



Geographic Notion

Vol. ۱۵. Spring ۲۰۱۷

Zanjan University

No. ۱۰۹

اندیشه جغرافیایی

سال هشتم، شماره پانزدهم، زمستان ۱۳۹۵

دانشگاه زنجان

مقاله شماره ۱۰۹

تحلیل طیفی میانگین سالانه کم فشار دریای سرخ طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۳۰

هوشنگ قائمی^۱، حسین عساکره^۲، شیما رضایی^۳

چکیده

آب و هوا یک سیستم پویای غیرخطی نامنظم است. اما در بسیاری از موارد، مشاهده می‌شود که اقلیم (یعنی وضعیت میانگین آب و هوا) به درستی، ثابت و قابل پیش بینی است، که در هر مکانی می‌توان آن را برآورد نمود. کم فشار دریای سرخ در وقوع بارش های سیل آسای فصل پاییز در خاورمیانه نقش عمده ای را ایفا می کند. با توجه به اهمیت این کم فشار به کارگیری روش های کارآمد تحلیل طیفی به عنوان ابزاری مفید، برای مطالعه و تحلیل نوسانات آن مناسب می باشد. در این مقاله چرخه های سالانه کم فشار دریای سرخ طی دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۳۰، استخراج شده است. پس از استخراج چرخه های سالانه با استفاده از روش تحلیل خوشه ای نواحی توأم با چرخه ها گروه بندی شد. بر اساس یافته های پژوهش ناحیه تحت تأثیر کم فشار دریای سرخ دارای چرخه های ۸-۲ ساله بوده است. چرخه های شناسایی شده بر اساس پژوهش های قبلی اندیشمندان، می توان چرخه های ۳-۲ ساله را مربوط به تغییر جریانات مداری اقلیم زمین و چرخه های ۸-۳ ساله را نیز مربوط به پدیده ال نینو در نظر گرفت.

واژگان کلیدی: تحلیل طیفی، تحلیل خوشه ای، چرخه، کم فشار دریای سرخ.

۱. استاد پژوهشکده هواشناسی کشور

۲. استاد اقلیم شناسی دانشگاه زنجان

۳. کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه زنجان shimarezayee1366@gmail.com

مقدمه

گردش جو به عنوان یک عامل بلا فصل، در تعیین شرایط اقلیمی هر منطقه نقش مهمی ایفا می کند. در واقع الگوی متوسط گردش جو در هر منطقه ای بیان کننده شرایط اقلیمی غالب آن مکان است (ریتر، ۱۹۶۳). در عین حال الگوهای گردش بزرگ مقیاس و منطقه ای، متأثر از مؤلفه های مختلف سامانه اقلیم زمین هستند. بدین ترتیب تغییرات و نوسانات در سامانه های اقلیمی زمین به واسطه ی ورودش های حاصله در الگو های گردش جو، اقلیم منطقه ای را کنترل می کند. کشف قانونمندی های حاکم بر هر سامانه اقلیمی، امکان تحلیل و پیش بینی مطلوب آن را فراهم می آورد. کم فشار سودانی یکی از بخش های مهم گردش عمومی ناحیه شاخ آفریقا-دریای سرخ است. تغییرات قابل ملاحظه در فعالیت سال به سال این کم فشار حکایت از ورودش های موجود در عوامل اصلی به وجود آورنده آن دارد (سازمان هواشناسی، ۱۳۸۱). همگرایی کم عمقی که در شمال شرق آفریقا مشاهده می شوند، حتی به عنوان مهم ترین ساز و کار بارش زا در برخی از مناطق شرق مدیترانه و ایران شناخته شده است. همچنین یافته ها نشان می دهد که منبع اصلی رطوبت سامانه های سودانی، مناطق حاره ای شرق آفریقا و قطاع جنوب غربی دریای عرب می باشد که در حین عبور از روی دریای سرخ و خلیج فارس تقویت می گردد (مفیدی و همکاران، ۱۳۸۴). سلول های کم فشار گرمایی که به سبب ساختار فیزیکی زمین (مانند چرخش و چگونگی قرارگیری آن در منظومه شمسی) و زاویه تابش خورشید در عرض های جغرافیایی نزدیک استوا شکل می گیرند، با تغییر فصل و هماهنگی با حرکت ظاهری خورشید، روی کمربند همگرایی درون حاره ای در محدود جنب حاره جابه جا می شوند (مرادی، ۱۳۸۵). با توجه به مهم بودن این کم فشار و تأثیرات آن بر اقلیم منطقه سعی شده است تا نوسانات این کم فشار را در طی ۶۰ سال مورد بررسی قرار دهیم. یکی از ابزارهای مفید برای جستجو و ارزیابی نوسانات اقلیمی، تحلیل طیف توان (تحلیل طیفی) است. تحلیل طیفی، یک روش تعمیم یافته ای از تحلیل همسازهاست که اولین بار به وسیله وینر (۱۹۴۹ و ۱۹۳۰) ارائه شد. توکی (۱۹۵۰) و بلاکمن (۱۹۵۸) به توسعه این روش پرداختند. همچنین کاربرد این رویه

در اقلیم شناسی اولین بار به وسیله میچل و همکاران (۱۹۶۶: ۴۲-۳۶) مورد بررسی قرار گرفت. دیوید ماسلن و دانیل روکموور در سال ۱۹۹۷ در بررسی روش های جدید برای تجزیه و تحلیل داده ها برنامه های کاربردی یافت شده است. الگوریتم های کانولوشن در تنظیم مداوم برنامه های کاربردی همانند مدل سازی آب و هوا به وجود می آیند. جدای از برنامه های کاربردی این الگوریتم منجر به درک محتوای نظریه تبدیل فوریه می شود. دانیل وار در سال ۱۹۹۹، تجزیه و تحلیل دراز مدت سوابق دمای هوای ساحلی و باز سازی رشد الگوهای درختی، نشان می دهد که آب و هوای اقیانوس شمال شرق دارای سه بازه زمانی نوسان در گذشته بوده و با توجه به بررسی های انجام شده ۲-۸ ساله مربوط به نوسانات جنوبی بوده است. زمانبندی ۶۰-۸۰ ساله نوسانات اخیر بوده که حالت غالب هوا و تنوع درجه حرارت داشته است. نوسانات در دوره های بالاتر از ۱۰ سال در شمال شرق اقیانوس آرام به طور قابل توجهی منسجم بوده است. بنابراین افزایش فعلی در فرکانس ال نینو را می توان تا حد زیاد تداوم یک چرخه طبیعی دانست. در پژوهشی که توسط غیور و عساکره در سال ۱۳۸۴ انجام پذیرفت به تبدیل سری زمانی به فرکانس، پرداخته شد، همچنین روش سری زمانی و مدل فوریه نیز استفاده شده است. در سال ۱۳۸۸ عساکره به تحلیل طیفی و کاربرد این رویه در استخراج چرخه های سالانه دمای شهر زنجان طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۵۱ (۵۵ سال) پرداخته است.

مواد و روش

در این تحقیق از داده های ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال طی دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۳۱ (۶۰ سال) از پایگاه داده های NCEP/NCAR استفاده شده است. در فن تحلیل طیفی، روش های پرشمار و متنوعی برای تبدیل سری زمانی به بسامد وجود دارد. عموماً این روش ها را به دو گروه پارامتری و ناپارامتری می توان تقسیم نمود (عساکره، ۱۳۸۹) بر این اساس ابتدا سری های زمانی به تابع فرکانسی (به صورت تابعی دوره ای با

دامنه و فراوانی) تبدیل می شود. در این تابع، فراوانی گویای مقیاس زمانی (چرخه در واحد زمان) و دامنه بیانگر میزان واریانس در آن مقیاس زمانی است. یکی از روش های به کار گرفته شده توسط غیور و عساکره (۱۳۸۴: ۸۸-۹۱) روش همسازهاست. در این روش، سری زمانی (t) به طول n به فرم یک مدل فوریه به شکل زیر نوشته می شود (عساکره، ۱۳۸۸).

$$Z_t = a_0 + \sum_{i=1}^q (a_i \cos 2\pi f_i t + b_i \sin 2\pi f_i t) \quad (1)$$

در رابطه فوق: z_t عنصر اقلیمی مورد بررسی در زمان t و f_i فراوانی تکرار مشاهدات (عکس دوره بازگشت) است و با $f_i = \frac{i}{n}$ نشان داده می شود. در ایجاد $i=1,2,\dots,q$ همانگونه که در رابطه (۱) دیده می شود، مؤلفه های سینوسی و کسینوسی $(a_i \cos 2\pi f_i t + b_i \sin 2\pi f_i t)$ حول یک میانگین ثابت (a_0) رفتار سری را تعیین می کند. بدین دلیل است که رابطه (۱) در توصیف پدیده های نوسانی اهمیت زیادی دارد (عساکره، ۱۳۸۹) در یک مدل فوریه مؤلفه های سینوسی و کسینوسی، همساز (هارمونیک) هایی هستند که در شکل گیری رفتار سری تناوبی مؤثرند. تعداد این همسازها (تعداد چرخه در طول دوره است، چرا که رفتار نوسانی، حداقل از دو (q) دوره آماری)، حداکثر نصف طول داده ها مؤلفه (سینوسی و کسینوسی) تشکیل شده است. بنابراین، هر طول موج متوالی در سری زمانی تناوبی با یک همساز نشان داده می شود. چنان که آشکار است، الگوی فوریه را نیز می توان به عنوان یک الگوی رگرسیون خطی در نظر گرفت و ضرایب فوریه که شامل a_0 و a_i و b_i همانند یک رگرسیون چند متغیره با استفاده از روش کمترین مربعات خطا بدست می آید (بلومفیلد ۲۰۰۰:۲۰ به نقل از عساکره).



$$\begin{aligned}
 a_0 &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n z_t = \bar{z} \\
 a_i &= \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n z_t \cos 2\pi f_i t \\
 b_i &= \frac{2}{n} \sum_{t=1}^n z_t \sin 2\pi f_i t
 \end{aligned} \tag{۲}$$

واریانس برای فرکانس f_i ، طول دوره T آماری فرد به شرح زیر به دست می آید.

$$I(f_i) = \frac{n}{2} (a_i^2 + b_i^2) \quad i=1, 2, \dots, q \tag{۳}$$

اگر طول دوره آماری زوج باشد، آنگاه برای $i \in \{1, 2, \dots, q-1\}$ مقادیر $I(f_i)$ از رابطه (۳) بدست می آیند. ولی برای $i=q$ داریم: $I(f_q) = na^2 q$ در این جا $I(f)$ واریانس در بسامد f است. به عبارت دیگر $I(f)$ واریانس مربوط به فرکانس در بازه $(0, f)$ است.

پس از محاسبه همسازها نیاز است به بررسی سهم واریانس هر یک از همسازها پرداخته شود، لذا در این راستا به ترسیم دورنگار پرداخته می شود. دوره نگار و طیف ابزارهای مناسبی برای تحلیل سری های زمانی متشکل از مخلوط امواج سینوسی و کسینوسی می باشند، که در بسامدهای ثابتی در نوفه مستترند (باکس و جنکینز، ۱۳۷۱: ۴۹ به نقل از عساکره). در این پژوهش با توجه به وجود داده های شبکه ای، به محاسبه عناصر مربوط به دوره نگار برای هر یاخته پرداخته شده است. به منظور سنجش معنی داری طیف ایجاد آزمون فرض صفر ضروری می باشد. فرض صفر در تحلیل طیف این است که در یک بسامد معین، طیف با صفر تفاوت نداشته باشد. در تحلیل طیف، تصادفی نبودن نوسانات در سری زمانی به وسیله فرض صفری موسوم به صفر پیوسته آزمون می شود. طبق مطالعات صورت گرفته در زمینه محاسبه صفر پیوسته، یک طیف خودهمبستگی مرتبه اول و به عبارتی فرایند مونت کارلو برآورد مناسبی برای صفر

پیوسته است (عساکره، ۱۳۸۹: ۱۶). خودهمبستگی مرتبه اول (r_1) در سری‌های زمانی اقلیمی به طور معنی‌داری مخالف صفر بوده و در تأخیرهای بالاتر به صورت توانی یا تقریبی از آن نزول می‌کند. در این حالت فرض صفر یک نوفه قرمز به حساب آمده و شکل آن بسته به ضریب همبستگی و بر اساس شماره همساز i ($0 \leq i \leq q$) با تقریب زیر قابل بررسی است (میچل و همکاران ۱۹۶۶: ۳۸ به نقل از عساکره)

$$\lambda_k = \bar{s} \left[\frac{1 - r^2}{1 + r_1^2 - 2r_1 \cos \frac{\pi k}{q}} \right] \quad (۴)$$

در این جا \bar{s} میانگین تمامی برآورد خام طیف‌ها به شرط معنی‌داری r_1 است. در نهایت برای آزمون معنی‌داری طیف برای مثال در سطح ۹۵ درصد اطمینان، مقادیر زیر در معرض توجه قرار می‌گیرد (شکیدانز و بون ۱۹۷۷: ۳۶۰):

$$\lambda_k \frac{\chi_v^2(0.95)}{v} \leq \hat{I}(f) \leq \lambda_k \frac{\chi_v^2(0.05)}{v} \quad (۵)$$

در ادامه چرخه‌ها را طبقه‌بندی می‌کنیم. برای طبقه‌بندی از روش تحلیل خوشه‌ای سلسه‌مراتبی وارد استفاده شده است. در روش وارد از بین تمام خوشه‌ها، زوجی با هم ترکیب می‌شود که مجموع مربعات انحرافات اعضای خوشه ادغامی آنها از میانگین مربوطه کمترین باشد (علیجانی، ۱۳۸۱: ۱۷۵). بنابراین:

$$d_{rs}^2 = (p_r - p_s)(p_r - p_s)' \quad (۶)$$

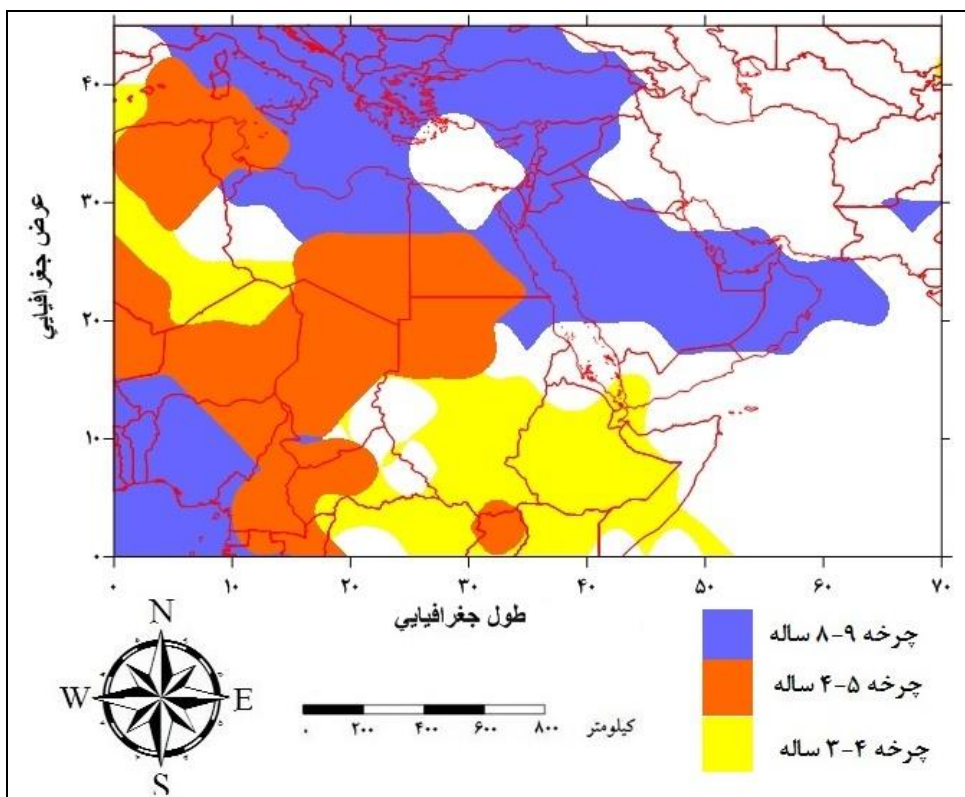
در مطالعات اقلیمی غالباً برای محاسبه درجه ناهمانندی (همانندی) از فاصله اقلیدس استفاده می‌شود. پس از اندازه‌گیری درجه همانندی باید شیوه‌ای برای ادغام مقادیری که بالاترین همانندی را نشان داده‌اند، به کار برد.

$$d(r, s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r - n_s)} \quad (۷)$$

تحلیل طیفی برای شناخت بهتر عوامل و کمک به پیش‌بینی پدیده‌های اقلیمی نقش مؤثری را ایفا می‌کند.

شکل ۱ همپوشی چرخه سالانه و احتمال دوره بازگشت ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال را نشان می‌دهد که در چرخه‌های مورد نظر همپوشی در منطقه‌ی مرکز

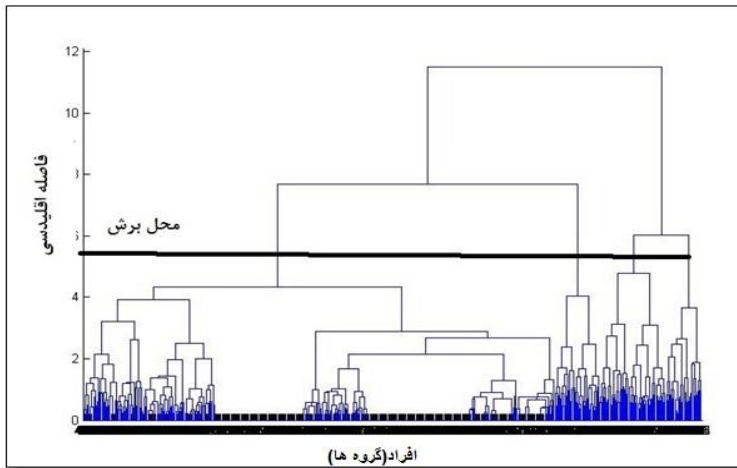
آفریقا، شمال سودان، شمال نیجر و جنوب مصر اتفاق افتاده، نقاط هم پوش دارای چرخه با دوره بازگشت ۴-۵ ساله می باشد که مربوط به پدیده النینو معرفی شده است.



شکل ۱: احتمال چرخه ها و تفکیک مکانی نقاط همپوش طی دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۳۰

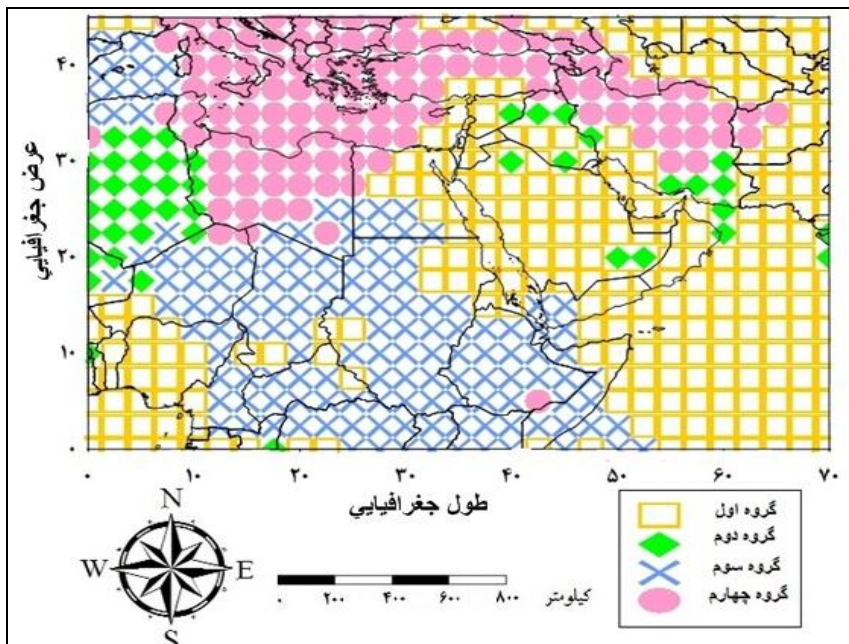
تفکیک مکانی چرخه سالانه کم فشار دریای سرخ

درخت خوشه بندی از جمله روش های پرکارآمد در تجزیه و تحلیل داده هاست. بر اساس شکل (۲) نتیجه بکارگیری تحلیل درخت خوشه بندی به منظور رتبه بندی مشاهدات، منجر به پذیرش یک تقسیم بندی چهار گروه گردید که کم ترین پراش درون گروهی و بیشترین پراش برون گروهی در آن وجود داشت. بر این اساس این گروه بندی توانست معرف مناسبی برای طبقه بندی سالانه باشد.



شکل ۲: درخت خوشه بندی اقلیمی سالانه احتمال چرخه ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال طی دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۳۰

تفکیک چرخه های ارتفاعی تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال در منطقه مورد مطالعه بدین صورت است که، در نقشه طبقه بندی شده شکل ۳، ۴ گروه قابل تشخیص است که مشخصات این چهار گروه در ادامه بررسی می شود.



شکل ۳: تفکیک مکانی ۴ پهنه ارتفاع تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال طی دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۳۰

در بین این چهار گروه در منطقه مورد مطالعه (دریای سرخ) بیشتر گروه اول بر روی شمال دریای سرخ و گروه سوم بر روی منطقه سودان قرار گرفته است. بنابراین برای شناسایی بهتر احتمال چرخه در بین گروه های مورد بررسی از بین چهار گروه، گروه اول و سوم به تفصیل بررسی خواهند شد.

احتمال چرخه ها با دوره بازگشت گروه اول و سوم و با توجه به جدول (۱) به این صورت نمایان هستند. در دوره بازگشت (۳-۴) و (۵-۴) ساله دوره بازگشتی است که در اکثر چرخه ها مشاهده شده که طی بررسی های صورت گرفته، می توان عنوان کرد که این دوره بازگشت مربوط به نوسانات جنوبی النینو می باشد. ال نینو اصولاً تغییرات آب و هوایی غیر معمول در کره زمین می گذارد. تغییرات در تند بادها که توسط ENSO صورت می گیرد بر آب و هوا نه تنها در شمال و جنوب قاره آمریکا بلکه در نقاط دوردستی همچون آفریقا و نواحی جنوبگان تاثیر می گذارد. در طول ۴۰ سال گذشته ۱۰ مورد از این گونه النینو ها ثبت شده است که قوی ترین آنها، در سال ۱۹۹۸ - ۱۹۹۷ رخ داد. قبل از آن نیز النینوی سال ۱۹۸۳ - ۱۹۸۲ قوی ترین النینو بوده است. پس می توان دوره بازگشت این پدیده را هر ۴ سال یک بار عنوان کرد (وحیدخرم، ۱۳۸۸). چرخه های ۴/۵-۵ در بسیاری از مطالعات مختلف به دوره فعالیت های نوسان های جنوبی - ال نینو، فعالیت های خورشیدی و تغییرات مداری گردش عمومی جو نسبت داده شده اند. چرخه های حدود ۵ ساله نیز بعضاً به خطاهای حاصل از روش تهیه طیف منسوب می شوند (عساکره، ۱۳۸۹). چرخه های ۸-۲ ساله را به فعالیت نوسان های جنوبی-ال نینو نسبت می دهند، ولی برخی دانشمندان این چرخه ها را حاصل تغییر در فعالیت های خورشیدی می دانند (ویروتامسون، ۲۰۰۰، ۳۲۱۸). چرخه های با دوره بازگشت ۲-۳ ساله هماهنگ با چرخه های کشف شده در عناصر اقلیمی نقاط دیگر کره زمین بوده است. نیروی مولد این نوسان احتمالاً حاصل انتقال عمود تکانه از تروپوسفر به استراتوسفر با دوره بازگشت نامنظم می باشد (عساکره، ۱۳۸۸).

چرخه ها و احتمال دوره بازگشت سالانه

احتمال چرخه گروه اول ۴ گروهی	دوره بازگشت (سالانه)	احتمال چرخه گروه سوم ۴ گروهی	دوره بازگشت (سالانه)
۱/۰	۷-۸	۱/۰	۶-۷
۱/۰	۵-۶	۱/۰	۵-۶
۱/۰	۵-۶	۲/۰	۴-۵
۲/۰	۴-۵	۲/۰	۴-۵
۲/۰	۳-۴	۲/۰	۳-۴
۲/۰	۳-۴	۲/۰	۳-۴
۲/۰	۴-۳	۳/۰	۲-۳
۲/۰	۲-۳		
۳/۰	۲-۳		
۳/۰	۲-۳		

نتیجه گیری

در این مقاله ضمن معرفی روش های الگوسازی فوریه یک الگوی فوریه برای کم فشار دریای سرخ بر اساس سری زمانی ۶۰ ساله تعیین گردید. در یک مدل فوریه مؤلفه های سینوسی و کسینوسی، همساز (هارمونیک) هایی هستند که در شکل گیری رفتار سری تناوبی مؤثرند. در بررسی طیفی سری زمانی کم فشار دریای سرخ با استفاده از تکنیک تحلیل طیفی و استخراج و تحلیل مقدماتی چرخه های سینوسی و غیر سینوسی، با استفاده از میانگین سالانه کم فشار دریای سرخ در معرض تحلیل قرار گرفت. احتمال چرخه با دوره بازگشت ۲-۸ ساله مربوط به فعالیت ال نینو می باشد و دوره بازگشت چرخه هایی با دوره بازگشت ۲-۳ ساله این چرخه هماهنگ با چرخه های کشف شده در عناصر اقلیمی نقاط دیگر کره زمین بوده است. نیروی مولد این نوسان احتمالاً حاصل انتقال عمود تکانه از تروپوسفر به استراتوسفر با دوره بازگشت نامنظم می باشد (عساکره، ۱۳۸۸). ال نینو اصولاً تغییراتی غیر معمول در آب و هوای کره زمین می گذارد. تغییرات در تند بادهای که توسط ENSO صورت می گیرد بر آب و هوا نه تنها در شمال و جنوب قاره آمریکا بلکه در نقاط دوردستی همچون آفریقا و نواحی جنوبگان تاثیر می گذارد.



منابع

۱. باکس، جی. ای. پی. و جنکیز جی. ام. (۱۳۷۱). تحلیل سری زمانی: پیش بینی و کنترل ترجمه محمد رضا مشکانی. جلد اول، چاپ اول، تهران. دانشگاه شهید بهشتی
۲. سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۱، بررسی سینوپتیکی تکوین، تقویت و گسترش کم فشار های سودانی مؤثر بر روی ایران، گزارش منتشر نشده، شماره ۱۰۷، ص ۳۰۷
۳. عساکره، حسین، ۱۳۸۸، تحلیل چرخه های میانگین دمای سالانه شهر زنجان، جغرافیا و توسعه، ص ۱۱-۲۴
۴. عساکره، حسین، ۱۳۸۹، تحلیل طیفی سری های زمانی دمای سالانه تبریز، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۷۶۴
۵. علیجانی، بهلول، ۱۳۸۱، اقلیم شناسی سینوپتیک، انتشارات سمت، ص ۲۰-۵
۶. غیور، حسنعلی، عساکره، حسین، ۱۳۸۴، کاربرد مدل های فوریه در برآورد دمای ماهانه و آینده نگری آن (مطالعه موردی دمای مشهد)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۷، صص ۸۳
۷. مرادی، محمد، ۱۳۸۵، بررسی نقش کم فشار گرمایی سودان-اتیوپی به ارتفاعات زاگرس در سامانه های مؤثر، رساله دکتری
۸. مفیدی، عباس وهمکاران، ۱۳۸۴، تحلیل سینوپتیکی ماهیت سامانه کم فشار سودانی، فصل نامه جغرافیایی سرزمین، سال دوم، شماره ۶
۹. Blackman, R. B. and Tukey, J. W. ۱۹۵۸, The Measurement of power spectra, Dover Publications, ۱۹۰ pp New York.
۱۰. Bloomfield, P (۲۰۰۰), Fourier analysis of time series: an introduction, second edition: New York, John Wiley & Sons, Inc, ۲۶۱ p.
۱۱. Maslen. David. K. and Rockmore. Daniel. N ۱۹۹۷, Separation of Variables and The Computation of Fourier Transforms on finite Groups, I. , American Mathematical Society. Volume ۱۰ number ۱. PP ۱۶۹-۲۱۴.
۱۲. Reiter, E. R., ۱۹۶۳, Jet Stream Meteorology; (Jet streams and climate), Chicago press, pp. ۳۷۵-۴۰۹.

۱۳. Schickedanz, Paul T and Bowen. E.G, The Computation of Climatological Power Spectra, Journal of Applied Meteorology, Vol ۱۶, ۳۵۹-۳۶۷, (۱۹۷۷).
۱۴. Tukey, J.W., ۱۹۵۰, The sampling Theory of power spectrum estimates symposium on application of autocorrelation analysis to physical problems. U.S. office of Naval Research, NAVEXOS-p-۷۳۵, pp ۴۷-۶۷. Washington, D.C.
۱۵. Ware Daniel.M and Thomson Richard E, ۲۰۰۰, Interannual to Multidecadal Timescale Climate Variations in the Northeast Pacific, Journal of Climate Vol ۱۳- ۳۲۰۹-۳۲۲۰.
۱۶. Wiener, N, ۱۹۴۹, Extrapolation, Interpolation and smoothing of stationary Time series, Wiley and Technology press, ۱۶۳ pp. Cambridge mass.

*Spectral Analysis of annual average of red sea low pressure during
۱۳۳۰-۱۳۸۹*

Abstract

A nonlinear dynamic system is erratic weather. It can be estimated that anywhere. Units of the Red Sea Torrential rain fall Asia plays a major role in the Middle East. Given the importance of this low pressure, the use of efficient methods Spectral analysis as a useful tool for the study of fluctuations. It is appropriate. In this paper cycles Low annual Red Sea during the period ۱۳۸۹-۱۳۳۰, mined, After extraction of the annual cycle using Cluster analysis were grouped into regions associated with cycles. According to the research area of low pressure under the sea Red has been a cycle of ۲-۸ years. Cycles can be identified on the basis of previous research scientists ۲-۳ cycles related to changes in Earth's climate and ۳-۸-year-circuit current is also considered related to the El Niño phenomenon.

Keywords: Spectral Analysis, Cluster Analysis, the Cycle of Low Pressure, the Red Sea