

پهنه‌بندی طول فصل رشد گیاهان بر مبنای ویژگی‌های دمایی در ایران

غلامعلی مظفری (دانشیار اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد، نویسنده مسئول)

gmozafari@yazduni.ac.ir

حمیده دهقان (دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد)

dehghan.hamidah@yahoo.com

چکیده

دوره رشد، مشتمل بر دوره‌ای است که وجود رطوبت کافی و نبود محدودیت‌های حرارتی، تولید محصولات زراعی را ممکن می‌سازد. در صورتی که دمای محیطی کمتر از حد بحرانی رشد باشد، باعث توقف رشد محصول می‌شود. این مقدار بحرانی می‌تواند بر پایه نوع محصول تعیین شود. هدف مقاله حاضر بررسی و پهنه‌بندی طول فصل رشد بر مبنای پایه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در ۳۱ ایستگاه سینوپتیک ایران است که طی دوره آماری مشترک ۲۰ ساله و با استفاده از درجه حرارت‌های حداقل روزانه طی سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۶۶ تا ۱۳۸۶-۱۳۸۵ انجام شده است. شروع دوره رشد، اولین دوره ۶ روزه است که در آن $T_{min} \geq 5$ و $T_{min} \geq 10$ به عنوان آغاز دوره در نظر گرفته شده است و آخرین دوره ۶ روزه با $T_{min} < 5$ و $T_{min} < 10$ به عنوان پایان طول دوره رشد محسوب شده است. با بررسی تاریخ‌های آغاز و پایان دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد و محاسبه طول فصل رشد، نقشه‌های پهنه‌بندی طول فصل رشد کشور، در ۵ گروه ترسیم شد. نتایج به دست آمده نشان داد طول فصل رشد در منطقه مورد مطالعه از جنوب به سمت غرب و شمال غرب کاهش یافته است، به طوری که در بین آستانه‌های دمایی مورد بررسی، ایستگاه بندرعباس دارای طولانی‌ترین طول فصل رشد بوده است و ایستگاه شهرکرد کوتاه‌ترین طول فصل رشد در بین سایر ایستگاه‌ها را داشته است.

کلید واژه‌ها: طول فصل رشد، آستانه‌های دمایی، پهنه‌بندی اقلیمی، ایران

۱- مقدمه

آب و هوا یکی از عوامل اساسی محیطی است که تمامی جلوه‌های حیات را تحت کنترل دارد. بسیاری از محصولات که به شیوه سنتی کشت می‌شوند از شرایط مطلوب اقلیمی

برخوردار نمی‌شوند. براین اساس از یک سو بازده محصول را کاهش می‌دهند و از سوی دیگر منجر به استفاده نادرست از توانمندی‌های تولیدی آب و هوا می‌شوند (مظفری، ۱۳۸۲: ۴۰۶). نقش درجه حرارت در رشد گیاهان و جانوران به روشنی شناخته شده است. دامنه تغییرات درجه حرارت هر منطقه، شاخص گونه‌های گیاهی و زراعی است که کشاورزان می‌توانند براساس آن به کشت محصول بپردازند. با شناخت این شاخص‌ها و انتخاب گیاهان زراعی سازگار با درجه حرارت منطقه می‌توان سیستم‌های زراعی مختلفی را گسترش داد تا احتمال آسیب‌دیدگی محصول بر اثر تغییرات طبیعی درجه حرارت کاهش یابد (نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰: ۱۰۳). دوره رشد، مشتمل بر دوره‌ای است که رطوبت کافی و نبود محدودیت‌های حرارتی، تولید محصولات زراعی را ممکن سازد. در صورتی که دمای محیطی کمتر از حد بحرانی رشد باشد، باعث توقف رشد محصول می‌شود. این مقدار بحرانی می‌تواند برپایه نوع محصول تعیین گردد (Anon, 1978: 58). طول فصل رشد بیشتر گیاهان زراعی مشخص است و به زمان وقوع آستانه‌های دمایی بهاره و پاییز بستگی دارد.

۲- پیشنهاد پژوهش

با توجه به اهمیت دما و طول فصل رشد، مطالعات متعددی در مورد رقابت و سازگاری گیاهان، در دنیا انجام شده است؛ پورتر^۱ و گویت^۲ تأثیر دما بر گسترش رشد گندم و تأثیر تغییرات اقلیمی و ارتباط آن با گسترش رشد گندم را بررسی کرده‌اند (Porter & Gawith, 1999: 23-36). جونز^۳ (۱۹۹۹) با روش تحلیل مولفه‌های اصلی به ناحیه‌بندی دمایی در استرالیا پرداخته است (Jones, 1999, 11-31). ایگلسیاس^۴ و همکاران (۲۰۰۰) برای به دست آوردن مدل رشد گندم در اسپانیا، از متغیرهای دما، بارندگی و داده‌های مربوط به میزان تولید محصولات براساس تجزیه و تحلیل خوشه-ای هفت منطقه کشاورز-اقلیمی استفاده نموده‌اند (Iglesias & et al., 2000: 96-80). تاکر^۵ و

1. Porter
2. Gawith
3. Jones
4. Iglesias
5. Tucker

همکاران (۲۰۰۱) با توجه به تفاوت داده‌های شاخص NDVI^۱ حاصل ماهواره‌های هواشناسی و اقیانوسی از سال‌های ۱۹۸۲-۱۹۹۹ تنوع قابل توجهی را در فعالیت فتوسنتزی و طول دوره رشد در عرض‌های بالاتر از ۳۵ درجه نشان دادند (Tucker & et al, 2001: 184-190).

جمیلوسکی^۲ بر پایه تغییرات دمای هوا به بررسی ارتباط بین تغییرات سالانه و دوره‌ای فصل رشد در اروپا پرداخته است، نتایج پژوهش وی نشان داد طی سال‌های ۱۹۸۹-۱۹۹۸ در اروپا، با افزایش ۰/۸ درجه سانتی‌گرادی متوسط دما در دهه اخیر، آغاز فصل رشد ۸ روز زودتر محقق شد (Chemielewski, 2002: 257-264). فریچ^۳ و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از ۱۰ شاخص دما و بارش به بررسی تغییرات این شاخص‌ها در نیمه دوم قرن ۲۰ پرداخته‌اند که نتایج پژوهش آنان نشان‌دهنده تغییرات شاخص‌های دمایی به‌ویژه افزایش گرمای شبانه تابستان، کاهش تعداد روزهای یخبندان و کاهش دمای حداکثر سالانه بوده است (Fritch & et al., 2002: 193-212). لیندرهوم^۴ (۲۰۰۶) با بررسی تغییرات طول دوره رویشی در قرن اخیر دریافت افزایش طول دوره رویشی با گرمایش جهانی ارتباط دارد (Linderholm, 2006: 1-14). در ایران نیز مطالعاتی در زمینه پهنه-بندی شاخص‌های دمایی و طول فصل رشد انجام شده است؛ سمیعی اطلاعات اقلیمی و احتمال تاریخ شروع و پایان یخبندان‌های پاییزه و بهاره در آستانه‌های بحرانی دما و طول دوره رویش در ایران را تجزیه و تحلیل کرده است (سمیعی، ۱۳۶۷: ۱۲). مجرد و قبادی دارابخانی (۱۳۸۲) تغییرات طول فصل رشد بین سال‌های ۱۹۷۶-۱۹۹۵ را برای ۱۰ ایستگاه غرب کشور در ۳ آستانه دمایی بررسی کرده‌اند. بر پایه محاسبات آنان مشخص شد طول فصل رشد در نواحی مرکزی منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است در حالی که مقدار آن در نواحی شمالی و جنوبی کاهش یافته است (مجرد و قبادی دارابخانی، ۱۳۸۲: ۲۷۳-۲۶۷). ایوبی (۱۳۸۵) به منظور گسترش محصولات دیم در استان مازندران، با استفاده از تئوری فراکتال^۵ به بررسی تغییرات زمانی طول دوره رشد، پرداخته است (ایوبی، ۱۳۸۵: ۳۱۱-۳۰۰). صداقت‌کردار و رحیم‌زاده بر پایه شاخص حدی طول دوره

1. Normalised Difference Vegetation Index
2. Chemielewski
3. Frich
4. Linderholm
5. Fractal

رویش و تعداد روزهای یخبندان در ۱۶ ایستگاه کشور، روند تغییرات دوره رویشی در ۵۰ سال اخیر را بررسی کرده‌اند (صداقت‌کردار و رحیم‌زاده، ۱۳۸۶: ۱۹۲-۱۸۲). کمالی و همکاران با استفاده از تاریخ‌های آغاز و خاتمه یخبندان به مقایسه یخبندان فرارفتی و یخبندان تابشی-فرارفتی و مقایسه طول فصل رشد بالقوه (آخرین یخبندان بهاره فرارفتی و اولین یخبندان پاییزه فرارفتی) با طول فصل رشد (فاصله زمانی آخرین رخداد دمای صفر یا کمتر در بهار تا اولین دمای صفر یا کمتر در پاییز) در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی پرداختند (کمالی و همکاران، ۱۳۸۶: ۸۵-۷۸). ضیائیان فیروزآبادی و همکاران (۱۳۸۹) عناصر اقلیمی مانند دما، بارش، درجه روز و پارامترهای محیطی را به عنوان فاکتورهای موثر در پهنه بندی اراضی مستعد مرکبات استان لرستان مورد استفاده قرار داده‌اند (ضیائیان فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۴-۱). اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۹) طول دوره رشد و دوره یخبندان را به عنوان شاخصه نوسانات اقلیمی در خراسان رضوی بررسی کرده‌است (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۲-۶۹). در پژوهش حاضر، علاوه بر بهره‌گیری از تجربیات، روش‌ها و مدل‌های مورد استفاده در مطالعات ایرانی و غیرایرانی، برپایه داده‌های دما، طول دوره رویشی در سطح کشور پهنه‌بندی شد که در پژوهش‌های گذشته کمتر بدان پرداخته شده‌است.

۳- روش تحقیق

در این پژوهش، داده‌های حداقل دمای روزانه ۳۱ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کشور در طول دوره آماری مشترک ۲۰ ساله به کار گرفته شد که طول فصل رشد طی سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۶۶ تا ۱۳۸۶-۱۳۸۵ محاسبه شد. جدول (۱) ایستگاه‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر را نمایش داده است. همچنین طول فصل رشد برای دو آستانه دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. برای محاسبه طول فصل رشد، تاریخ آغاز و پایان آستانه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از کدبندی ژیلوسی^۱ (اول بهمن با کد یک و ۳۰ دی با کد ۳۶۵) استخراج گردید. سپس در محیط Arc GIS نقشه‌های پهنه‌بندی شده برای هر یک از شاخص‌ها ترسیم شد.

1. Julius coding

۴- مبانی نظری

تعاریف متعددی درباره طول فصل رشد ارائه شده است. همچنین طول واقعی فصل رشد از سالی به سال دیگر اختلاف پیدا کرده است و رشد محصول زراعی ممکن است فقط به بخشی از فصل رشد محدود شده یا حتی خارج از آن محدود باشد.

۴-۱- تعریف معیار برای تعیین طول فصل رشد

تعیین فصل رشد در هر منطقه بر انتخاب محصول، رقم آن، تعیین زمان کاشت و سایر تصمیم‌گیریهایی زراعی نقش موثری داشته است. در این زمینه تعاریف متعددی وجود دارد؛ آنون، فصل رشد را دوره ای دانسته است که وجود رطوبت کافی و نبود محدودیت‌های حرارتی، تولید محصولات زراعی را ممکن می‌سازد. بنابراین دمای مناسب و رطوبت کافی، دو عامل مهم در زمینه دوره رشد محسوب می‌شوند. بر اساس تعاریفی که توسط گروه تغییرپذیری کمیسیون اقلیم‌شناسی سازمان هواشناسی جهانی ارائه شد در نیمکره شمالی فاصله زمانی بین اولین دوره پس از اول جولای (دهم تیر) حداقل ۶ روز متوالی و دمای میانگین روزانه بیش از ۵ درجه سانتیگراد بوده است. همچنین در اولین دوره ۶ روزه، دمای میانگین روزانه کمتر از ۵ درجه سانتیگراد بود که طول دوره رویشی محسوب می‌شود. در نیمکره جنوبی این فاصله زمانی از اول ماه ژانویه در نظر گرفته می‌شود. فریچ و همکاران (۲۰۰۲) اولین دوره ۶ روزه با میانگین دمای بالای ۵ درجه سانتیگراد پس از آخرین یخبندان بهاره را به عنوان آغاز دوره محسوب کرده‌اند و آخرین دوره ۶ روزه با میانگین دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد را به عنوان پایان طول دوره رشد در نظر گرفته‌اند. در این پژوهش، به دلیل تنوع شرایط اقلیمی مناطق مورد مطالعه، به منظور استفاده از آمار طول فصل رشد در کاشت گونه‌های گیاهی سازگار با آستانه‌های ۵ درجه سانتیگراد (گیاهان سردسیری) و ۱۰ درجه سانتیگراد (گیاهان گرمسیری) به صورت جداگانه، شروع دوره رشد، اولین دوره ۶ روزه با دمای حداقل روزانه، بزرگ‌تر مساوی ۵ و ۱۰ درجه سانتیگراد ($T_{min} \geq 5$ و $T_{min} \geq 10$) به عنوان آغاز دوره (برای شروع رشد گیاهان رسیدن دما به ۵ درجه سانتیگراد الزامی است) در نظر گرفته شد و آخرین دوره ۶ روزه با دمای حداقل کمتر از ۵ و ۱۰ درجه سانتیگراد ($T_{min} < 5$ و $T_{min} < 10$) به عنوان پایان طول دوره رشد محسوب شد.

۵- یافته‌های تحقیق

۵-۱- تاریخ آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد

شناخت تاریخ گذر دمای ۵ درجه سانتی‌گراد از جنبه کاربردی اهمیت فراوانی دارد. میانگین رخداد تاریخ آغاز ۵ درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه بین ۱ بهمن در ایستگاه بندرعباس تا ۱۶ اردیبهشت در ایستگاه شهرکرد متغیر بوده است. در ایستگاه بندرعباس تاریخ آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در طول دوره آماری مورد مطالعه در ۱ بهمن ثابت بوده است و انحراف معیار آن صفر به دست آمد. بنابراین مقادیر آن در سطوح احتمالاتی مختلف قابل بررسی نیست. ویژگی‌های آماری تاریخ آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است و پهنه‌بندی آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در سطح کشور در شکل (۱-الف) نشان داده شده است که براساس آن، در نواحی جنوبی کشور فصل رشد زودتر شروع شده و هرچه به سمت نواحی غربی و شمال غربی می‌رویم، فصل رشد دیرتر آغاز می‌شود. به دلیل وجود رطوبت و دمای بیشتر، فصل رشد در نواحی شمالی نسبت به نواحی غربی زودتر شروع می‌شود.

۵-۲- تاریخ خاتمه دمای ۵ درجه سانتی‌گراد

میانگین رخداد اولین تاریخ خاتمه دمای ۵ درجه در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه بین ۱۲ مهر در ایستگاه شهرکرد تا ۹ دی در ایستگاه انزلی متغیر بوده است. در ایستگاه‌های آبادان و اهواز، بندرعباس و بوشهر طی دوره‌های آماری مورد مطالعه طول فصل رشد به ۳۶۵ روز می‌رسد و بنابراین تاریخ دقیق پایان طول فصل رشد در این مناطق قابل محاسبه نیست. ویژگی‌های آماری و پهنه‌بندی خاتمه دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در جدول (۱) و شکل (۱-ب) نشان داده شده است. در نواحی غربی کشور به دلیل کاهش زودتر دمای هوا، فصل رشد سریع‌تر از مناطق دیگر خاتمه یافته است و نواحی جنوبی و شمالی کشور به دلیل داشتن رطوبت و دمای بیشتر فصل رشد دیرتر به اتمام رسیده است.

جدول ۱: ویژگی های آماری تاریخ آغاز و خاتمه دمای ۵ درجه سانتی گراد طی سال های ۱۳۸۶-۱۳۶۶ در ایستگاه های منتخب کشور

ایستگاه	آغاز دمای ۵ درجه سانتی گراد			خاتمه دمای ۵ درجه سانتی گراد			
	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	ضریب تغییرات٪	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪
آبادان	۸ بهمن	۱ بهمن	۱۵ بهمن	۱۰۵/۷۴	****	****	****
اهواز	۵ بهمن	۲۸ دی	۱۲ بهمن	۱۷۰/۲۸	****	****	****
اصفهان	۹ فروردین	۲۹ اسفند	۱۷ اسفند	۱۵/۵۴	****	۳۰ آبان	۳/۵۶
اراک	۲۰ فروردین	۱۲ فروردین	۲۸ فروردین	۱۱/۶۸	****	۲۰ آبان	۲/۷۵
اروجیه	۲ اردیبهشت	۲۳ فروردین	۱۳ اردیبهشت	۱۳/۳۱	****	۱۸ آبان	۳/۴۳
اترلی	۲۶ بهمن	۱۰ بهمن	۱۲ اسفند	۷۱/۴۳	****	۲۱ آذر	۴/۱۳
بابلسر	۳۰ بهمن	۱۸ بهمن	۱۲ اسفند	۴۵/۹۹	****	۱۸ دی	۴/۳۲
بم	۱۵ بهمن	۶ بهمن	۲۴ بهمن	۷۱/۴۴	****	۱۹ دی	۴/۰۲
بندرعباس	۱ بهمن	****	****	.	****	****	****
بوشهر	۱ بهمن	۲۹ دی	۱ بهمن	۲۱/۲۹	****	****	****
بیرجند	۱۰ فروردین	۱ فروردین	۱۹ فروردین	۱۵/۸	****	۲۵ آبان	۶/۰۴
تبریز	۲۳ فروردین	۱۴ فروردین	۳۱ فروردین	۱۲/۱۲	****	۲۷ آبان	۲/۸۲
تهران	۲۰ اسفند	۵ اسفند	۵ فروردین	۳۴/۸۶	****	۲۸ آذر	۲/۴۷
خرم آباد	۱۷ فروردین	۷ فروردین	۲۸ فروردین	۱۶/۸۶	****	۵ آذر	۳/۹۹
خوی	۲۷ فروردین	۱۹ فروردین	۵ اردیبهشت	۱۲/۱۱	****	۱۵ آبان	۴/۰۶
رامسر	۶ اسفند	۲۱ بهمن	۲۳ اسفند	۵۱/۷۴	****	۲۲ دی	۶/۷۵
رشت	۲۳ اسفند	۷ اسفند	۹ فروردین	۳۵/۳۳	****	۱۳ دی	۴/۸۵
زاهدان	۲۰ اسفند	۷ اسفند	۴ فروردین	۳۱/۶۶	****	۱۲ آذر	۵/۲۸
سبزوار	۲۹ اسفند	۱۹ اسفند	۱۰ فروردین	۲۰/۰۳	****	۱۷ آذر	۵/۲۶
سندج	۲ اردیبهشت	۲۱ فروردین	۱۴ اردیبهشت	۱۵/۳۳	****	۲۳ آبان	۲/۹۸
شهرکرد	۱۶ اردیبهشت	۳ اردیبهشت	۲۹ اردیبهشت	۱۵	****	۲۱ مهر	۳/۹
شیراز	۲۸ اسفند	۱۷ اسفند	۱۰ فروردین	۲۱/۵۸	****	۱۵ آذر	۴/۰۱
قم	۳ فروردین	۲۰ اسفند	۱۳ فروردین	۱۹/۴۶	****	۱ آذر	۲/۱۱
قزوین	۲۴ فروردین	۱۶ فروردین	۱ اردیبهشت	۱۱/۵۱	****	۲۹ آبان	۲/۵۶
کرمانشاه	۳۱ فروردین	۱۹ فروردین	۱۳ اردیبهشت	۱۵/۹۳	****	۲۷ آبان	۴/۹۵
کرمان	۹ فروردین	۲۷ اسفند	۳۰ فروردین	۱۹/۳۱	****	۲۱ آبان	۵/۶۷
گرگان	۲۲ اسفند	۱۰ اسفند	۴ فروردین	۲۶/۳۸	****	۱۱ دی	۴/۳۱
مشهد	۱۱ فروردین	۲ فروردین	۱۹ فروردین	۱۴/۷۴	****	۱ آذر	۴/۵۸
همدان	۱۰ اردیبهشت	۳۰ فروردین	۲۱ اردیبهشت	۱۲/۹۹	****	۱۲ مهر	۵/۴
یاسوج	۱۹ فروردین	۱۲ فروردین	۲۵ فروردین	۱۰/۶۲	****	۳۰ آبان	۳/۰۱
یزد	۲۱ اسفند	۱۰ اسفند	۲ فروردین	۲۵/۰۷	****	۱۵ آذر	۳/۳۵

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱

۵-۳- طول فصل رشد در دمای ۵ درجه سانتی گراد

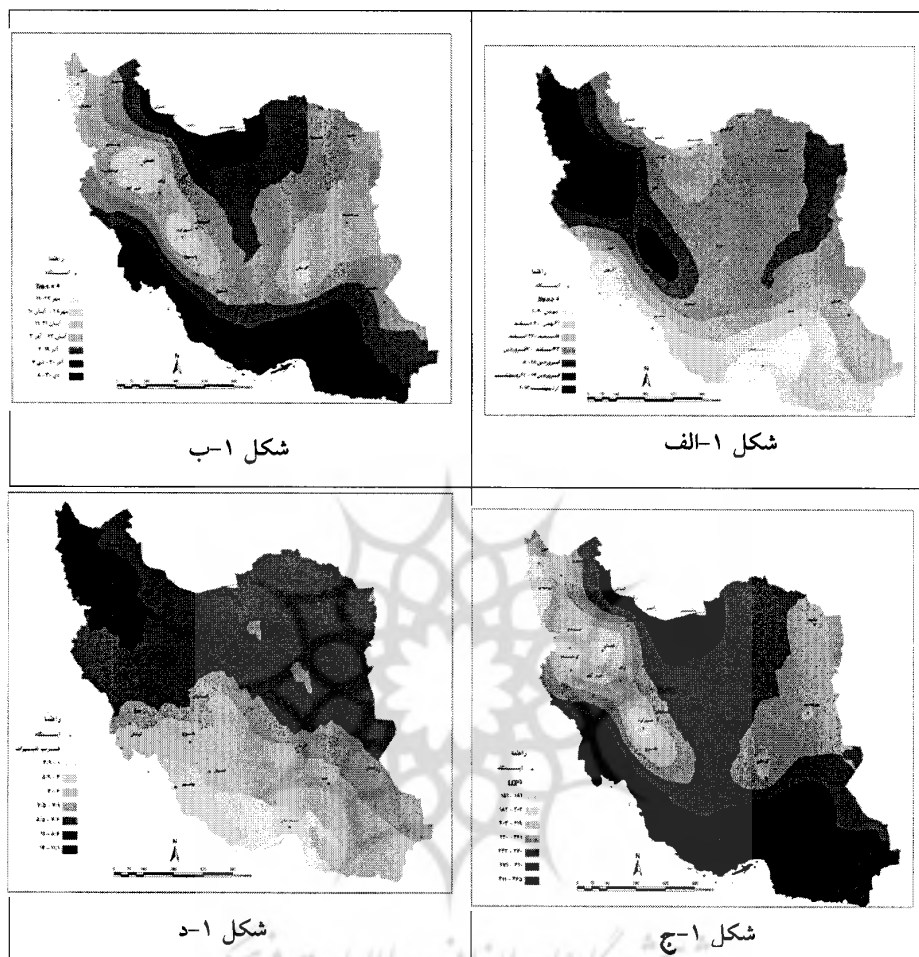
میانگین طول فصل رشد برای دمای ۵ درجه سانتی گراد در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه بین ۱۵۱ روز در ایستگاه شهرکرد تا ۳۶۵ روز در ایستگاه بندرعباس متغیر بوده است (جدول ۲). در ایستگاه‌های اهواز، آبادان، بوشهر و بندرعباس برای محاسبه دقیق طول فصل رشد، پایان دمای ۵ درجه سانتی گراد، آخرین

روزدی ماه (۳۶۵) در نظر گرفته شد و میانگین طول فصل رشد محاسبه گردید. در ایستگاه بندرعباس خاتمه دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در طول دوره آماری مورد مطالعه در ۳۰ دی ماه ثابت بوده و انحراف معیار آن صفر به دست آمد. بنابراین مقادیر آن در سطوح احتمالاتی مختلف قابل بررسی نیست. همانطور که در شکل (۱-ج) مشاهده می‌شود طول فصل رشد از سمت جنوب به غرب کاهش یافته است. در نواحی شمالی به دلیل وجود رطوبت و دمای بیشتر طول فصل رشد طولانی‌تر از نواحی غربی است. شکل (۱-د) پهنه‌بندی ضریب تغییرات طول فصل رشد در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد را نمایش داده است که تغییرپذیری طول فصل رشد در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در مناطق مختلف کشور را نشان داده است و برپایه آن می‌توان به کاشت گیاهان سازگار با شرایط اقلیمی منطقه اقدام نمود.

جدول ۲: ویژگی‌های آماری طول فصل رشد دمای ۵^{°C} طی سالهای ۱۳۸۶-۱۳۶۶ در ایستگاه‌های منتخب

ایستگاه	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	انحراف معیار	ضریب تغییرات
آبادان	۲۴۲	۳۲۴	۳۶۰	۲۱/۷۶	۶/۳۷
اهواز	۳۵۶	۳۴۶	۳۶۵	۱۱/۱۹	۳/۱۴
اصفهان	۲۲۸	۲۴۱	۲۱۵	۱۵/۴۳	۶/۷۵
اراک	۲۱۰	۲۲۱	۱۹۹	۱۳/۲۱	۶/۲۹
ارومیه	۱۹۲	۲۰۶	۱۷۹	۱۶/۲۸	۸/۴۶
انزلی	۳۱۵	۳۴۰	۲۹۶	۲۶/۵۱	۸/۳۳
بایلسر	۳۱۰	۳۲۵	۲۹۶	۱۶/۸۵	۵/۴۲
بیم	۳۲۸	۳۴۲	۳۱۳	۱۷/۳۲	۵/۲۸
بندرعباس	۳۶۵	***	***	***	***
بوشهر	۳۶۳	۳۶۳	۳۶۵	۳/۳۵	۰/۹۲
بیرجند	۲۱۶	۲۳۵	۱۹۷	۲۲/۶۱	۱۰/۴۵
تبریز	۲۱۳	۲۲۳	۲۰۳	۱۲/۳۹	۵/۸
تهران	۲۷۲	۲۹۰	۲۵۴	۲۱/۵۲	۷/۹۲
خرم‌آباد	۲۲۴	۲۳۹	۲۰۸	۱۸/۷۹	۸/۴
خوی	۱۹۴	۲۹۰	۲۱۰	۱۸/۵۸	۹/۵
رامسر	۳۰۶	۳۳۰	۲۷۲	۳۴/۴۲	۱۱/۴۲
رشت	۲۸۱	۲۹۸	۲۶۴	۲۰/۲۶	۷/۱۹
زاهدان	۲۵۳	۲۷۴	۲۳۱	۲۵/۲۲	۹/۹۸
سیزو	۲۴۹	۲۶۷	۲۳۱	۲۱/۵۸	۸/۶۵
سندج	۱۹۴	۲۱۱	۱۷۷	۱۹/۹۸	۱۰/۳
شهرکرد	۱۵۱	۱۷۰	۱۳۳	۲۱/۸۷	۱۴/۴۵
شیراز	۲۵۲	۲۶۸	۲۳۵	۲۰	۷/۹۴
قم	۲۳۹	۲۵۲	۲۲۸	۱۳/۹۸	۵/۸۶
قزوین	۲۱۵	۲۲۷	۲۰۲	۱۴/۹۱	۶/۹۳
کرمانشاه	۲۰۰	۲۱۸	۱۸۱	۲۲/۱۶	۱۱/۰۹
کرمان	۲۱۴	۲۳۱	۱۹۷	۱۹/۸۶	۹/۲۷
گرگان	۲۸۲	۲۹۶	۲۶۷	۱۷/۳۷	۶/۲۶
مشهد	۲۲۵	۲۳۸	۲۱۱	۱۶/۵۲	۷/۳۵
همدان	۱۶۹	۱۸۸	۱۴۹	۲۳/۲۳	۱۳/۷۶
یاسوج	۲۲۰	۲۳۰	۲۰۹	۱۲/۷۳	۵/۸
یزد	۲۶۰	۲۷۴	۲۴۶	۱۶/۱۳	۶/۱۹

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱



شکل ۱: نقشه پهنه‌بندی ایستگاه‌های منتخب کشور؛ شکل ۱-الف: آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد. شکل ۱-ب: خاتمه دمای ۵ درجه سانتی‌گراد. شکل ۱-ج: طول فصل رشد. شکل ۱-د: ضریب تغییرات طول فصل رشد در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد.

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱

۴-۵- تاریخ آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد

بررسی تاریخ گذر دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد برای بیشتر تولیدات به‌ویژه فرآورده‌های گرمسیری اهمیت بسیاری دارد. بنابراین در این پژوهش، طول فصل رشد برای این پایه حرارتی محاسبه گردید. میانگین رخداد تاریخ آغاز ۱۰ درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه، بین ۱۹ بهمن در ایستگاه بوشهر تا ۶ تیر

در ایستگاه شهرکرد متغیر بوده‌است. ویژگی‌های آماری و پهنه‌بندی آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در جدول (۳) و شکل (۲-الف) نشان داده شده است. براساس شکل (۳-الف) پراکندگی آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در سراسر کشور در مقایسه با آغاز دمای ۵ درجه سانتی‌گراد روند یکنواخت‌تری داشته‌است.

۵-۵- تاریخ خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد

با تعیین آخرین تاریخی که دمای هوا در ایستگاه‌های مورد مطالعه طی ۶ روز به کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد برسد، طول فصل رشد در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آید. میانگین رخداد خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه، بین ۱۳ شهریور در ایستگاه شهرکرد تا ۱۳ دی در ایستگاه بوشهر متغیر بوده‌است (جدول ۳). در شکل (۲-ب) خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه‌های مختلف کشور تنوع زمانی بیشتری داشته و در ایستگاه‌های غربی مانند همدان و شهرکرد خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد زودتر محقق شده‌است و در ایستگاه‌های گرمسیری مثل آبادان، بوشهر و بندرعباس و ایستگاه‌های شمالی مانند بابل، رشت، انزلی و رامسر خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد دیرتر اتفاق افتاده است.

جدول ۳: ویژگی‌های آماری آغاز و خاتمه دمای ۱۰ طی سالهای ۱۳۸۶-۱۳۶۶ در ایستگاه‌های منتخب

ایستگاه	آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد		خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد			
	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	میانگین	تغییرات	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪
آبادان	۱۳ فروردین	۲۶ بهمن	۴۷/۲۳	۱ فروردین	۴	۵/۵۴
اهواز	۲ اسفند	۲۰ بهمن	۴۴/۴	۱۴ اسفند	۵	۵/۴۵
اصفهان	۲ اردیبهشت	۲۳ فروردین	۱۲/۵۴	۱۲ اردیبهشت	۷ آبان	۴/۹۵
اراک	۲۲ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت	۱۰/۹۵	۱ خرداد	۲۷ مهر	۴/۱
ارومیه	۷ خرداد	۳۱ اردیبهشت	۶/۸۸	۱۵ خرداد	۱۴ مهر	۳/۶۵
انزلی	۲۰ فروردین	۱۱ فروردین	۱۳/۴۲	۲۹ فروردین	۲۱ آذر	۴/۹
بابل	۱۶ فروردین	۹ فروردین	۱۱/۱۱	۲۳ فروردین	۲۳ آبان	۲/۹۳
بم	۱۸ اسفند	۷ اسفند	۲۵/۹۶	۲۸ اسفند	۲۴ آذر	۴/۹۳
بندرعباس	۵ بهمن	۲ بهمن	۸۰/۷۸	۸ بهمن	۲۶ دی	۳/۰۸
بوشهر	۱۹ بهمن	۱۰ بهمن	۵۴/۳۷	۲۸ بهمن	۲۳ دی	۳/۲۹
بیرجند	۵ اردیبهشت	۲۴ فروردین	۱۴/۵	۱۶ اردیبهشت	۱۸ مهر	۵/۷۱
تبریز	۲۳ اردیبهشت	۹ فروردین	۹/۰۷	۳۱ اردیبهشت	۴ آبان	۳/۱
تهران	۱۹ فروردین	۱۰ فروردین	۱۳/۶	۲۸ فروردین	۱۶ آبان	۲/۴۶
خرم‌آباد	۲۸ اردیبهشت	۱۸ اردیبهشت	۹/۹۸	۷ خرداد	۹ آبان	۴/۵۱

خوی	۲ خرداد	۲۶ اردیبهشت	۸ خرداد	۶/۱۸	۱۳ مهر	۳ مهر	۲۳ مهر	۴/۴۹
رامسر	۲۷ فروردین	۱۸ فروردین	۵ اردیبهشت	۱۱/۹۸	۴ آذر	۲۶ آبان	۱۲ آذر	۳/۱
رشت	۳۰ فروردین	۲۱ فروردین	۷ اردیبهشت	۱۱/۴۶	۲۵ آبان	۱۷ آبان	۲ آذر	۲/۹۵
زاهدان	۱۹ فروردین	۹ فروردین	۳۰ فروردین	۱۶/۲۲	۱۷ مهر	۲ مهر	۲ آبان	۶/۷۶
سبزوار	۲۷ فروردین	۱۶ فروردین	۷ اردیبهشت	۱۵/۳۱	۹ آبان	۲۸ مهر	۲۰ آبان	۴/۵۳
سندج	۱۲ خرداد	۱ خرداد	۲۳ خرداد	۱۰/۰۵	۲ مهر	۲۱ شهریور	۱۴ مهر	۵/۸۷
شهرکرد	۶ تیر	۲۹ خرداد	۱۴ تیر	۵/۹۳	۱۳	۴ شهریور	۲۱ شهریور	۴/۲۷
شیراز	۲۸ فروردین	۲۱ فروردین	۵ اردیبهشت	۹/۹۲	۸ آبان	۱ آبان	۱۶ آبان	۲/۹۲
قم	۲۷ فروردین	۱۷ فروردین	۳ اردیبهشت	۱۲/۱	۱ آبان	۲۱ مهر	۹ آبان	۳/۷۱
قزوین	۲۸ اردیبهشت	۱۸ اردیبهشت	۶ خرداد	۹/۸۵	۱۸ مهر	۱۴ مهر	۲ آبان	۳/۸۸
کرمانشاه	۱۰ خرداد	۱ خرداد	۱۹ خرداد	۸/۲۳	۱۸ مهر	۷ مهر	۲۹ مهر	۴/۹۷
کرمان	۱۲ اردیبهشت	۳ اردیبهشت	۲۱ اردیبهشت	۱۰/۸۶	۳۱	۱۹ شهریور	۱۱ مهر	۵/۶۳
گرگان	۲۷ فروردین	۱۷ فروردین	۶ اردیبهشت	۱۳/۳۳	۲۳ آبان	۱۲ آبان	۳ آذر	۴/۲۲
مشهد	۸ اردیبهشت	۱۷ اردیبهشت	۲۹ خرداد	۱۱/۵۲	۱۸ مهر	۷ مهر	۲۹ مهر	۴/۸۲
همدان	۲۶ خرداد	۱۷ خرداد	۱۵ شهریور	۶/۵۱	۲۰	۱۵ شهریور	۲۵ شهریور	۲/۶۶
یاسوج	۱۸ اردیبهشت	۶ اردیبهشت	۲۹ اردیبهشت	۱۲/۹۸	۱۷ مهر	۱۱ مهر	۲۳ مهر	۲/۷۴
یزد	۱۹ فروردین	۱۲ فروردین	۲۵ فروردین	۹/۹۴	۱۴ آبان	۷ آبان	۲۰ آبان	۲/۶۸

۵-۶- طول فصل رشد در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد

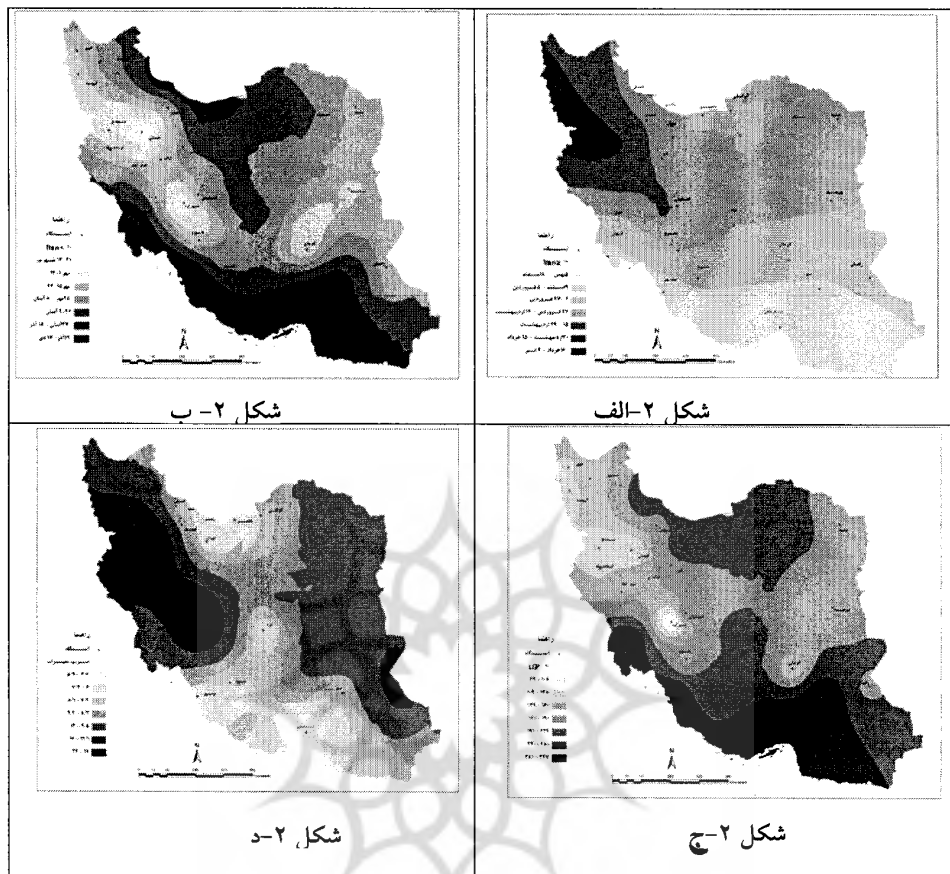
بر اساس جدول (۴)، میانگین طول فصل رشد در دمای ۱۰ درجه، در سطح ایستگاه‌های مورد مطالعه بین ۶۹ روز در ایستگاه شهرکرد تا ۳۴۷ روز در ایستگاه بندرعباس متغیر بوده است. شکل‌های (۲-ج) و (۲-د) پهنه‌بندی طول فصل رشد و ضریب تغییرات آن را در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد نشان داده است. بر اساس این شکل‌ها، طول فصل رشد در نواحی جنوبی کشور طولانی‌تر بوده است و هر چه به طرف غرب پیش می‌رویم این مقدار کاهش یافته و ضریب تغییرپذیری آن افزایش یافته است.

جدول ۴: ویژگی‌های آماری طول فصل رشد دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۶۶در

ایستگاه‌های منتخب کشور

ایستگاه	میانگین	احتمال ۲۰٪	احتمال ۸۰٪	انحراف معیار	ضریب تغییرات
آبادان	۲۸۱	۲۵۴	۳۰۸	۳۱/۷	۱۱/۲۸
اهواز	۲۹۴	۲۷۷	۳۱۱	۱۹/۸۹	۶/۷۷
اصفهان	۱۷۸	۱۶۰	۱۹۶	۲۱/۶۴	۱۲/۱۶
اراک	۱۵۰	۱۳۵	۱۶۵	۱۷/۸۷	۱۱/۸۸
ارومیه	۱۲۳	۱۱۱	۱۳۴	۱۴/۱۲	۱۱/۵
انزلی	۲۳۶	۲۱۹	۲۵۲	۱۹/۷۳	۸/۳۷
بابلسر	۲۳۱	۲۲۱	۲۴۱	۱۱/۹۳	۵/۱۶
بم	۲۶۹	۲۵۲	۲۸۵	۱۹/۷۵	۷/۳۵
بندرعباس	۳۴۷	۳۳۶	۳۵۷	۱۲/۶۴	۳/۶۴
بوشهر	۳۲۹	۳۱۵	۳۴۳	۱۶/۷۶	۵/۱
بیرجند	۱۶۱	۱۴۴	۱۷۷	۱۹/۲۹	۱۲
تبریز	۱۵۹	۱۴۷	۱۷۲	۱۴/۹۶	۹/۳۳
تهران	۲۱۹	۲۰۸	۲۳۰	۱۲/۸۸	۵/۸۷
خرم‌آباد	۱۵۶	۱۳۸	۱۷۳	۲۱/۱۴	۱۳/۵۸
خوی	۱۳۵	۱۲۲	۱۴۷	۱۴/۹۹	۱۱/۱۱
رامسر	۲۲۳	۲۱۰	۲۳۵	۱۴/۹۷	۶/۷۱
رشت	۲۱۱	۱۹۹	۲۲۱	۱۳/۴۲	۶/۳۷
زاهدان	۱۸۴	۱۶۴	۲۰۴	۲۴	۱۳/۰۴
سبزوار	۱۹۸	۱۸۰	۲۱۶	۲۱/۶۱	۱۰/۹۲
سنندج	۱۱۴	۹۳	۱۳۶	۲۵/۶۲	۲۲/۴۴
شهرکرد	۶۹	۵۶	۸۱	۱۴/۸۴	۲۱/۵
شیراز	۱۹۶	۱۸۴	۲۰۷	۱۳/۲۶	۶/۷۸
قم	۱۹۰	۱۷۵	۲۰۳	۱۶/۳۵	۸/۶
قزوین	۱۴۹	۱۳۸	۱۶۱	۱۲/۳۴	۸/۹۲
کرمانشاه	۱۳۲	۱۱۷	۱۴۶	۱۷/۰۳	۱۲/۹۳
کرمان	۱۴۲	۱۲۹	۱۵۶	۱۶/۱۶	۱۱/۳۴
گرگان	۲۱۱	۱۹۸	۲۲۴	۱۵/۲۵	۷/۲۳
مشهد	۱۶۵	۱۵۰	۱۸۱	۱۸/۵۱	۱۱/۱۹
همدان	۸۸	۷۶	۹۹	۱۳/۷۹	۱۵/۷۶
یاسوج	۱۵۴	۱۴۰	۱۶۸	۱۶/۶۸	۱۰/۸۱
یزد	۲۱۱	۲۰۱	۲۲۰	۱۱/۶۲	۵/۵۱

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱



شکل ۲: نقشه پهنه‌بندی ایستگاه‌های منتخب کشور؛ شکل ۲-الف: آغاز دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد. شکل ۲-ب: خاتمه دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد. شکل ۲-ج: طول فصل رشد. شکل ۲-د: ضریب تغییرات طول فصل رشد در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد.

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱

۵-۷- طبقه‌بندی طول فصل رشد در سطح ایستگاه‌های منتخب کشور بر پایه‌های دمایی ۵ و ۱۰

درجه سانتی‌گراد

به منظور تعیین گروه‌های همگن در طول فصل رشد، برای پایه‌های حرارتی ۵ و ۱۰ درجه سانتی-گراد، گروه‌هایی ناحیه‌بندی شدند. با شناسایی طول فصل رشد گیاهان در هر منطقه، کشاورزان می‌توانند

به کاشت گیاهان زراعی اقدام نمایند و تاریخ کشت و برداشت محصول خود را تعیین کنند. در این پژوهش مناطقی که از نظر طول فصل رشد برپایه ۵ درجه سانتی‌گراد شرایط همگنی داشتند در یک گروه قرار داده شدند. نتایج بررسی این شاخص در جدول (۵) نشان داده شده‌اند. طول فصل رشد برای پایه حرارتی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به پنج گروه در سطح کشور تقسیم‌بندی شده‌است.

جدول ۵: گروه‌بندی طول فصل رشد برای پایه‌های حرارتی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد

گروه	میانگین طول فصل رشد دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (روز)	ایستگاه‌های هواشناسی	میانگین طول فصل رشد دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد (روز)	ایستگاه‌های هواشناسی
۱	۱۵۰-۲۰۰	ارومیه، خوی، سنندج، شهرکرد، کرمانشاه، همدان	۵۰-۱۰۰	شهرکرد، همدان
۲	۲۰۰-۲۵۰	اراک، اصفهان، بیرجند، تبریز، خرم‌آباد، سبزوار، قزوین، کرمان، مشهد، یاسوج	۱۰۰-۱۵۰	اراک، ارومیه، خوی، قزوین، کرمان، کرمانشاه، سنندج
۳	۲۵۰-۳۰۰	تهران، رشت، زاهدان، شیراز، گرگان، یزد	۱۵۰-۲۰۰	اصفهان، بیرجند، تبریز، خرم‌آباد، زاهدان، سبزوار، شیراز، قم، مشهد، یاسوج
۴	۳۰۰-۳۵۰	آبادان، انزلی، بم، بابلسر، رامسر	۲۰۰-۲۵۰	انزلی، بابلسر، تهران، رامسر، رشت، گرگان، یزد
۵	۳۵۰ >	اهواز، بندرعباس، بوشهر	۲۵۰-۳۶۵	آبادان، اهواز، بم، بندرعباس، بوشهر

ماخذ: نگارندگان، ۱۳۹۱

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج پهنه‌بندی طول فصل رشد در ایران، برپایه آستانه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد براساس آغاز دمای ۵ و ۱۰ درجه در نواحی جنوبی کشور، شروع فصل رشد زودتر بوده‌است و هرچه به سمت نواحی غربی و شمال غربی پیش می‌رویم فصل رشد دیرتر آغاز می‌شود. در نواحی شمالی نیز به دلیل وجود رطوبت و دمای بالا نسبت به نواحی غربی، شروع فصل رشد زودتر بوده‌است. در

پهنه‌بندی تاریخ خاتمه دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نواحی غربی کشور، به دلیل کاهش زودتر دمای هوا، پایان فصل رشد سریع‌تر از دیگر مناطق صورت گرفته است و در نواحی جنوبی و شمالی کشور خاتمه فصل رشد دیرتر انجام می‌شود. در بررسی طول فصل رشد مشخص شد طول فصل رشد از نواحی جنوبی به سمت نواحی غربی و شمال‌غربی کاهش می‌یابد. طول فصل رشد در پایه حرارتی ۵ درجه را می‌توان به ۵ گروه تقسیم کرد؛ گروه نخست شامل ایستگاه‌های واقع در مناطق کوهستانی کشور که شامل ۲۰۰-۱۵۰ روز است و گروه دوم ایستگاه‌های واقع در دشت‌های شمال‌شرقی، مرکزی و غرب کشور ۲۵۰-۲۰۰ روز را دربردارد. گروه سوم مشتمل بر شمال شهرهای تهران، رشت، زاهدان، شیراز، گرگان، یزد با ۳۰۰-۲۵۰ روز است. گروه چهارم با ۳۵۰-۳۰۰ روز شامل شهرهای شمالی و بوم است و در نهایت گروه پنجم شامل شهرهای جنوبی با بیش از ۳۵۰ روز طول فصل رشد می‌باشند. طول فصل رشد برای پایه حرارتی ۱۰ درجه سانتی‌گراد در سطح ایستگاه‌های کشور را می‌توان به ۵ گروه تقسیم کرد. گروه یک شامل شهرکرد و همدان با ۱۰۰-۵۰ روز است. گروه دوم شامل شهرهای سردسیر با ۱۵۰-۱۰۰ روز و گروه سوم طول فصل رشد بین ۲۰۰-۱۵۰ روز شامل شهرهای اصفهان، بیرجند، تبریز، خرم‌آباد، زاهدان، سبزوار، شیراز، قم، مشهد، یاسوج می‌باشد. گروه چهارم شامل شهرهای شمالی، تهران و یزد است و گروه پنجم شامل شهرهای گرمسیر جنوبی با طول فصل رشد بین ۳۶۵-۲۵۰ روز می‌باشد. به‌طورکلی شناخت دقیق طول و زمان آغاز و پایان فصل رشد گیاهان در آستانه‌های دمایی ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به برنامه‌ریزی در زمینه کشاورزی در کاشت و برداشت محصولات و انتخاب گونه‌های سازگار با این آستانه‌های دمایی و شرایط منطقه کمک می‌کند.

کتابنامه

۱. اسماعیلی، رضا؛ حبیبی نوخندان، مجید و فلاح قاله‌ری، غلامعلی. (۱۳۸۹). «ارزیابی تغییرات طول دوره رشد و یخبندان ناشی از نوسانات اقلیمی (مطالعه موردی استان خراسان)». فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی. ۷۳. صص ۸۲-۶۹.
۲. ایوبی، شمس‌الله. (۱۳۸۵). «بررسی تغییرات طول دوره رشد برای توسعه محصولات زراعی دیم با استفاده از تئوری فراکتال در منطقه قائم شهر استان مازندران». مجله علوم زراعی ایران. ۸(۴). صص ۳۱۱-۳۰۰.

۳. سمیعی، محمود. (۱۳۶۷)؛ *تجزیه و تحلیل اقلیمی اطلاعات و احتمالات تاریخ شروع و خاتمه یخبندان پاییزه و بهار در آستانه های بحرانی دما و طول دوره رویش در ایران*؛ تهران: سازمان هواشناسی کشور.
۴. صداقت کردار، عبدالله و رحیم زاده، فاطمه. (۱۳۸۶). «*تغییرات طول دوره رشد گیاهی در نیمه دوم قرن بیستم در کشور*». مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۵. صص ۱۹۲-۱۸۲.
۵. ضیائیان فیروز آبادی، پرویز؛ خالدی، شهریار؛ خندان، سکینه و علیزاده، انوش. (۱۳۸۹). «*پهنه بندی آگروکلیمایی مرکبات در استان لرستان با استفاده از مدل همپوشانی شاخص و منطق فازی و مقایسه مدل ها*». فصل نامه جغرافیای آمایش. ۸. صص ۱-۳۴.
۶. کمالی، غلامعلی؛ نوحی، کیوان؛ پدرام، مزده و صحرانیان، فاطمه. (۱۳۸۶). «*بررسی و تحلیل تاریخ آغاز و خاتمه یخبندان های تابشی - فرارفتی و فرارفتی در استان های آذربایجان غربی و شرقی*». پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۵. صص ۷۸-۸۵.
۷. گلیسمن، استفن آر، (۱۳۸۰)؛ آگرواکولوژی؛ چاپ اول. ترجمه مهدی نصیری محلاتی، علیرضا، کوچکی، پرویز رضوانی و علیرضا بهشتی. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۸. ماوی، هاریل سین (۱۳۸۲). *اصول و مبانی هواشناسی کشاورزی*؛ ترجمه غلامعلی مظفری. چاپ اول. تهران: موسسه نیک پندار.
۹. مجرد، فیروز و قبادی دارابخانی، غلامحسین. (مهر ۱۳۸۲). «*بررسی تغییرات زمانی و مکانی طول فصل رشد در غرب کشور*». مجله دانشگاه اصفهان. صص ۲۶۷-۲۷۳.

10. Anon, A. (1978). *Reports of the agro-ecological zones project*. World Soil Resources Reports .48. Rome. FAO.
11. Chemielewski, F.M., Rotzer, T. (2002). *Annual and spatial variability of beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes*. Climate Research. 19: 257-264.
12. Fritch, 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 Research. 19: 193-212.
13. Iglesias, A., Rosenzweig, C. & Pereira, D. (2000). *Agricultural impacts of climate change in Spain: Developing tools for a spatial analysis*. Global Environmental Change. 10: 69-80.

14. Jones D.A. (1999). *Characteristics of Australian land surface temperature variability*. Applied Climatology. 63: 11-31.
15. Linderholm, H.W. (2006). *Growing season changes in the last century*. Agriculture and Forest Meteorology. 137: 1-14.
16. Porter J.R & Gawith, M.(1999). *Temperature and the growth and development of wheat*. European Journal of Agronomy. 10: 23-36.
17. Tucker, C J., Slayback, D A., Pinzon, J E., Los, S O., Myneni, R B., Taylor, M G., (2001). *Higher Northern latitude normalized difference vegetation index and growing season trends from 1982 to 1999*, Int J biometeorol. 45: 184-190.

