اندیشه جغرافیایی
سال نهم، شماره هفدهم، پاییزو زمستان ۱۳۹۶
دانشگاه زنجان
مقاله شماره ۱۱۸

Geographic Notion
Vol 17. autumn and winter 2017
Zanjan University
No. 118

واکاوی چرخه های دمایی و بارشی سالانه ایستگاه همدید بندر انزلی

حسین عساکره[۱]، لیلا حسینجانی[۲]

چکیده

متغییر های اقلیمی در مقیاس زمانی – مکانی از پیچیدگی های خاصی برخوردارند که این امر باعث ایجاد رفتارهای نوسانی در این متغیرها می شود. شناخت این نوسانات (رفتارهای آشکار و نهان) در امر برنامه ریزی محیطی ، چرخه هیدرولوژی، فعالیت های بشر و همچنین اثرات این نوسانات در ایجاد بحران ها و پهنه های خطر لزوم مطالعه و شناخت آنها را بیان می دارد. لذا برای شناختن این نوسانات در گام اول الگوسازی در خانواده چندجمله ای ها برای شناسایی روند (الگوی خطی یا سهمی) با استفاده از نرم افزار مینی تب MINTAB مطالعه گردید. و در گام بعدی برای حذف روند در داده ها از تبدیل باکس –کاکس استفاده شد. سپس به منظور واکاوی چرخه های نهان دما و بارش سالانه از ابزار تحلیل طیفی (سری های فوریه) با استفاده از برنامه نویسی در محیط نرم افزار متلب (MATLAB) به منظور شناخت رفتارهای نهان سری داده ها برای یک دوره ۶۴ ساله (۲۰۱۴-۱۹۵۱) با فاصله اطمینان (۹۰٪، ۹۵٪، ۹۹٪) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی با الگوسازی روند در خانواده چند جمله ای ها وجود روند خطی در بارش (به صورت کاهشی) و روند سهمی در دما (به صورت افزایشی) را نشان می دهد. همچنین استخراج چرخه ها وجود چرخه هایی با دوره های بازگشت ۲-۳ ساله و ۵ ساله را در ایستگاه مورد مطالعه نشان می دهد.

واژگان کلیدی: بارش سالانه، میانگین دمای سالانه، الگوی خانواده چند جمله ای ها، تحلیل طیفی، بندر انزلی.

مقدمه

[1] - استاد گروه اقلیم ، دانشگاه زنجان
[2] – دانشجوی دکترا تغییر اقلیم ، دانشگاه زنجان Email: hosseinjanileila@gmail.com

پیچیدگی متغیرهای اقلیمی در مقیاس زمانی- مکانی لزوم به کارگیری روش های کارآمد برای مطالعه الگوهای اقلیمی را بیان می کند. بارش و دما متغییرهای اقلیمی است که اقلیم ناحیه با آن مشخص می شود. نوسانات و تغییرات این دو عنصر در طول زمان و مکان بخش اصلی از تغییرات چرخه هیدرولوژی را در سیستم جو- زمین تشکیل می دهد که این تغییرات نقش مهمی در توسعه کشاورزی، هیدرولوژی و اقتصاد و یا باعث آسیب به این بخش ها می شود. شناسایی رفتار بارش و آشکار سازی چرخه های نهان (نوسانات تدریجی در طول زمان) و آشکار از عناصر کلیدی در برنامه ریزی های محیطی می باشد. بدین جهت محققین به بررسی رفتارهای عناصر اقلیمی پرداخته و با تکنیک های مختلفی به بررسی نوسانات پرداخته اند. از جمله این تکنیک ها می توان به تابع خودهمبستگی، تحلیل همسازها، تحلیل طیفی اشاره کرد. یکی از سودمندترین این ابزارها برای شناخت رفتار ها ، شناسایی چرخه ها با تکنیک تحلیل طیفی است.

تکنیک تحلیل طیفی روش های برآورد تابع چگالی طیفی یا طیف یک سری زمانی است. این روش بیش تر با برآورد کردن طیف روی تمام دامنه، بسامدها را بررسی می کند. تحلیل طیف توان ابزاری مفید برای بررسی خواص فرکانس متغییرهای پیوسته و گسسته ایستا و ناایستای سری های زمانی اقلیمی است. (رابسون[1]،۲۸:۱۹۹۷). این روش در اقلیم شناسی برای اولین بار توسط میچل[2] و همکاران (۳۶:۱۹۶۶)، مان[3] و همکاران (۲۶۶:۱۹۹۵) ، مدن و جونس[4] (۲۰۰۱: ۳۹۹۳) به کار رفت. با استفاده از تحلیل طیفی لانا و بورگینو[5](۲۰۰۰ :۲۱۱) الگوی آنومالی بارش بارسلونا را بررسی کردند و مشخص کردند که الگوهای آنومالی بارش در مقیاس فصلی به خوبی قابل مشاهده است. همچنین ایشان الگوهای بارش های غیر عادی را در این شهر بر اساس تکنیک تحلیل طیفی برای دوره زمانی ۱۲۸ سال بررسی کردند و تابع طیف توان الگوهای غیر عادی

[1]-R0beson
[2] -Mitchell
[3] -Mann
[4] -Madden & Jones
[5] -Lana& Burguenao

بارش را در دو مقیاس ماهانه و فصلی بدست آوردند. نتایج کار آنها گویای خاصیت غیر تناوبی الگوهای غیر عادی بارش در مقیاس فصلی است. زانگ [1] و همکاران (۲۰۰۲: ۶۷) با استفاده از مدل تحلیل طیفی به بررسی تغییرات سیستم های موسمی بارندگی در قسمت های شرق آسیا پرداختند و نشان دادند که چرخه های معنی دار ۶۰،۵۰،۲۵،۱۸، ۱۱ ساله وجود دارد که این نوسان ها را به فعالیت های خورشیدی نسبت دادند. توسیکی [2] (۶۷:۲۰۰۵) با روش تحلیل طیفی خودهمبستگی بارش بلگراد را بررسی کرده است. همچنین تاثیر الگوهای پیوند از دور بر نوسانات بارش مورد بررسی قرار گرفته است. آندرو [3] و همکاران (۳۲۰:۲۰۰۶) با به کارگیری تحلیل همبستگی و تجزیه وتحلیل طیفی به منظور مدل سازی دما و بارش به این نتیجه رسیدند که دما و بارش در قسمت های جنوبی شبه جزیره ایبری در طول ۱۰۰ سال گذشته دارای چرخه ی۲/۵ و ۵ ساله می باشد و این دوره های تناوبی با نوسان های NAO و اقیانوس اطلس شمالی در رابطه می باشد. همچنین تاتلی [4](۱۱۷۱:۲۰۰۷) اثر این الگو را با تغییرات دمایی سطح ۷۰۰ هکتوپاسکال در محدوده جغرافیایی ۵۰ درجه طول غربی تا ۱۲۰ درجه طول شرقی و محدوده بین عرض صفر درجه تا ۸۰ درجه شمالی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بین شاخص عددی پیوند از دور دریای شمال – خزر و سری زمانی میانگین منطقه ای دمای سطحی محدوده ی جغرافیایی مذکور همبستگی متقابل و همزمانی فازی برقرار است. لیوادا و همکاران [5] (۲۰۰۸: ۴۵) بر مبنای داده های بارش ۱۱۰ ایستگاه ویژگی های زمانی – مکانی بارش در یونان را مطالعه کردند. آنها ابتدا بررسی زمانی – مکانی حداکثر بارش های ۲۴ ساعته سالانه را برای دوره های بازگشت متفاوت پبررسی کردند و سپس با تکنیک تحلیل طیفی تغییرات درون سالانه بسامد، بارش حداکثر را تعیین کردند. همچنین هارتمن و همکاران [6](۲۰۰۸: ۱۵۵) با تکنیک

[1] -Zang
[2] - Tosci
[3] - Andreo & etc
[4] - Taly
[5]-Livada & etc
[6]- Hartmann & etc

تحلیل طیفی و خودهمبستگی تناوب های دوسالانه را در سری های زمانی بارش چین آشکار ساختند.در تحقیق دیگری اثرات این الگو را با رژیم های دما و بارش خاورمیانه، یتمن و السین[1](۷۰۶:۲۰۰۹)، و ارتباط این الگو را با متوسط دمای ماهانه منطقه افیون ترکیه را کوتیل [2](۱۳۰۱:۲۰۱۱)، بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که نوسان بارش در مناطق مختلف همبستگی معنی داری با این الگو دارد. همچنین ترامل [3](۲۰۱۴: ۲۵۴۳) با تکنیک تحلیل طیفی و خوشه بندی تغییرات مکانی و زمانی بارش را در نواحی حاره بررسی کردند.

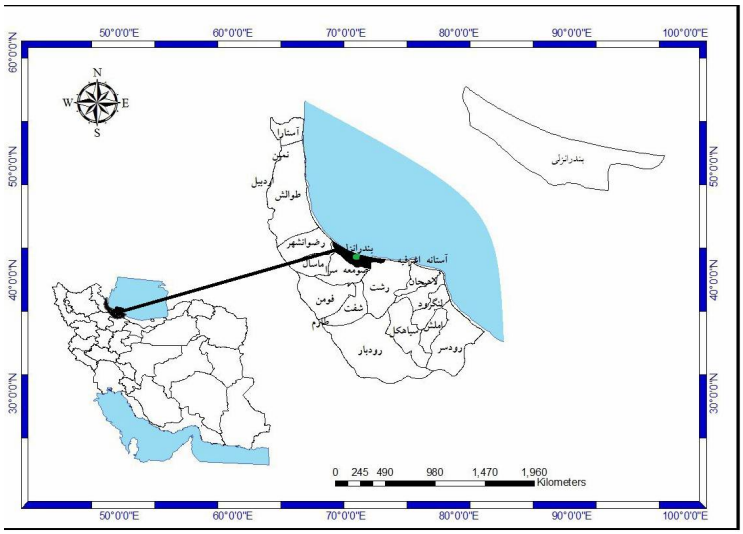
تقوی و همکاران (۱۳۹۰ :۱۰۹) الگوی رفتار مقادیر فرین بارش و دما را در ایران با استفاده از تحلیل طیفی مورد مطالعه قرار دادند و مشخصات طیفی آماره های اقلیمی از قبیل دامنه و بسامد را محاسبه نمودند و سپس با استفاده از تحلیل خوشه ای ایران را منطقه بندی نمودند و نتیجه گرفتند بر مشخصات فرین دما و بارش در ایران لزوما سامانه ای خاص بر مناطق هم رفتار حاکم نیست. موسوی و همکاران (۱۳۹۱ :۱) سری های زمانی بارش ایستگاه خوی را بررسی کردند و نتایج کار آنها نشان داد که همساز ۱۴، همساز ۷ و ۱۹ برای رفتار بارش معنی دار بوده است، و روند کاهشی در سری زمانی را نشان دادند. عساکره و رزمی (۱۳۹۱: ۱۴۷) تغییرات میانگین بارش سالانه را در منطقه شمال غرب ایران مورد مطالعه قرار دادند و وجود چرخه معنی دار در بارش سالانه شمال غرب ایران را به تاثیر عوامل کلان مقیاس اقلیمی – اقیانوسی نسبت دادند. ایشان چرخه های ۲-۳ ساله را به تغییرات دو سالانه الگوی بزرگ مقیاس گردش عمومی جو و جریانات مداری و چرخه های ۳-۵ ساله را به پدیده انسو نسبت دادند. علیجانی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تحلیل طیفی سری های زمانی بارش سالانه ایران پرداختند.(بلیانی،۱۳۹۴:۲۴۵) نتایج کار ایشان نشان داد که چرخه های معنی دار ۲-۳ ساله، ۳-۵ ساله،۲-۶ ساله، و گاها ۱۱ ساله و بالاتر بر بارش ایران حاکم است. بلیانی و همکاران

[1] - Yetemen & Yalcin
[2] -Kutiel
[3] - Trammell & etc

(۲۴۵:۱۳۹۴) روند و چرخه های سری زمانی بارش سالانه حوضه های آبریز حله و مند را بررسی کردند. نتایج کار ایشان نشان داد که در تمامی ایستگاه ها بارش سالانه دارای روند کاهشی می باشد و با استفاده از تکنیک تحلیل طیفی چرخه های ۲-۳ ساله، ۳-۱۰ ساله و گاها چرخه هایی با دوره برگشت ۱۰ ساله و بالاتر بر بارش حوضه حاکم است و چرخه های ۲-۳ ساله بیشترین رخداد بازگشت بارش سالانه می باشد. باتوجه به اهمیت عنصر بارش و دما در ناحیه خزری و نقش آن در اقلیم منطقه و فعالیت های کشاورزی مردم منطقه، همچنین اهمیت بارش در چرخه هیدرولوژی، بررسی نوسانات و تغییرات این دو عنصراقلیمی، تحلیل و استخراج چرخه های سالانه بارش و میانگین دما و روندهای آنها در ناحیه مورد توجه قرار گرفته است، باشد که نتایج کار در سیستم های تصمیم گیری و مدیریت منابع آب مورد توجه قرار گیرد.

مواد

در این تحقیق به منظور استخراج و تحلیل چرخه های میانگین دما و بارش سالانه از سری داده های بارش سالانه و میانگین دمای سالانه ایستگاه همدید بندر انزلی طی دوره آماری ۱۹۵۱-۲۰۱۴ به طول ۶۴ سال استفاده شد. این داده ها از سازمان هواشناسی کل کشور تهیه گردید. بندر انزلی با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع ۲۶- متر از سطح دریا در جنوب غربی سواحل دریای خزر قرار دارد شکل (۱).



شکل(۱) : موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش ها

الف: الگوسازی روند بارش و دمای سالانه در خانواده چندجمله ای ها:

در گام اول برای مطالعه رفتار زمانی بارش و دمای سالانه این ایستگاه روند داده ها در خانواده چند جمله ای ها با استفاده از نرم افزار MINTAB الگوسازی گردید.

یک الگوی چندجمله ای درجه k به صورت زیر تعریف می گردد:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 t^2 + \cdots \beta_k t^k + e_t$$ معادله (۱)

که در آن Y_t متغییرپاسخ، β ها متغییر مستقل و et مقدار خطای معادله هستند. در رگرسیون معمولی فرض می شود. et ها دنباله ای از متغییر تصادفی نرمال مستقل با امید ریاضی صفر و واریانس ثابت است. در الگوسازی در خانواده چندجمله ای ها (رگرسیون خطی و درجه دوم) مشخص می شود که کدام یک از الگوهای خطی یا سهمی یا الگویی دیگر برازنده ترین الگو برای نمایش روند است (بیات ، ۱۳۸۹: ۲۲).

البته باید مقادیر برازش خط و ترسیم اولیه نمودار سری زمانی جهت تعیین نوع روند یک سری زمانی در معرض معنی داری آماری قرار گیرد.

ب: تحلیل طیف:

به منظور بررسی نوسانات (چرخه ها) سری زمانی از داده ها ، ابتدا با شناسایی روند در داده ها ابتدا با تبدیل باکس – کاکس داده ها ایستا شد و سپس از تکنیک تحلیل طیفی استفاده شد و از طریق این روش چرخه ها با دوره برگشت بررسی گردید. به هر نوع متغییر مکانی یا زمانی که بتوان آن را به مولفه های بسامدی تفکیک کرد، طیف گویند. تحلیل طیفی به مجموعه عملیات آماری گفته می شود که بر روی طیف مورد نظر انجام می شود و با آن می توان برخی از مشخصه های مهم طیف از جمله دامنه، حالت و بسامد را بدست آورد. برتری عمده این روش نسبت به روش های آماری دیگر گذر از فضای مکان و زمان به فضای بسامد است که موجب کاهش چشمگیر حجم محاسبه های آماری خواهد شد. در واقع تکنیک تحلیل طیف تجزیه واریانس سری زمانی است که ابتدا سری های زمانی به توابع فرکانسی (به صورت تابع دوره ای با دامنه و فراوانی) تبدیل می شوند. در این تابع فراوانی گویای مقیاس زمانی (چرخه ها در واحد زمان) و دامنه بیانگر میزان واریانس در مقیاس زمانی است. بنابراین در این تکنیک تک تک موج ها استخراج می شود و سهم هر یک از موج ها در واریانس کل تعیین می گردد و درنهایت پس از استخراج واریانس، تک تک موج ها به لحاظ معنی داری آزمون می شوند. مبنای روش تحلیل طیفی تبدیل های فوریه است. تابع طیف توان – که همان تبدیل فوریه تابع خودهمبستگی است – یکی از توابع کاربردی تحلیل طیفی می باشد. با کاربرد این توابع می توان یک سری زمانی را از فضای زمان به فضای بسامد وارد کرد و در فضای جدید با شکست طیف مادر به طیف های اصلی رفتار تناوبی طیف مادر را شناسایی کرد.

به منظور استخراج چرخه ها با تکنیک تحلیل طیف مراحل زیر انجام شد:

الف: تبدیل سری زمانی به فرکانس: برای تبدیل سری زمانی به فرکانس و محاسبه هارمونیک ها دو پارامتر محاسبه گردید معادله (۱و۲) ، (چتفلید ترجمه نیرومند و بزرگ نیا، ۱۳۸۱).

معادله (۲)

$$a_i = \frac{2}{n}\sum_{t=1}^{n} X_t \cos(\frac{2\pi q}{n}\, t) \qquad q = 1,2,\ldots\frac{n}{2}$$

معادله (۳)

$$b_i = \frac{2}{n}\sum_{t=1}^{n} X_t \sin(\frac{2\pi q}{n}\, t) \qquad t = 1,2,\ldots n$$

در رابطه فوق q تعداد هارمونیک ها (همسازها) می باشد. با توجه به اینکه در یک سری زمانی یک فراز و فرود را یک تناوب گویند. بنابراین در یک سری زمانی اگر طول دوره آماری n زوج باشد برابر ($q = \frac{n}{2}$) و برای سری های زمانی فرد $q = \frac{n-1}{2}$ می باشد.

در گام بعدی واریانس هریک از فرکانس ها (موج ها) با معادله (۲)محاسبه گردید:

معادله (۴)

$$I(f_i) = \frac{n}{2}\,(a_i^2 + b_i^2)$$

ترسیم نمودار دوره نگار طیف : نمودار دوره نگار نموداری است که محور افقی آن بسامد (احتمال) وقوع دوره ها و محور عمودی آن مقادیر واریانس هر یک از چرخه ها را نشان می دهد.

ب: آزمون معنی داری طیف : که برای انجام آن سه مرحله طی می شود:

- محاسبه میانگین طیف ($\bar{s}$)
- محاسبه خودهمبستگی مرتبه اول برای مشاهدات (r_1)
- محاسبه طیف برای یک سری تصادفی با مشخصات ($\bar{s}$) و (r_1) ، معادله (۵)
-

معادله (۵)

$$\bar{S}\left[\frac{1-r_1^2}{1+r_1^2-2r_1\cos\left(\frac{\pi*i}{q}\right)}\right] \quad , i=1,2 \ldots..,q$$

بدین ترتیب طیفی که حاصل می شود با مشخصات ($\bar{S}$) و (r_1) نه دارای روند است و نه سیکل . برای آزمون با فاصله اطمینان مشخص شده (۹۵ درصد) هر کدام از طیف ها سری زمانی خارج از فاصله اطمینان باشند آن چرخه ها معنی دار خواهند بود. بدین منظور از آزمون x^2 استفاده می شود. درجه آزادی آزمون از رابطه زیر محاسبه می گردد، معادله (۶).

معادله (۶)

$$df = \frac{2n-\frac{q}{2}}{q}$$

با این درجه آزادی و با استفاده از مقادیر جدول x^2 با یک سطح اطمینان سطح معنی داری با استفاده از معادله (۷) محاسبه می شود:

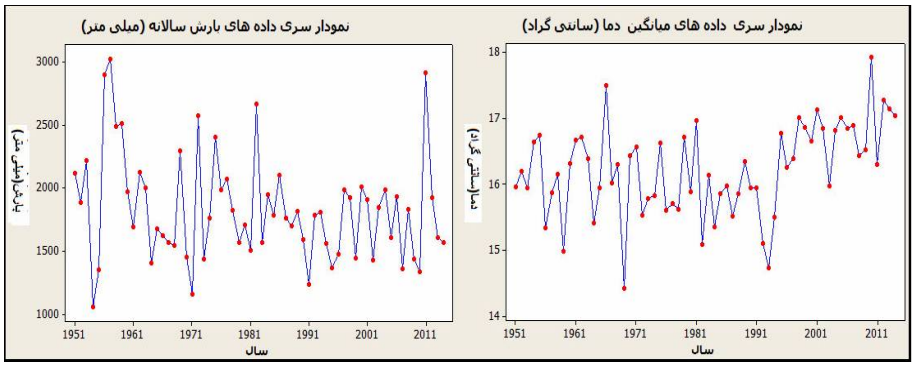
رابطه (۷)

$$sig\ \hat{I}(f) = \frac{x^2}{df} \times \hat{I}(f)$$

برای چرخه هایی که در آنها مقدار واریانس $I(f_i) > \hat{I}(f)$ باشد آن چرخه معنی دار است. تمامی مراحل تحلیل طیف با برنامه نویسی در محیط نرم افزار متلب انجام شده است.

یافته های تحقیق

شکل(۲) نمودار ترسیمی رفتار سری زمانی بارش و میانگین دمای سالانه بندر انزلی را با طول آماری ۶۴ سال نمایش می دهد. نمودارها وجود نوسان و ناایستایی را در سری نمایش می دهند. همچنین مشخصات آماری میانگین دما و بارش سالانه ایستگاه بندر انزلی در جدول (۱) بیان شده است.



شکل(۲) نمودار سری داده های میانگین سالانه دما و بارش سالانه ایستگاه بندر انزلی دوره ۱۹۵۱-۲۰۱۴

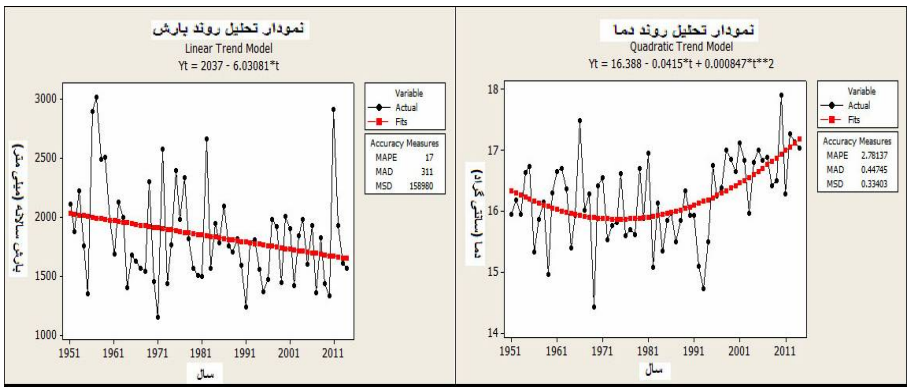
با توجه به اینکه میانگین دما ۱۶/۲۲ و بارش ۱۸۲۹/۱ می باشد تغییرات نسبت به میانگین بیان کننده تغییر نوسانات در طول دوره آماری می باشد. خصوصا ضریب تغییرات بارش بالا می باشد. با توجه به نمودار سری و مشخصات آماری موجود می توان وجود چرخه های نهان را در سری آماری استنباط کرد. چولگی منفی داده های بارش نشان دهنده تمایل داده ها به سمت راست میانگین (بالاتر از میانگین) و در چولگی مثبت بارش تمایل بیشتر داده ها به سمت چپ میانگین (کوچک تر از میانگین دارند. کشیدگی مثبت هر دو داده تمرکز داده ها دارد.

جدول (۱) مشخصات اماری بارش و میانگین دمای سالانه ایستگاه بندر انزلی طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۵۱

پارامتر	میانگین	کمینه	بیشینه	میانه	واریانس	انحراف معیار	دامنه	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی	چارک اول	چارک سوم
دما	۱۶/۲۲	۱۴/۴۲	۱۷/۹۲	۱۶/۲۷	۰/۴۷۰	۰/.۶۸۶	۳/۵۰	۴/۲۳	-۰/۲۰	۰/۰۳	۱۵/۸۳	۱۶/۷۳
بارش	۱۸۲۹/۱	۱۰۵۷/۷	۳۰۲۰/۲	۱۷۸۶/۳	۱۷۹۰۱۳	۴۲۳/۱	۱۹۶۲/۵	۲۳/۱۳	۰/۹۱	۰/۷۸	۱۵۴۸/۱	۱۹۹۳/۹

به منظور شناخت تغییرات رفتار سری زمانی دما و بارش ایستگاه بندر انزلی الگوسازی سری های زمانی در خانواده چندجمله ای (روش رگرسیون) با هدف تعیین نوع روند و درجه شیب خط روند مدلسازی شد و برازنده ترین الگو برای نمایش روند سری ها با توجه به آزمون های آماری مورد بررسی قرار گرفت. با انجام این تکنیک نوع روند سری های زمانی داده ها با توجه به آزمون معنی داری انجام شد و مقادیر آماره p_

P_value<0.05 و آماره آزمون معنی داری t شیب خط روند در زیر معادلات رگرسیون بیان گردید که نتایج آن در جدول (۲) ارایه شده است. همچنین آزمون معنی داری آماری الگوهای برازش یافته در سطح ۹۵ درصد اطمینان و نمودارهای آنها در شکل (۳) ارایه شده است. در ایستگاه بندرانزلی نوع روند تعیین شده خطی است که حاکی از کاهش بارش در این ایستگاه به ازای هر سال (۶/۰۳-) میلیمتر می باشد.



شکل(۳): نوع الگوی برازش یافته بر میانگین دما و بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک بندر انزلی طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۵۱

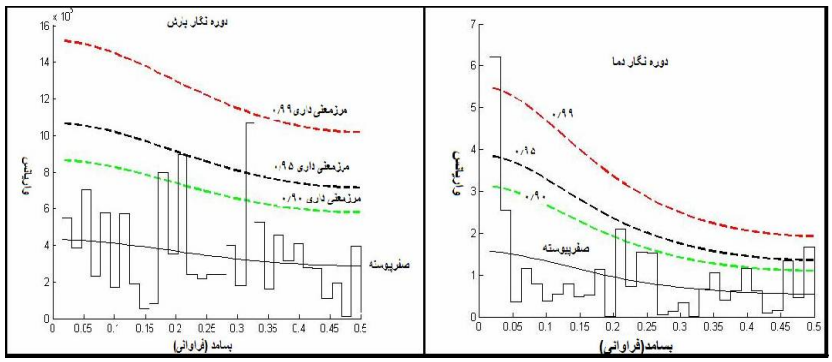
همچنین نمودار الگوی برازش یافته بر میانگین دما نوع روند سهمی را نمایش می دهد که خط روند نشان دهنده کاهش دما و تقریبا از سال ۱۹۹۱ به بعد روند افزایشی را نشان می دهد که با بحث تغییر اقلیم و گرمایش جهانی قابل تفسیر می باشد. همچنین در جدول(۲) نتایج الگوسازی خانواده چند جمله ای ها و نوع الگوی برازش یافته بیان شده است. افزون بر این مقادیر اماره۰/۰۵ > p-value با مقادیر ازمون (t-student) مربوط به براورد معادلات و معنی داری آنها بیان شده است.

جدول (۲) تعیین روند الگوهای چند جمله ای بارش سالانه ایستگاه بندر انزلی طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۵۱

بندر انزلی	نوع الگوی برازش شده	معادله رگرسیون به همراه مقادیر معنی داری ازمون t	مقادیر p-value
بارش	روند خطی	y_t=2037 -6.03081t (۲/۵۴) (-۲/۲۰)	۰/۰۳۲
دما	روند سهمی	$y_t = 16.388 - 0.0415t + 0.000847^2$ (0.65) (2.11) (3.12)	۰/۰۰۱

در گام بعدی با استفاده از تبدیل باکس – کاکس، داده ها ایستا و روند داده ها حذف شد و به منظور تحلیل چرخه های بارش و میانگین دمای سالانه و استخراج چرخه های نهان از تکنیک تحلیل طیفی استفاده گردید. برای این کار ابتدا نمودار دوره نگار طیف سری های زمانی داده ها ترسیم شد. دوره نگار ابزاری برای نمایش توزیع تغییرات طیف (واریانس) می باشد. محور عمودی واریانس هریک از چرخه ها (هم سازها) را نشان می دهد. خط شکسته طیف (میزان واریانس) به ازای بسامدهای مختلف را نشان می دهد بیات (۱۲۵:۱۳۸۹). خطوط شکسته مستطیلی شکل، چرخه ها (هم سازها) را بیان می کند. ارتفاع (دامنه) این هم سازها که با یک مقدار از محور عمودی نظیر هستند در واقع همان مقدار واریانس چرخه هاست هر چرخه ای دامنه بیشتری داشته باشد در واقع واریانس بیشتری از طیف ها را به خود اختصاص می دهد (بلیانی، ۱۳۹۴:۲۵۷) در دوره نگار ها از سمت چپ اولین خط شکسته هم ساز اول (یک چرخه در طول دوره آماری) ، خط شکسته دوم هم ساز یا هارمونیک دوم (دوچرخه در طول دوره آماری) است. خط چین ها (قرمز- مشکی-سبز) مرز معنی داری را درسطوح اطمینان به ترتیب ۰/۹۹، ۰/۹۵ و ۰/۹۰ نشان می دهد. که هر یک از چرخه ها در این سه فاصله اطمینان آزمون شده اند. گذر هر کدام از چرخه ها از مرز معنی داری، معنی دار بودن چرخه ها یا چرخه هایی با دوره بازگشت (تکرارپذیری) را در عناصر مورد بررسی بیان می کند و خط مشکی ممتد صفر پیوسته را نشان می دهد. از مسایل مهم در تحلیل طیفی آزمون طیف و کسب فاصله اطمینان مناسب برای آن است. برای این منظور آزمون فرض صفر طراحی می شود. فرض صفر در تحلیل طیف این است که در یک بسامد معین، طیف با صفر تفاوت نداشته باشد. صفر پیوسته طیفی مفروض برای فرایند مولد سری زمانی است.(عساکره،۱۱:۱۳۸۸). شکل(۴) دوره نگار هموار شده (طیف) میانگین دما و بارش سالانه ایستگاه همدید بندر انزلی را برای یک دوره ۶۴ ساله نشان می دهد. همانطور که در شکل نمایش داده شده هیچ کدام از چرخه ها برای میانگین بارش سالانه در سطح اطمینان ۰/۹۹ معنی دار نیستند. در سطح اطمینان ۰/۹۵ با پنج درصد خطا برای

بارش سالانه یک همساز معنی دار با بسامد بالا و در سطح ۰/۹۰ سه همساز معنی دار وجود دارد. برای میانگین دمای سالانه در سطح ۰/۹۵ دو همساز معنی دار و در سطح ۰/۹۰ چهار هم ساز معنی دار و در سطح اطمینان ۰/۹۹ یک همساز معنی دار را نشان می دهد،که معنی داری همساز اول علاوه بر داشتن بسامد بالا، وجود روند در داده ها را نمایش می دهد و دوره بازگشت آن برابر با طول دوره آماری خواهد بود. چرخه های معنی دار در واقع بیان کننده رخداد بارش های همسان می باشد که در طول سال ها تکرار می شوند.



شکل(۴) دوره نگار میانگین دما و بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک بندر انزلی دوره اماری ۲۰۱۴-۱۹۵۱

در جدول (۳) تعداد چرخه های معنی دار، احتمال، دوره بازگشت و واریانس و سهم هر واریانس در همساز در سه سطح اطمینان بیان شده است. بیشترین تعداد فراوانی چرخه ها (۴ تا) مربوط به سطح ۰/۹۰ میانگین دمای سالانه و در بارش مربوط به سطح اطمینان ۰/۹۰ می باشد. غالب دوره های بازگشت این چرخه ها ۲-۳ و ۵ ساله می باشد.

جدول(۳) مشخصات اماری چرخه های معنی دار ایستگاه سینوپتیک بندر انزلی

پارامتر	سطح اطمینان	شماره و تعداد چرخه ها	احتمال	دوره بازگشت	واریانس همساز	درصد واریانس
دما	۰/۹۵	۱	۰/۰۱۵۶	۶۴	۱/۵۵۷۳	۵/۳۵
		۳۱	۰/۴۸۴۴	۲	۰/۵۴۹۰	۱/۸۹
	۰/۹۹	۱	۰/۰۱۵۶	۶۴	۱/۵۵۷۳	۵/۳۴
	۰/۹۰	۱	۰/۰۱۵۶	۶۴	۱/۵۵۷۳	۵/۳۴
		۱۳	۰/۲۰۳۱	۵	۰/۹۴۳۶	۳/۲۳

		۲۹	۰/۴۵۳۱	۲	۰/۵۵۵۹	۱/۹۰
		۳۱	۰/۴۸۴۴	۲	۰/۵۴۹۰	۱/۸۹
بارش	۰/۹۵	۲۰	۰/۳۱۲۵	۳	۳۲۱۷۲۳/۴۵	۲/۸۷
	۰/۹۹	---------	---------	---------	---------	---------
	۰/۹۰	۱۱	۰/۱۷۱۹	۵	۳۸۱۴۹۲/۴۴	۳/۴۰
		۱۳	۰/۲۰۳۱	۵	۳۶۷۰۳۳/۱۴	۳/۲۷
		۲۰	۰/۳۱۲۵	۳	۳۲۱۷۲۳/۴۵	۲/۸۷

نتیجه گیری

یکی از مسایل مهم در بحث نوسانات و تغییرات اقلیمی وجود چرخه های نهان و آشکار در سری داده ها می باشد. با الگوسازی روند در خانواده چند جمله ای ها (رگرسیون) روند خطی بارش (کاهشی) و روند سهمی دما (افزایشی) تعیین گردید. همچنین با کاربرد تکنیک تحلیل طیفی در سه سطح اطمینان برای چرخه هایی با دوره های بازگشت ۲-۳ ساله و ۵ ساله، فراوانترین چرخه ها در هر دو عنصر اقلیمی مورد بررسی بودند. با توجه به مطالعات محققین وجود چرخه های ۲-۳ در عناصر اقلیمی به تاثیر تغییرات دو سالانه، نوسانات جنوبی- انسو ،ال نینو – نوسانات جنوبی و نوسان قطبی نسبت داده شده است و همچنین تاثیر نوسان قطبی (NO) و شاخص الگوی پیوند از دور دریای شمال- دریای خزر NCP بر بارش بندر انزلی در ناحیه خزری را می توان اشاره کرد. همچنانکه در مطالعات قویدل رحیمی (۱۳۹۲:۲۹)، کوتیل [1](۲۰۱۱: ۱۳۰۱)، کاکاپور (۱۳۹۰) به این تاثیر اشاره شده است.

[1] -Kutiel &etc

منابع

۱- بلیانی ،سعید، سلیقه ، محمد،عساکره ،حسین و محمد حسین ناصرزاده (۱۳۹۴).تحلیل روند و چرخه های سری زمانی بارش سالانه حوضه های ابریز حله و مند، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۳۷، صص۲۷۲-۲۴۵.

۲- بیات، علی (۱۳۸۹). تحلیل سری های زمانی بارش سالانه شهر زنجان ، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما حسین عساکره ، گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان.

۳- تقوی، فرحناز،ناصری،محسن،بیات،بردیا،متولیان،ساجد و داود ازادی فرد(۱۳۹۰). تعیین الگوهای رفتار اقلیم در مناطق مختلف ایران برا ساس تحلیل طیفی و خوشه بندی مقادیر حدی بارش و دما، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۷، صص ۱۲۴-۱۰۹.

۴- چتفیلد، سی(۱۳۸۱). مقدمه ای بر تجزیه و تحلیل سری های زمانی، ترجمه حسنعلی نیرومند و بزرگ نیا، چاپ اول، انتشارات فردوسی مشهد.

۵- عساکره، حسین(۱۳۸۸). تحلیل چرخه های میانگین دمای سالانه شهر زنجان، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، صص ۲۳-۱۱.

۶- عساکره، حسین ،موحدی، سعید،سبزی پرور، علی اکبر، مسعودیان،سید ابوالفضل و زهره مریانجی (۱۳۹۳). اقلیم شناسی بارش ایران با استفاده از تحلیل همسازها، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۱۱۵، صص۲۶-۱۵.

۷- عساکره،حسین و رباب رزمی (۱۳۹۱). تحلیل تغییرات بارش سالانه شمال غرب ایران،جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۳، ۱۶۲-۱۴۷.

۸- کاکاپور، سعید(۱۳۹۰). تحلیل اثرات الگوی پیوند از دور دریای شمال- خزر بر نوسانات بارش مناطق شمالغرب و غرب کشور، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا ، دانشگاه تربیت مدرس.

۹- قویدل رحیمی،یوسف، حاتمی زرنه،داریوش و محمد رضایی (۱۳۹۲). نقش الگوی پیوند از دور جو بالای دریای شمال- مازندران در تغییرات زمانی بارش سواحل جنوبی دریای خزر، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی،شماره ۳۱،صص۴۶-۲۹.

۱۰- میر موسوی، سید حسین، جلالی، مسعود،ابختی گروسی، هوشنگ و ندا خائفی (۱۳۹۱). تحلیل الگوهای سری زمانی بارش در ایستگاه هواشناسی خوی.فصلنامه فضای جغرافیایی، شماره ۴۷،صص ۱۷-۱.

11-Andreo, B., Jimenez, P., Duran, J. J., Carrasco, F., Vadillo, I., Mangin, A., (2006), "Climatic and hydrological variations during the last 117– 166 years in the south of the Iberian Peninsula, from spectral and correlation analyses and continuous wavelet analyses". Journal of Hydrology, 324:24-39.
12- Ciarlo,M, (2008) Investigating relationships between Oscillation Patterns around Europe and their influence on aerosol transport using a Regional Climate Model (RegCM4), MSc (by research) Dissertation, Department of Physics, Faculty of Science, University of Malta, Malta.
13- Hartmann, S. Becker, and L. King, (2008). Quasi-Periodicities in Chinese Precipitation Time Series. Theor. Appl. Climatology. 92, 155–163.
14- Kutiel, H. and Benaroch, Y (2002). North Sea Caspian Pattern (NCP) - an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean: Identification and definition. Theoretical and Applied Climatology, 71:17-28.
15- Kutiel , H, (2011) A Review on the Impact of the North Sea–Caspian Pattern (NCP) on Temperature and Precipitation Regimes in the Middle East, Environmental Earth Sciences, Survival and Sustainability, Book Chapter, Part 7, Pages 1301-1312
16- Lana.x and A. BurguenÄo (2000). Statistical Distribution and Spectral Analysis of Rainfall Anomalies for Barcelona (NE Spain). Theor. Appl. climatology. 66, 211-227.
17- Livada, I., Charalambous, M. and Assimakopoulos, N. (2008). Spatial and Temporal Study of Precipitation Characteristics over Greece, Theoretical and Applied Climatology, Vol. 93, PP. 45-55.
18-Mitchell, J.M., Jr.,Dzerdzeevskii,B., Flohn,H.,Hofmeyr,W.L., Lamb, H.H.,Rao,K.N ,and Wallen,c.c, (1966) Climatic Change: Technical Note No. 79, Report of Working Group of Commission for Climatology; WMO No . 195 TP 100: Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization, 81 P.
19- Mitchell, J.M., Jr.,Dzerdzeevskii,B., Flohn,H.,Hofmeyr,W.L., Lamb, H.H.,Rao,K.N ,and Wallen,c.c, (1966) Climatic Change: Technical Note No. 79, Report of Working Group of Commission for Climatology; WMO No . 195 TP 100: Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization, 81 P.
20- Madden Roland and Jones. Richard (2001) A Quantitative Estimate of the Effect of Aliasing in Climatological Time Series, Journal of Climate, 3987-3993.
21- Mann, M.E., Park. And Bradley (1995), global inter decadal and century-scale oscillations during the past five centuries, Nature, 378,266-270.
22- Robeson Scott M, (1997). Statistical Considerations, in Thompson Russell D. and Perry Allen (Eds) Applied Climatology, Principles and Practice, first Published 1997, Routledge. London.
23- Tatly, H, (2007) Synchronization between the North Sea–Caspian Pattern (NCP) and surface air temperatures in NCEP, International
Journal of Climatology, 27: 1171–1187.
24- Tosic. I and Unkasevic.M (2005). Analysis of precipitation series for
Belgrade.Theor.Appl.Climatol. 80: 67-77.
25- TRAMMELL, JAMES H, XUN JIANG,1 LIMING LI,# ANGELA KAO,1 GUANG J. ZHANG, EDMUND K. M. CHANG, AND YUK YUNG (2014). Temporal and Spatial Variability of Precipitation from Observations and Models, Supplemental information related to this paper is available at the Journals Online website: **http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0325.s1**.
26-Yetemen, O; T, Yalcin; (2009) Climatic parameters and evaluation of energy consumption of the Afyon geothermal district heating System, Afyon, Turkey, Renewable Energy, 34: 706–710.

The analysis of cycles time series data, annual mean temperature and annual precipitation in Banar Anzali synoptic station

Abstract:
Climate variables on a scale of time and space are certain complexities that causes oscillation behavior in this variables. Recognition these fluctuations (convert and overt behavior) in environmental planning, the hydrological cycle, human activities and the effects of fluctuations in the risk zoning and creating crisis necessity of their study. Therefore, to understand the fluctuations of trend modeling technique, and extracting unseen cycle with spectral analysis tool precipitation series and mean temperature of Anzali Bandar synoptic station, in order to understand the trend and its type, unseen behavior and extracting of cycles for 64-year (1951-2014) was evaluated in three levels of confidence. The results of this study with modeling trends by the family of polynomial, the existence linear trend in precipitation(decreasing) and the share of trend for temperature (increasing) shows. Also, extraction of cycle showed cycles with 3 and 5 years return period is the most abundant element in both climates were examined.
Key words: Annual precipitation, The mean annual temperature, Modeling of the polynomial family, Spectral analysis, Anzali Bandar.