



## بررسی تأثیر پدیده های نوسانات اطلس شمالی و جنوبی بر دما و بارش حوزه دریاچه ارومیه

\* شهربانو حضرتی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران - آب، دانشگاه صنعتی شریف

\*\* احمد ابریشمی، دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

\*\*\* مسعود تجریشی، استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

\*تلفن: ۰۷۱۱-۶۲۴۱۹۲۳، پست الکترونیکی: [sh-hazrati@sharif.edu](mailto:sh-hazrati@sharif.edu)

\*تلفن: ۰۲۱-۶۱۶۴۲۳۸، پست الکترونیکی: [abrisham@sharif.edu](mailto:abrisham@sharif.edu)

### چکیده

بر اساس مطالعات صورت گرفته در مناطق مختلف جهان، فازهای حدی پدیده های نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی باعث تغییرات بزرگ اقلیمی مانند خشکسالی و ترسالی می شوند. از اینرو، شناخت این پدیده ها و تأثیر آنها بر دما و بارش حوزه دریاچه ارومیه که در حدود ۳/۱ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می دهد، حائز اهمیت است.

در این مقاله به بررسی میزان تأثیر پدیده های اقلیمی جهانی نوسانات اطلس شمالی (NAO) و نوسانات جنوبی (ENSO) بر دما و بارش دوره های مختلف سال در ایستگاه های هواشناسی حوزه دریاچه ارومیه پرداخته شده است. نتایج حاصل بیانگر ارتباط بارش زمستانه حوزه با نوسانات اطلس شمالی و همچنین بارش پاییزه حوزه با نوسانات جنوبی است و وقوع فاز منفی نوسانات اطلس شمالی باعث کاهش دما زمستانه و وقوع فاز مثبت آن باعث افزایش دما زمستانه می گردد.

**کلید واژه ها:** دما، بارش، حوزه دریاچه ارومیه، نوسانات اطلس شمالی، نوسانات جنوبی

### ۱- مقدمه

در هر حوزه ای عوامل و فرایندهای متعددی بر منابع آب آن حوزه مؤثراند که از مهمترین آنها پارامترهای هواشناسی بارش و دماست. بر اساس مطالعات صورت گرفته طیف وسیعی از پدیده ها از جمله خشکسالیها و ترسالیها، دما، اکوسیستم دریایی، میزان ابر و زلزله وابسته به پدیده های نوسانات اطلس شمالی و نوسانات جنوبی هستند [۱ و ۲]. البته میزان تأثیر پدیده های اقلیمی و واکنش های هیدرولوژیکی در نواحی مختلف نسبت به این پدیده ها متفاوت می باشند [۱، ۲ و ۳]. هدف از این مقاله، مشخص کردن پتانسیل تأثیر تغییرات پدیده های اقلیمی جهانی بر دما و بارش در حوزه دریاچه ارومیه می باشد.

## ۲- پدیده های اقلیمی جهانی<sup>۱</sup> ENSO و NAO<sup>۲</sup>

### ۲-۱- شاخص نوسانات جنوبی<sup>۳</sup> (SOI)

نوسانات جنوبی (ENSO)، پدیده ای اقلیمی است که فاز گرم آن El Nino و فاز سرد آن La Nina نامیده می شود. این پدیده، حاصل اندرکنش اتمسفر و اقیانوس است که باعث سرد و گرم شدن دوره ای سطح آب اقیانوس آرام حاره ای می شود که اثرات اقلیمی بر منطقه وسیعی از جهان دارد [۱ و ۴].

شاخص نوسانات جنوبی (SOI)، شاخص اندازه گیری پدیده نوسانات جنوبی است. این شاخص بر اساس اختلاف فشار بارومتری هوای سطح دریا (P) در داروین استرالیا (D) و جزیره تاهیتی در منطقه جنوب شرقی اقیانوس آرام (T) به صورت زیر تعریف شده است [۱، ۴ و ۵].

$$SOI = P(T) - P(D) \quad (1)$$

### ۲-۲- شاخص نوسانات اطلس شمالی

شاخص نوسانات اطلس شمالی به صورت گرایش فشار برای در حد پایین بودن در زمستان در نزدیکی ایسلند زمانی که فشار در نزدیکی آزور و جنوب غرب اروپا بالا می باشد تعریف شده است. شاخص نوسانات شمالی بر پایه اختلاف فشار نرمال شده سطح دریا (P) بین منطقه حاره (آزور، A) و کم فشار جنب قطبی (ایسلند، I) بنا نهاده شده است و به صورت زیر تعریف می شود [۱، ۶، ۷ و ۸].

$$NAO = P(A) - P(I) \quad (2)$$

## ۳- داده ها و روش تحقیق

در این مطالعه داده های مورد نیاز بارش و دما از ایستگاههای کلیماتولوژی و سینوپتیک از مرکز تحقیقات منابع آب ایران و سازمان هواشناسی تهیه شده است. ایستگاه های انتخابی دارای آمار نسبتاً پیوسته تر و طولانی تر نسبت به سایر ایستگاه های حوزه هستند (شکل ۱ ایستگاه های انتخابی برای بررسی بارش حوزه را نشان می دهد). داده های SOI و NAO از سایتهای اینترنتی تهیه شد [۹ و ۱۰].

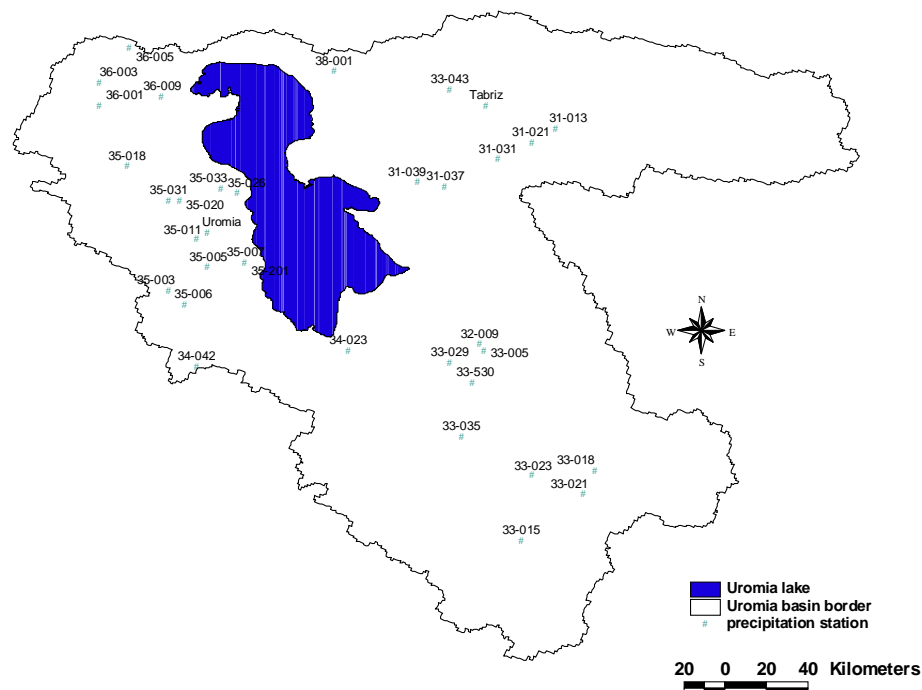
به منظور بررسی دقیق تر میزان تأثیر ENSO بر شرایط اقلیمی و پارامترهای اقلیمی هر منطقه، محققان بر این باورند که بهتر است تأثیر فازهای گرم و سرد این پدیده بر پارامترهای منطقه جداگانه بررسی شود. برای این منظور از روش راپلووسکی و هالپرت (۱۹۸۹ و ۱۹۶۶) برای تعیین النینو و لانینا استفاده شد [۵]. طبق این روش فاز گرم یا وقوع شدید النینو زمانی است که مقدار SOI برای حداقل یک دوره متوالی ۴ ماهه، به کمتر از ۵- رسیده و پایدار مانده باشد و در مقابل، فاز سرد یا وقوع لانینا زمانی است که مقدار SOI ماهانه حداقل برای ۴ ماه متوالی، به بیشتر از ۵+ صعود کرده و پایدار مانده باشد. و سایر سالها، اصطلاحاً سالهای خنثی نامیده می شوند [۱، ۳، ۴ و ۵].

<sup>1</sup> -El Nino Southern Oscillation

<sup>2</sup> -North Atlantic Oscillation

<sup>3</sup> -Southern Oscillation Index

با مشخص کردن سالهای حدی در دوره مطالعاتی، داده‌های هر ایستگاه از ماههای شمسی به ماههای میلادی تبدیل شدند و میانگین مقدار بارش برای فصول گوناگون هر سال مربوط به هر ایستگاه



شکل ۱. نقشه ایستگاه‌های انتخابی بارش حوزه دریاچه ارومیه

در سالهای فاز گرم (Rel) و فاز سرد (Rla) و نیز در کلیه سالها در هر ایستگاه محاسبه گردید. سپس نسبت میانگین بارش سالهای النینو و لانینا در فصول مختلف به میانگین درازمدت بارش، پاییزه (Ra)، زمستانه (Rw) و بهاره (Rs) برای ایستگاه‌های مورد بررسی محاسبه شد. که در نهایت بر اساس مقادیر بدست آمده این نسبت در هر ایستگاه، به تحلیل میزان تأثیر النینو و لانینو بر بارش هر ایستگاه پرداخته شد.

شاخص NAO به دو صورت سالانه و زمستانه (دسامبر - مارس) بیان می‌شود. و با توجه به اینکه بیشتر نوسانات این شاخص در زمستان مشاهده می‌شود، در این تحقیق از شاخص زمستانه NAO استفاده شده است [۷ و ۲]. به منظور بررسی میزان تأثیر پدیده NAO، ابتدا داده‌ها استاندارد شدند و سپس بارش و دمای متوسط دوره‌های مختلف سال و دوره‌تر دسامبر - آوریل برای هر ایستگاه محاسبه و همبستگی خطی با سطح معنی‌دار ۰.۹۵٪ بین شاخص زمستانه NAO و بارش و دمادر کلیه دوره‌ها و در سه حالت متفاوت کلیه سالها، سالهای فاز منفی و سالهای فاز مثبت مورد بررسی واقع گردید.

#### ۴- نتایج و بحث

##### ۴-۱- بارش

بارش زمستانه ایستگاهها در حدود ۳۰ درصد از بارش سالانه آنها را تشکیل می‌دهد. همانطور که در جدول ادیده می‌شود. در بررسی ارتباط بارش زمستانه و شاخص زمستانه NAO، تنها ۱۳ ایستگاه از ۳۶ ایستگاه انتخابی دارای ضریب همبستگی با قدر مطلق کمتر از ۰/۲ بوده و سایر ایستگاهها دارای ضریب همبستگی نسبتاً بالایی

هستند. البته بصورت جداگانه همبستگی بارش تمام فصول با شاخص زمستانه NAO بررسی شده [۱۱] که بیشترین همبستگی‌ها مربوط به بارش زمستانه و دوره تر دسامبر - آوریل می باشد. جدول ۱ نشان می دهد که رخداد فاز منفی NAO، جز در ایستگاه شیرین کندی (لیلان چای)، باعث افزایش بارش زمستانه در حد ۲ تا ۲۳ درصد شده است. جدول ۱ نشان می دهد که وقوع فاز مثبت دارای همبستگی نسبتاً پایینی با بارش ایستگاه‌های منطقه دارد ولی با این حال رخداد فاز مثبت باعث کاهش بارش به میزان ۱ تا ۱۴ درصد در کلیه ایستگاه ها شده است. طبق جدول ۲ وقوع فاز گرم یا النینو باعث افزایش بارش پاییزه در اکثر ایستگاه ها ( به جز ایستگاه

جدول ۱: همبستگی بارش با فازهای مثبت و منفی NAO

کاهش بارش زمستانه در فاز مثبت (%)	افزایش بارش زمستانه در فاز منفی (%)	NAO(+)		NAO(-)		نام ایستگاه
		JFM <sup>1</sup>	JFM <sup>1</sup>	DJFMA <sup>2</sup>	JFM <sup>1</sup>	
9.90	22.78	0.08	0.65	-0.54	-0.57	قرمزنگل
6.81	14.30	0.41	0.32	-0.50	-0.54	تپیک
3.64	8.91	0.21	0.85	-0.36	-0.51	دیزج (ارومیه)
9.30	20.45	0.09	0.26	-0.41	-0.48	باغچه میشه
5.29	11.64	0.11	0.65	-0.44	-0.48	موش آباد
3.09	7.12	0.20	0.68	-0.35	-0.47	بند ارومیه
4.21	9.26	0.14	0.60	-0.50	-0.43	ملک کندی
0.00		0.10	0.52	-0.05	-0.42	آباجالو سفلی
8.44	19.40	0.05	0.23	-0.37	-0.40	زینجناب
3.98	9.29	0.24	0.08	-0.45	-0.39	ژار آباد
2.81	9.38	0.10	0.41	-0.28	-0.38	دریان
4.63	11.32	0.07	0.42	-0.40	-0.38	مراغه
0.64	2.38	0.11	0.79	-0.20	-0.35	بندر رشکان
4.72	10.39	0.02	0.42	-0.24	-0.34	چهریق علیا
3.37	14.82	0.03	0.47	-0.21	-0.33	پل آنیان (پل صاحب)
7.96	18.58	0.07	0.27	-0.36	-0.33	ونیار
4.15	15.23	0.01	0.50	-0.13	-0.30	قره لر
1.00	2.30	0.13	0.19	-0.23	-0.29	داشبند بوکان
0.54	1.63	0.13	0.05	-0.21	-0.27	هاشم آباد بیبران
-0.13	-0.47	0.07	0.60	-0.18	-0.25	شیرین کندی
0.88	2.15	0.01	0.74	-0.16	-0.23	ساریقمیش

۱- دوره ماههای ژانویه، فوریه و مارس (زمستان)

۲- دوره ماههای دسامبر تا آوریل (دوره تر سال)

جدول ۲: میزان تأثیر پدیده النینو ولانینو بر بارش فصول مختلف سال در ایستگاه‌های حوزه دریاچه ارومیه

Rel/Rw	Rel/Ra	Rel/Rs	Rla/Rw	Rla/Ra	Rla/Rs	نام ایستگاه
0.90	1.27	1.07	0.90	0.75	0.95	اوربان
1.04	1.26	1.09	0.95	0.82	0.91	آباجالو سفلی
1.02	1.26	0.95	0.96	0.87	0.96	بند ارومیه
0.97	1.18	1.00	1.06	1.06	0.86	بندر رشکان
1.01	1.20	0.97	1.03	0.73	0.89	تپیک
1.07	1.30	1.21	1.14	0.85	1.27	تمر (ارومیه)
1.02	1.12	0.95	0.93	0.91	0.75	چهریق علیا
0.98	1.23	0.88	1.16	0.81	1.15	هاشم آباد بیبکران
0.82	1.10	0.99	1.06	0.60	0.85	نظرآباد (دریکچای)
0.99	1.20	1.02	0.97	0.79	0.90	موش آباد
1.21	1.10	1.07	0.91	0.89	1.00	گچی (گیچه)
1.04	1.26	1.08	0.88	0.75	0.95	قره لر
0.85	1.05	0.91	1.09	0.91	0.97	ژار آباد
0.99	1.23	1.01	0.99	0.93	0.89	دیزج (ارومیه)
0.98	1.29	1.10	1.02	0.68	0.92	دریان
1.15	1.28	1.12	0.86	0.86	0.77	داش
1.68	1.66	1.55	0.36	0.66	0.37	درودشی
0.86	1.16	1.03	1.02	1.01	0.95	آذرشهر
1.05	1.33	1.14	1.02	0.74	0.70	باغچه میشه
1.05	1.33	1.09	1.05	0.67	0.74	پل آنیان (پل صاحب)
1.03	1.41	1.18	1.03	0.59	0.87	داشبند بوکان
1.00	1.04	1.10	0.99	0.84	0.82	زینجناب
1.01	1.37	1.14	1.12	0.65	0.75	سارایق‌میش
1.27	1.57	0.90	1.16	0.82	0.91	سد نوروزلو
1.05	1.11	1.00	1.00	0.85	0.86	سعیدآباد
1.03	1.32	1.04	1.07	0.73	0.89	شیرین کندی
0.97	1.36	1.06	1.15	0.55	0.81	صفاخانه
0.99	1.35	0.94	0.87	0.77	0.74	قرمزیکل
0.89	0.95	0.94	1.10	0.95	0.91	مراغه
0.90	1.03	0.95	1.01	0.84	0.87	ملک کندی
1.07	1.22	1.03	0.84	0.81	0.85	میاندوآب (زرینه رود)
0.72	0.87	0.93	1.42	1.41	1.11	هروی
0.81	1.10	0.88	0.96	0.78	0.93	ونیار
1.11	1.32	1.04	0.94	0.73	0.83	بابارود
0.31	1.28	0.32	0.35	0.78	0.33	تبریز
1.02	1.26	1.04	0.90	0.76	0.86	ارومیه

های هروی و مراغه) گردیده که این افزایش از ۳٪ در ایستگاه ملک کندی تا ۶۶٪ در ایستگاه درودشی متغیر بوده است. به طور متوسط، افزایش بارش پاییزه در حدود ۲۵ درصد در ایستگاه‌های مورد بررسی بوده است. تأثیر فاز گرم یا النینو بر بارش بهاره زمستانه، روند خاصی نداشته و یا میزان تأثیر آن بسیار کم است. تأثیر فاز سرد ENSO یا لائینو بر بارش پاییزه جزء در ایستگاه‌های بندر رشکان، آذرشهر و ایستگاه هروی، باعث کاهش بارش شده است که این میزان از ۵ درصد در ایستگاه مراغه تا ۴۵ درصد در ایستگاه صفاخانه متغیر است. لائینو به طور متوسط باعث کاهش ۲۰ درصد در بارش پاییزه ایستگاه‌های انتخابی حوزه شده است. از جدول ۲ چنین بر می آید که تأثیر فاز سرد (لائینو) بر بارش زمستانه دارای روند خاصی نبوده و یا تأثیر آن بسیار کم است. با این حال بیشترین تأثیر در ایستگاه درودشی و تبریز با کاهش بارش زمستانه در حدود ۶۵ درصد مشاهده گردیده است. لائینو، جز در ایستگاه‌های تمارارومیه، هاشم‌آباد بیکران، گچی و هروی باعث کاهش بارش بهاره بوده که بیشترین تأثیر آن در ایستگاه درودشی و تبریز مشاهده گردیده و کمترین تأثیر در ایستگاه بند ارومیه و به میزان ۴ درصد می باشد. این مطالعات با نتایج تحقیقات ناظم السادات و همکاران در بررسی ارتباط بارندگی فصلی ایران با شاخص SOI، که بیانگر ارتباط خشکسالی (ترسالی) پاییزه ناحیه شمالغرب کشور با مقادیر مثبت (منفی) SOI می باشد همخوانی دارد [۱۲ و ۱۳].

با توجه به اینکه تقریباً ۲۷ درصد بارش سالانه حوزه در ایستگاه‌های مورد مطالعه را بارش پاییزه تشکیل می دهد، شناخت پدیده‌های مؤثر بر آن به مدیران منابع آب در منطقه کمک شایانی خواهد نمود.

#### ب. دما

نتایج نشان می دهد که همبستگی خطی دما با شاخص NAO بسیار پایین است؛ اما با این حال وقوع فاز منفی NAO، باعث گرم شدن هوا از ۱٪ تا ۷٪ در ایستگاه‌های مورد بررسی بوده است. وقوع فاز سرد NAO، در کلیه ایستگاه‌های مورد مطالعه باعث سرد شدن هوا شده که این میزان تأثیر از ۱٪ تا ۴٪ است.

جدول ۳: میزان همبستگی دمای ایستگاه‌های انتخابی در حوزه دریاچه ارومیه با شاخص زمستانه NAO

ایستگاه	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	سالانه
سهلان	0.00	0.13	0.07	0.01	0.13
تازه کند (میان‌دوآب)	0.19	0.01	0.02	0.03	0.00
پل سرخ (مها باد)	0.03	0.05	0.03	0.02	0.01
میرآباد (شهر چای)	0.00	0.12	0.03	0.13	0.05
تبریز	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00
ارومیه	0.06	0.16	0.07	0.11	0.23

به منظور محاسبه تأخیر فاز تأثیر شاخصهای SOI و NAO، همبستگی بارش و دما ایستگاه‌های تبریز و ارومیه در فصول مختلف سال با SOI و NAO ماههای قبل بررسی شد که بالاترین همبستگی‌ها در هر مورد در جدول ۴ نشان داده شده است. بطور کلی می توان نتیجه گرفت که همبستگی دما با SOI، در ایستگاه‌های تبریز و ارومیه در فصول

زمستان و پاییز معنی دار است در حالی که دمای زمستانه در هر دو ایستگاه دارای همبستگی بالایی با شاخص NAO دارند. همبستگی بارش پاییزه و SOI در ایستگاه های تبریز و ارومیه معنی دار است و همبستگی NAO با بارش زمستانه و پاییز در ایستگاه تبریز و بارش زمستانه در ایستگاه ارومیه با شاخص NAO معنی دار است.

**جدول (۵): همبستگی بارش و دما ایستگاههای تبریز و ارومیه با SOI و NAO ماههای قبل**

ارومیه-SOI-		ارومیه-NAO-		تبریز-SOI-		تبریز-NAO-		
AUG	-0.48	APR	0.28	SEP	-0.44	JUL	-0.43	بارش پاییز
OCT	-0.21	JUL	-0.35	MAR	0.23	JUL	-0.41	بارش زمستان
OCT	-0.21	JUL	-0.41	FEB	0.25	FEB	-0.25	بارش بهار
MAR	0.16	JAN	0.27	DEC	0.35	MAR	-0.29	بارش تابستان
JUN	0.36	JUN	0.35	JUN	0.42	JUN	0.21	دما پاییز
APR	-0.32	FEB	-0.48	AUG	-0.44	MAY	-0.38	دما زمستان
DEC	0.26	JAN	-0.25	JUL	0.19	JUL	0.23	دما بهار
JUN	0.38	FEB	-0.32	JUN	0.29	JUL	0.31	دما تابستان

## ۵- نتیجه گیری

در این مقاله ضمن توصیف مفاهیم پدیده‌های اقلیمی ENSO و NAO و روشهای بررسی همبستگی میان دما و بارش حوزه دریاچه ارومیه با پدیده‌های اقلیمی، به بررسی میزان ارتباط این پارامترها با پدیده‌های اقلیمی جهانی پرداخته شد. نتایج حاصله را می توان بصورت زیر خلاصه کرد.

تحلیل همبستگی بین بارش و شاخص زمستانه NAO، نشان داد که وقوع فاز منفی NAO باعث افزایش بارش و وقوع فاز مثبت آن باعث کاهش بارش در منطقه مطالعاتی (البته با شدت کمتری نسبت به تأثیر فاز منفی) می شود.

وقوع فاز منفی NAO باعث گرمتر شدن هوای حوزه و وقوع فاز سرد سبب سردتر شدن هوای حوزه می گردد. فاز گرم پدیده ENSO باعث افزایش بارش پاییزه در اکثر ایستگاههای حوزه و وقوع فاز سرد باعث کاهش بارش پاییزه اکثر ایستگاههای حوزه می شود.

با توجه به نتایج حاصله می توان گفت که وضعیت هواشناختی حوزه دریاچه ارومیه متأثر از پدیده‌های اقلیمی جهانی ENSO و NAO است و تأثیر پدیده NAO، خصوصاً فاز منفی آن نسبت به پدیده ENSO شدیدتر است. تأثیر این پدیده ها در سالهای حدی آنها بیشتر نمایان است.

## قدردانی

از مرکز مطالعات آب و محیط زیست دانشگاه صنعتی شریف به ویژه مهندس شاداب شادزاد که ایده های ایشان سهم عمده ای در پیشرفت و بهبود نتایج این مطالعات داشت صمیمانه تشکر می شود.

## مراجع

- 1-Sun,H.,Furbish,D.J.,”Annual Precipitation and River Discharge in Florida in Response to El Nino and La Nina-Sea Surface Temperature Anomalies”, Journal of Hydrology,199, 74-87,1997.
- 2-Marshall,J.,Kushnir,Y.,Battisti,D.,Chang,P.,Czaja,A.,Dickson,D.,Hurrell,J.,McCartney,M.,Saravanan,R.,Visbeck,M.,”Review: North Atlantic Climate Variability :Phenomena , Impacts and Mechanisms”, Int.J.Climat.21, 1863-1898, 2001.
- 3-Joes,A.M.,Francisco,R.v.,Cruz,N.a.,”A Study on Impact of Climate Variability/Change on Water Resources in The Philippines”,Chemosphere,Vol.33,No.9,1687-1704,1996.
- 4-Pagano,T.C.,Hartmann,H.c,Sorooshian,S.,”Using Climate Forecasts for Water Management :Arizona and The 1997-1998 El Nino”,Reprinted From Journal of The American Water Resources Association, Vol.37,No.5,October 2001.
- ۵- ناظم السادات، محمد جعفر، ”آیا باران می بارد؟ خشکسالی و بارندگی مازاد در ایران و ارتباط آنها با پدیده النینو-نوسانات جنوبی“، چاپ اول، دانشگاه شیراز، ۱۳۸۰.
- 6-Cullen,H.M.,Demenocal,P.B,”North Atlantic Influence on Tigris-Euphrates Stream Flow”, Int.J.Clim,20,853-863,2000.
- 7-Cullen,H.M.,Kaplan,A.,Arkin,P.a.,Demenocal,P.B.,”Impact of The North Atlantic Oscillation on Middle Eastern Climate and Stream Flow”, Climatic Change,55,315-338,2002.
- 8.Pagano,T.C.,Mahani,S.,Nazemosadat,N.J.,Sorooshian,S.,”Review of Middle Eastern Hydroclimatology and Seasonal Teleconnections”, Submitted to the International Journal of Climatology.
9. <http://www.bom.gov.au>
10. <http://www.cgd.ucar.edu>
- ۱۱- حضرتی، شهریار نو، ”بررسی ارتباط تراز دریاچه ارومیه با شاخصهای اقلیمی ENSO و NAO“، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
12. Nazemosadat, M.J., Cordery, I., "On the Relationships between ENSO and Autumn Rainfall in Iran" Int.J.Climatol, 20, PP.47-61, 2000.
13. Nazemosadat, M.J., "Winter Rainfall in Iran: ENSO and Aloft Wind Interactions" Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Vol.25, No.25, No.B4, 2001.