانه ایستگاه صفاخانه (33-021) و دمای سطح آب پهنه های آبی مجاور



شکل 4- خصایب همبستگی میان بارش بهاره ایستگاه صفاخانه (33-021) و دمای سطح آب پهنه های آبی مجاور

همانطور که مشخص است بارش بهاره ایستگاه صفاخانه (33-021) با دمای سطح آب مدiterانه شرقی و دریاى سیاه، ارتباط معکوس دارد به طوری که افزایش دمای دمای سطح آن باعث کاهش بارش بهاره می شود. همچنین مشخص می شود که بارش پاییزه تحت تأثیر دمای سطح آب مدiterانه شرقی، غربی، مدiterانه سیاه، دریاى سرخ و دریاى سرخ می باشد. بارش بهاره تحت تأثیر تغییرات دمای سطح آب مدiterانه شرقی، مدiterانه غربی، دریاى سرخ و خليج فارس می باشد.

۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق شناسایی متغیر های اقلیووسی- جوی در کنار متغیر های هواشناختی اندازه گیری شده جهت پیش یینی بارش فصلی در حوضه سد بوکان می باشد. اندازه گیری های زمینی، با تأخیر به روز رسانی می شوند و در برخی



ششمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران

با رویکرد: پیوند اکولوژیکی با چرخه آب برای پایداری سازمانی

۱ - ۳ اردیبهشت ۱۳۹۵ - دانشگاه کردستان



حوضه هام با کمبود آمار مواجه هستیم. اندازه گیری های مشخصات برف نمونه ای از آن می باشد. که برای جبران نقصان این اطلاعات، نیازمند استفاده از سایر پارامتر ها برای پیش بینی می باشیم. مزیت استفاده از این روابط آن است که به صورت ماهانه به روز رسانی شده و بدون نقص در اختیار می باشند. با توجه به تحلیل همبستگی مشخص گردید که دقت مدل سازی بارش بهاره در ایستگاه بارانسنجی آلاسقل و صفاخانه، بارش زمستانه در ایستگاه ساری قمیش و بارش پاییزه در ایستگاه صائین دژ، از سایرین بالاتر می باشد. که این امر به علت همبستگی بالای شاخص SOI ماه اکتبر با بارش بهاره ایستگاه آلاسقل (0.6)، شاخص WP ماه فوریه با بارش بهاره ایستگاه صفاخانه (-0.6)، شاخص NAO ماه اکتبر با بارش زمستانه ساری قمیش (-0.52)، شاخص SOI ماه آگوست و ژوئن با بارش پاییزه ایستگاه صائین دژ (-0.67) ذکر نمود. ن

۴- مراجع

- [1] [1] R.K. Yadava, D.A. Ramua, A.P. Dimrib (2013). "On the relationship between ENSO patterns and winter precipitation over North and Central India", Global and Planetary Change 107 (2013) 50 – 58
- [2] Charlier, J., Nurse, L. & Whittlehall, K., 2006, Short Communication Exploring the Relationship between the North Atlantic Oscillation and Rainfall Patterns in Barbados, Int. J. Climatol. 26: pp. 819-827.
- [3] Rowell, David P., 2002, The Impact of Mediterranean SSTs on the Sahelian Rainfall Seasonal, Journal of Climate, Volume 16, Issue 5, pp. 849 – 862.
- [4] Singh, G.P. & Oh, Jai-Ho, 2007, Impact of Indian Ocean Sea-Surface Temperature Anomaly on Indian Summer Monsoon Precipitation Using a Regional Climate Model, Int. J .Climatol, 27: pp. 1455-1465.
- [5] Nguyen, Tinh Dang, & Assistances, 2007, Short Communication Relationship between the Tropical Pacific and Indian Ocean Sea-Surface Temperature and Monthly Precipitation over the Central Highland, Vietnam, Int J .Climatol, 27: pp. 1439-1454 .
- [6] Williams, C.J.R. & Assistance, 2007, Climatic and Oceanic Associations with Daily Rainfall Extremes over Southern Africa, Int J .Climatol, 27 : pp. 93-108.
- [7] فلاح قالهری. غ، ارزیابی نقش تغییرات سیگنال های اقلیمی بر نوسان های بارش بهاره استان خراسان رضوی، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۷، ۱۳۹۰، ۳: ۱۷۱-۱۵۵.
- [8] عظیمی، محمود. تجربی، مسعود و ابریشم چی، احمد. ۱۳۸۹."پیش بینی آورد فصلی سد دز با استفاده از سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی" ،نهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۸ ص.
- [9] صداقت کردار، ع. و فتاحی، ا. (1387)، "شاخص های پیش آگاهی خشکسالی در ایران"، مجله جغرافیا و توسعه، ۱۱، ص ص. ۵۹-۷۶.
- [10] نظام السادات م. ج، انصاری بصیر، ا، پیشوایی، م. ر. (1386)، "ارزیابی سطح معنی داری برای پیش بینی دوران خشکسالی و ترسالی فصل پاییز و شن ماهه سرد سال بر اساس وضعیت فازهای تابستانه ENSO" ، مجله تحقیقات منابع آب ایران، سال سوم، شماره ۱، ص ص. ۱۲-۲۴.
- [11] برهانی داریان. علیرضا؛ فتحی مرج. احمد؛ "کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی جریان رودخانه با استفاده از شاخص های اقلیمی، مطالعه موردی: حوضه آبریز نازلوچای" ، مجله دانشکده فنی، جلد: ۳۵، شماره ۳: ۱۳۸۷.