

## بررسی روند تغییرات طول فصل رشد در ایران

غلامعلی مظفری<sup>۱</sup>، مسلم ترکی<sup>۲</sup>

### چکیده

دوره رشد، دوره ای است که در آن رطوبت کافی و عدم وجود محدودیت های حرارتی، تولید محصولات زراعی را امکان پذیر می سازد. شواهد حاکی از طولانی تر شدن فصل رویشی، حدود ۲۰-۱۰ روز در دهه اخیر می باشد؛ به طوریکه شروع زود هنگام، برجسته تر است. این افزایش فصل رویشی با گرمایش اخیر جهانی در ارتباط است. در این پژوهش از داده های ۴۹ ساله دمای ۳۱ ایستگاه سینوپتیک ایران (۲۰۰۹-۱۹۶۱) به منظور بررسی چگونگی روند تغییرات آغاز، خاتمه و طول فصل رویشی با آستانه های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد استفاده شد. شروع دوره رشد، اولین دوره ۶ روزه که در آن  $T_{min} \geq 10$  و  $T_{min} \geq 5$  به عنوان آغاز دوره و آخرین دوره ۶ روزه با  $T_{min} < 10$  و  $T_{min} < 5$  به عنوان خاتمه طول دوره رشد در نظر گرفته شده است. بازسازی نواقص آماری به وسیله روش خود همبستگی انجام گرفت و تصادفی بودن داده ها نیز به وسیله آزمون من-کندال آزمایش شد و سری هایی که با سطح اطمینان آلفای ۰/۰۵ دارای تغییر یا روند بودند، شناسایی گردیدند. سپس با آزمون گرافیکی من-کندال، چگونگی و زمان آغاز روند یا تغییرات، مشخص و مقدار تغییرات محاسبه گردید. نتایج تحقیق، تغییرات بیشتری را در سری های مربوط به آغاز و خاتمه فصل رویشی با آستانه های دمای ۱۰ درجه نسبت به سری های با آستانه ۵ درجه سانتی گراد نشان می دهد. ایستگاه های ارومیه، خرم آباد، سقز و شهر کرد بر خلاف دیگر ایستگاه ها با کاهش فصل رویشی مواجه شده اند.

**واژگان کلیدی:** طول فصل رشد، تغییر اقلیم، آزمون من-کندال، ایران

۱. استادیار گروه جغرافیای دانشگاه یزد

۲. کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه یزد و کارشناس اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری moslemtorkey@yahoo.com

گازهای گلخانه ای در دهه های اخیر در اتمسفر زمین افزایش داشته است. تاثیر اصلی افزایش گازهای گلخانه ای افزایش دمای هوا خواهد بود (زانگ و همکاران ۲۰۰۱، باسیستا و همکاران ۲۰۰۹ و دنی و همکاران ۲۰۱۰). در طول قرن بیستم، متوسط دمای جهانی بین ۲/۸-۰/۶ درجه سانتی گراد افزایش یافته است که بیشتر این افزایش بین سالهای ۲۰۰۰-۱۹۷۶ بوده است و این افزایش بین سال های ۲۱۰۰-۱۹۹۰ نیز به میزان ۱/۴ تا ۵/۸ درجه سانتی گراد خواهد رسید (IPCC, ۲۰۰۱). تغییر اقلیم و افزایش درجه حرارت، یکی از مسایل مهم زیست محیطی بشر به حساب می آید که در سال های اخیر مطالعات زیادی را به خود اختصاص داده است. افزایش میانگین دمای کره ی زمین و تغییرات آن، نمایه ای از تغییرات اقلیمی است که در تمامی نظریه های تغییر اقلیم به آن توجه شده است. در میان این افزایش جهانی دمای هوا بسیاری از تحقیقات فنولوژیکی، هواشناسی و ماهواره ای از افزایش طول فصل رویشی ناشی از افزایش درجه حرارت در مناطق شمالی در طول قرن بیستم خبر می دهند (چمیلوسکی و روترز ۲۰۰۱، سونگ و همکاران ۲۰۱۰ و جونگ و همکاران ۲۰۱۱). فصل رشد دوره بین جوانه زنی و برگ ریزی است که انتظار می رود بخصوص در عرض های بالاتر، طولانی تر شود (EEA, 2004). تغییرات طول فصل رشد، یک شاخص اقلیمی مفید است و چندین کاربرد اقلیمی مهم دارند (رابسون ۲۰۰۲). در نتیجه کاهش طول فصل رشد به عنوان مثال تغییر در تاریخ کشت می تواند بازده کمتر محصولات کشاورزی سنتی را تعیین کند. به هر حال، ممکن است افزایش طول فصل رشد، فرصت های قبلی و حصول اطمینان از بلوغ و حتی امکان برداشت های متعدد را فراهم کند (با توجه به آب قابل دسترس).

در رابطه با تغییرات فصل رویشی، مطالعات زیادی در نقاط مختلف جهان انجام گرفته است از جمله:

برینکمن (۱۹۷۹)، تعریف متفاوتی از فصل رویشی برای چهار ایستگاه در ویسکانسین ایالات متحده آمریکا در یک دوره ۸۰ ساله ارائه داد. او معیار یخ زدن و نیز

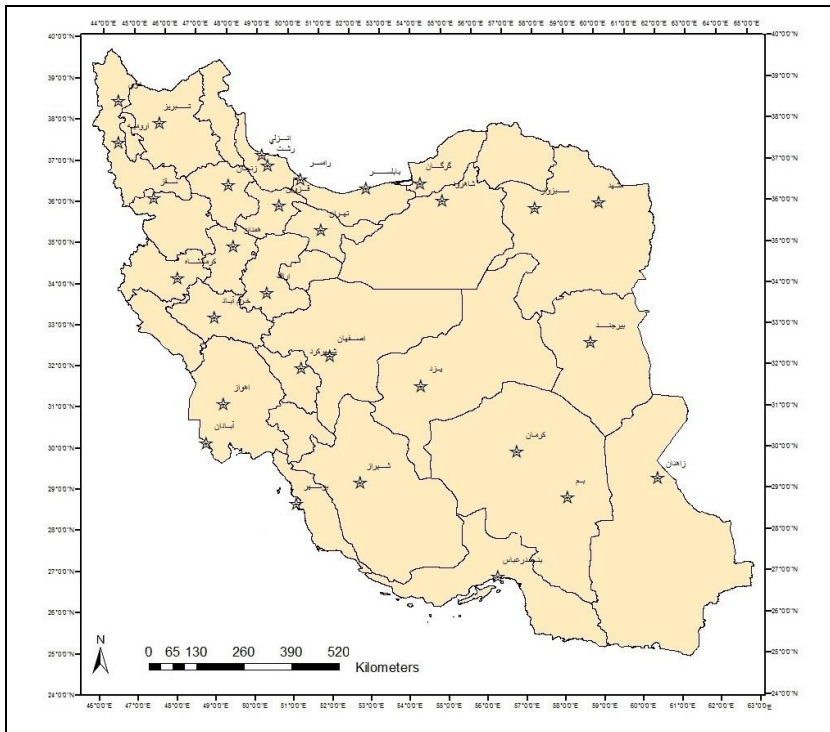
تعداد روزهایی که میانگین درجه حرارت بالاتر است را به عنوان فصل رویشی تعریف نمود. نتایج نشان داد که بسته به تعریف، روندهای مختلفی برای یک ایستگاه واحد به دست آمد. منزال و همکاران (۲۰۰۱) فصل های فنولوژیکی را در آلمان برای دوره ۱۹۹۶-۱۹۵۱ مورد مطالعه قرار دادند و متوجه شواهدی از آغاز زود هنگام بهار (۲۳/۰ تا ۲۸/۰ روز در سال) شدند. با این حال تغییرات فنولوژیکی در پاییز تغییرات کمتری داشت (به طور متوسط ۳/۰ تا ۱/۰ روز در سال). اسکوارتز و چن (۲۰۰۲) دریافتند که آغاز رشد بهار در چین در طول سال های ۱۹۹۳-۱۹۵۹ ظاهراً برخلاف یافته های اروپا و آمریکا تغییر چندانی نداشتند. به هر حال، در مدتی که زمان آخرین یخبندان بهاره جلوتر اتفاق بیفتد (حدود ۶ روز) بخصوص در قسمت های شمال شرق کشور ها، تاریخ اولین یخبندان عقب تر می افتد (در حدود ۴ روز) بخصوص در شمال و مرکز چین که در نتیجه یک افزایش ۱۰ روزه در دوره عاری از یخبندان در تمام قسمت شرق کشور است. جونز و همکاران (۲۰۰۲)، درجه حرارتهای شدید و درجه روز را با برگشت به عقب در قرن ۱۸ برای چهار ایستگاه هواشناسی (انگلستان مرکزی، استکهلم، اوسیاو و سن پترزبورگ) بررسی کردند. ایشان به این نتیجه رسیدند که در شمال اروپا فصل رویشی به وضوح گرمتر از سالهای قبل از ۱۹۶۰ می باشد. بک و همکاران (۲۰۰۵) با داده های MODIS/NDVI پیش روی بهار از ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ را در فنوسکاندیا ترسیم کردند و در طول تجزیه و تحلیل کوتاه مدت آنها تفاوت بزرگ زمانی و فضایی در این محدوده در زمان رسیدن بهار بیشتر از دو ماه در محدوده مطالعاتی و بیشتر از یک ماه در طی سال پیدا کردند.

در ایران هم مطالعاتی بر روی تغییرات دما و روند این تغییرات صورت گرفته است. مسعودیان (۱۳۸۳) به بررسی روند تغییرات دمای ایران در نیم سده گذشته پرداخته و به این نتیجه رسیده است که در نیم سده گذشته دمای شبانه، روزانه و شبانه روزی ایران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجه در هر صد سال افزایش داشته است. روندهای افزایش دما عمدتاً در سرزمین های گرم و کم ارتفاع و روندهای کاهشی

عمدتاً در رشته کوه ها دیده می شود. محمدی و تقوی (۱۳۸۴) به بررسی روند شاخص های حدی دما و بارش در تهران با استفاده از سری های روزانه دما و بارش پرداخته اند و به این نتایج رسیده اند که شاخص حدهای سرد، روند کاهشی محسوسی دارند. از طرف دیگر روند دمای حداقل و دمای متوسط روزانه کاملاً افزایشی است و شیب مثبت دارد، در حالیکه روند افزایشی دمای حداکثر، شیب کمتری دارد. شاخص های حدی بارش نیز روند کاهشی با شیب بسیار کم را نشان می دهند. نصیری و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی روند تغییر اقلیم بر شاخص های اقلیمی کشاورزی ایران پرداختند و با بررسی شاخص های آگروکلماتیک در شرایط فعلی و دوره ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ به این نتیجه رسیدند که وقوع اولین یخبندان پاییزه در ایستگاه های مورد مطالعه برای سال های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی به ترتیب به میزان ۹-۵ و ۱۵-۸ روز به تاخیر خواهد افتاد و شدت تغییر از شمال به جنوب و از غرب به شرق کشور افزایش خواهد داشت. همچنین نتایج حاصل از پیش بینی های مدل های گردش عمومی حاکی از وقوع زودتر آخرین یخبندان بهاره به میزان ۸-۴ و ۱۲-۷ روز به ترتیب برای سالهای ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی می باشد. بطوریکه شدت جابجایی از شمال به جنوب و از غرب به شرق کشور افزایش می یابد. با توجه به تاخیر در تاریخ وقوع اولین یخبندان پاییزه و جلو افتادن تاریخ آخرین یخبندان بهاره طول فصل رشد در تمامی ایستگاههای مورد مطالعه به میزان ۲۳-۵ روز و ۴۲-۱۶ روز به ترتیب برای سالهای ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی افزایش خواهد یافت. مظفری و ترکی (۱۳۹۱) با بررسی تغییرات فصل رویشی در شمال ایران به این نتیجه رسیده اند که طول فصل رویشی در ایستگاه های رامسر و رشت افزایش داشته است. همچنین تعداد روزهای وقوع دمای پنج درجه و کمتر در ایستگاه های انزلی، رامسر و رشت به ترتیب ۲۸/۵، ۱۷/۱ و ۲۰/۹ روز کاهش داشته است.

در این تحقیق تلاش شده است تا روند تغییرات طول فصل رشد در ایران مورد مطالعه قرار گیرد.

در انجام این تحقیق در مرحله اول، آمار کلیه ایستگاه‌های سینوپتیک ایران که دارای آمار بلند مدت بودند از سازمان هواشناسی کشور دریافت گردید. با توجه به اینکه برای انجام این تحقیق دوره آماری بلند مدت (حدود ۵۰ سال) مورد نظر بود ۲۲ ایستگاه به علت کوتاهی دوره آماری یا وقفه‌های طولانی در ثبت آمار کنار گذاشته شد و در نهایت ۳۱ ایستگاه سینوپتیک که دارای دوره آماری مشترک ۴۹ ساله بودند (۲۰۰۹-۱۹۶۱)، انتخاب گردیدند (شکل ۱). طول فصل رشد برای دو آستانه دمائی ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد تعیین گردید. برای محاسبه طول فصل رشد، تاریخ آغاز و خاتمه آستانه‌های دمائی ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد با استفاده از کدبندی ژیلوسی (اول ژانویه با کد یک و ۳۱ دسامبر با کد ۳۶۵) استخراج گردید.



شکل ۱: پراکنندگی ایستگاه‌های مورد مطالعه

### طول فصل رشد

تعاریف متعددی درباره طول فصل رشد وجود دارد. طول حقیقی فصل رشد از سالی به سال دیگر فرق کرده و نیز رشد محصول زراعی ممکن است فقط به قسمتی از این

فصل رشد محدود شده و یا حتی در خارج از آن محدود شده باشد. تعیین فصل رشد در هر منطقه در انتخاب محصول و رقم و تعیین زمان کاشت و سایر تصمیم گیری های زراعی نقش موثری دارند. در این مورد تعاریف متعددی وجود دارد، آنون (۱۹۷۸)، فصل رشد را دوره ای بیان کرد که در آن رطوبت کافی و عدم وجود محدودیت های حرارتی، تولید محصولات زراعی را امکان پذیر می سازد. بنابراین دو عامل مهم برای دوره رشد، دمای مناسب و رطوبت کافی می باشند. بر اساس تعریف ارائه شده از گروه تغییر پذیری کمیسیون اقلیم شناسی سازمان هواشناسی جهانی، در نیمکره شمالی، فاصله زمانی بین اولین دوره بعد از اول جولای (دهم تیر)، که حداقل ۶ روز متوالی، دمای میانگین روزانه بیشتر از ۵ درجه سانتی گراد باشد و اولین دوره ۶ روزه با دمای میانگین روزانه کمتر از ۵ درجه سانتی گراد طول دوره رویشی محسوب می شود. در نیمکره جنوبی این فاصله زمانی از اول ماه ژانویه در نظر گرفته می شود. فریچ<sup>۲</sup> (۲۰۰۲: ۱۹۳-۲۱۲) اولین دوره ۵ روزه با میانگین دمای بالای ۵ درجه سانتی گراد بعد از آخرین یخبندان بهاره را به عنوان آغاز دوره و آخرین دوره ۵ روزه با میانگین دمای زیر ۵ درجه سانتی گراد را به عنوان خاتمه طول دوره رشد در نظر گرفته است.

در این تحقیق، به دلیل تنوع شرایط اقلیمی مناطق مورد مطالعه به منظور استفاده از آمار طول فصل رشد در کاشت گونه های گیاهی سازگار با آستانه های ۵ درجه سانتی گراد (گیاهان سردسیری) و ۱۰ درجه سانتی گراد (گیاهان گرمسیری) به صورت جداگانه، شروع دوره رشد، اولین دوره ۶ روزه با دمای حداقل روزانه، بزرگتر یا مساوی ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد ( $T_{min} \geq 5$  و  $T_{min} \geq 10$ ) به عنوان آغاز دوره (برای شروع رشد گیاهان رسیدن دما به ۵ درجه سانتی گراد الزامی است) و آخرین دوره ۶ روزه با دمای حداقل کمتر از ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد ( $T_{min} < 5$  و  $T_{min} < 10$ ) به عنوان خاتمه طول دوره رشد در نظر گرفته شده است.

## تعیین روند

در بسیاری از مطالعات برای تعیین روند در سری های زمانی بلند مدت می توان از داده های هواشناسی و هیدرولوژی استفاده نمود. در این تحقیق برای تعیین روند در داده ها از آزمون ناپارامتریک من-کندال استفاده گردید. روش های ناپارامتریک دارای مزیت هایی نسبت به سایر توزیع ها و توزیع های پارامتریک هستند. آزمون ناپارامتری من-کندال برای تعیین روند در سری های زمانی استفاده می شود. یک مزیت این آزمون این است که احتیاجی ندارد که داده ها را به سایر توزیع ها تبدیل کرده و مزیت دیگر اینکه حساسیت کمی به تغییرات ناگهانی در سریهای همگن دارد (ژاگوس، ۲۰۰۶). این آزمون در ابتدا برای کاربردهای عمومی توسط من (Maan) در سال ۱۹۴۵ به کار برده شد و توسط کندال (Kendal) در سال ۱۹۴۸ تکمیل و اصلاح شده است که به صورت رتبه بندی و ارزیابی از هر گروه با گروه های دیگر به کار برده می شود. مراحل انجام آزمون به شرح زیر است.

الف: تعیین میزان آماره من کندال با استفاده از فرمول زیر:

برای انجام این آزمون ابتدا سری های آماری رتبه بندی می شوند و برای میزان تغییر با روند از رابطه زیر استفاده می شود.

$$T = \frac{4P}{N(N-1)} \quad (1)$$

که در آن  $T$ ، آماره من-کندال و  $N$  تعداد کل سال های آماری و  $P$  حاصل جمع تعداد رتبه های بزرگتر از هر رده  $n_i$  که بعد از آن قرار دارد، می باشد.

$N$ : تعداد کل  $X_i$  های سری زمانی.

به منظور سنجش معنی دار بودن آماره  $T$  آماره بحرانی ( $t$ ) از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$t = 0 \pm t_g \sqrt{\frac{4n+10}{9n(n-1)}} \quad (2)$$

که در آن  $t_g$  مقدار متغیر استاندارد ( $Z$ ) متناظر با سطح احتمال آزمون است که در این تحقیق بر اساس احتمال ۹۵ درصد مقدار  $t_g = 1/96$  می باشد و در نتیجه مقدار

ناحیه بحرانی برای ۴۹ سال آمار ایستگاه های منطقه معادل  $t = 193$  محاسبه شد. اگر  $0/193 < T < +0/193$  باشد روندی وجود ندارد و اگر  $t > 0/193$  روند مثبت و اگر  $t < -0/193$  روند منفی وجود دارد.

ب: روش گرافیکی: برای تعیین جهت روند، نوع و زمان تغییر نیاز به آزمون گرافیکی کندال می باشد. بدین منظور معمولاً از جداول ویژه ای استفاده می شود. به طوریکه ابتدا داده ها را رتبه بندی نموده و آماره  $t_i$  (نسبت رتبه  $i$  به رتبه های ماقبل) محاسبه می شود، سپس فراوانی تجمعی آماره  $t_i$  را به دست می آوریم و در ادامه، امید ریاضی، واریانس و شاخص من - کندال بر اساس فرمول های زیر محاسبه می شوند.

$$E_i = \frac{ni(ni-1)}{4} \quad (۳)$$

$$V_i = \frac{ni(ni-1)(2ni+5)}{72} \quad (۴)$$

$$U_i = \frac{(\sum t_i - E_i)}{\sqrt{V_i}} \quad (۵)$$

برای بررسی تغییرات باید شاخص  $U'_i$  نیز تعیین شود. مراحل محاسبه  $U'_i$  به شرح زیر است. داده ها را رتبه بندی نموده و آماره  $t'_i$  (نسبت رتبه  $i$  به رتبه های مابعد) را مشخص کرده و سپس فراوانی تجمعی محاسبه می شود. امید ریاضی، واریانس و شاخص  $U'_i$  از فرمول های زیر محاسبه می شود.

$$E'_i = \frac{[N - (ni - 1)](N - ni)}{4} \quad (۶)$$

$$V'_i = \frac{[N - (ni - 1)](N - ni)[2(N - (ni - 1) + 5)]}{72} \quad (۷)$$

$$U'_i = \frac{(\sum t'_i - E'_i)}{\sqrt{V'_i}} \quad (۸)$$

در روابط شماره ۷ و ۸،  $N$  حجم نمونه آماری مورد مطالعه است. در این روش مقادیر متوالی از مقدار  $u'di$  و  $udi$  حاصله از آزمون من - کندال به صورت گرافیکی نمایش داده می شود که در این نمایش اگر مقادیر  $u'$  و  $u$  از منحنی ها چندین بار روی همدیگر قرار بگیرند، روند یا تغییری وجود نخواهد داشت؛ ولی در جاهایی که منحنی



ها همدیگر را قطع می کنند، منحنی ها محل شروع روند با تغییرات را به صورت تقریبی به نمایش می گذارند.

## یافته ها و نتایج تحقیق

### ۱- آغاز فصل رویشی

آگاهی و شناخت از تاریخ گذر دمای ۵ درجه سانتی گراد از جنبه های کاربردی، دارای اهمیت فراوانی می باشد. میانگین رخداد تاریخ آغاز ۵ درجه سانتی گراد در سطح ایستگاه های مورد مطالعه بین ۱ بهمن در ایستگاه بندرعباس تا ۱۶ اردیبهشت در ایستگاه شهرکرد متغیر است. بررسی تاریخ گذر دمای ۱۰ درجه سانتی گراد برای بسیاری از محصولات بخصوص محصولات گرمسیری اهمیت زیادی دارد. میانگین رخداد تاریخ آغاز ۱۰ درجه سانتی گراد در سطح ایستگاه های مورد مطالعه بین ۱۹ بهمن در ایستگاه بوشهر تا ۶ تیر در ایستگاه شهرکرد متغیر است. نتایج تاریخ آغاز فصل رویشی و آزمون روند من-کندال در جدول ۲ نشان داده شده است. روندها با سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داده شده اند که کاهش قابل ملاحظه ای در آغاز فصل رویشی در بین ایستگاه های مورد مطالعه دیده می شود. به طوریکه از بین ۳۱ ایستگاه، ۱۱ ایستگاه در آغاز فصل رویشی با سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۵ ایستگاه با سطح اطمینان ۹۹ درصد با هر دو آستانه دمایی با روند منفی و کاهشی مواجه بوده اند و سه ایستگاه (سقز، خرم آباد و شهرکرد) روند مثبت و افزایشی داشته اند (شکل ۲). میزان این روند منفی بین ۴/۱- تا ۳۲/۴- روز بوده است که در جدول ۳ نشان داده شده است.

### ۲- خاتمه فصل رشد

میانگین رخداد اولین تاریخ خاتمه دمای ۵ درجه در سطح ایستگاه های مورد مطالعه بین ۱۲ مهر در ایستگاه شهرکرد تا ۳۰ دی در ایستگاه های آبادان، اهواز، بندرعباس، بوشهر متغیر است. با تعیین آخرین تاریخی که دمای هوا در ایستگاه های مورد مطالعه به مدت ۶ روز به کمتر از ۱۰ درجه سانتی گراد می رسد، طول فصل رشد در دمای ۱۰

درجه سانتی گراد بدست می آید. میانگین رخداد خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی گراد در سطح ایستگاه های مورد مطالعه بین ۱۳ شهریور در ایستگاه شهرکرد تا ۱۷ دی در ایستگاه بندرعباس متغیر است. آزمون روند من کندال نشان می دهد که اغلب ایستگاه های مورد مطالعه در طول ۵۰ سال گذشته، روند مثبت و افزایشی را در پایان فصل رویشی داشته اند. به طوریکه با آستانه دمایی ۵ درجه سانتی گراد ۵ ایستگاه در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۴ ایستگاه در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای روند افزایشی بوده اند و با آستانه دمایی ۱۰ درجه سانتی گراد نیز ۲ ایستگاه با سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۶ ایستگاه با سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای روند مثبت می باشند. اما ایستگاه های سقز، شهرکرد، خرم آباد و ارومیه روند کاهشی را نشان می دهند (شکل ۲).

جدول ۲: نتایج آزمون تصادفی و غیر تصادفی بودن داده های دما با اماره t من- کندال

(تعیین روند یا عدم وجود روند در آستانه های مورد بررسی)

| نام ایستگاه | آغاز فصل رویشی با آستانه ۵ درجه | خاتمه فصل رویشی با آستانه ۵ درجه | آغاز فصل رویشی با آستانه ۱۰ درجه | خاتمه فصل رویشی با آستانه ۱۰ درجه |
|-------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| آبادان      | -۰/۱۵۸                          | -                                | -۰/۳۵۵*                          | -                                 |
| اهواز       | -۰/۴۲۳*                         | -                                | -۰/۵۸*                           | -                                 |
| اصفهان      | ۰/۰۷۵                           | -۰/۰۵۴                           | -۰/۴۲۵*                          | -۰/۱۸۹                            |
| اراک        | ۰/۱۱۷                           | -۰/۰۷۵                           | ۰/۰۳۹                            | -۰/۰۳۲                            |
| انزلی       | -۰/۲۳۸*                         | -                                | -۰/۲۲۸*                          | -                                 |
| ارومیه      | -۰/۰۲۲                          | -۰/۰۳۹                           | ۰/۰۱۵                            | -۰/۲۰۷*                           |
| بایسرو      | -۰/۱۴۳                          | ۰/۲۱۹*                           | -۰/۴۱*                           | ۰/۰۸۸                             |
| بندرعباس    | -۰/۴۳۹*                         | -                                | ۰/۰۶۳                            | -                                 |
| بیم         | -۰/۱۸۴                          | ۰/۲۰۴*                           | ۰/۰۰۹                            | ۰/۱۶۳                             |
| بوشهر       | -۰/۴۴۹*                         | -                                | -۰/۴۳*                           | -                                 |
| بیرجند      | ۰/۰۳۱                           | -۰/۱۳۸                           | ۰/۰۷                             | -۰/۰۷۷                            |
| تبریز       | -۰/۲۳*                          | -۰/۰۱۵                           | -۰/۲*                            | ۰/۱۳۶                             |
| تهران       | -۰/۲۶۷*                         | ۰/۲۰۱*                           | -۰/۳۰۱*                          | ۰/۲۶۴*                            |
| خرم آباد    | ۰/۳۱۵*                          | -۰/۲۶۹*                          | ۰/۲۷*                            | -۰/۳۲۵*                           |
| خوی         | -۰/۱۳۴                          | -۰/۰۰۳                           | -۰/۱۰۵                           | ۰/۱۹۹*                            |
| سیزوار      | -۰/۱۷۳                          | ۰/۲۲۸*                           | -۰/۲۱۶*                          | ۰/۲۸۷*                            |
| سقز         | ۰/۲۷۹*                          | -۰/۱۲۸                           | ۰/۳۳۸*                           | -۰/۱۹*                            |
| شاهرود      | -۰/۲۰۶*                         | ۰/۳۶۴*                           | -۰/۳۰۱*                          | ۰/۳۲۲*                            |
| شهرکرد      | ۰/۰۹۴                           | -۰/۳۰۱*                          | ۰/۴*                             | -۰/۴۹۵*                           |
| شیراز       | -۰/۰۹۷                          | ۰/۳*                             | -۰/۳۴*                           | ۰/۳۷۴*                            |
| رامسر       | ۰/۰۴۱                           | ۰/۰۳۶                            | -۰/۱۶                            | -۰/۰۳۱                            |
| رشت         | -۰/۲۱۸*                         | ۰/۱۱۲                            | -۰/۱۰۵                           | ۰/۰۹۶                             |
| زاهدان      | ۰/۰۶۶                           | ۰/۱۹۹*                           | -۰/۱۱۱                           | ۰/۱۸                              |
| زنجان       | ۰/۰۱                            | ۰/۰۰۹                            | -۰/۰۷۳                           | -۰/۱۵۳                            |
| قزوین       | ۰/۰۷۷                           | -۰/۰۱۷                           | ۰/۰۳۴                            | ۰/۰۴۱                             |
| کرمان       | ۰/۱۰۲                           | -۰/۰۴۶                           | -۰/۰۲۲                           | -۰/۰۱۲                            |
| کوهاناشاه   | -۰/۱۰۵                          | ۰/۱۰۷                            | -۰/۲۱۶*                          | ۰/۱۹۹*                            |
| گرگان       | ۰/۱۱۶                           | -۰/۱۱۴                           | ۰/۰۲                             | -۰/۰۳۶                            |
| مشهد        | -۰/۳۳۵*                         | ۰/۳۱۵*                           | -۰/۳۴۷*                          | ۰/۲۹۳*                            |
| نوزه همدان  | -۰/۱۳۴                          | ۰/۱۷۹                            | -۰/۰۶۳                           | ۰/۱۶۳                             |
| یزد         | -۰/۰۷۸                          | ۰/۴۷۱*                           | -۰/۱۹۷*                          | ۰/۳۵۷*                            |

## نتایج آزمون من- کندال و تغییر در زمان رخداد آستانه های دمایی بر حسب روز

### تحلیل نتایج آزمون گرافیکی کندال بر روی سری های دما

در سری های زمانی آغاز فصل رویشی با آستانه ۵ درجه سانتی گراد، همان طور که نتایج مندرج در جداول ۲ و ۳ نشان می دهند، اکثریت ایستگاه های دارای تغییر معنادار، تغییرات ناگهانی و کاهشی را نشان می دهند. به غیر از ایستگاه های خرم آباد و سقز که روند ناگهانی و افزایشی را به ترتیب در سال های ۱۹۷۶ و ۱۹۹۶ به میزان ۱۸/۹ و ۱۶/۹ روز نشان می دهند، بقیه ایستگاه ها روند کاهشی را نشان می دهند. ایستگاه های انزلی و تهران در اواخر دهه ۱۹۹۰ یعنی در پایان قرن بیستم در سال ۱۹۹۸ دچار تغییر ناگهانی و کاهشی به ترتیب به میزان ۱۰/۹- و ۱۰/۱- روز گردیده اند. ایستگاه های شاهرود، رشت و مشهد در اوایل قرن بیست و یکم یعنی در سال ۲۰۰۱، تغییر ناگهانی و کاهشی را به ترتیب به میزان ۱۳/۲-، ۶/۲- و ۱۷/۴- روز نشان می دهند. اما ایستگاه های اهواز و تبریز تغییرات ناگهانی و کاهشی را در سال های ۱۹۸۱ و ۱۹۸۸ به ترتیب به میزان ۱۷/۸- و ۱۱/۵- روز نشان می دهند. همان طور که قبلاً نیز ذکر شد به دلیل اینکه طول فصل رویشی در ایستگاه های آبادان، اهواز، بندر عباس، بوشهر و انزلی تقریباً در تمام سال انجام می گیرد و آغاز و خاتمه دماهای ۵ و ۱۰ درجه در یک زمان اتفاق می افتد در بررسی این ایستگاه ها به تعداد روزهای با دمای کمتر از آستانه های مورد بررسی اکتفا شد و تغییرات آنها مورد بررسی قرار گرفت.

در بین سری های زمانی پایان فصل رویشی با آستانه ۵ درجه سانتی گراد، آنچه بررسی نمودارها و نتایج مندرج در جداول ۲ و ۳ نشان می دهند به شرح زیر می باشد. به غیر از ایستگاه های خرم آباد و شهرکرد که تغییرات ناگهانی و کاهشی را در سال های ۱۹۷۶ و ۲۰۰۳ به ترتیب به میزان ۱۱/۸- و ۱۷/۳- روز نشان می دهند، بقیه ایستگاه ها تغییرات افزایشی دارند. ایستگاه های تهران، شاهرود و شیراز با تغییرات ناگهانی و افزایشی در دهه ۱۹۸۰ یعنی در سال های ۱۹۸۳، ۱۹۸۷ و ۱۹۸۸ مواجه شده اند. میزان تغییر محاسبه شده برای آنها در طول دوره به ترتیب ۱۰/۴، ۱۴/۱ و ۱۱/۶ روز بوده است. ایستگاه های بم، زاهدان و مشهد در دهه ۱۹۹۰ در سال های ۱۹۹۰، ۱۹۹۶ و ۱۹۹۴

تغییرات ناگهانی و افزایشی را به میزان ۱۴/۴، ۱۶/۴ و ۱۸/۹ روز نشان می‌دهند. ایستگاه‌های بابلسر و سبزوار نیز تغییرات ناگهانی و افزایشی را در سال‌های ۱۹۶۸ و ۱۹۷۵ به میزان ۱۸/۸ و ۱۳/۷ روز نشان می‌دهند. ایستگاه یزد، تغییرات آرام و افزایشی را در سال ۱۹۹۱ به میزان ۱۲/۳ روز نشان می‌دهد.

همان طور که در سری‌های آغاز و خاتمه فصل رویشی با آستانه ۵ درجه سانتی‌گراد دیده شد، به غیر از ایستگاه‌های خرم آباد، سقز و شهرکرد که با کاهش طول فصل رویشی مواجه بودند، بقیه ایستگاه‌ها که تغییرات معنی داری داشتند، افزایش فصل رویشی را نشان می‌دهند. در ایستگاه‌های اهواز، انزلی و بوشهر تعداد روزهای با دمای کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب به میزان ۱۷/۸، ۱۰/۹ و ۴/۱ روز کاهش داشته است (جدول ۳). در ایستگاه‌های تبریز و رشت تنها آغاز فصل رویشی زودتر شروع شده است و در ایستگاه‌های بابلسر، بم، سبزوار، زاهدان و یزد، پایان فصل رویشی به تعویق افتاده است. اما در ایستگاه‌های تهران، شاهرود و مشهد، آغاز و خاتمه فصل رویشی دچار تغییر گردیده‌اند و میزان تغییرات فصل رویشی به ترتیب به میزان ۲۰/۵، ۲۷/۳ و ۳۶/۳ روز بوده است (جدول ۳). در ایستگاه خرم آباد با کاهش طول دوره رویشی از هر دو طرف مواجه هستیم؛ به طوری که فصل رویشی در این ایستگاه ۳۰/۷ روز کاهش داشته است. ایستگاه سقز، با تأخیر در آغاز فصل رویشی مواجه بوده و طول فصل رویش در این ایستگاه ۱۶/۹ روز کاهش داشته است و در ایستگاه شهرکرد نیز پایان فصل رویشی به جلو افتاده است و طول فصل رویشی در این ایستگاه نیز به مقدار ۱۷/۳ روز کوتاه‌تر گشته است (جدول ۳).

بررسی سری‌های آغاز فصل رویشی با آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد که ایستگاه‌های آبادان، اهواز، انزلی و بوشهر با کاهش تعداد روزهای با دمای کمتر از ۱۰ درجه به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۴، ۱۹۶۷، ۱۹۹۶ و ۱۹۹۱ به میزان ۴/۵-، ۳۲/۴-، ۱۰/۴- و ۲۱/۴ روز مواجه بوده‌اند و ایستگاه‌های اصفهان، بابلسر، بم، تبریز، تهران، سبزوار، شاهرود، شیراز، کرمانشاه، مشهد و یزد تغییرات ناگهانی و کاهشی را در سال‌های ۲۰۰۸،

۱۹۹۹، ۲۰۰۰، ۱۹۹۲، ۱۹۷۰، ۱۹۸۴، ۱۹۷۴، ۱۹۷۸، ۱۹۸۵ و ۲۰۰۸ به میزان ۱۹/۴-، ۲۱/۶-، ۳/۱-، ۱۲/۱-، ۱۹-، ۱۰/۹-، ۱۳/۶-، ۱۶/۱-، ۷/۲-، ۱۳/۶- و ۱/۳ روز داشته‌اند. اما ایستگاه‌های خرم آباد، سقز و شهرکرد تغییرات ناگهانی و افزایشی را در سال‌های ۱۹۸۱، ۱۹۹۲ و ۱۹۸۷ به مقدار ۱۲/۵، ۱۹/۹ و ۳۲/۲ روز داشته‌اند. در بین سری‌های خاتمه فصل رویشی نیز ایستگاه‌های ارومیه، تهران، خوی، سبزوار، شاهرود، شیراز، کرمانشاه، مشهد و یزد، به غیر از ایستگاه شیراز که تغییرات آرام و افزایشی را در سال ۱۹۷۹ به میزان ۱۶/۷ روز داشته است، بقیه ایستگاه‌ها تغییرات ناگهانی و افزایشی را به ترتیب در سال‌های ۱۹۷۰، ۱۹۸۹، ۱۹۹۹، ۱۹۸۶، ۱۹۹۴، ۱۹۹۰، ۱۹۹۷ و ۱۹۹۷ داشته‌اند. میزان این تغییرات در طول دوره آماری به ترتیب به مقدار ۱۰، ۱۲/۳، ۴/۲، ۲۴/۵، ۱۸/۱، ۱۰/۲، ۱۶/۹ و ۱۳/۳ روز می‌باشد. ایستگاه‌های خرم آباد، سقز و شهرکرد نیز تغییرات ناگهانی و کاهشی را در سال‌های ۱۹۷۱، ۱۹۹۵ و ۱۹۷۸ به میزان ۱۹/۶-، ۴/۷- و ۲۱/۵- روز نشان می‌دهند.

همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد با در نظر گرفتن آستانه حرارتی ۱۰ درجه برای بررسی تغییرات فصل رویشی، نتایج زیر حاصل می‌شود. تعداد روزهای با دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه‌های آبادان، اهواز، انزلی و بوشهر به ترتیب به میزان ۴/۵-، ۳۲/۴-، ۱۰/۴- و ۲۱/۴- روز کاهش داشته است. همچنین آغاز فصل رویشی در ایستگاه‌های اصفهان، بابلسر، بم و تبریز به جلو افتاده و پایان فصل رویشی در ایستگاه‌های ارومیه و خوی به تعویق افتاده است. ایستگاه‌های تهران، سبزوار، شاهرود، شیراز، کرمانشاه، مشهد و یزد، ایستگاه‌هایی هستند که فصل رویشی در آنها از هر دو طرف افزایش داشته است و مقدار این افزایش به ترتیب برابر با ۳۱/۳، ۳۵/۴، ۳۱/۷، ۳۲/۸، ۱۷/۴، ۳۰/۵ و ۲۵/۶ روز بوده است که بیشترین افزایش مربوط به ایستگاه سبزوار با ۳۵/۴ روز می‌باشد. این مقدار تغییر چشمگیر، بی شک تأثیرات قابل توجهی در مراحل زیستی گیاهان در این مناطق و به دنبال آن اثرات اقتصادی قابل توجهی می‌تواند داشته باشد.

ایستگاه‌های خرم آباد، سقز و شهرکرد نیز ایستگاه‌هایی هستند که همان طور که با آستانه دمایی ۵ درجه کاهش طول دوره رویشی را داشتند با آستانه دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد نیز همچنان کاهش طول دوره رویشی را به میزان ۳۲/۱، ۲۴/۶ و ۴۵/۷ روز نشان می‌دهند که میزان تغییرات هر سه ایستگاه به خصوص ایستگاه شهرکرد قابل توجه است. در بررسی‌هایی که انجام گرفت، مشخص شد که در هر سه ایستگاه، جابجایی محل ایستگاه انجام گرفته است. ایستگاه ارومیه نیز با آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد کاهش فصل رویشی را نشان می‌دهد.

با یک نگاه کلی به نتایج مربوط به آغاز و خاتمه فصل رویشی می‌توان چنین استنباط کرد که بیشترین تغییرات مربوط به جنوب غرب، غرب و شمال شرق ایران می‌باشد. در بین ایستگاه‌های جنوب غرب و غرب، ایستگاه‌های خرم آباد، شهرکرد و سقز با کاهش طول دوره رویشی مواجه بوده‌اند. در ایستگاه‌های شمال غرب فقط ایستگاه تبریز در دو مورد تغییرات قابل توجه داشته است و بقیه ایستگاه‌ها تنها در یک مورد تغییر داشته‌اند و ایستگاه ارومیه نیز با کاهش فصل رویشی مواجه بوده است. در بین ایستگاه‌های شمالی نیز بابل در دو مورد تغییر داشته است و بقیه ایستگاه‌ها یا تغییری نداشته‌اند و یا اینکه یک مورد تغییر داشته‌اند. در بین ایستگاه‌های ایران مرکزی و شرق ایران بیشترین تغییرات مربوط به ایستگاه یزد می‌باشد.

### طول فصل رشد

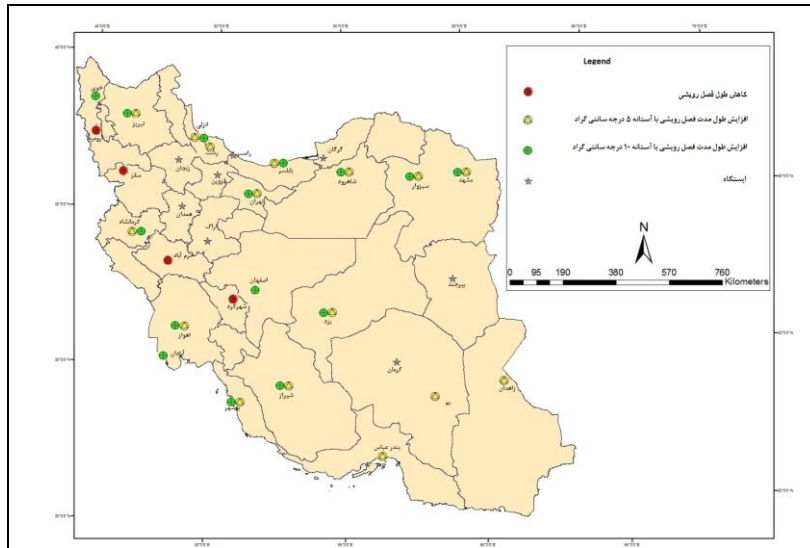
در بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه طول مدت فصل رویشی با هر دو آستانه دمایی افزایش داشته است. در ایستگاه‌های اهواز، انزلی، بابلسر، بم، بوشهر، تبریز، تهران، سبزوار، شاهرود، شیراز، مشهد و یزد، طول مدت فصل رویشی با هر دو آستانه مورد بررسی افزایش داشته است و در ایستگاه‌های رشت و زاهدان، طول فصل رویشی با آستانه ۵ درجه سانتی‌گراد و در ایستگاه‌های خوی، کرمانشاه، آبادان و اصفهان با آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. بیشترین میزان افزایش در ایستگاه مشهد به میزان ۳۶/۳ روز با آستانه دمایی ۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین میزان افزایش

در ایستگاه بم به میزان ۳/۱ روز با آستانه دمایی ۱۰ درجه سانتی گراد می باشد. در ایستگاه های خرم آباد، سقز، ارومیه و شهرکرد نیز طول مدت فصل رویشی کاهش داشته است (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج آزمون گرافیکی من - کندال از آستانه های دما

(تعیین نوع و میزان تغییرات فصل رویشی در ایستگاه های مورد بررسی)

| نام ایستگاه | آستانه دمایی ۵ درجه سانتی گراد  |             |                                  |             | آستانه دمایی ۱۰ درجه سانتی گراد  |             |                                   |             |
|-------------|---------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
|             | آغاز فصل رویشی با آستانه ۵ درجه |             | خاتمه فصل رویشی با آستانه ۵ درجه |             | آغاز فصل رویشی با آستانه ۱۰ درجه |             | خاتمه فصل رویشی با آستانه ۱۰ درجه |             |
|             | میزان تغییرات                   | نوع تغییرات | میزان تغییرات                    | نوع تغییرات | میزان تغییرات                    | نوع تغییرات | میزان تغییرات                     | نوع تغییرات |
| آبادان      | -                               | -           | -۴/۵<br>Δd                       | CD<br>1994  | -                                | -           | -                                 | -           |
| اهواز       | -                               | -           | -۲۲/۴<br>Δd                      | TD<br>1967  | ۱۷/۸                             | -           | -                                 | -۱۷/۸<br>Δd |
| اصفهان      | -                               | -           | -۱۹/۴<br>Δd                      | CD<br>2008  | -                                | -           | -                                 | -           |
| اراک        | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| انزلی       | -                               | -           | -۱۰/۴<br>Δd                      | CD<br>1996  | ۱۰/۹                             | -           | -                                 | -۱۰/۹<br>Δd |
| ارومیه      | ۱۰                              | Δd=۱۰       | CI<br>1970                       | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| بابلسر      | -                               | -           | -۲۱/۶<br>Δd                      | CD<br>1999  | ۱۸/۸                             | Δd = ۱۸/۸   | CI<br>1968                        | -           |
| بندرعباس    | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| بم          | -                               | -           | -۳/۱<br>Δd                       | -           | ۱۴/۴                             | Δd = ۱۴/۴   | CI<br>1990                        | -           |
| بوشهر       | -                               | -           | -۲۱/۴<br>Δd                      | CD<br>1991  | ۴/۱                              | -           | -                                 | -۴/۱<br>Δd  |
| بیرجند      | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| تبریز       | -                               | -           | -۱۲/۱<br>Δd                      | CD<br>2000  | ۱۱/۵                             | -           | -                                 | -۱۱/۵<br>Δd |
| تهران       | -                               | Δd = ۱۲/۳   | CI<br>1989                       | CD<br>1992  | ۲۰/۵                             | Δd = ۱۰/۴   | CI<br>1983                        | -۱۰/۱<br>Δd |
| خرم آباد    | -                               | Δd = -۱۹/۶  | CD<br>1971                       | CI<br>1981  | -۳۰/۷                            | -۱۱/۸<br>Δd | CD<br>1976                        | ۱۸/۹<br>Δd  |
| خوی         | -                               | Δd = ۴/۲    | CI<br>1999                       | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| سیزو        | -                               | Δd = ۲۴/۵   | CI<br>1986                       | CD<br>1970  | ۱۳/۷                             | Δd = ۱۳/۷   | CI<br>1975                        | -           |
| سقز         | -                               | Δd = -۴/۷   | CD<br>1995                       | CI<br>1992  | -۱۶/۹                            | -۱۶/۹       | -                                 | ۱۶/۹<br>Δd  |
| شاهرود      | -                               | Δd = ۱۸/۱   | CI<br>1994                       | CD<br>1984  | ۲۷/۳                             | Δd = ۱۴/۱   | CI<br>1987                        | -۱۳/۲<br>Δd |
| شهرکرد      | -                               | Δd = -۲۱/۵  | CD<br>1978                       | CI<br>1987  | -۱۷/۳                            | -۱۷/۳<br>Δd | CD<br>2003                        | -           |
| شیراز       | -                               | Δd = ۱۶/۷   | TI<br>1979                       | CD<br>1974  | ۱۱/۶                             | Δd = ۱۱/۶   | CI<br>1988                        | -           |
| رامسر       | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| رشت         | -                               | -           | -                                | -           | ۶/۲                              | -           | -                                 | -۶/۲<br>Δd  |
| زاهدان      | -                               | -           | -                                | -           | ۱۶/۴                             | Δd = ۱۶/۴   | CI<br>1996                        | -           |
| زنجان       | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| قزوین       | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| کرمان       | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| کرمانشاه    | -                               | Δd = ۱۰/۲   | CI<br>1990                       | CD<br>1978  | -                                | -           | -                                 | -           |
| گرگان       | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| مشهد        | -                               | Δd = ۱۶/۹   | CI<br>1997                       | CD<br>1985  | ۳۶/۳                             | Δd = ۱۸/۹   | CI<br>1994                        | -۱۷/۴<br>Δd |
| نوزه همدان  | -                               | -           | -                                | -           | -                                | -           | -                                 | -           |
| یزد         | -                               | Δd = ۱۳/۳   | CI<br>1997                       | CD<br>2008  | ۱۵/۳                             | Δd = ۱۵/۳   | TI<br>1991                        | -           |



شکل ۲: تغییرات فصل رویشی در ایستگاه های مورد بررسی

### نتیجه گیری

بررسی روند تغییرات فصل رویشی با آستانه های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد نشان می دهد که اکثر تغییرات صورت گرفته از نوع تغییرات ناگهانی بوده و تعداد محدودی از آنها دارای روند آرام بوده اند. به عنوان مثال پایان فصل رویشی ایستگاه شیراز با آستانه ۱۰ درجه و پایان فصل رویشی یزد با آستانه ۵ درجه دارای روند آرام می باشند. تغییرات در بین سری های با آستانه ۱۰ درجه از فراوانی و نظم بهتری نسبت به سری های با آستانه ۵ درجه برخوردار هستند. همچنین جهت تغییرات در بین دو آستانه با هم همسو می باشد. به عنوان مثال آغاز فصل رویشی با آستانه ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد تهران، هر دو روند کاهشی دارند و پایان فصل رویشی نیز در هر دو مورد روند افزایشی دارد. در میان تغییرات فصل رویشی با آستانه های ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد، تغییرات ایستگاه های خرم آباد، شهرکرد، ارومیه و سقز قابل توجه می باشد. در این چهار ایستگاه روند تغییرات مخالف جهت تغییرات در دیگر ایستگاه ها می باشد و طول مدت فصل رویشی در این ایستگاه ها کمتر شده است. در حالیکه نتایج دیگر ایستگاه ها بیانگر این است که طول مدت فصل رویشی طولانی تر شده است. این افزایش فصل رویشی



تأثیرات خود را به وضوح در حیات گیاهان می‌گذارد. بررسی‌های انجام گرفته نشان داد که فراوانی وقوع تغییرات فصل رویشی در مناطق جنوب غرب، غرب و شمال شرق ایران بیشتر است، اما در ایستگاه‌های ایران مرکزی، شرق و شمالی ایران کمتر دیده می‌شود. شاید یکی از دلایل، کمبود ایستگاه‌ها در شرق ایران با آمار طولانی مدت برای انجام این تحقیق باشد.

نتایج پهنه بندی طول فصل رشد در ایران بر اساس آستانه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد که طول فصل رشد از نواحی جنوبی به سمت نواحی غربی و شمال غربی کاهش می‌یابد.

به طور کلی آگاهی دقیق از طول و زمان آغاز و خاتمه فصل رشد گیاهان در آستانه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به برنامه ریزی در زمینه کشاورزی در کاشت و برداشت محصولات و انتخاب گونه‌های سازگار با این آستانه‌های دمایی و شرایط منطقه کمک می‌کند.

## منابع

- ۱- محمدی، حسین و تقوی، فرحناز، ۱۳۸۴، روند شاخص‌های حدی دما و بارش در تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۳، صص ۱۷۲-۱۵۱.
- ۲- مسعودیان، سید ابولفضل، ۱۳۸۳، بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته، جغرافیا و توسعه، شماره ۲، صص ۱۰۶-۸۹.
- ۳- مظفری، غلامعلی، ترکی، مسلم و مهرشاهی، داریوش، ۱۳۹۱، ارزیابی تغییرات طول دوره رشد ناشی از تغییرات اقلیمی در مناطق شمالی ایران، سومین همایش بین‌المللی تغییر اقلیم و گاهشناسی درختی در اکوسیستم‌های طبیعی، پژوهشکده اکوسیستم‌های خزری.
- ۴- نصیری محلاتی، مهدی، کوچکی، علیرضا، کمالی، غلام‌علی و مرعشی، سید حسن، ۱۳۸۵، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر شاخص‌های اقلیمی کشاورزی ایران، مجله علوم و صنایع کشاورزی، شماره ۲۰، صص ۸۲-۷۱.

5- Anon, 1978. Reports of the agro-ecological zones project. World Soil Resources Reports No. 48. FAO, Rome, Italy.



- 6- Basistha, A., Arya, D.S., Goel, N.K., 2009. Analysis of historical changes in rainfall in the Indian Himalayas. *International Journal of Climatology* 29, 555–572.
- 7- Beck, P.S.A., Karlsen, S.R., Skidmore, A., Nielsen, L., Høgda, K.A., 2005. The onset of the growing season in northwestern Europe, mapped using MODIS NDVI and calibrated using phenological ground observations. In: *Proceedings of the 31st International Symposium on Remote Sensing on Environment—Global Monitoring for Sustainability and Security*, 20–24 June, St.Petersburg, [www.isprs.org/publications/related/ISRSE/html/welcome.html](http://www.isprs.org/publications/related/ISRSE/html/welcome.html).
- 8- Brinkmann, W.A.R., 1979. Growing season length as an indicator of climatic variations? *Climatic Change* 2, 127–138.
- 9- Chmielewski, F.-M., Rötzer, T., 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agric. For. Meteorol.* 108, 101–112.
- 10- Deni, S.M., Suhaila, J., Zin, W.Z.W., Jemain, A.A., 2010. Spatial trends on dry spells over Peninsular Malaysia during monsoon seasons. *Theoretical and Applied Climatology* 99, 357–371.
- 11- EEA 2004. *Impacts of Europe's Changing Climate—An Indicator Based Assessment*. European Environment Agency Report No. 2/2004. 107 pp.
- 12- Frich, P., Alexander, L.V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein-Tank, A.M.G., Peterson, T., 2002. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Res.* 19, 193–212.
- 13- IPCC, 2001. In: Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Manskell, K., Johnson, C.A. (Eds.), *Climate Change: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the International Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, p. 881.
- 14- Jaagus, J., 2006. Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation. *Theor. Appl. Climatol.* 83, 77–88.
- 15- Jeong, S.J., Ho, C.H., Gim, H.J., Brown, M.E., 2011. Phenology shifts at start vs end of growing season in temperate vegetation over the Northern Hemisphere for the period 1982–2008. *Global Change Biol.* 17, 2385–2399.
- 16- Jones, P.D., Briffa, K.R., Osborn, T.J., Moberg, A., Bergström, H., 2002. Relationships between circulation strength and the

- variability of growing-season and cold-season climate in northern and central Europe. *The Holocene* 12, 643–656.
- 17- Menzel, A., Estrella, N., Fabian, P., 2001. Spatial and temporal variability of the phenological seasons in Germany from 1951 to 1996. *Global Change Biol.* 7, 657–666.
- 18- Robeson, S.M., 2002. Increasing growing-season length in Illinois during the 20th century. *Climatic Change* 52, 219–238.
- 19- Schwartz, M.D., Chen, X., 2002. Examining the onset of spring in China. *Climate Res.* 21, 157–164.
- 20- Song, Y.L., Linderholm, H.W., Chen, D.L., Walther, A., 2010. Trends of the thermal growing season in China, 1951–2007. *Int. J. Climatol.* 30, 33–43.
- 21- Zhang, X., Harvey, K.D., Hogg, W.D., Yuzyk, T.R., 2001. Trends in Canadian streamflow. *Water Resources Research* 37 (4), 987–998.