

به نام خداوند جان و خرد

«کوهی ارائه مقاله»

تعیین زمان آغاز فصل تابستان و روند تغییرات آن در ارتباط با وردایی های زمانی - مکانی جت استریم جنب حاره

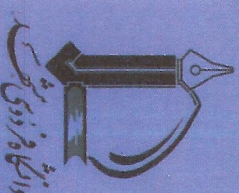
جمیله قلی پور - دانشجوی کارشناسی ارشد هوشناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
سیدحسین ثنائی نژاد - دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
عباس مفیدی - استادیار گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد
امین علیزاده - استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

مقاله فوق در همایش «آب و تغییر اقلیم» از نخستین کنگره آبیاری و زهکشی ایران به تاریخ ۲۳ و ۲۴ اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ در دانشگاه فردوسی مشهد ارائه گردیده است.

حسین ثنائی نژاد
رئیس همایش آب و تغییر اقلیم



دانشگاه فردوسی مشهد
امین علیزاده
رئیس کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران



تعیین زمان آغاز فصل تابستان و روند تغییرات آن در ارتباط با واردایی های

زمانی-مکانی جت استریم جنب حاره

جمیله قلی پور*: دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
سید حسین ثنائی نژاد: دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
عباس مفیدی: استادیار گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد
امین علیزاده: استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* تلفن: ۰۹۳۵۸۳۳۶۴۴۴ ایمیل: J.Gholipour67@yahoo.com

چکیده:

در این پژوهش ساختار گردش بزرگ مقیاس جو و رفتار تابستانه جت استریم جنب حاره در منطقه ی خاورمیانه در زمان ۱۶ آوریل تا ۱۵ جولای برای یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۱-۲۰۱۰) با استفاده از داده های شبکه بندی میانگین روزانه مولفه باد مداری برای تراز ۲۰۰ هکتوپاسکال، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در هر سال، تغییر رفتار روزانه جت بصورت تصویری و عددی مورد پایش قرار گرفت. در بررسی رفتار روزانه جت، شدت جریان و میزان جابجایی عرضی هسته جت معیارهای اصلی جهت تشخیص تغییر الگوی گردش و آغاز فصل تابستان در نظر گرفته شد. یافته ها بیانگر آن است که در منطقه خاورمیانه تابستان واقعی - بر اساس حقایق مبتنی بر گردش جو - حدود ۳ هفته زودتر از تاریخ نجومی آغاز می گردد. صحت تعیین زمان شروع تابستان با آزمون کای اسکور مورد تایید قرار گرفت. بررسی روند تغییرات، نشان دهنده ی روندی با شیب مثبت تحت تاثیر تغییر اقلیم، برای زمان آغاز تابستان در منطقه می باشد. یافته ها همچنین بیانگر آن است که آغاز فصل تابستان در ۱۵ سال دوم مورد مطالعه انحرافات و نابهنجاری های قابل ملاحظه ای در قیاس با ۱۵ سال اول دارد، که این امر می تواند در ارتباط نزدیکی با افزایش گازهای گلخانه ای و گرم شدن کره زمین باشد. ادامه داشتن این روند باعث نزدیکی زمان آغاز اقلیمی تابستان به تاریخ نجومی و از طرفی کوتاه شدن طول فصل تابستان خواهد شد.

کلید واژه ها: گردش بزرگ مقیاس جو، جت استریم جنب حاره، مولفه باد مداری، آغاز اقلیمی تابستان، تغییر اقلیم

۱- مقدمه

دوره زمانی مشخصی از یک سال که با توجه به مدت تابش خورشید و شرایط جوی حاصل از تغییرات زمانی و شدت تشعشع خورشید، تقسیم بندی شده است فصل نامیده می شود [۱]. به عبارتی دوره زمانی مشخصی از سال تقویمی یک فصل طبیعی خوانده می شود که توسط یک سری از هواهای همگن و متجانس قابل تفکیک باشد [۲]. از گذشته های دور تعیین دقیق فصول در نقاط مختلف کره زمین یکی از دغدغه های انسان بوده است. شکل هندسی سیاره زمین، حرکات وضعی و انتقالی

آن به همراه تنوع ویژگی های جغرافیایی این سیاره، پیچیدگی قابل ملاحظه ای را از جهت تعداد، زمان وقوع و طول مدت تداوم هر یک از فصول برای نقاط مختلف کره زمین در پی داشته است. بشر اولیه احتمالاً تغییر فصول را بر اساس مشاهده رشد گیاهان تعیین می کرده است اما آنچه در حال حاضر تحت عنوان تقویم رسمی در اختیار ماست نتیجه هزاران سال آزمون و خطا در یافتن نوعی توالی منظم در روزها، هفته ها و سال ها برای تعیین فصول طبیعی می باشد [3]. با توجه به اهمیت تعیین فصل برای فعالیت هایی نظیر کشاورزی امروزه روش های مختلف و بر اساس پارامترهای متنوع برای تعیین فصول طبیعی مورد استفاده قرار گرفته است [4]. در حالت کلی تقسیم بندی و تعیین فصول به دو روش عمده صورت می گیرد:

۱- **روش نجومی:** اولین و قدیمی ترین روش که روش معمول و شناخته تر است روش تقویمی (نجومی) است. در این روش، تقسیم بندی فصول بر اساس حرکت ظاهری خورشید انجام می گیرد. چهار تاریخ کلیدی در ارتباط با موقعیت سطح زمین در گردش به دور خورشید وجود دارد. در نیمکره شمالی فصل بهار در اعتدال بهاری و عمود تابیدن خورشید بر استوا (۲۱ مارس)، فصل رسمی تابستان در انقلاب تابستانی و عمود تابیدن خورشید بر مدار راس السرطان (۲۲ جون)، فصل پاییز در اعتدال پاییزی و عمود تابیدن خورشید بر استوا (۲۱ سپتامبر) و فصل رسمی زمستان در انقلاب زمستانی (۲۲ دسامبر) آغاز شده که خورشید عمود بر مدار راس الجدی می تابد [5]. بنابراین در این روش شروع فصول در کسری از ثانیه اتفاق می افتد. اگرچه در نگاه اولیه می توان فصول را برای هر نقطه از سیاره زمین بر اساس علم نجوم بطور دقیقی تعریف نمود اما واقعیت امر آن است که تعیین واقعی فصول برای هر نقطه ای از زمین نیاز به اطلاعات بیشتر و کامل تر را طلب می نماید. با توجه به اینکه در بیشتر مناطق کره زمین و عرض های جنب حاره، فصول طبیعی دارای هماهنگی کامل با فصول نجومی نیستند و این ناهماهنگی هم از بابت تعیین لحظه وقوع و هم طول مدت وقوع هر فصل می باشد، امروزه علاوه بر تعریف نجومی، تعاریف متعدد دیگری از فصل بر اساس معیارهای هوا و اقلیم شناسی موسوم به روش اقلیمی تعیین فصول، مورد نیاز است [5]. بهره گیری از متغیرها و پارامترهای اقلیمی یکی از روش های کارآمد جهت تعیین فصول واقعی و شناسایی خصوصیات آنها در اقصی نقاط کره زمین محسوب می گردد.

۲- **روش اقلیمی:** روش دوم که روشی جدیدتر و علمی تر جهت تامین نیازهای بخش های مختلف علوم جغرافیایی، هوا و اقلیم شناسی، کشاورزی و حتی اقتصادی می باشد، روش اقلیمی نام دارد که در آن تعیین فصول بر اساس بررسی پارامترها و متغیرهای اقلیمی مختلف در کنار حرکت ظاهری خورشید، صورت می پذیرد. بر این اساس، فصل به قسمتی از سال گفته می شود که بر اساس تکرار منظم یک پدیده آب و هوایی، از قسمت های دیگر سال متمایز شود [4]. در این روش تقسیم بندی فصول طبیعی یعنی بهار، تابستان، پاییز و زمستان فواصل زمانی هستند که به طور طبیعی توسط انواع رژیم های هوایی متجانس مثل تغییرات دما و باد که بیانگر واقعیت های اقلیمی هر محل می باشند، مشخص می شوند و ممکن است هم در زمان و هم در مکان، با فصول نجومی هماهنگی کامل نداشته باشد [5].

سامانه های گردش بزرگ مقیاس جو ناشی از این واقعیت هستند که زمین در استوا گرمای بیشتری نسبت به قطبین دریافت می کند. باد تلاشی از طبیعت برای توزیع یکنواخت گرما و در نتیجه جلوگیری از تجمع زیاد گرما و یا رفع کسری آن در

یک نقطه است. بنابراین تغییر ارتفاع خورشیدی در طول سال عاملی برای گردش جو و همچنین تغییرات فصلی است و از آنجا که توزیع نابرابری از آب و خشکی در سراسر جهان وجود دارد، باعث ایجاد سامانه های گردش منطقه ای متفاوت در یک طول جغرافیایی و همچنین عرض های جغرافیایی می شود [6].

جت استریم یا رودباد جزئی از گردش عمومی جو و یک کمربند بادی باریک، قدرتمند، عمدتاً غربی شرقی، در تروپوسفر بالا و استراتوسفر پایین است [7]. جت استریم ها که در فرمی نسبتاً باریک، باعث جریان سریع هوا در سطح تروپوپاز هستند در واقع جزئی از گردش عمومی جو با دامنه بزرگ، بصورت دائمی در جو و نیز یکی از قابل توجه ترین پدیده های بزرگ مقیاس جوی و جریاناتی با ویژگی هایی منحصر به فرد می باشند [8,9,10]. اهمیت هواشناسی این جریان قوی باد مدت زمان تقریباً کوتاهی است که شناخته شده است [6]. جت جنب حاره نیز تونلی باریک و قوی از باد غربی شرقی در مناطق جنب حاره (خصوصاً آسیا) است. هسته بیشینه سرعت آن در ۲۰۰ هکتاپاسکال واقع شده و در ماه مارس به جنوبی ترین و در آگوست به شمالی ترین موقعیت خود می رسد [11]. این جت به عنوان جزئی اصلی از گردش بزرگ مقیاس جو هم از منظر مکانی (به جهت شبه ساکن بودن) و هم از زمانی (به جهت تداوم بالای وقوع آن) معیار مناسبی برای تبیین علی نحوه وقوع فصول خصوصاً فصل تابستان به شمار می آید.

بین در ۱۹۴۹ بیان کرد که شروع فصل موسمی در جنوب هیمالیا مربوط به پرش شمال سوی جت جنب حاره (در ۲۰۰ hpa) است [12]. به و همکاران دریافتند از زمستان تا تابستان دو پرش شمال سو در محور جت جنب حاره داریم که ارتباط نزدیکی با اقلیم مانسونی شرق آسیا دارد. گردش ناگهانی فصلی در جون (اکتبر) توسط همین پرش شمال سو (جنوب سو) در محور جت قابل شناسایی است [13]. دونگ و همکاران تغییرات درون سالانه غرب سو را در ۵۰۰ هکتاپاسکال در نیمکره شمالی تجزیه و تحلیل نموده و نشان دادند که شاخصی غرب سو در شرق آسیا در تابستان وجود دارد که مربوط به تغییرات درون سالانه Mei-yu در چین و اوایل تابستان می باشد [14]. تائو و همکاران در ۱۹۵۸ دریافتند شروع و پایان مایو (ژوئن تا جولای) در شرق آسیا مرتبط با دو پرش شمال سوی جت در سراسر آسیاست [15]. شنگ نیز با بیان رفتار منظم جت جنب حاره، تغییرات فصلی آنرا به عنوان معیاری برای جدا کردن فصول طبیعی آب و هوایی خصوصاً در شرق آسیا معرفی کرد و اقلیم کشور چین را با توجه به رفتار فصل به فصل این جت بررسی کرد [7]. کوتی و کای با استفاده از متغیرهای جوی (سال های ۱۹۵۱ تا ۱۹۸۰)، نشان دادند تغییرات گردش جو عامل اصلی اقلیم تابستانه در منطقه خاورمیانه است [16]. کانگ و ژانگ با مطالعه رفتار جت جنب حاره در شرق آسیا دریافتند میانگین سرعت باد در مرکز جت به ۷۰ متر بر ثانیه در زمستان و به نیمی از آن در تابستان می رسد. محور حداکثر سرعت جت در ۲۰۰ هکتاپاسکال در مارس به جنوبی ترین و در آگوست به شمالی ترین موقعیت خود می رسد. از زمستان تا تابستان محور آن دو پرش به سمت شمال دارد [11]. ژانگ و همکاران در ۲۰۰۶ برای واجب بودن بررسی رفتار جت جنب حاره، سیر تکاملی فصلی هسته های آنرا در شرق آسیا مورد بحث قرار دادند [17]. در ایران عزیزی و همکار در ۲۰۱۲ ویژگی جت ها را طی فازهای انسو برای ۱۹۹۷ (النینو)، ۲۰۰۸ (عادی) و ۲۰۱۰ (لانینو) برای سپتامبر، اکتبر و دسامبر بررسی کردند و بیان کرد طی رخداد الینو مسیر جت جنب حاره به عرض های جنوبی تر منتقل شده

است [۱۸]. مفیدی و زرین (۲۰۱۲) ساختار گردش بزرگ مقیاس جو را با استفاده از داده های باز کاوی NCEP برای ۱۹۴۸-۲۰۰۸ بر جنوب غرب آسیا در طول دوره گرم سال مورد توجه قرار دادند و با معرفی سه شاخص فیزیکی، جت جنب حاره و دینامیکی بیان کرد بر اساس شاخص جت، تابستان از ۳ جون شروع و در ۱۵ اکتبر پایان می پذیرد [۱۹]. جت ها یکی از اجزای اصلی گردش جو هستند که آب و هوای هر منطقه را تحت تاثیر رفتار خود قرار می دهند و در بخش هایی از دنیا به عنوان یک شاخص معتبر جهت تشخیص آغاز یا خاتمه فصول مورد استفاده قرار می گیرد. پیشرفت های اخیر ثابت کرده تاثیر جت جنب حاره بر اقلیم آسیا و دریاهای آن به مراتب بیشتر از حتی ENSO است [20,21]. بنابراین جت جنب حاره یک مولفه مهم تاثیرگذار بر اقلیم اکثر مناطق خصوصاً خاورمیانه است که بر حسب شواهد موجود می توان از آن به عنوان معیاری جهت تشخیص آغاز و پایان فصول بویژه تابستان استفاده نمود. هدف اصلی تحقیق حاضر تعیین زمان آغاز فصل تابستان با توجه به مولفه های بزرگ مقیاس گردش جو و رفتار جت استریم جنب حاره و بیان روند تغییرات زمان آغاز تابستان بر اساس وردایی^۱ های زمانی - مکانی جت استریم جنب حاره است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه و داده ها

در این مطالعه داده های باز کاوی^۲ میانگین روزانه باد مداری^۳ (مولفه U باد) مرکز ملی پیش بینی محیطی_ مرکز ملی تحقیقات جوی (NCEP-NCAR^۴) آمریکا برای یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰) مورد استفاده قرار گرفت. قدرت تفکیک در امتداد طول و عرض جغرافیایی این داده ها $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ و تعداد ترازها در راستای قائم ۱۷ تا است. منطقه جغرافیایی این مطالعه به وسعت $27.5^{\circ}N-42.5^{\circ}N$ و $35^{\circ}E-65^{\circ}E$ است. در طول تابستان بیشینه شدت جت در تراز ۲۰۰ هکتاپاسکال مشاهده می شود [۱۹]، به همین جهت تراز ۲۰۰ هکتاپاسکال برای این مطالعه انتخاب و برای تعیین پرش جت جنب حاره نیز یک دوره ۹۱ روزه (۱۶ آوریل تا ۱۵ جولای) که محتمل ترین زمان وقوع تابستان می باشد برای هر یک از ۳۰ سال مورد مطالعه مد نظر قرار گرفت. مشخصات منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه گردیده است.

خاورمیانه موقعیتی از $20^{\circ}N$ تا $50^{\circ}N$ و $20^{\circ}E$ تا $70^{\circ}E$ را شامل می شود اما کل منطقه برای این مطالعه لازم نیست. جهت بررسی هرچه دقیق تر و بهتر موقعیت جت جنب حاره نیاز است محدوده مورد مطالعه در خاورمیانه به طور دقیقتری تعیین شود تا جزئیات پژوهش بهتر نمایان شود و دقت کار بالا رود. از آنجا که ۳۰ سال داده و برای هر سال آن، ۹۱ روز مد نظر است؛ امکان مطالعه تک تک روزهای این تحقیق جهت تعیین موقعیت دقیق تحت بررسی در خاورمیانه امکان پذیر نیست به همین دلیل به روش نمونه گیری تصادفی ساده (جدول اعداد تصادفی) تعداد ۳ سال از میان این ۳۰ سال، جهت تعیین محدوده اصلی مطالعه جت انتخاب گردید که شامل سال های ۲۰۱۰، ۱۹۸۸ و ۱۹۹۸ می گردد. سپس برای هر یک از سه سال یادشده و برای

1-Variation

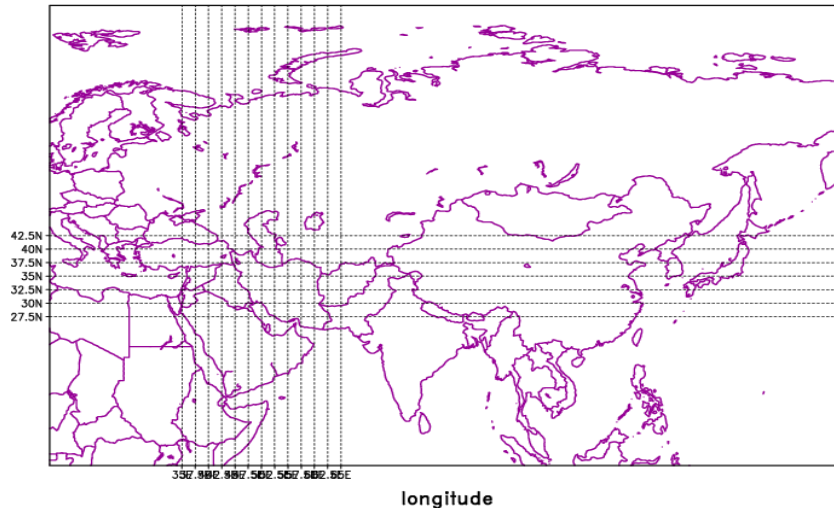
2-Reanalysis

3-Zonal wind component

4- NCAR: National Center for Atmospheric Research

5- NCEP : National centers for Environmental Prediction

۹۱ روز مورد مطالعه آن سال، در منطقه ای بزرگتر از خاورمیانه ابتدا موقعیت روز به روز جت جنب حاره تصویر شد (3×91=273 تصویر). از بررسی یادشده موقعیت اصلی و محدوده ترجیحی جت جنب حاره در زمان آغاز فصل تابستان استخراج شد که حاصل منطقه ای به وسعت 27.5°N-42.5°N و 35°E-65°E برای مطالعه رفتار جت جنب حاره می باشد.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه و قدرت تفکیک در راستای طول و عرض جغرافیایی برای منطقه مورد مطالعه

۲-۲. تعیین آغاز فصل تابستان با توجه به رفتار جت جنب حاره

از زمستان تا تابستان محور جت جنب حاره دو پرش به سمت شمال دارد [13]. مطالعات قبلی این مساله را روشن کرده که پرش های ناگهانی جت جنب حاره در آسیا به عنوان یکی از مهمترین مولفه های گردش جو برای تغییر فصل در این منطقه از جهان است [12,15,22]. به همین دلیل برای یافتن پرش تابستانه جت جنب حاره نیازمند نرم افزاری قدرتمند در این زمینه هستیم. نرم افزار GrADS^۷ سامانه ای جهت تحلیل و نمایش داده های شبکه بندی شده است و چارچوبی برای اسکرپت نویسی و فرمول نویسی دارد که امکان تهیه، تولید و نمایش نقشه و نمودارهای هواشناسی و اقلیم شناسی را فراهم می کند [۲۳]. در قدم اول تعداد ۳۰ اسکرپت مجزا برای ۹۱ روز مورد مطالعه ی هر کدام از این ۳۰ سال تهیه و در نرم افزار فراخوانی شد و خروجی های تصویری تهیه شد. با مشاهده این ۳۰ تصویر می توان بصورت بصری مشخص کرد که در هر سال پرش جت جنب حاره در چه زمانی اتفاق افتاده و متعاقبا شروع تابستان را در هر سال مشخص کرد. اما از آنجا که خروجی ها تصویری هستند و عدد و رقمی نشان نمی دهند تجربه بیننده، گاه در برخی سال ها می تواند نتایج متفاوتی را به او تفهیم کند به همین دلیل تدابیری اندیشیده شد که علاوه بر خروجی های تصویری داده هایی نیز به صورت عدد و رقم برای تایید و نتیجه گیری بهتر و دقیق تر تهیه شود. ملاک تعیین پرش جت جنب حاره این است که هر ساله در حین پیشروی دوره گرم سال، هسته جت به یکباره جهش ناگهانی شمال سویی به میزان ۵ تا ۷ درجه را تنها ظرف مدت چند روز تجربه می کند و در موقعیت تابستانه

6- GrADS : The Grid Analysis and Display System Program

۷- یک اسکرپت به مجموعه فرمان هایی گفته می شود که در ویرایشگری خارج از محیط گوردس نوشته شده ولی در محیط گوردس اجرا می شود. همه ی فرمان های گوردس را می توان بصورت اسکرپت اجرا کرد. کافی است به کمک ویرایشگری مانند نوت پد اسکرپت خود را نوشته و ویرایش کنیم سپس آنرا با پسوند ".gs" ذخیره کرده و در محیط نرم افزار فراخوانیم، سپس خروجی گرفته و در پایان به تحلیل خروجی ها پردازیم.

خود قرار می گیرد [۱۹] و پس از این تغییر عرض جغرافیایی برجسته - که در مدت کوتاهی اتفاق می افتد - دیگر جت به عرض های پایین قبل از پرش بر نمی گردد و حوالی همان عرض های بالا استقرار می یابد. در قدم بعد یک سری توابع زمین آماری تعریف شد که با معرفی مختصات طول و عرض جغرافیایی و با توجه به شبکه بندی بودن داده ها، با تعریف این توابع در اسکریپت های مجزا برای ۳۰ سال مورد مطالعه، می توان یک خروجی متنی از منطقه مورد مطالعه دریافت کرد. این خروجی ها با نمایش یک سری اعداد به ما می گوید بیشینه سرعت مداری چقدر و در چه طول و چه عرضی قرار دارد که با کدشکافی اعداد این خروجی ها اطلاعات ارزشمندی حاصل می شود. این توابع به شرح زیر هستند:

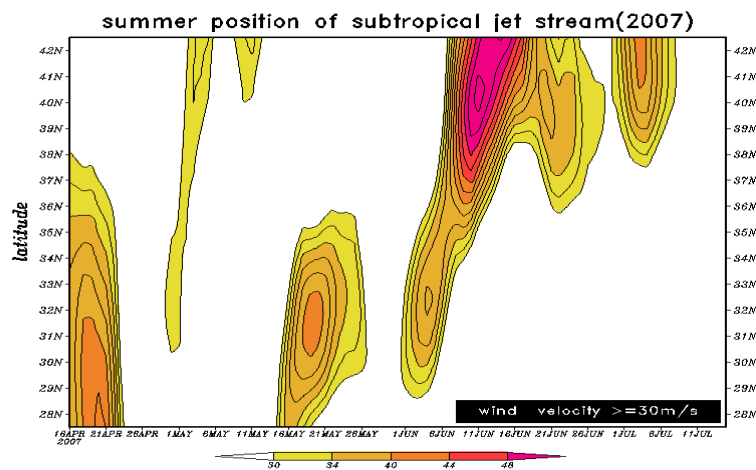
۱- تابع $amax$: معرفی این تابع در هر اسکریپت و نیز معرفی طول و عرض مورد نظر، میزان بزرگترین سرعت را به صورت یک عدد برای آن مختصات، نشان می دهد. این خروجی های عددی برای ۹۱ روز موجود در هر ۳۰ سال استخراج شد.

$amax(u1,lon=35,lon=65,lat=27.5,lat=42.5)$

۲- تابع $amaxlocY$: با معرفی این تابع، محل مختصات مربوط به محور Y یعنی عرض جغرافیایی مشخص می شود. اعداد خروجی این تابع را باید به مختصات عرض جغرافیایی برگردانیم.

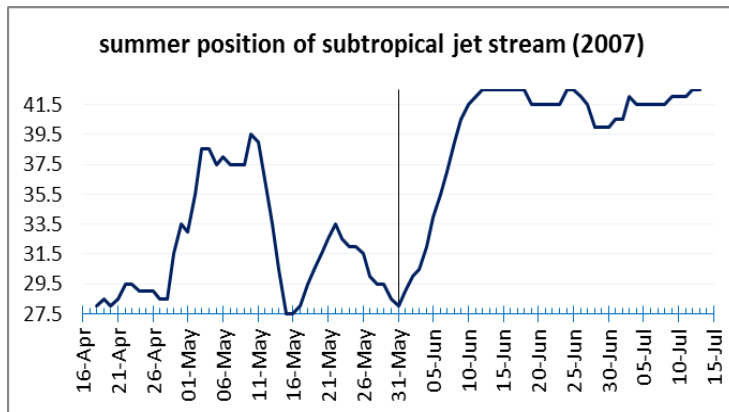
$amaxlocY(u1,lon=35,lon=65,lat=27.5,lat=42.5)$

بنابراین برای هر سال در ۹۱ روز مورد مطالعه ($91 \times 2 = 182$) عدد و برای کل ۳۰ سال ($182 \times 30 = 5460$) عدد داریم که باید به مختصات مورد نظر تبدیل شود. اشکال دیگری با این خروجی های عددی تولید شد که با کنار هم قرار دادن این شکل ها و خروجی های تصویری حاصل از گردش می توان به طور بسیار دقیقی برای هر سال زمان پرش جت جنب حاره را مشخص کرد. نمونه ای از نتایج خروجی تصویری حاصل از گردش (نمودار هاومولر^۸) در شکل ۲ و نموداری حاصل از خروجی های عددی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲ - خروجی تصویری (نمودار هاومولر) حاصل از گردش برای سال ۲۰۰۷. محور افقی زمان از ۱۶ آوریل تا ۱۵ جولای و محور عمودی تغییرات عرض جغرافیایی را نشان می دهد. خطوط ممتد موجود در شکل خطوط سرعت مولفه مداری باد به فواصل ۲ بر حسب متر بر ثانیه هستند. در شکل سرعت باد بیش از ۳۰ متر بر ثانیه به صورت رنگی نمایش داده شده است.

۸- hovmoller diagram: نمودار هاومولر نموداری برای نشان دادن تغییرات یک فراسنج جوی مثل طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و یا تراز در مقابل زمان بکار می رود و به افتخار ابداع کننده سوئدی آن ارنست هاومولر که اولین بار در سال ۱۳۴۹ توسط وی برای تحلیل سینوپتیک ناوه ها و پشته ها به کار گرفته شد، نمودار هاومولر نام گرفت. [۲۳]



شکل ۳- نمودار حاصل از خروجی های عددی گرس، برای سال ۲۰۰۷. خط ممتد آبی رنگ موجود در نمودار بیانگر تغییرات محور جت جنب حاره و خط عمود سیاه رنگ نشان دهنده لحظه شروع پرش جت جنب حاره است.

۳- یافته های تحقیق

پس از تهیه خروجی های تصویری و عددی برای ۳۰ سال مورد مطالعه داده های نهایی در جدول ۱ گرد آوری شد و روزهای شروع تابستان برای هر سال به روز ژولیوسی تبدیل شد و میانگین گیری شد و در نهایت روز ۱ جون زمان طبیعی و واقعی شروع تابستان برای منطقه مورد مطالعه، بدست آمد. برای تایید نتایج، با استفاده از آزمون آماری ناپارامتری کای اسکور، آزمون شد که آیا بر اثر شانس بوده که در هر یک از ۳۰ سال مورد مطالعه تابستان بر تاریخ نجومی انطباق نداشته و یا اینکه حقیقتاً عاملی-تحت عنوان پرش ناگهانی تابستانه جت جنب حاره- در منطقه وجود داشته که بر شروع تابستان تاثیر گذاشته است.

در این آزمون N داده آماری را در C گروه طبقه بندی می کنیم. فراوانی مشاهده شده برای هر طبقه به ترتیب برابر 01,02,...,0C است، هم چنین بر مبنای اصول نظری یا بعضی از فرضیات از جمله فرض صفر، فراوانی مورد انتظار در هر یک از طبقه ها به ترتیب e1,e2,...,ec می باشد. طبق این آزمون چنانچه انحراف هر فراوانی مشاهده شده از فراوانی مورد انتظار به توان دو رسیده و به فراوانی مورد انتظار تقسیم شود و مجموع این عبارات برای تمام فراوانی ها بدست آید، توزیع کای اسکور است:

$$x^2 = \sum_{i=1}^c (oi - ei)^2 / ei$$

فرضیه تحقیق بیان حدس و پندار محقق درباره نتیجه تحقیق است به عبارت دیگر فرض آماری فرضی است که در مورد یک معیار آماری جامعه متصور می شویم. فرض صفر فرضی است که درصدد رد یا تبرئه آن هستیم که با H0 نشان داده می شود. فرض مخالف یا فرض یک (H1) فرضی است که در مقابل فرض صفر قرار دارد و در صورت رد فرض صفر مورد قبول واقع می شود یا از نظر آماری به عبارت صحیح تر، رد نمی شود و اصولاً فرضی است که آزمون آن مورد نظر محقق است. برای نتیجه گیری نهایی از این آزمون در ابتدا فرض صفر و فرض یک را تعریف کرده و به محاسبه آماره آزمون می پردازیم. در قدم بعد با استفاده از جدول کای اسکور نتیجه می گیریم که مقدار این آماره با توجه به سطح معناداری مورد نظر (α) و درجه آزادی (df) که برابر با تعداد کلاس های مورد آزمون منهای یک، معنی دار است یا خیر.

فرض صفر (H0): شروع تابستان در منطقه ای به وسعت $27.5^{\circ}\text{N}-42.5^{\circ}\text{N}$ و $35^{\circ}\text{E}-65^{\circ}\text{E}$ منطبق با تاریخ نجومی آن (تیر) است.
فرض چاره (H1): در منطقه ای به وسعت $27.5^{\circ}\text{N}-42.5^{\circ}\text{N}$ و $35^{\circ}\text{E}-65^{\circ}\text{E}$ شروع تابستان منطبق بر زمان نجومی آن نبوده و از عواملی دیگر (پارامترهای بزرگ مقیاس گردش جو و رفتار جت استریم جنب حاره) تاثیر می پذیرد.

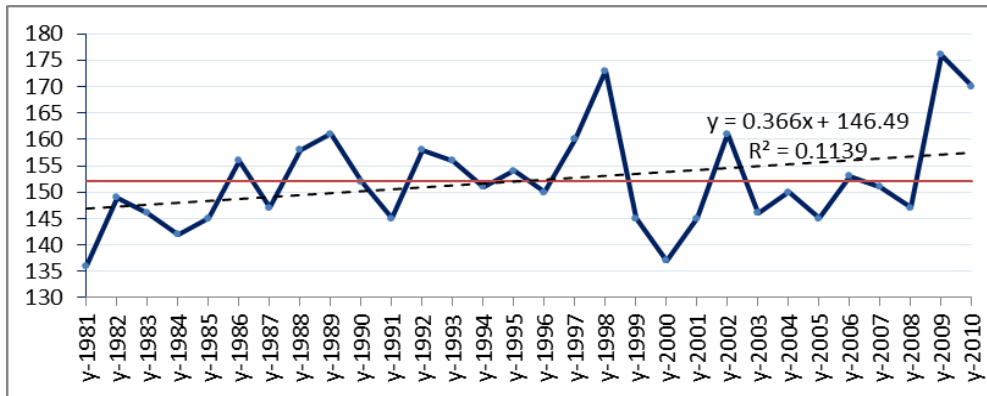
جدول ۱- روز پرش تابستانه و شروع طبیعی تابستان برای سالهای ۱۹۸۱-۲۰۱۰ و محاسبه آماره آزمون کای اسکور برای هر سال

سال	روز شروع پرش تابستانه جت جنب حاره	روز شروع پرش بر مبنای روز ژولیوسی (O _i)	امید ریاضی روز ژولیوسی برای وقوع پرش (شروع تابستان نجومی یا تیر (E _i))	O _i -E _i	x^2
1981	16-May	136	173	-37	7.913294798
1982	29-May	149	173	-24	3.329479769
1983	26-May	146	173	-27	4.213872832
1984	21-May	142	174 (سال کبیسه)	-32	5.885057471
1985	25-May	145	173	-28	4.531791908
1986	05-Jun	156	173	-17	1.670520231
1987	27-May	147	173	-26	3.907514451
1988	06-Jun	158	174	-16	1.471264368
1989	10-Jun	161	173	-12	0.832369942
1990	01-Jun	152	173	-21	2.549132948
1991	25-May	145	173	-28	4.531791908
1992	06-Jun	158	174	-16	1.471264368
1993	05-Jun	156	173	-17	1.670520231
1994	31-May	151	173	-22	2.797687861
1995	03-Jun	154	173	-19	2.086705202
1996	29-May	150	174	-24	3.310344828
1997	09-Jun	160	173	-13	0.976878613
1998	22-Jun	173	173	0	0
1999	25-May	145	173	-28	4.531791908
2000	17-May	137	174	-37	7.867816092
2001	25-May	145	173	-28	4.531791908
2002	10-Jun	161	173	-12	0.832369942
2003	26-May	146	173	-27	4.213872832
2004	29-May	150	174	-24	3.310344828
2005	25-May	145	173	-28	4.531791908
2006	02-Jun	153	173	-20	2.312138728
2007	31-May	151	173	-22	2.797687861
2008	26-May	147	174	-27	4.189655172
2009	25-Jun	176	173	3	0.052023121
2010	19-Jun	170	173	-3	0.052023121
نتایج	01-Jun	152.1666667			92.37279915

بنابراین مقدار آماره آزمون برابر با 92.372 می شود، حال برای پیدا کردن عدد مبنا در جدول کای اسکور، با توجه به سطح معنی داری مورد نظر که معمولاً $\alpha=5\%$ می باشد و در آزادی $df=30-1=29$ عدد مربوط به کای اسکور را از جدول آن قرائت می کنیم که برابر با 42.56 می باشد. چون مقدار کای مربع محاسبه شده $92.372 > 42.56$ شد فرض صفر که شروع تابستان در منطقه مورد نظر را منطبق بر تاریخ نجومی آن می دانست رد کرده و فرض چاره که تاثیر عامل جت جنب حاره بر شروع تابستان را بیان می کرد می پذیریم یعنی اتفاقی نبوده که در ۳۰ سال مورد مطالعه تابستان بر تاریخ نجومی منطبق نیست بلکه واقعا عامل پرش تابستانه جت جنب حاره در وقوع این تاریخ موثر است.

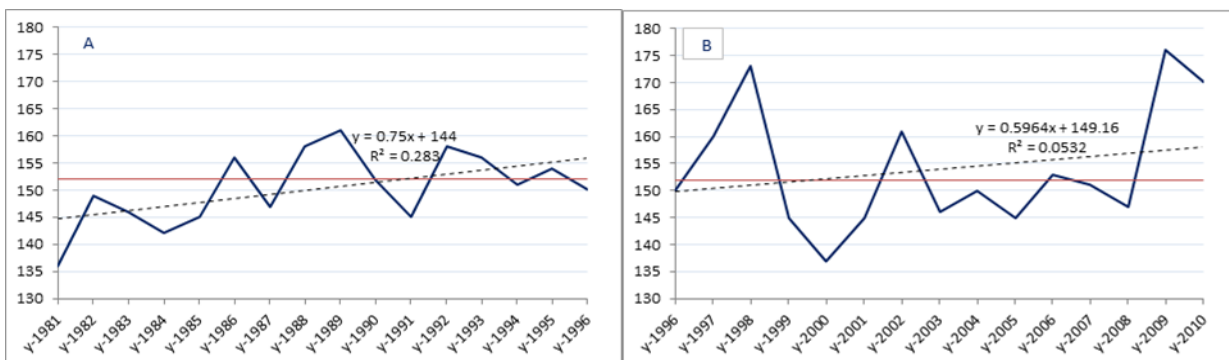
۳-۱. وردایی های زمانی مکانی تابستانه جت جنب حاره

اگر روزهایی که برای شروع پرش تابستانه جت تعیین شد در کنار روز میانگین رسم کنیم نتایج جالبی در شکل ۴ حاصل می شود:



شکل ۴- نتایج حاصل از خروجی های تصویری و عددی برای شروع تابستان و روند مشاهده شده در داده ها. محور افقی سال و محور عمودی روز ژولوسی شروع تابستان. خطوط ممتد به رنگ آبی روزهای شروع و خط ممتد قرمز میانگین ۳۰ ساله شروع تابستان (روز ۱۵۲ام یعنی ۱ جون). خط چین مشکی روند مشاهده شده در تاریخ شروع تابستان

با توجه به شکل ۴ مشاهده می شود از سال ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۶ شروع تابستان از تاریخ های منظم تری نسبت به ۲۰۱۰ برخوردار است. با رسم خط روند داده ها مشاهده می شود که داده ها دارای روندی با شیب مثبت هستند به این معنی که در ۱۵ سال دوم، عاملی روند منظم شروع اقلیمی تابستان را متاثر ساخته که تاثیر این عامل در ۱۵ سال اول خیلی مشهود نبوده. این بدان معنی است که در ۱۵ سال دوم، رفتار جت جنب حاره تحت تاثیر قرار گرفته و باعث بوجود آمدن تاخیر در شروع تابستان شده یعنی تابستان را به تاریخ نجومی نزدیکتر ساخته است. چنانچه سالهای مورد مطالعه را برای نتیجه گیری بهتر در نمودارهای زیر دو قسمت سازیم:



شکل ۵- روند مشاهده شده برای شروع تابستان برای دوره ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۶ (قسمت A) و دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۰ (قسمت B)

در نیمه اول دوره مورد مطالعه، داده‌ها روندی منظم تر نسبت به نیمه دوم دارند. بعبارتی گرم شدن کره زمین و تغییر اقلیم بر رفتار جت جنب حاره تاثیرگذار و موجب روندی در سری داده‌ها شده است و علاوه بر نامنظم تر شدن تاریخ شروع واقعی تابستان، روندی با شیب مثبت در داده‌ها ایجاد کرده که باعث میل تاریخ شروع از ۱ جون به زمان‌هایی بعد از این روز شده است.

۴- جمع بندی و نتیجه گیری

زمان شروع فصل تابستان با توجه به پرش تابستانه جت جنب حاره برای سالهای ۱۹۸۱-۲۰۱۰ بر اساس مولفه مداری باد تعیین شد. نتایج نشان داد که میانگین اقلیمی شروع تابستان بر تاریخ نجومی آن (۲۲ جون) انطباق ندارد و از حدود ۳ هفته زودتر (۱ جون) در منطقه‌ای به وسعت $27.5^{\circ}N-42.5^{\circ}N$ و $35^{\circ}E-65^{\circ}E$ آغاز شده است. محاسبه آماره آزمون کای اسکور نشان داد این تاریخ شروع، تصادفی نبوده بلکه حقیقتاً عامل بزرگ مقیاس گردش عمومی جو در منطقه به گونه‌ای حکومت دارد که باعث شروع سه هفته‌ای زودتر تابستان در منطقه فوق می‌شود.

ترسیم سری زمانی تاریخ‌های شروع نشان دهنده وجود روند در آن است، که این روند در نیمه دوم دوره مورد مطالعه (۱۹۹۶-۲۰۱۰) بیشتر بوده و نیز زمانهای شروع تابستان، بی‌نظمی‌های بیشتری نسبت به دوره اول (۱۹۸۱-۱۹۹۶) دارد، بعبارتی گرم شدن جهانی کره زمین و تغییرات آب و هوایی عامل ایجاد بی‌نظمی در گردش عمومی جو و متعاقباً رفتار جت جنب حاره شده است و باعث شده تابستان طبیعی به سمت دیرتر شروع شدن، سوق داده شود. این به تاخیر افتادن زمان شروع باعث کوتاه تر شدن طول دوره تابستان خواهد بود. در آخر باید خاطر نشان کرد که پژوهش حاضر بر اساس مطالعه یک دوره ۳۰ ساله تهیه شده که روند گرم شدن جهانی کره زمین که در سالهای اخیر سرعت گرفته، در نیمه دوم آن که در این سالها واقع شده مشهود تر است و برای یافتن نتایج دقیق تر و مطالعات جامع تر مطالعه سالهای پس از ۲۰۱۰ در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد.

۵- مراجع

- [۱] ذوالفقاری، ح. (۱۳۸۴). بررسی فصول طبیعی در استان کرمانشاه. مجله تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۶، صص ۱۰۶-۹۰.
- [2] Alsop, T. (1989). The natural seasonal of western Oregon and washington. *Journal of climate*, (2), 888-896.
- [3] Jaagus, J. and Jruu, J. and Ahas, R. and Aasa, A. (2003). Spatial and temporal variability of climatic seasons on the east European plains in relation to large scale atmospheric circulation. *Climatic research*, (23), 111-129.
- [۴] علیجانی، ب. (۱۳۷۶). تعیین فصول طبیعی در ایران. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۵، صص ۲۱-۳۳.
- [۵] ذوالفقاری، ح. و معصوم پور سماکوش، ج. و جلیلیان، آ. و فتح‌نیا، الف. (۱۳۹۲). تعیین الگوهای سینوپتیک و توده‌های موثر بر فصول اقلیمی غرب ایران. مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، صص ۵۳-۷۰.
- [6] Namias, J. (1952). The jet stream. *Scientific American*.
- [7] Sheng, C.Y. (1986). An Introduction to the climate of China (in Chinese). Science Press Beijing, 85-89.
- [8] Kington, J. A. (1999). Nineteenth-Century cloud study and the European jet stream. *Bulletin of the American Meteorological Society*, (80), 901-903.
- [9] Kraus, E.B. (1999). Jet streams revisited. *Bulletin of the American Meteorological Society*, (80), 2629.

- [10] Phillips, N. (1999). Jet streams revisited II. *Bulletin of the American Meteorological Society*, (80), 2629–2630.
- [11] Kuang, X. Zhang, Y. (2005). Seasonal variation of the East Asian Subtropical Westerly Jet and its Association with the heating field over East Asia. *Advances in atmospheric sciences*, 22(6), 831-840.
- [12] Yin, M. (1949). A synoptic aerological study of the onset of the summer monsoon over India and Burma. *Acta Meteorol*, 6, 393-400.
- [13] Yeh, D.Z. and Tao, S.Y. and Li, M.C. (1958). The abrupt change of circulation over Northern Hemisphere during June and October (in Chinese). *Acta Meteorol Sin*, 29(4), 250-263.
- [14] Dong, M. and Zhu, W. and Wei, F. (1987). The characteristics of zonal wind at 500hPa level over Euro-Asian regions and its associations with weather in China. *Journal of Chinese Academy of Meteorological Sciences*, 2(2), 166–173.
- [15] Tao, S. and Zhao, Y. and Chen, X. (1958). The association between Mei-yu in East Asia and seasonal variation of the general circulation of atmosphere over Asia. *Acta Meteorologica Sinica* (in Chinese), 29(2), 119-134.
- [16] Kutie, H. and Kay, P.A. (1992). Recent Variations in 700hpa Geopotential Heights in summer over Europe and the Middle East, and their influence on other Meteorological factors. *Springer verlag*, (46). 99-108.
- [17] Zhang, Y. and Kuang, X. and Guo, W. and Zhou, T. (2006). Seasonal evolution of the upper tropospheric Westerly jet core over East Asia. *Gephysical Research Letters*, (33). L11708.

[۱۸] عزیزی، ق. و سفراد، ط. (۱۳۹۱). تحلیل ویژگی های رودباد طی فازهای ENSO مطالعه موردی سال های ۱۹۹۷،

۲۰۰۸ و ۲۰۱۰. نشریه پژوهش های اقلیم شناسی، سال سوم، شماره ۹.

[۱۹] مفیدی، ع. و زرین، آ. (۱۳۹۱). بررسی ماهیت، ساختار و وردایی زمانی گردش بزرگ مقیاس جو تابستانه بر روی

جنوب غرب آسیا. نشریه پژوهش های اقلیم شناسی و نیز مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم. ص

۱۴۹-۱۶۰.

- [20] Liao, Q.H. and Gao, S.T. and Wang, H.J. (2004). Anomalies of the extra-tropical westerly jet in the north hemisphere and their impacts on East Asian summer climate anomalies (in Chinese). *Chin.J. Geophysics*, 47(1), 11– 18.
- [21] Yang, S. and Lau, K.M. and Kim, K.M. (2002). Variations of the East Asian jet stream and Asian-Pacific-American winter climate anomalies. *J. Clim*, (15), 306-325.
- [22] Yeh, D.Z. and Zhu, B.Z. (1955). The onset of the transitional seasons in the Far East from the viewpoint of the general circulation (in Chinese). *Acta Meteorol. Sin*, (26), 71-87.

[۲۳] قویدل رحیمی، ی. (۱۳۹۱). نگاشت و تفسیر سینوپتیک اقلیم با استفاده از نرم افزار GrADS. انتشارات سها دانش،

ص ۱-۲۸.