

فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۶، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۰، شماره پیاپی ۱۰۳

S. Jahanbakhsh  
B. Sari saraf  
H. Ghaemi  
F. Poorasghar

سعید جهانبخش، استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز  
بهروز ساری صراف، دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز  
هوشنگ قائمی، استاد، سازمان هواشناسی کشور  
فرناز پوراصغر، دانشجوی دکتری گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

E-mail: s\_jahan@tabrizu.ac.ir

شماره مقاله: ۸۳۵

شماره صفحه پیاپی ۱۷۵۴۶-۱۷۵۲۶

## بررسی تاثیر پدیده دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییر پذیری بارش های فصلی استان های جنوبی کشور

### چکیده

خشکسالی های پی در پی و طولانی اخیر، نه تنها در استان های جنوبی کشور، بلکه در سراسر کشور لزوم مدیریت بهینه منابع آبی را ضروری می سازد. اقیانوس هند و دریاهای مجاور جنوبی ایران تأمین کننده قسمتی از منابع رطوبتی کشور هستند و تغییرات دمایی سطح آب اقیانوس هند، نقش مهمی در تبخیر سطح آزاد آب اقیانوس ها و ایجاد رطوبت به درون جو دارد. در این پژوهش، داده های بارش ایستگاه های جنوبی کشور و شاخص دو قطبی دمایی اقیانوس هند با استفاده از روش آنالیز موجک و موجک متقابل برای بررسی نقش دو قطبی دمایی اقیانوس هند (IOD) در تغییرات بارش فصلی استان های جنوبی کشور ارزیابی شد. نتایج تحلیل های طیفی موجک متقابل بین شاخص دو قطبی اقیانوس هند و نوسان های بارش فصل پاییز طی دوره کمتر از سه سال همبستگی متقابل و معنی داری را در ایستگاه های اهواز، چابهار، بوشهر و آبادان نشان می دهد. بررسی نقش شاخص دو قطبی اقیانوس هند در تغییرات بارش های فصل پاییز ایستگاه های جنوبی کشور حاکی از وجود رابطه مثبت در نوسان های بارش منطقه است.

واژه های کلیدی: دو قطبی اقیانوس هند، بارش، آنالیز موجک، جنوب ایران.

## مقدمه:

وقوع بارش ما حاصل فرآیندهای بسیار پیچیده ای است که در جو به وقوع می پیوندد. تغییرات روزانه خصوصیات فیزیکی سطح اقیانوسها در مقایسه با آنچه در خشکیها مشاهده می شود، ناچیز است. اقیانوسها و دریاها به علت داشتن ظرفیت گرمایی بالا منبع اصلی انرژی و رطوبت برای آتمسفر هستند و تغییرات دمای سطح دریا اثر مهمی روی تغییرات اقلیمی خشکیها دارد (Berri & Bertossa, 2004, 416).

در سالهای اخیر بررسی بر هم کنش بین عوامل آب و هوایی در خشکی، اقیانوس و جو مورد توجه بسیاری از دانشمندان علوم هواشناسی و اقلیم شناسی قرار گرفته است. پدیدههای دور پیوند در گسترش کلی و منطقه ای، رفتار اقلیم نواحی مختلف کره زمین را کنترل می کنند و می توان توزیع بارش، دما و برخی از سایر پارامترهای هواشناسی مناطق تأثیر پذیر را بر اساس تغییرات این پدیدهها تبیین کرد. نتایج پژوهشهای زیادی نشان داده اند که تغییرات دما در سطح گسترههای بزرگ آبی می تواند تاثیر معنی داری بر نوسانهای بارش در سطح خشکیهای زمین داشته باشد. روشن شده است که تاثیر دمای سطح آب بر مقدار بارش محدود به نقاط ساحلی نبوده بلکه نواحی بسیار دور از دریا نیز می توانند تحت تاثیر تغییرات الگوهای دمای سطح گسترههای آبی قرار گیرد (ناظم السادات و قاسمی، ۱۳۸۳:۱).

الگوی کلی انتقال رطوبت به الگوی جریان و گردش جو در منطقه وابستگی شدیدی دارد. بنابراین، در ایام مختلف سال سطوح آبی، مقادیر مختلفی از بخار آب را به سمت ایران انتقال می دهند (کریمی، ۱۳۸۶:۲۲۹).

تحلیل و پیش بینی مطلوب وقوع بارش در ایران با توجه به تفاوت ساز و کارهای (مکانیسمهای) بارش و تنوع سامانههای بارش زا، شناخت دقیق مؤلفههای اصلی سامانه اقلیم منطقه ای را طلب می کند. موقعیت جغرافیایی ایران در منطقه جنب حاره باعث قرار گرفتن آن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان گردیده است. سیلهای ویرانگر و

خشکسالی‌های پی در پی و طولانی، نه تنها در قسمت‌هایی از استان‌های جنوبی، بلکه در سراسر کشور رخدادهایی هستند که در ایجاد رکود اقتصادی، کشاورزی و دامپروری نقش اساسی دارند. لذا شناخت عوامل تاثیرگذار بر تغییرات بارش از اهمیت زیادی برخوردار است.

هدف این مطالعه، علاوه بر بررسی رابطه همبستگی، شناسایی دوره غالب وقوع تغییرات متقابل شاخص دو قطبی دمایی اقیانوس هند و نوسان‌های بارش‌های فصلی می باشد. برای این منظور، از روش موجک و موجک متقابل و روش‌های آماری استفاده شده است.

#### پیشینه تحقیق:

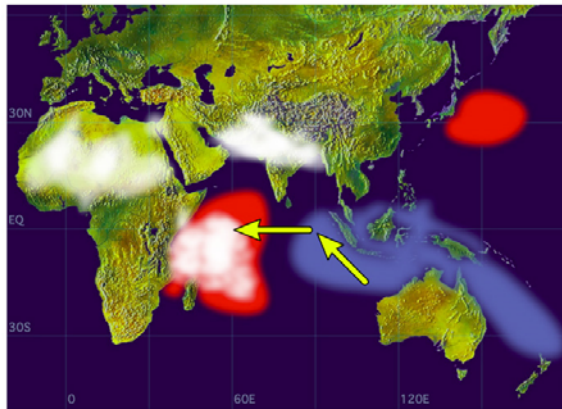
در مقیاس‌های منطقه ای و جهانی، مطالعاتی برای بررسی تغییرات فیزیکی دمای سطح اقیانوس‌ها و دریاها و تغییرات خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها با استفاده از مدل جو-اقیانوس، تحلیل‌های آماری و دینامیکی صورت گرفته است. ساجی<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۹) اندرکنش‌های جو-اقیانوس را که سبب تغییرات بین سالی اقلیمی در اقیانوس هند می شود، بررسی کردند. آنها با استفاده از بررسی الگوهای دمای سطح دریا، بردار بادهای سطحی، ارتفاع سطح دریا، جریان‌های دریایی و همچنین، بارش در اطراف اقیانوس هند برای دوره ۴۰ ساله موفق به کشف مد دو قطبی دمایی در اقیانوس هند<sup>۲</sup> گردیدند. ساختار دو قطبی دمایی به صورت نابهنجاری در دمای سطحی دریا ظاهر می شود که شامل دمای سطحی گرمتر از نرمال دریا در قسمت بزرگی از غرب حوضه (۱۰°N - ۱۰°S و ۷۰°E - ۵۰°E) و نواحی سردتر از نرمال در شرق حوضه (۱۰°S - ۰۰° و ۱۱۰°E - ۹۰°E) همراه با نابهنجاری باد و بارش هستند (شکل ۱).

---

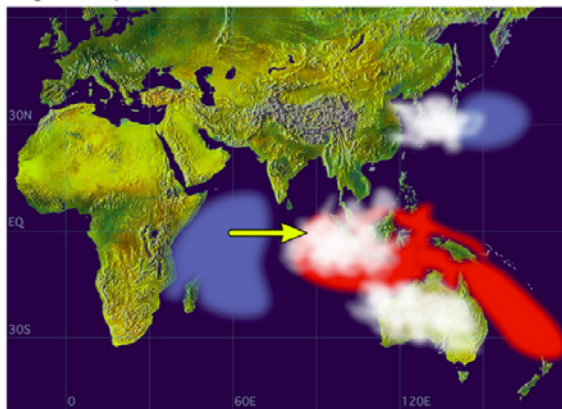
1 Saji

2 IOD: Indian Ocean dipole

#### Positive Dipole Mode



#### Negative Dipole Mode



شکل (۱): فاز مثبت و فاز منفی پدیده دوقطبی اقیانوس هند

در سال‌هایی که دو قطبی اقیانوس هند فعال است، بارشهای شدید در شرق آفریقا و غرب اقیانوس هند افزایش می‌یابد، در حالی که خشکسالی در مجمع‌الجزایر اندونزی مشاهده می‌شود. وبستر<sup>۳</sup> و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی دو قطبی دمایی اقیانوس هند در سال ۹۸-۱۹۹۷ پرداختند و نتیجه گرفتند که اقیانوس هند نقش غیر فعال و تأثیر پذیر در تغییرات اقلیمی در مقیاس فصلی و سالانه ندارد بلکه ممکن است نقش فعال و مستقلی

داشته باشد. لطیف<sup>۴</sup> و همکاران (۱۹۹۹) نقش نابهنجاری دمای سطح آب اقیانوس هند در ایجاد نابهنجاری بارش شرق آفریقا را در ماههای دسامبر و ژانویه توسط مدل‌های گردش عمومی جو ECHAM مورد بررسی کردند. نتایج نشان داد که بارش‌های شدید شرق استوایی آفریقا در فصل پاییز مستقیماً<sup>۵</sup> به تغییرات دمای سطح آب اقیانوس هند ارتباط دارد. مطالعات کلارک<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۰) همبستگی مثبت بین تغییرات دمای سطح آب اقیانوس هند حاره ای و مونسون تابستان را نشان دادند. پژوهش‌های آگراوالا<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۱) و بارلو<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۲) که روی خشکسالی مناطق مرکزی و جنوب غرب آسیا (کشورهای تاجیکستان، افغانستان، ایران، پاکستان، ازبکستان و ترکمنستان) انجام شدند، نشان دادند که شروع خشکسالی همراه با تغییرات بارش، دما و باد در اقیانوس‌های هند و آرام است. شرایط لائینا حاکم در سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۸ همراه با نابهنجاری دمایی گرمتر از نرمال در غرب اقیانوس آرام، شرایط خشکسالی را در این مناطق به وجود آورده است. پیش‌بینی مدل‌های اقلیمی نشان می‌دهد در صورتی که غرب اقیانوس آرام و شرق اقیانوس هند همچنان دمای گرمتر از نرمال را داشته باشند در این صورت شرایط خشکسالی در مرکز و جنوب غرب آسیا ادامه خواهد داشت. بلاک<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۲) بر اساس الگوهای دمای سطح دریا، باد و رطوبت به مطالعه تأثیر انسو و دو قطبی اقیانوس هند یا مد مداری بر بارش‌های کوتاه سنگین شرق آفریقا پرداختند. نتایج نشان داد که نابهنجاری دمای سطح آب اقیانوس هند، دو قطبی اقیانوس هند یا مد مداری به طور سیستماتیک سبب افزایش بارش در شرق این قاره می‌شود. مطالعات ساجی و یاماگاتا<sup>۹</sup> (۲۰۰۳) نشان داد که نابهنجاری دمای سطح آب اقیانوس هند حاره ای دو الگوی نابهنجاری بارش را در مقیاس بین دهه ای در کشورهای مجاور اقیانوس هند

---

4 Latif

5 Clarck

6 Agrawala

7 Barlow

8 Black

9 Saji and Yamagata

نشان می دهد. همچنین آثار دو قطبی اقیانوس هند در نواحی دور از اقیانوس هند نیز مشاهده شده است. این همبستگی در اروپا، آسیای شمال شرقی، شمال و جنوب آمریکا و آفریقای جنوبی نشان داده شده است. کلارک و و بستر<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۳) با استفاده از آنالیز همبستگی نشان دادند که تغییرات بارش کوتاه فصلی در ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر در امتداد سواحل کنیا و تانزانیا همبستگی قوی با دمای سطح آب اقیانوس هند بین سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۵۰ دارد. اشوک<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از مدل گردش عمومی جو<sup>۱۲</sup> AGCM و داده‌های دمای سطح دریا و بارش دید بانی شده، تأثیر دو قطبی اقیانوس هند بر بارش زمستان استرالیا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که دو قطبی اقیانوس هند، همبستگی جزئی منفی با بارش در مناطق جنوبی و غربی استرالیا دارد. این تحقیق نشان داد که مد دو قطبی اقیانوس هند می تواند به عنوان شاخصی در پیش بینی آب و هوای فصلی نقاط مختلف جهان مورد استفاده واقع شود. اینگلسند<sup>۱۳</sup> و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از داده‌های دیده بانی و دوباره آنالیز شده به بررسی خصوصیات الگوهای جوی و نابهنجاری دمای سطح دریا در خشکسالی‌ها و ترسالی‌های جنوب غربی غرب استرالیا پرداختند. آنها مشخصات الگوی نابهنجاری دو قطبی دمای سطح آب اقیانوس هند را در سال‌های با حداکثر بارش معلوم کردند. چاکرابورتی<sup>۱۴</sup> و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات انتقال رطوبت فصلی و بین سالی در عربستان را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که دریا‌های مجاور عربستان در ماه‌های نوامبر، دسامبر، ژانویه (NDJ) و فوریه، مارس، آوریل (FMA) منابع انتقالی رطوبت به عربستان هستند. در تغییرات بین سالی انتقال رطوبت، پدیده‌های اقلیم حاره‌ای، دو قطبی مثبت اقیانوس هند و انسو، بالاترین همبستگی را با شارش رطوبت دریای سرخ دارند. در این حالت جریان‌های

---

10 Clark and Webster

11 Ashok

12 Atmosphere General Circulation Model

13 England

14 Chakraborty

شرقی سبب همگرایی و افزایش رطوبت به منطقه عربستان می‌شود. آزمایش‌های مدل GCM نیز نشان داد که آنومالی انتقال رطوبت در ماه‌های نوامبر، دسامبر، ژانویه (NDJ) قابل توجه است. ناظم السادات و شیروانی (۱۳۸۵) داده‌های بارش نه ایستگاه سینوپتیک نواحی جنوب غربی کشور و نیز داده‌های دمایی سطح آب خلیج فارس را برای دوره‌های ۹۳-۱۹۵۹ مطالعه کردند. نتایج نشان داد که نوسان‌های دمایی سطح دریا در ناحیه مرکزی خلیج فارس، در مقابل سواحل بوشهر نقش مؤثری در توجیه نوسان‌های بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه دارند.

#### مواد و روش‌ها:

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، استان‌های جنوبی کشور شامل ایستگاه‌های سینوپتیک اهواز، آبادان، بندرعباس، بوشهر، چابهار، ایرانشهر، بندر لنگه، شیراز و فسا ست که داده‌های بلند مدت بارش را برای دوره آماری ۲۰۰۶-۱۹۶۷ دارا هستند. داده‌های شاخص دو قطبی دمایی اقیانوس هند  $DMI^{15}$  محاسبه شده توسط کاپلان<sup>۱۶</sup> از سایت مرکز تحقیقات  $FRCGC^{17}$  ([www.Jamstec.go.jp](http://www.Jamstec.go.jp)) برای دوره مورد مطالعه تهیه شد. برای مطالعه ارتباط بین نوسان‌های بارش استان‌های جنوبی کشور با شاخص دو قطبی اقیانوس هند از روش آنالیز موجک و روش‌های آماری استفاده گردید. موجک<sup>۱۸</sup> در واقع یک موجی سینوسی است که تغییرات آن محدود شده است به طوری که متوسط آن صفر است. موجک، عنوان ابزاری نیرومند در بیان خواص سیگنال‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، انواع مختلف تبدیل موجک با توجه به انواع مختلف موجکها مورد استفاده در این تبدیل از یکدیگر مجزا می‌شوند (جمشیدی و همکاران، ۱۳۸۶، ۱۸۱).

---

15 Dipole Mode Index

16 Kaplan

17 FRCGC: Frontier Research Center for Global Change

18 Wavelet

محققان زیادی از روش موجک برای تحلیل سری زمانی استفاده می کنند. سری های زمانی ژئو فیزیکی اغلب توسط سیستم های پیچیده ای ایجاد می شوند که اطلاعات کمتری در باره آنها وجود دارد. رفتار قابل پیش بینی در چنین سیستم هایی مانند، روند آنها مورد توجه و علاقه زیادی است. تبدیل موجک ابزار مهمی برای تحلیل فرکانس غالب متغیر در سری زمانی و شناسایی دوره وقوع آن است. با تحلیل موجک می توان نمایش گرافیکی از دامنه و دوره تغییرات را با زمان نشان داد. تبدیل موجک پیوسته و موجک متقابل روش توانمندی برای آزمون ارتباط دو سری زمانی است. از آنجایی که هدف این مطالعه، شناسایی فرکانس غالب وقوع این تغییرات است، از روش تبدیل موجک پیوسته استفاده شده است. روش مورلت روش مناسبی برای شناسایی تغییرات مداوم در سیگنال های ژئو فیزیکی است. موجک مورلت موج مسطح مدوله<sup>۱۹</sup> شده توسط تابع گوسین است (Torrence & Compo, 1998: 65), (Persival & Walden, 2000, 165).

(۱)

$$\Psi(0)_\eta = \Pi^{-\frac{1}{4}} e^{i w_0 \eta} e^{-\frac{\eta^2}{2}}$$

در رابطه فوق:  $W_0$  فرکانس و  $\eta$  زمان هستند. برای مطالعه بیشترین توان مشترک رابطه فازی دو سری زمانی از تبدیل موجک متقابل استفاده می شود (Echer and etal, 2008, 492).

$Y_n$ ,  $X_n$  سری زمانی و  $W_n^x(s)$ ,  $W_n^y(s)$  تبدیل موجک آنها هستند.

(۲)

$$W_n^{xy}(s) = W_n^x(s) W_n^{y*}(s)$$

در رابطه فوق:  $W_n^{y*}(s)$  مزدوج مختلط  $W_n^y(s)$  است. توان موجک متقابل به صورت  $|W^{xy}|$  تعریف می شود. توان موجک متقابل بیشترین مقدار کواریانس بین دو سری

<sup>19</sup> Modulated

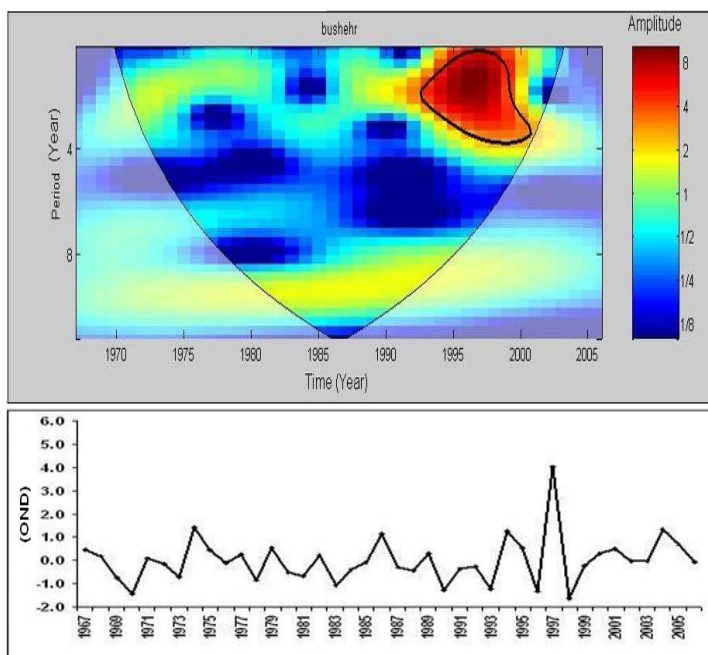


بررسی تاثیر پدیده دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان‌های جنوبی کشور / ۳۵

زمانی (X,Y) را نشان می‌دهد (Grinsted and etal, 2004). (563 از روش همبستگی برای تعیین میزان همبستگی بارش با شاخص دو قطبی اقیانوس هند استفاده شد. نرم افزارهای مورد استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل نرم افزارهای Matlab ، SPSS و Excell هستند.

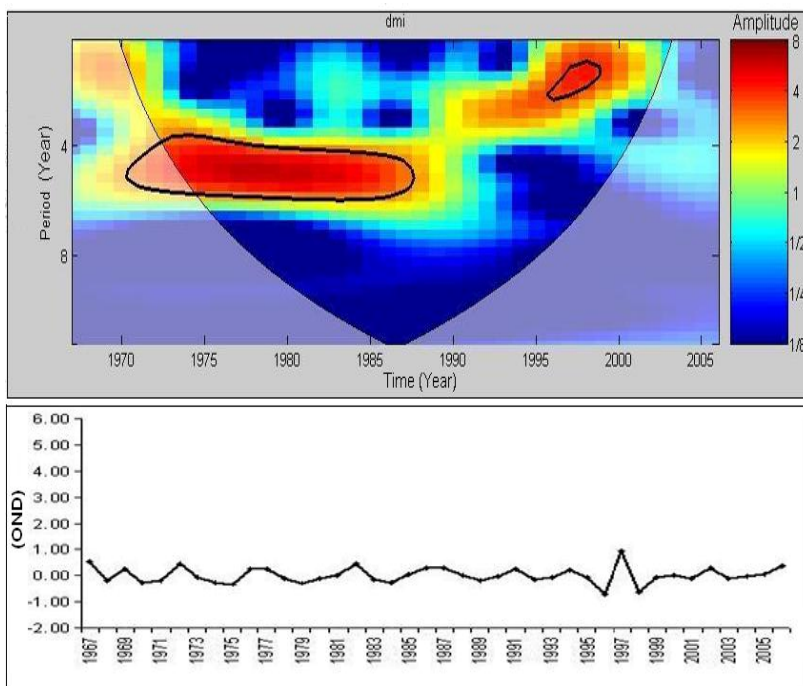
### بحث نظری:

بررسی و شناسایی نحوه رفتار دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییرپذیری بارش جنوب کشور با استفاده از روش موجک پیوسته و موجک متقابل و روش‌های همبستگی مطالعه شد. آنالیز موجک همبستگی بین میانگین بارش فصل پاییز و شاخص دو قطبی دمایی اقیانوس هند را برای ماه‌های اکتبر، نوامبر، دسامبر (OND) در ایستگاه‌های آبادان، بوشهر، چابهار و اهواز نشان داد؛ بطوری که در دیگر فصول این رابطه مشاهده نگردید. بنابراین، برای ارائه نتایج فقط ایستگاه‌هایی که رابطه همبستگی بالایی داشتند، ارائه شدند.



شکل ۲: تحلیل طیفی موجک پیوسته و سری زمانی استاندارد شده بارش فصل پاییز بوشهر

شکل ۲ تحلیل طیفی موجک پیوسته و سری زمانی استاندارد شده بارش در ماه‌های فصل پاییز (OND) ایستگاه بوشهر را نشان می‌دهد. محور  $Y$  دوره وقوع و محور  $X$  سری زمانی را بر حسب سال نشان می‌دهد. مقیاس رنگی توان هر باند طیفی فرکانس و منحنی سهموی منطقه نفوذ را نشان می‌دهد. خطوط کنتور، دوره‌های با سطح معنی داری ۹۵٪ را معین می‌کند. بیشترین دوره معنی دار در طیف موجک برای بارش فصل پاییز ایستگاه بوشهر کمتر از چهار سال است.

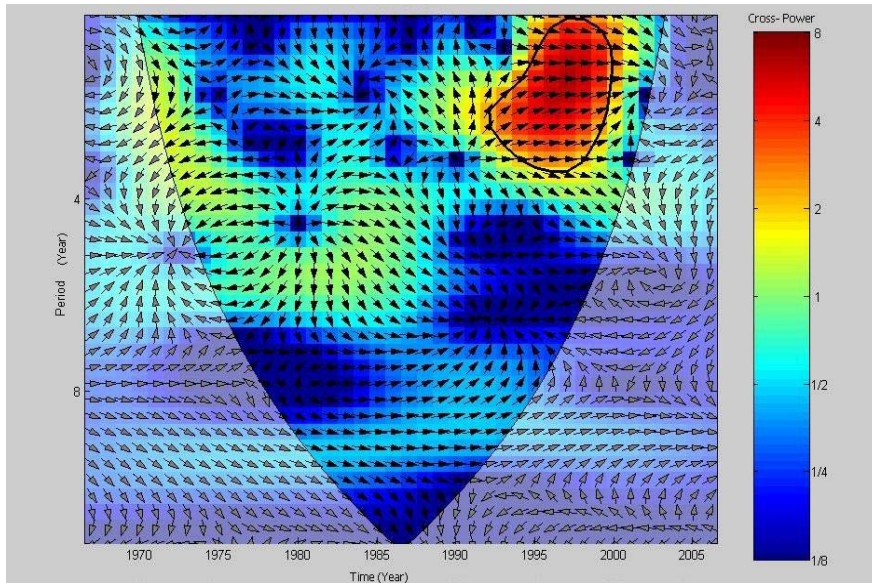


شکل ۳: تحلیل طیفی موجک پیوسته و سری زمانی استاندارد شده شاخص دو قطبی اقیانوس هند در فصل پاییز

شکل ۳ تحلیل طیف موجک پیوسته و سری زمانی استاندارد شده شاخص دو قطبی اقیانوس هند را برای فصل پاییز نشان می‌دهد. تحلیل طیف موجک پیوسته دوره‌های

بررسی تاثیر پدیده دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان‌های جنوبی کشور / ۳۷

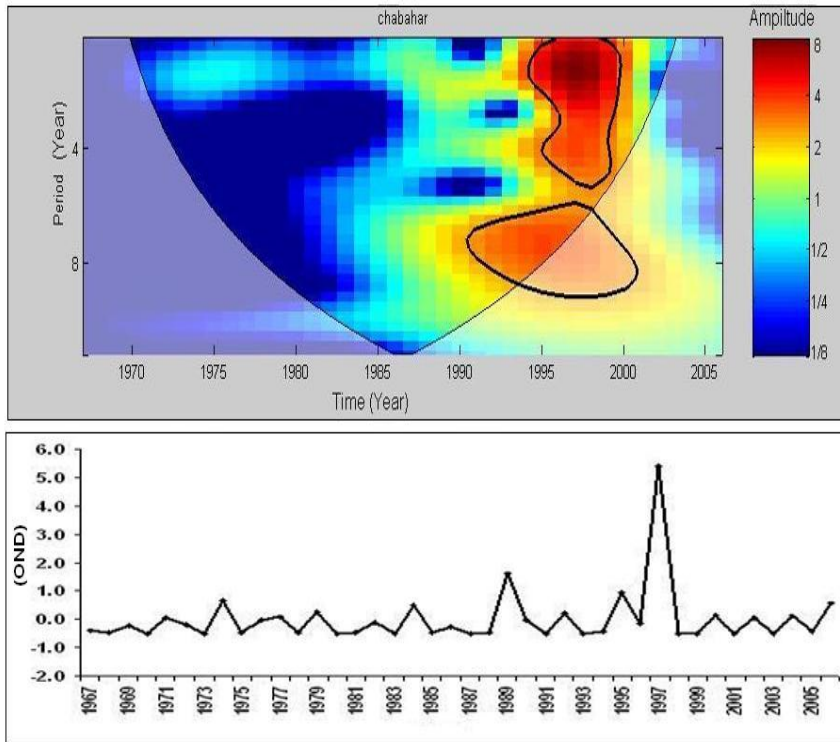
متناوب ۲/۵-۱ سال و توان قویتر را در دوره ۶-۴ سال به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۹۶ و ۱۹۷۱-۱۹۹۸ نشان می‌دهد.



شکل ۴: تحلیل طیفی موجک متقابل سری زمانی بارش بوشهر و شاخص دو قطبی اقیانوس هند در

#### فصل پاییز

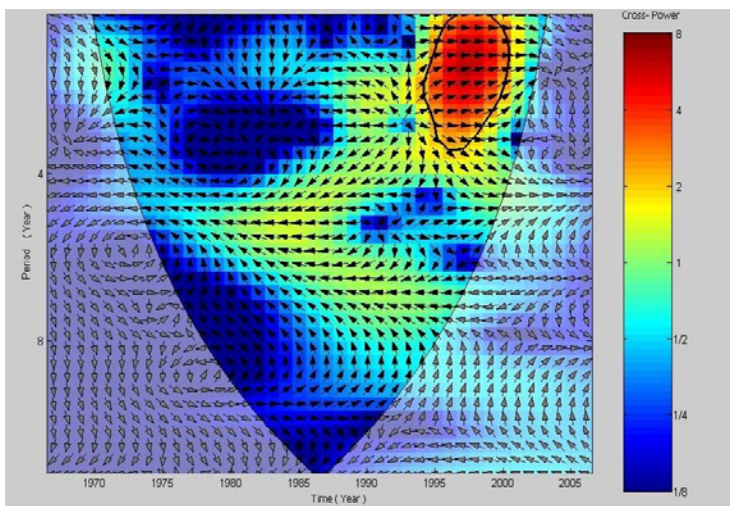
شکل ۴ بیشترین توان طیفی متقابل دو سری زمانی بارش فصل پاییز ایستگاه بوشهر و دو قطبی اقیانوس هند را تقریباً "در دوره کمتر از ۴ سال در طی سال‌های ۱۹۹۲-۱۹۹۹ نشان می‌دهد. جهت راست پیکان‌ها نشان دهنده هم‌فازی دو متغیر شاخص دو قطبی اقیانوس هند و بارش فصل پاییز ایستگاه بوشهر هستند.



شکل ۵: تحلیل طیفی موجک پیوسته و سری زمانی استاندارد شده بارش فصل پاییز چابهار

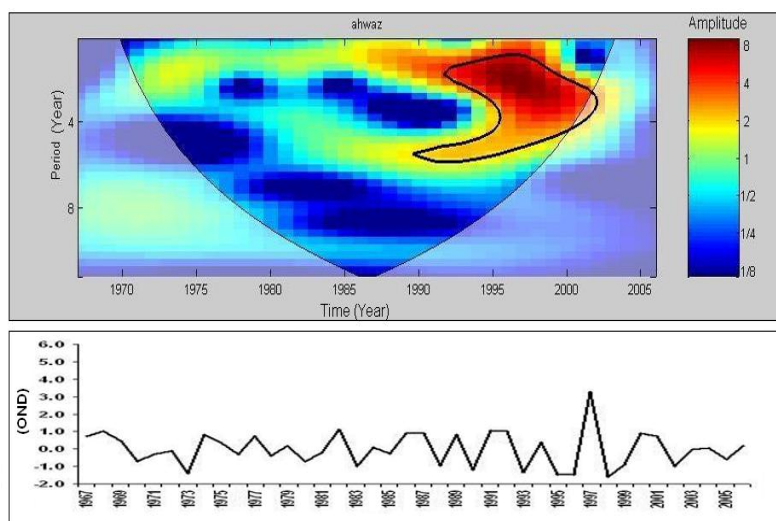
شکل ۵ تحلیل طیفی موجک پیوسته و سری زمانی استاندارد شده بارش فصل پاییز ایستگاه چابهار را نشان می دهد. نتیجه تحلیل موجک پیوسته بارش فصل پاییز چابهار چرخه غالب را کمتر از ۵ سال در طول سالهای ۱۹۹۴-۲۰۰۰ و چرخه ۱۰-۶ سال را در طی ۱۹۹۱-۲۰۰۱ نشان می دهد.

بررسی تاثیر پدیده دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییر پذیری بارش های فصلی استان های جنوبی کشور / ۳۹



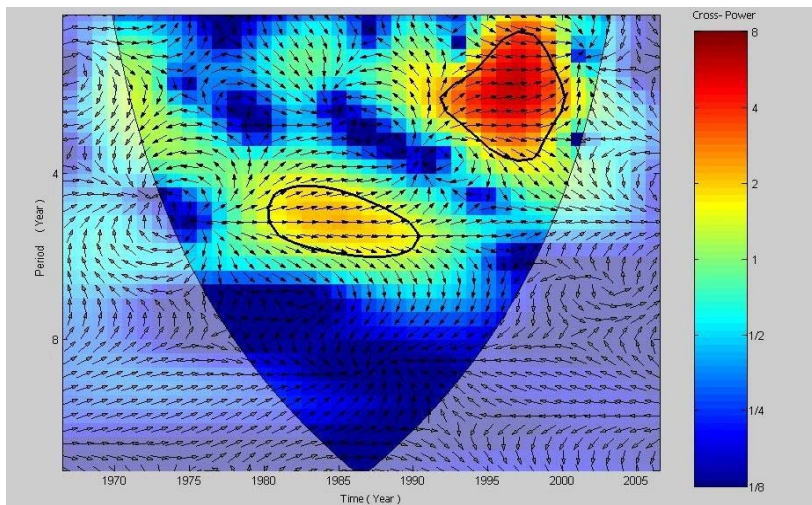
شکل ۶: تحلیل طیفی موجک متقابل سری زمانی بارش چابهار و شاخص دو قطبی اقیانوس هند در فصل پاییز

شکل ۶ نتیجه تحلیل طیفی موجک متقابل شاخص دو قطبی اقیانوس هند و بارش چابهار را نشان می دهد که تقریباً " در کمتر از ۳ سال معنی دار است و بیشترین توان طیفی متقابل در دوره ۱۹۹۴-۱۹۹۹ مشاهده می شود.



شکل ۷: تحلیل طیفی موجک پیوسته بارش و سری زمانی استاندارد شده بارش فصل پاییز اهواز

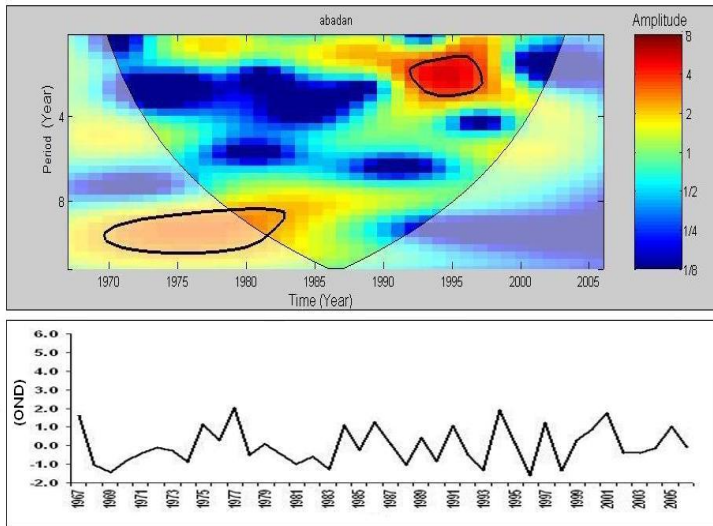
شکل ۷ تحلیل طیفی موجک پیوسته و سری زمانی استاندارد شده بارش ایستگاه اهواز و شاخص دو قطبی اقیانوس هند را نشان می‌دهد. آنالیز موجک پیوسته بارش اهواز نشان می‌دهد که بیشترین دوره معنی دار در ۶-۱ سال است اما شدیدترین آن در دوره ۴-۱ سال و در بازه ۲۰۰۱-۱۹۹۲ است.



شکل ۸: تحلیل طیفی موجک متقابل سری زمانی بارش اهواز و شاخص دو قطبی اقیانوس هند در فصل پاییز

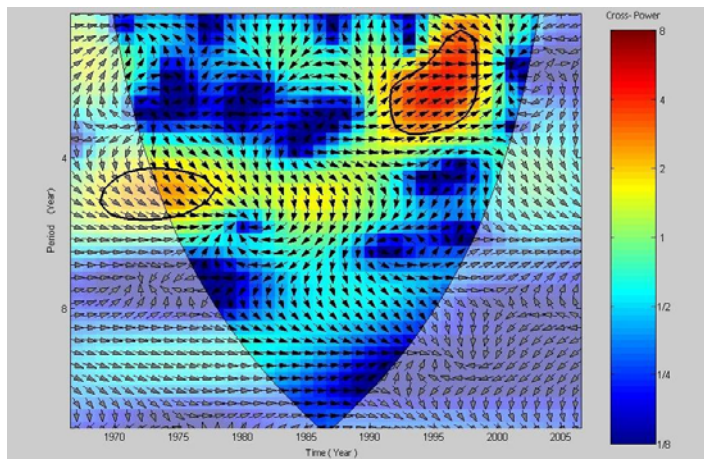
شکل ۸ نتایج تحلیل موجک متقابل بین شاخص دو قطبی اقیانوس هند و نوسان‌های بارش فصل پاییز ایستگاه اهواز را نشان می‌دهد. طی دوره کمتر از ۳ سال در سالهای ۱۹۹۹-۱۹۹۲ همبستگی بالایی مثبتی نسبت به دوره ۶-۴ سال قابل مشاهده است. جهت پیکان‌ها گویای هم‌فازی دو متغیر است.

بررسی تاثیر پدیده دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان‌های جنوبی کشور / ۴۱



شکل ۹: تحلیل طیفی موجک پیوسته بارش و سری زمانی استاندارد شده بارش فصل پاییز آبادان

شکل ۹ تحلیل طیفی موجک پیوسته و سری زمانی استاندارد شده بارش ایستگاه آبادان را نشان می‌دهد. نتایج تحلیل موجک پیوسته بارش فصل پاییز ایستگاه آبادان نشان می‌دهد که بیشترین دوره معنی دار در طیف موجک در ۳-۱ سال نسبت به دوره ۱۰-۸ سال هستند.



شکل ۱۰: تحلیل طیفی موجک متقابل سری زمانی بارش آبادان و شاخص دو قطبی اقیانوس هند در فصل پاییز

شکل ۱۰ نتیجه تحلیل طیفی موجک متقابل شاخص‌های دو قطبی اقیانوس هند و نوسان‌های بارش فصل پاییز ایستگاه آبادان است که همبستگی بالایی را در دوره ۳-۱ سال در طی ۱۹۹۸-۱۹۹۱ نسبت به ۶-۴ سال ارائه می‌دهد. جهت راست پیکان‌ها گویای هم‌فازی دو متغیر هستند. آنالیز همبستگی بین داده‌های شاخص دو قطبی اقیانوس هند و بارش ایستگاه‌های جنوب کشور ویژگی‌های همبستگی دو متغیر را نشان می‌دهد.

جدول (۱) نتایج آنالیز همبستگی بین شاخص دو قطبی دمایی اقیانوس هند و بارش‌های فصلی ایستگاه‌های جنوبی کشور را ارائه می‌نماید. بر اساس این نتایج، رابطه مثبت معنی‌داری بین نوسان دمایی شاخص دو قطبی اقیانوس هند و نوسان بارش فصل پاییز در ایستگاه‌های اهواز، آبادان، چابهار و بوشهر در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ درصد و در ایستگاه بوشهر همبستگی منفی با بارش فصل بهار در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد مشاهده می‌شود.

جدول ۱: ضرایب همبستگی بین شاخص دو قطبی اقیانوس هند و بارش‌های فصلی ایستگاه‌های

جنوبی کشور

ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
اهواز	۰/۰۴۲	-۰/۰۳۸	۰/۵۶۵	۰/۲۰۸
آبادان	۰/۱۲۲	۰/۰۸۲	۰/۴۱۹	۰/۰۲۴
بندرعباس	۰/۰۷	۰/۲۲۸	۰/۱۳۳	۰/۲۰۲
بندرلنگه	-۰/۱۰۷	-۰/۰۵۱	۰/۰۱۶	۰/۱۵۸
فسا	-۰/۲۵۳	۰/۱۸۷	۰/۱۸	۰/۰۲۱
بوشهر	-۰/۳۵۲	-۰/۲۳۶	۰/۵۳۲	۰/۳۰۹
چابهار	۰/۱۴۹	۰/۳۰۵	۰/۴۰۳	۰/۱۲
ایرانشهر	۰/۱۸	۰/۲۱۲	۰/۲۳۵	۰/۱۸۴
شیراز	۰/۲۵۳	-۰/۱۴۳	۰/۲۵۶	۰/۰۳۲

( همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ ) همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ )



از نظر سینوپتیکی نیز مطالعات انجام شده نتایج حاصل را برای منطقه مورد مطالعه تایید کنند. بر اساس مطالعات چاکروبارتی (۲۰۰۶) در فاز مثبت دو قطبی اقیانوس هند (دمای آب شرق اقیانوس هند کمتر از نرمال و غرب اقیانوس هند بیشتر از نرمال) جریان‌های شرقی سبب همگرایی و افزایش انتقال رطوبت بویژه در ماه‌های نوامبر، دسامبر و ژانویه (NDJ) به عربستان می‌گردد. انتقال رطوبت، در این حالت از طریق کم فشار سودانی و از روی دریای سرخ که به آن امواج سودانی گفته می‌شود، صورت می‌پذیرد (Abdullah and etal, 1998, 220) (Chakraborty and etal, 2006, 609). همچنین مطالعات ایزد نگهدار (۱۳۷۰)، لشگری (۱۳۷۵)، خلج (۱۳۸۱)، لشگری (۱۳۸۲) و مفیدی و زرین (۱۳۸۴) نشان داده است که کم فشار سودانی، سامانه فعال و بارش زایی در اقلیم نواحی جنوب غربی و جنوبی ایران است. بیشترین فراوانی وقوع کم فشار سودانی در ایران در درجه اول مربوط به ماه دسامبر است (مفیدی و زرین، ۱۳۸۴: ۱۳۱).

همچنین، نتایج حاصل از تحقیقات آگراوالا (۲۰۰۱) و بارلو (۲۰۰۲) که روی خشکسالی مناطق مرکزی و جنوب غرب آسیا انجام شد، نشان داد که تغییرات دمایی سطح آب غرب اقیانوس آرام و شرق اقیانوس هند، نقش مهمی در اقلیم مناطق مرکزی و جنوب غربی آسیا دارد، به طوری که در سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۸ شرایط لاینیای حاکم در مرکز اقیانوس آرام همراه با ناهنجاری دمایی گرمتر از نرمال در غرب آن اقیانوس منجر به افزایش بارش در شرق اقیانوس هند و تغییر در جت استریم منطقه آسیا گردید و سبب کاهش بارش در مرکز و جنوب غرب آسیا شد. مدل‌های پیش بینی اقلیمی نیز نشان دادند در صورتی که غرب اقیانوس آرام و شرق اقیانوس هند همچنان دمایی گرمتر از نرمال را داشته باشند در این صورت شرایط خشکسالی در مرکز و جنوب غرب آسیا ادامه خواهد داشت. تحلیل‌ها و نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که ناهنجاری دمایی اقیانوس هند بر نوسانهای بارش جنوب ایران تأثیر گذار است.

## نتایج:

در این مطالعه ارتباط بین تغییرات بارش‌های فصلی ایستگاه‌های جنوبی کشور و شاخص دو قطبی دمایی اقیانوس هند، به عنوان یکی از شاخص‌های پیوند از دور طی دوره ۲۰۰۶-۱۹۶۷ با استفاده از روش‌های طیفی موجک پیوسته و موجک متقابل مورد بررسی شد. نتایج آنالیز طیفی موجک بارش‌های فصل پاییز ایستگاه‌های جنوبی کشور نشان داد که فرکانس غالب معنی دار در این نوسان‌ها تقریباً کمتر از ۴ سال اتفاق می‌افتد. نتایج تحلیل‌های موجک متقابل بین شاخص دو قطبی اقیانوس هند و نوسانهای بارش فصل پاییز طی دوره کمتر از ۳ سال، همبستگی متقابل و معنی داری را در ایستگاههای اهواز، چابهار، بوشهر و آبادان نشان می‌دهند. بررسی نقش شاخص دو قطبی اقیانوس هند در تغییرات بارش فصل پاییز ایستگاه‌های جنوبی کشور گویای از وجود رابطه مثبت و مستقیم در نوسان‌های بارش‌های منطقه است. به نظر می‌رسد ایستگاه‌های جنوب غربی و ساحلی کشور، اهواز، آبادان، بوشهر نسبت به ایستگاه‌های جنوب شرقی با شاخص دو قطبی اقیانوس هند همبستگی دارند. این نتایج مطالعات ساجی (۱۹۹۹)، آگراوالا (۲۰۰۱)، بارلو (۲۰۰۲)، ساجی و یاماگاتا (۲۰۰۳)، گوان (۲۰۰۳) و چاکروبارتی (۲۰۰۶) را تأیید می‌نماید، اما این شاخص جزئی از عوامل تأثیر گذار بر تغییرات بارش این منطقه است. از آنجایی که بارش‌ها از طریق ورود سیستم‌های فشار سیاره‌ای در گردش عمومی جو ایجاد کردند، توصیه می‌شود که مطالعات جامع سینوپتیکی و دینامیکی در منطقه اقیانوس هند که به عنوان تأمین کننده رطوبت منطقه جنوب ایران است، انجام شود تا دیدگاهی جامع نسبت به تغییر پذیری بارش در منطقه جنوبی کشور فراهم گردد و امکان پیش بینی دقیق تغییرات بارش برای دراز مدت و ارائه برنامه ریزی‌های مناسب جهت مدیریت منابع آبی منطقه صورت گیرد.

بررسی تاثیر پدیده دو قطبی دمایی اقیانوس هند بر تغییرپذیری بارش‌های فصلی استان‌های جنوبی کشور / ۴۵

#### منابع:

- ۱-ایزد نگهدار، زهرا. (۱۳۷۰). بررسی سینوپتیکی بعضی از سیستم‌های مدیترانه‌ای مخصوص و اثرات آن بر روی ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه تهران.
- ۲-جمشیدی، نیما؛ علی ابویی مهریزی و سید رسول مولایی. (۱۳۸۶). آموزش کاربردی پیشرفته با Matlab، تهران انتشارات عابد، ۳۰۵ صفحه.
- ۳-خلج، علی. (۱۳۸۱). تحلیلی بر تاثیر رشته کوه زاگرس روی سیستم سینوپتیکی مؤثر بر اقلیم ایران مرکزی رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیای طبیعی.
- ۴-کریمی، احمد. (۱۳۸۶). تحلیل منابع رطوبت بارش‌های ایران، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیای طبیعی.
- ۵-لشگری، حسن. (۱۳۷۵). "الگوهای بارش‌های شدید در جنوب غربی ایران. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیای طبیعی.
- ۶-لشگری، حسن. (۱۳۸۲). «مکانیسم تکوین، تقویت و توسعه مرکز کم فشار سودان و نقش آن بر روی بارش‌های جنوب و جنوب غربی ایران»، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۴۶، ۱-۱۸.
- ۷-مفیدی، عباس و آذر، زرین. (۱۳۸۴). «بررسی سینوپتیکی تاثیر سامانه‌های کم فشار سودانی در وقوع بارش‌های سیل زا در ایران»، تحقیقات جغرافیایی، ش ۲۰، ۱۱۳-۱۳۶.
- ۸-ناظم السادات، سید محمد جعفر و احمد رضا، قاسمی. (۱۳۸۳). «تأثیر نوسان‌های دمای سطح آب خزر بر بارش فصول زمستان و بهار نواحی شمالی و جنوب غربی ایران»، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، ش ۴، ۱-۱۵.
- ۹-ناظم السادات، سید محمد جعفر و امین شیروانی. (۱۳۸۵). «پیش بینی بارش زمستانه مناطق جنوبی ایران با استفاده از دمای سطح آب خلیج فارس: مدل سازی تحلیل متعارف»، مجله علمی کشاورزی، ج ۲۹، ش ۲، ۶۵-۷۷.
- 10-Abdullah, M. A., and Al-Mazroui, M. A., (1998): Climatological study of the southern region of Saudi Arabia. I. Rainfall analysis. *Climate Res.*, 9, 213-223.
- 11- Agrawala S., Barlow M., Cullen H. and Lyon B., (2001): The drought and humanitarian crisis in central and southwest Asia: A climate perspective, International Research Institute for climate change and society (IRI):20 pages.
- 12-Ashok K., Guan Z. and Gata T., (2003): Influence of the Indian Ocean Dipole on the Australian Winter Rainfall, *Geophysical Research Letter*, 30:1821- 1825.
- 13-Barlow M., Cullen H. and Lyon B., (2002): Drought in central and south west Asia: Lanina, the warm pool, and Indian Ocean precipitation, *Journal of Climate.*, 15:697-700.
- 14-Berri, G. J. and Bertossa G., (2004): The Influence of the Tropical and Subtropical Atlantic and Pacific Oceans on Precipitation Variability over Southern Central South America on Seasonal Time Scales, *International Journal of Climatology*. 24:415-435.
- 15-Black E., Slingo J. and Speerber K. R., (2002): An Observational Study of the Relationship between Excessively Strong short Rains in Coastal East Africa and

- Indian Ocean SST, Monthly weather Review, American Meteorological Society, 131:74-94.
- 16-Chakraborty, A., Behera, S., Mujumdar, M., Ohara, R., and Yamagata, T.,(2006): Diagnosis of tropospheric moisture over Saudi Arabia and influences of IOD and ENSO, Monthly Weather Review,134: 598-617.
  - 17-Clark C. O., Cole J. E. and Webster P. J., (2000): Indian Ocean SST and Indian Summer Rainfall: Predictive Relationships and their Decadal Variability, Journal of Climate, 13:2503-2519.
  - 18-Clark C. B. and Webster P. J., (2003):Interdecadal Variability of Relationship between the Indian Ocean Zonal Mode and East African Coastal Rainfall Anomalies, Journal of Climate, 16:548-554.
  - 19-Echer M. P. S., Echer E., Nordemann D. J., (2008): Wavelet analysis of a centennial (1895-1994) southern Brazil rainfall series (Pelatos, 31°46'19" S 52°20'33"W), Climate Change, 87:489-497.
  - 20-England M. H., Ummenhofer C. C. and Santos A., (2006): International Rainfall Extremes over Southwest Western Australia Linked to Indian Ocean Climate Variability, Journal of Climate, 19:1948-1969.
  - 21-Grinsted A., Moore JC, Jevrejeva S., (2004): Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series. Nonlinear process Geophys.11:561-566.
  - 22-Guan, Z., Ashok, A., and Yamagata, T., (2003): Summer time response of the tropical atmosphere to the Indian Ocean dipole sea surface temperature anomalies, J. Meteor. Soc. Japan, 81, 533-561.
  - 23-Latif M., Dommenges D., Dima M. and Grotzner A., (1999): The Role of Indian Ocean Sea Surface Temperature in Forcing East African Rainfall Anomalies During December-January 1997/98, Journal of Climate, 12: 3497-3509.
  - 24-Percival DB., Walden AT., (2000): Wavelet methods for time series analysis. Cambridge University Press, Cambridge, p 594.
  - 25-Saji N. H., Goswami B. N., Vinyachadran P. N. and Yamagata T., (1999): A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean, Nature,40:360-363.
  - 26- Saji N. H., Yamagata T., (2003): Possible impact of Indian Ocean dipole mode events on global Climate, 15:151-169.
  - 27-Torrence C., Compo GP., (1998): A practical guide to wavelet analysis, Bull. Am. Meteorol Soc.79:61-78.
  - 28-Webster P., Moore A. M., Loschnigg J. P., Leberz R. R., (1999): Coupled Ocean-Atmosphere Dynamics in the Indian Ocean during 1997-98, Nature, 401:356-360.