فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، شماره پیاپی ۱۱۸

جواد خوشحال دستجردی، دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان
طلعت یساری، استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه زابل
زینب ابراهیمی قلعه‌لانی، دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی کشاورزی، دانشگاه اصفهان

J. Khoshhal Dastjerdi, Ph.D
T.Yasari, Ph.D
Z. Ebrahimi Ghalelani

E-mail: javadkhoshhal@yahoo.com

شماره مقاله: ۱۰۳۳ صص: ۶۶-۵۱
وصول:۹۳/۳/۲۷ پذیرش: ۹۳/۱۲/۸

پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت آفتابگردان بر اساس دما در استان اصفهان

چکیده

آفتابگردان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی کشت شده در جهان است که دارای سازگاری دمایی بالایی است؛ با وجود این، در بسیاری از مناطق کشت آن داراد نتیجه مطلوب و اقتصادی نیست. با توجه به این که آفتابگردان یک محصول فاریاب در استان اصفهان است، دما نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد نهایی آن دارد. دماهای مناسب در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه در تاریخ کاشت‌های مناسب جلوه می‌یابند. به منظور پهنه‌بندی حرارتی کشت آفتابگردان در استان اصفهان، از داده‌های دمایی ۴۱ ایستگاه همدید و آب و هواشناسی استان‌های اصفهان و همجوار آن از سال تأسیس تا ۲۰۱۰ میلادی استفاده شد. پهنه استان با استفاده از میانگین دمای شبانه‌روزی و به روش کریجینگ[1] به سه ناحیه دمایی اول، دوم و سوم تقسیم شد. برای تعیین تاریخ کشت مناسب بهاره و تابستانه آفتابگردان در استان اصفهان، متوسط ۱۵ روزه دمای میانگین از نیمه اول بهمن تا آخر آبان محاسبه و معادله رگرسیونی بین ارتفاع و دما گرفته شد. سپس در هر ناحیه دمایی با توجه به نیازهای حرارتی گیاه، تاریخ کاشت مناسب تعیین و نقشه‌های مربوطه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی در محیط جی.آی.اس[2] ترسیم شدند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از ابتدای اسفند کشت آفتابگردان از شرق استان شروع می‌شود و تا خردادماه همه نقاط درجه حرارت لازم برای کشت را کسب می‌کنند. با توجه به نیازهای حرارتی آفتابگردان، چنانچه این گیاه در مناطق مختلف اصفهان در تاریخ‌های کاشت مناسب خود کشت شود، با دماهای بحرانی روبه‌رو نخواهد شد و در نتیجه، از لحاظ اقلیمی بازده مناسب حاصل می‌شود. همچنین، در نواحی مرکزی و اطراف اصفهان کشت دوم آفتابگردان صورت می‌گیرد و در تیر و مردادماه هم کشت آفتابگردان در نواحی مرکزی استان امکان‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، تاریخ کاشت، استان اصفهان، درجه حرارت

1- Kriging
2-GIS

مقدمه

آفتابگردان با نام علمی (هلینوس آنوس[1]) یکی از گیاهان زراعی مهم جهان برای تولید روغن‌های خوراکی است(دلاوگا[2] و همکاران،۱۱۹۱،۲۰۰۲). این گیاه از ۴۰ درجه جنوبی تا ۵۵ درجه شمالی کشت می‌شود؛ با وجود این، بیش‌ترین تولید آن در بین ۲۰ تا ۵۰ درجه عرض شمالی و ۲۰ تا ۴۰ درجه عرض جنوبی به‌دست می‌آید (ویس[3]،۱۹۹۱ :۴۵). این گیاه از ارتفاع صفر تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا کاشته می‌شود؛ اما معمولاً بالاترین عملکرد روغن در هکتار در ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر حاصل می‌گردد. دمای پایه برای رشد آفتابگردان در حدود ۶درجه سانتی‌گراد است. آفتابگردان گیاهی گرمادوست بوده و در صورتی که میانگین حرارت شبانه‌روزی هوا کمتر از ۱۰ و بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد، رشد مطلوبی نخواهد داشت (خواجه پور،۱۳۷۰: ۲۷۲). برای آفتابگردان سرما باید کمتر از ۲- درجه سانتیگراد باشد تا به بوته‌های در حال رسیدن آسیب برساند(عرشی،۱۳۷۳ :۷۱۹). دانه آفتابگردان در حرارت ۴درجه سانتیگراد جوانه می‌زند؛ ولی حرارت‌های کمینه ۸ تا ۱۰ درجه سانتیگراد برای جوانه‌زدن رضایت بخش امری ضروری است. دامنه حرارت بهینه برای تولید دانه ۲۱ تا ۲۴ درجه سانتیگراد است(شرکت سهامی خاص توسعه دانه‌ای روغن،۱۳۵۰ :۲۶).

از پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه پهنه‌های آب و هوایی- کشاورزی می‌توان به کارهای صورت‌گرفته توسط پژوهشگران اشاره کرد. دین‌پژوه (۱۳۸۲، ۷۱) ابتدا با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی[4] از میان ۱۲۳ متغیر آب و هوایی – جغرافیایی مأخوذ از ۷۷ ایستگاه هواشناسی کشور، نشان داد که دو عامل دما و بارش تا حدود ۸۸ درصد تعداد داده‌ها را برای اهداف کشاورزی توجیه می‌کنند . سپس با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای هفت گروه آب و هوایی به دست آورد. رمضانی و کاظمی‌راد (۱۳۸۶: ۱۲۷) برای شناخت نواحی مستعد کشت گیاه صنعتی آفتابگردان در جلگه شرق گیلان از آمار و اطلاعات هواشناسی ۱۴ ایستگاه کلیماتولوژی و تبخیرسنجی در داخل محدوده مطالعاتی و دو ایستگاه همدید رشت و رامسر در داخل این محدوده به همراه مشاهدات و عملیات میدانی و تحلیل داده‌ها استفاده کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که مناطق جنوبی جلگه در شرق گیلان به مرکزیت جنوب لاهیجان تا درازلات و رامسر مناسب کشت گیاه آفتابگردان است؛ ولی نواحی شمال آستانه اشرفیه تا ساحل دریای خزر برای این منظور نامناسب است. بقیه نواحی میانی هم دارای شرایط نیمه‌مستعد هستند. ساری صراف(۱۳۸۸،۵) به منظور پهنه‌بندی پتانسیل‌های آب و هوایی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی برای بررسی فراسنج های بارش از ۲۶ ایستگاه و برای فراسنج های دما از ۱۳ ایستگاه هواشناسی موجود در منطقه استفاده کرد. نتایج کار او نشان داد که نقش هر یک از عناصر آب و هوایی بارش و دما، متناسب با مراحل مختلف رشد، در مناطق مختلف استان متفاوت است. جهانبخش وگریگوریان (۱۳۸۸، ۵) به بررسی کشت زیتون و پهنه‌بندی زراعی آن در شمال آذربایجان غربی با توجه به شرایط آب و هوایی آن پرداختند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل عناصر آب و هوایی و مطابقت آن با نیازهای زیست- آب و هوایی درخت زیتون نشان می‌دهد که این گیاه به کاهش دما حساس بوده، همچنین، زمان دقیق کاشت و برداشت محصول

1-Helianthus annuus
2-De La Vega
3-Weiss
4- PCA

مشخص شد. میان‌آبادی و همکاران(۱۳۸۸: ۱۰۴) به بررسی و پهنه‌بندی تنش‌های گرمایی مؤثر بر محصولات کشاورزی استان خراسان رضوی با استفاده از داده‌های هواشناسی ۱۳ ساله تعداد روزهای با دمای بیشتر از آستانه تحمل پرداختند. عظیمی و همکاران (۱۳۸۸: ۴۷) با استفاده از آمار هواشناسی ۴۴ ایستگاه همدید واقع در جنوب و جنوب‌غرب ایران و با توجه به داده‌های ۱۵ فراسنج آب و هوایی مؤثر بر محصولات کشاورزی برای یک دوره ۲۰ ساله، ۹ پهنه آب و هوایی مشخص کردند و نتایج کارآن‌ها نشان دادکه ۹۷/۷ درصد از ایستگاه‌ها به طور صحیح در گروه‌های مربوط به خود قرارگرفته‌اند. شاهرخوندی و همکاران(۱۳۹۱: ۴۹) به منظور پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت ذرت دانه‌ای در استان لرستان از عناصر آب و هوایی دما، رطوبت نسبی، درجه روز رشد ده ایستگاه همدید در سطح استان و فراسنج های محیطی شیب و میزان یون هیدروژن خاک استفاده کرده‌اند. فیضی زاده و همکاران(۱۳۹۱: ۷۵) به پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت گندم دیم در سطح آذربایجان شرقی با استفاده از تحلیل‌های مکانی جی‌آی‌اس پرداختند. در این پژوهش، بر اساس مدل‌سازی شرایط لازم برای رشد گندم دیم متناسب با معیارهای مربوط به شرایط آب و هوایی، خاک‌شناسی و توپوگرافی سطح استان آذربایجان شرقی، مناطق بسیار مناسب، مناسب و متوسط مشخص شدند. نتایج نشان داد دما و بارش از شاخص‌های مؤثر در فرایند کشت گندم محسوب می‌شوند. بلیانی و همکاران (۱۳۹۱ :۳۳) با استفاده از جامعه آماری ۲۰ساله عناصر آب و هوایی در استان فارس، به پهنه‌بندی آب و هوا کشاورزی کشت گندم دیم پرداختند. بر اساس نقشه‌های استخراج‌شده از سامانه اطلاعات جغرافیایی ۴۱/۵۴ درصد از مساحت استان که در قسمت غرب، شمال غرب و قسمت‌هایی از مرکز و جنوب غرب که شامل شهرهای کازرون، شیراز، زرقان و فیروزآباد است، دارای استعداد بسیار مناسب هستند. یساری(۱۳۹۲: ۱۷۱) پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت گلرنگ بهاره را در استان اصفهان با استفاده از داده‌های دمایی ۵۱ ایستگاه استان و نواحی مجاور آن انجام داد. وی با استفاده از روش میانیابی کریجینگ در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی و با توجه به نیازهای حرارتی گیاه در سه منطقه گرم، معتدل و سرد، تاریخ کاشت مناسب را برای هر منطقه پیشنهاد داد. شاهیوند و همکاران (۱۳۹۲: ۱۹۵) به پهنه‌بندی اراضی مستعد کشت ذرت دانه‌ای در استان لرستان با استفاده از تکنیک سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. طی این پژوهش چهار منطقه برای کشت بسیار مناسب، مناسب، قابلیت متوسط و نامناسب تشخیص داده شدند. یورک[1](۱۹۸۱: ۱۱) به پهنه‌بندی مکان‌های مناسب کشت زیتون می‌پردازد و اظهار می‌دارد که این گیاه در نواحی مدیترانه‌ای و حاره‌ای و بخش‌های مختلفی از قاره آفریقا کشت می‌شود. مالوف[2](۱۹۸۶ :۲۶۱) پهنه‌بندی آب و هوا کشاورزی برزیل را برای محصول ذرت بر پایه درجه روزهای رشد و میزان کمبود آب منطقه انجام داد و تاریخ‌های کشت مناسب را پیشنهاد کرد. والان[3] و همکاران(۱۹۹۲: ۳۰۷) با استفاده از روش‌های کمّی و کیفی و استفاده از جی‌آی‌اس اقدام به پتانسیل‌یابی تولید محصول در نواحی مختلف اروپا نمودند. در این بررسی گندم به عنوان گیاه مرجع برای ارزیابی پتانسیل تولید در نظر گرفته شد. از همپوشانی لایه‌ها و تجزیه و تحلیل اطلاعات این نتیجه حاصل شد که تولید گندم در نواحی دارای محدودیت آبی تا ۶۵ درصد و در نواحی دارای ذخایر مناسب آبی تا ۱۲۰درصد افزایش نشان می‌دهد. اوچه[4] (۱۹۹۸: ۵۵) به پهنه‌بندی آب و هوا کشاورزی تولید گندم

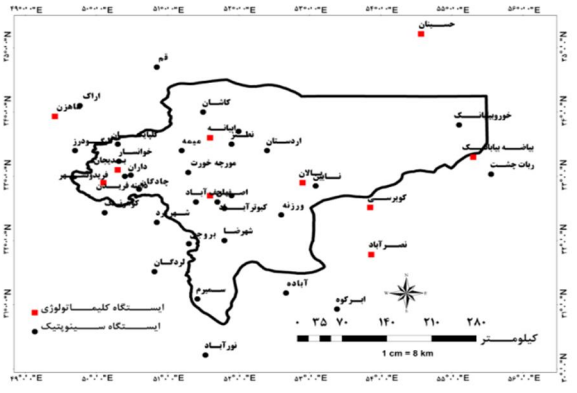
1- York
2- Maluf
3- Valane
4- Oche

در ساوانای نیجریه پرداخت و نتایج حاصل از مطالعات وی نشان داد که در یک منطقه حاره ای مانند نیجریه، آب و هوا یک عامل مهم است و میزان تولید محصول با نزدیک شدن به استوا به علت افزایش دما و رطوبت به طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

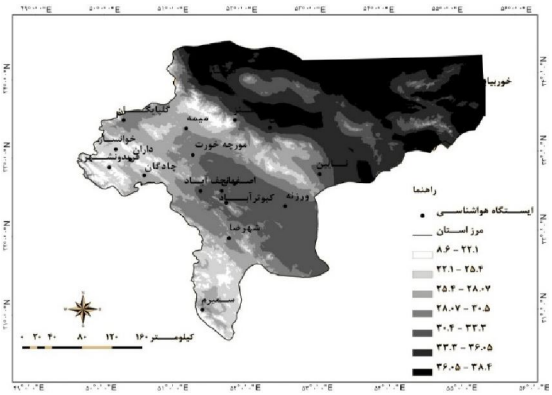
یکی از عوامل بسیار مهم در موفقیت زراعت آفتابگردان کشت بموقع آن است. هدف از این بررسی، تعیین تاریخ‌های مناسب کشت آفتابگردان روغنی در پهنه استان اصفهان با توجه به دمای لازم برای رشد و نمو محصول است تا بر اساس آن بتوان با افزایش میزان تولید و در نتیجه روغن استحصالی از آن گام‌های مؤثری برداشت.

داده‌ها و روش پژوهش

در کشاورزی فاریاب که در استان اصفهان نیز انجام می‌شود، تاریخ کاشت تابع دما و طول روز است. حال چونکه آفتابگردان با توجه به عرض جغرافیایی منطقه با محدودیت طول روز روبه‌رو نیست و به علاوه ارقام جدید آفتابگردان که مورد کشت و کار قرار می‌گیرند، حساسیتی به طول روز ندارند؛ بنابراین، دما در این رابطه نقش تعیین‌کننده دارد. برای انجام این پژوهش از آمار فراسنج‌های دمایی ۴۱ ایستگاه همدید و کلیماتولوژی مستقر در استان اصفهان و نواحی همجوار از سال تأسیس تا ۲۰۱۰ میلادی از سازمان هواشناسی کشور أخذ و استفاده شد. شکل(۱) موقعیت مکانی ایستگاه‌های مذکور را نشان می‌دهد. از تعداد ۴۱ ایستگاه مورد استفاده ۳۴ ایستگاه همدید و ۷ ایستگاه آب و هواشناسی است. ایستگاه خور و بیابانک با میانگین دمای سالانه ۲۰/۱ درجه سلسیوس و فریدون‌شهر با میانگین دمای سالانه ۹/۹ درجه سلسیوس به ترتیب گرم‌ترین و سردترین نقاط استان محسوب می‌شوند.



شکل۱) نقشه موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه



شکل۲) نقشه مدل رقومی ارتفاعی[1] استان اصفهان

شکل(۲) نقشه ناهمواری‌های استان اصفهان را نشان می‌دهد. ارتفاع متوسط منطقه ۱۵۰۰ متر و گاهی تا ۲۰۰۰ متر برآورد شده است و اغلب ارتفاعاتی دارای جهت شمال غربی - جنوب شرقی دارد. از نظر ارتفاعی داران با ارتفاع ۲۲۹۰ متر از همه مرتفع‌تر و خوروبیابانک با ارتفاع ۸۴۵ متر از همه کم‌ارتفاع‌تر است.

1- DEM

برای انجام این پژوهش، از داده‌های کمینه، بیشینه و متوسط روزانه دما از تاریخ تأسیس تا سال ۲۰۱۰ میلادی برای ۴۱ ایستگاه هواشناسی استفاده شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار متلب[1] میانگین دمای کمینه، میانگین و بیشینه هر ایستگاه برای تمام روزهای سال بر حسب تاریخ شمسی محاسبه شد. سپس میانگین‌های پانزده روزه از نیمه دوم بهمن تا ۳۰ آبان محاسبه شد. رابطه بین دما (به عنوان متغیر تابع) با مختصات طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع(به عنوان متغیرهای مستقل) در رگرسیون مرحله‌ای با استفاده از نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس به دست آمد. مدل رگرسیون خطی چندگانه مدلی است که بیش از یک متغیر پیش‌بین داشته باشد. در حالت کلی، متغیر وابسته ممکن است به k متغیر رگرسیونی وابسته باشد. شکل کلی مدل رگرسیون خطی چندگانه با k متغیر مستقل $x_1,x_2,\ldots x_k$ به صورت زیر است:

$$Y=\beta_0,\beta_1X_1+\ldots+\beta_KX_K+\varepsilon \qquad (۱$$

که در آن فراسنج های βj ها، نشان‌دهنده تغییرات مورد انتظار متغیر پاسخ به ازای یک واحد تغییر در Xi است؛ به شرطی که همه متغیرهای رگرسیونی باقی‌مانده در مدل ثابت باشند (یزدان پناه و صادقی،۱۳۸۹: ۱۲۷). در این مدل اثر ارتفاع و طول و عرض جغرافیایی بر دما در سطح احتمال ۵٪ ارزیابی شده است. به این ترتیب، معادلاتی برای دوره‌های زمانی پانزده روزه بر حسب متغیرهای مکانی حاصل شد. سپس در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع از معادلات فوق استفاده و نقشه‌های مربوطه از اسفند تا شهریور ترسیم شد. شروع تاریخ کاشت در مناطق گرم(ناحیه دمایی سوم)، معتدل(ناحیه دمایی دوم) و سرد(ناحیه دمایی اول) به ترتیب، با رسیدن میانگین درجه حرارت شبانه‌روزی به ۱۰، ۱۲ و ۱۴ درجه سلسیوس و بالاتر بودن درجه حرارت کمینه از صفر درجه سلسیوس در نظر گرفته شد . همچنین دماهای بحرانی رشد گیاه آفتابگردان(درجه حرارت بیشینه بالای ۳۷درجه و درجه حرارت میانگین بالای ۳۰درجه سلسیوس) تعیین و با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مناطقی که دمای میانگین بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس و دمای بیشینه بالاتر از ۳۷ درجه سلسیوس داشتند، شناسایی شدند (خواجه پور، ۱۳۷۰: ۷۲).

یافته‌های پژوهش

چنانکه خواجه‌پور اظهار داشته است، گیاه آفتابگردان در هر یک از سه منطقه دمایی گرم، معتدل و سرد با رسیدن درجه حرارت به ترتیب به۱۰، ۱۲و ۱۴ درجه سلسیوس قابل کشت است. لذا با توجه به وسعت استان اصفهان و شرایط آب و هوایی آن؛ همچنین، نیاز گیاه به درجه حرارت لازم در هر یک از مراحل نمو، با استفاده از ابزار کریجینگ در محیط جی.آی.اس استان اصفهان به سه ناحیه دمایی گرم، معتدل و سرد تقسیم‌بندی شد(جدول۱).

جدول ۱) ویژگی‌های اصلی نواحی دمایی استان اصفهان

ناحیه	میانگین دما (سانتی گراد)
۱	۱۱
۲	۱۵/۷
۳	۱۹/۵
استان اصفهان	۱۵/۳

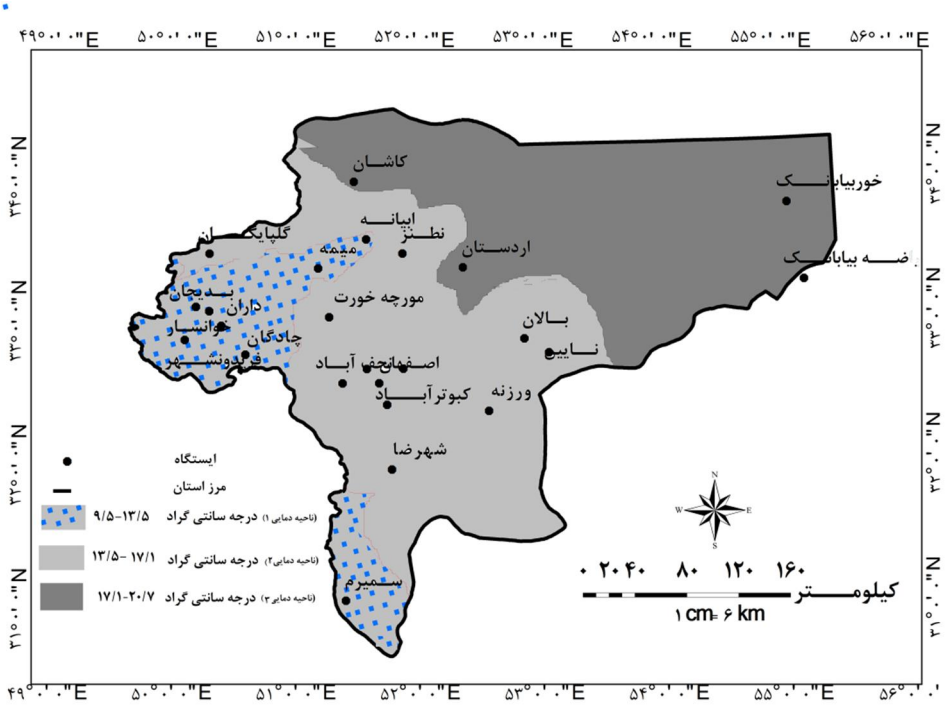
1- Matlab

بر این اساس، نواحی دمایی استان اصفهان عبارتند از:

ناحیه دمایی۱: قسمت غربی استان اصفهان، دمای میانگین این ناحیه۱۱ درجه سلسیوس است. دمای سردترین روز آن در ایستگاه داران ۱۰- درجه سلسیوس در بهمن‌ماه و دمای گرم‌ترین روز آن در گلپایگان به ۳۵ درجه سلسیوس در تیر ماه می‌رسد. علت سردی هوا در این ناحیه طبیعت کوهستانی و ارتفاع بالای آن است (شکل۳).

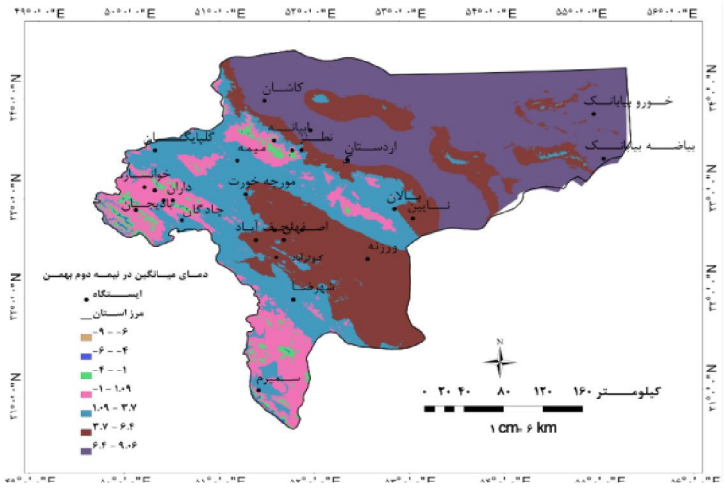
ناحیه دمایی۲: بخش مرکزی استان را شامل می‌شود. میانگین دمای این ناحیه۱۵/۷ درجه سلسیوس است. دمای سردترین روز سال در این ناحیه مربوط به ایستگاه ابیانه با ۵- درجه سلسیوس در بهمن‌ماه و دمای گرم‌ترین روز آن در ایستگاه جنگل‌بانی به ۴۰درجه سلسیوس در تیرماه می‌رسد (شکل۳).

ناحیه دمایی۳: میانگین دمای این ناحیه ۱۹/۵درجه سلسیوس است. دمای گرم‌ترین روز سال در این ناحیه در شرقی‌ترین نقطه؛ یعنی بیاضه بیابانک و خوروبیابانک ۴۰درجه سلسیوس در تیرماه و سردترین روز سال در قسمت غرب ناحیه؛ یعنی اردستان به منفی ۱- درجه سلسیوس در بهمن ماه می‌رسد (شکل۳).



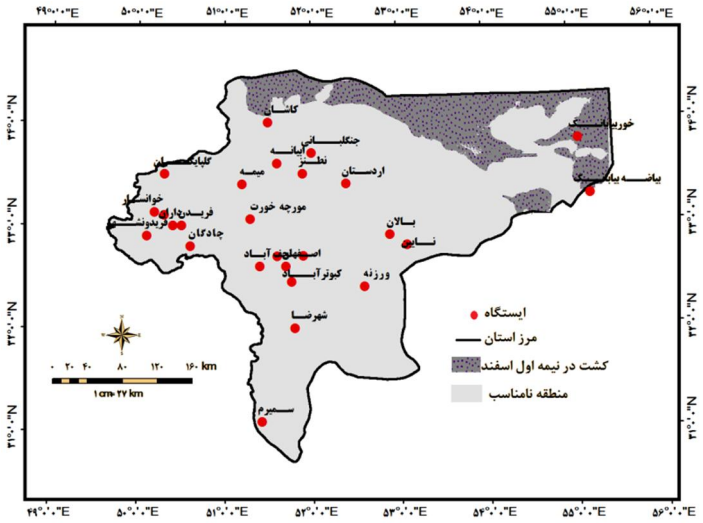
شکل۳) پهنه‌بندی نواحی دمایی استان اصفهان

بر اساس نتایج به‌دست آمده سه ناحیه دمایی برای کل استان اصفهان به‌دست آمد. در هر یک از این سه ناحیه باید نیاز حرارتی گیاه آفتابگردان تأمین شود تا بتوان عملکرد مناسبی برای آن به‌دست آورد. در ناحیه دمایی سه استان لایه‌های اطلاعاتی مناطقی که دمای میانگین بالاتر از ۱۰ درجه سلسیوس و دمای کمینه بالاتر از صفر درجه سلسیوس داشتند، تلفیق شدند. بدین ترتیب، در نیمه اول و دوم بهمن در تمامی نقاط استان دما بالاتر از ۱۰ درجه سلسیوس است و در مناطق غرب و جنوب‌غرب دما زیر صفر درجه است. در این تاریخ‌ها در هیچ نقطه‌ای از استان نیاز حرارتی لازم برای کاشت آفتابگردان تأمین نمی‌شود (شکل۴).

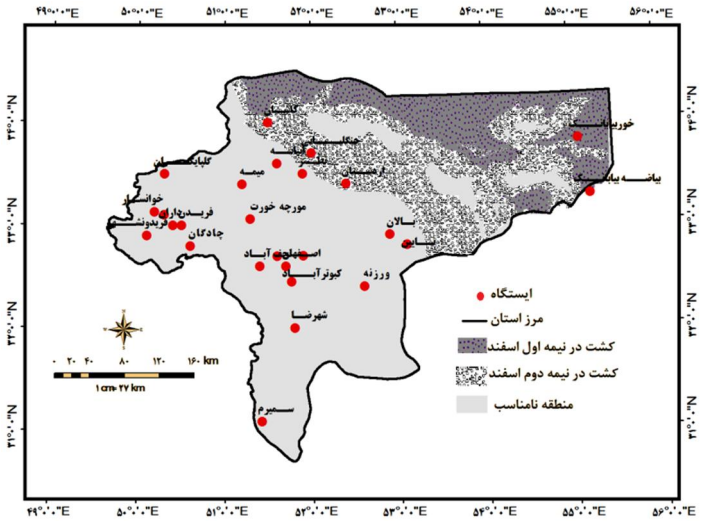


شکل۴) توزیع دمای میانگین در نیمه دوم بهمن

در نیمه اول اسفند با توجه به اعمال شروط ذکرشده مناطق شرقی استان، شامل: خوروبیابانک و بیاضه بیابانک و بخش کوچکی از شمال استان از حیث دما مناسب است (شکل ۵).



شکل ۵) منطقه آب و هوایی مناسب کشت آفتابگردان در نیمه اول اسفند

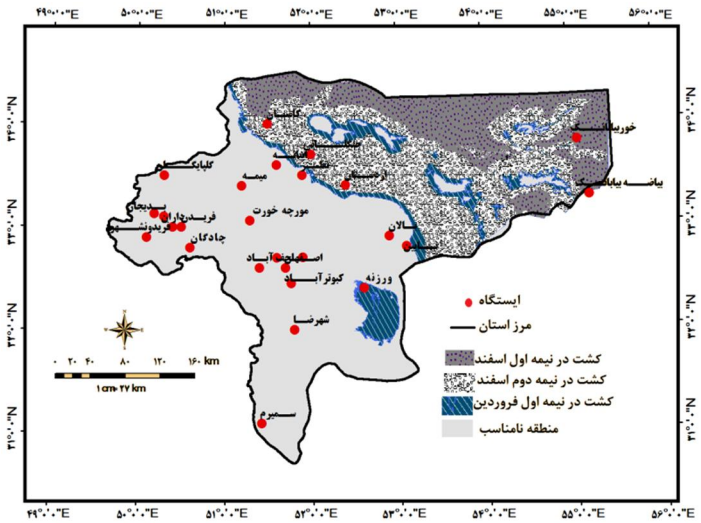


شکل ۶) منطقه آب و هوایی مناسب کشت آفتابگردان در نیمه دوم اسفند

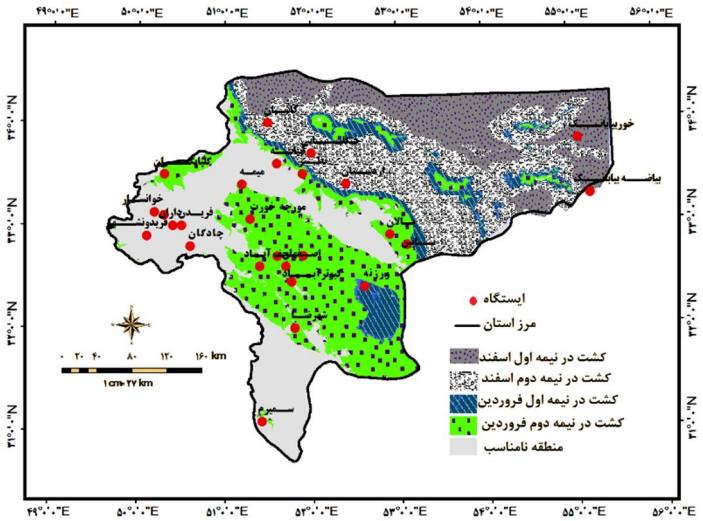
در نیمه دوم اسفند، وسعت منطقه مورد نظر افزایش‌یافته و تا ایستگاه‌های کاشان، اردستان و جنگلبانی نطنز را در برمی‌گیرد. در این زمان می‌توان در این مناطق کشت آفتابگردان را انجام داد (شکل ۶).

در ناحیه دمایی (۲) استان لایه‌های اطلاعاتی مناطقی که دمای میانگین ۱۲ درجه سلسیوس و دمای کمینه بالاتر از صفر درجه سلسیوس داشتند، تلفیق شدند. بدین ترتیب، در نیمه اول فروردین‌ماه مناطقی از جنوب شرقی و مرکز استان به محدوده قبلی اضافه شد (شکل ۷).

در نیمه دوم فروردین‌ماه با درنظرگرفتن شروط ذکرشده قسمت‌های جدیدی به مناطق قبلی اضافه شد. وسعت مناطق مرکزی که مشمول شروط فوق می‌گردند، افزایش‌یافته و ایستگاه‌های بالان، ورزنه، شهرضا، اصفهان، نجف‌آباد، شرق اصفهان، مورچه‌خورت، گلپایگان و کبوترآباد در این زمان از نظر دما مناسب کشت آفتابگردان هستند (شکل۸).

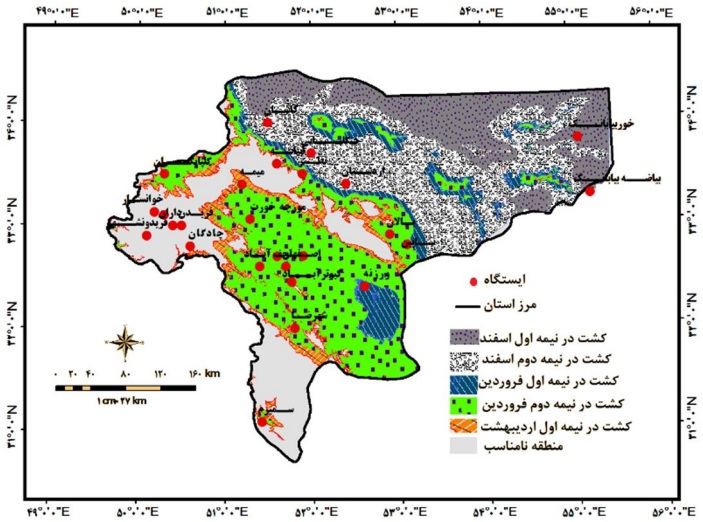


شکل ۷) منطقه آب و هوایی مناسب کشت آفتابگردان در نیمه اول فروردین

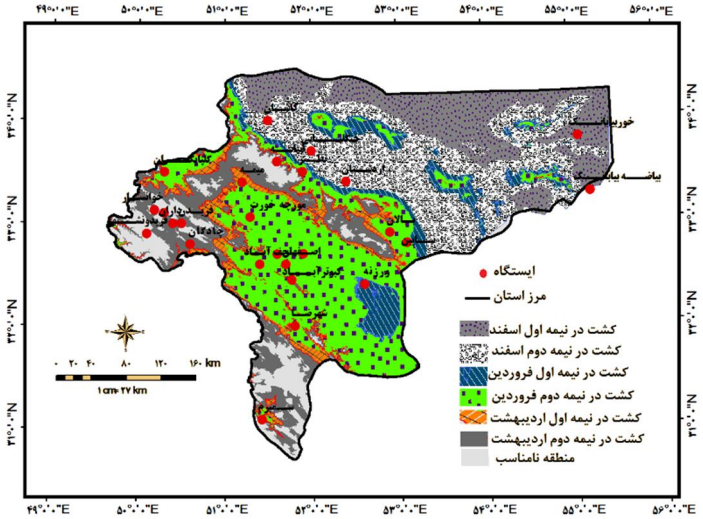


شکل ۸) منطقه آب و هوایی مناسب کشت آفتابگردان در نیمه دوم فروردین

در ناحیه دمایی (۱) استان اصفهان لایه‌های اطلاعاتی مناطقی که دمای میانگین بالاتر از ۱۴ درجه سلسیوس و دمای کمینه بالاتر از صفر درجه سلسیوس داشتند، تلفیق شدند. در نیمه اول اردیبهشت‌ماه با درنظرگرفتن شروط فوق وسعت مناطق قابل کشت بیشتر شد و به مناطق قبلی ایستگاه سمیرم نیز افزوده شد (شکل۹).



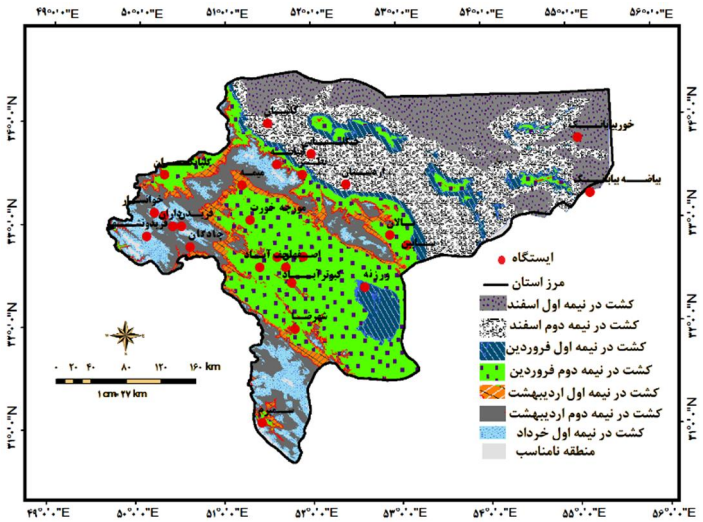
شکل ۹) منطقه آب و هوایی مناسب کشت آفتابگردان در نیمه اول اردیبهشت



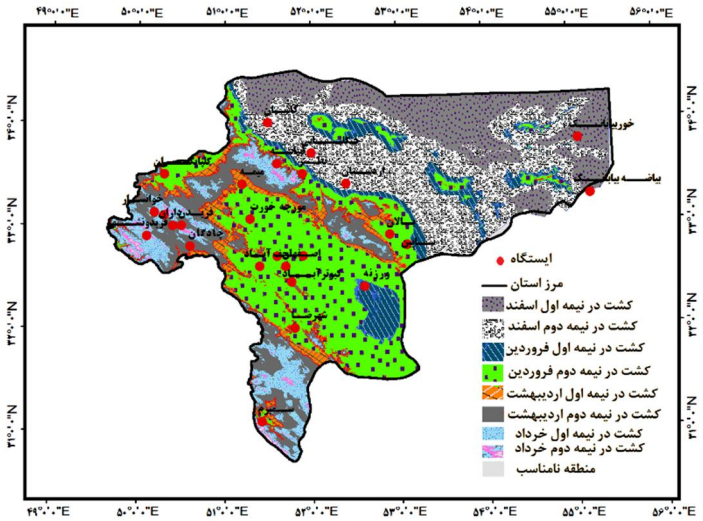
شکل ۱۰) منطقه آب و هوایی مناسب کشت آفتابگردان در نیمه دوم اردیبهشت

در نیمه دوم اردیبهشت‌ماه، با توجه به شروط مذکور مناطق جدیدی از مرکز اصفهان که شامل ایستگاه میمه و مناطق پراکنده‌ای از غرب اصفهان هستند، به مناطق قبلی اضافه شدند (شکل ۱۰).

اعمال شروط مذکور در نیمه اول خردادماه باعث اضافه شدن ایستگاه‌های داران، چادگان، خوانسار و فریدون‌شهر به مناطق قبلی می‌شود. به غیر از قسمت‌های کوچکی از شمال سمیرم و اطراف فریدون‌شهر که ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر دارند همه استان اصفهان شرایط فوق‌الذکر را برای کشت داراست (شکل ۱۱).

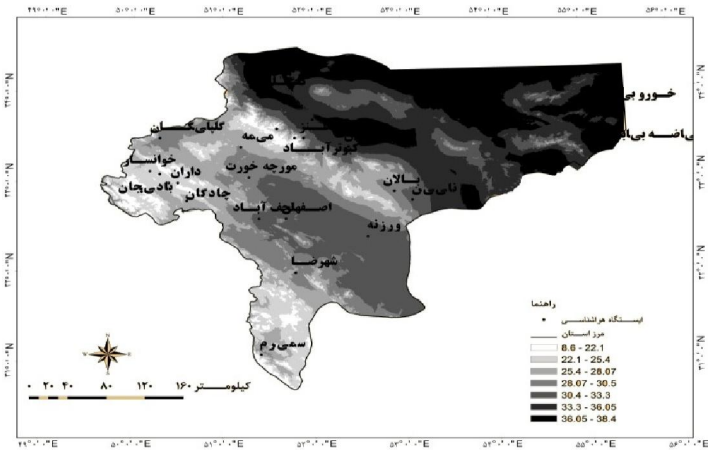


شکل ۱۱) منطقه آب و هوایی مناسب کشت آفتابگردان در نیمه اول خرداد



شکل ۱۲) منطقه آب و هوایی مناسب کشت آفتابگردان در نیمه دوم خرداد

در نیمه دوم خردادماه همه ایستگاه‌های استان اصفهان شرایط فوق را برای کشت آفتابگردان دارند(شکل ۱۲). شایان ذکر است چنانچه در ناحیه‌ای؛ خصوصاً در مناطق گرم استان، آفتابگردان در تاریخ مناسب کشت نشود یا کشت آن به تأخیر افتد، مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه‌های آن با دماهای بحرانی (میانگین روزانه بالای ۳۰ درجه و بیشینه بالای ۳۷ درجه سلسیوس) روبه‌رو شده که این امر باعث افت عملکرد دانه و روغن می‌گردد. بدین ترتیب، با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مناطقی که دارای دمای بحرانی هستند، شناسایی شدند (اشکال۱۳-۱۹). در نیمه اول خردادماه میانگین دمای روزانه زیر ۳۰ درجه سلسیوس است؛ اما دمای بیشینه در بعضی از مناطق شرقی استان بالای ۳۷ درجه است (شکل ۱۳).

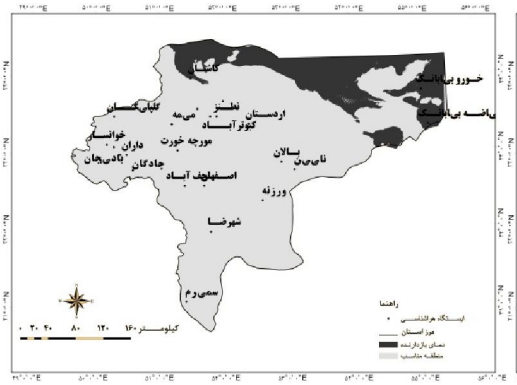


شکل ۱۳) توزیع دمای بیشینه در نیمه اول خرداد

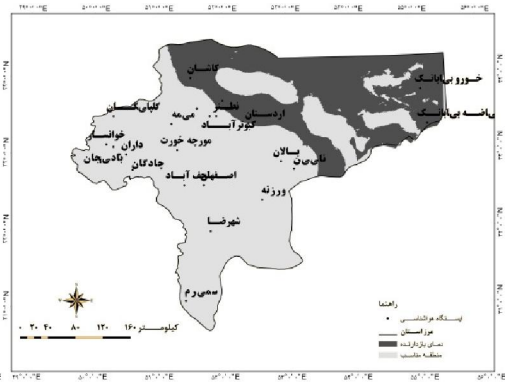
از نیمه دوم خرداد مناطقی از شرق استان شامل ایستگاه‌های خور و بیابانک، بیاضه و نوار باریکی از شمال استان که دارای دمای میانگین روزانه بالای ۳۰ درجه سلسیوس و دمای بیشینه بالاتر از ۳۷ درجه سلسیوس است، را در برمی‌گیرد (شکل ۱۴).

به این ترتیب، در نیمه اول تیر بر وسعت مناطق با شرایط بحرانی افزوده‌شده، ایستگاه‌های اردستان، کاشان، ابیانه و قسمت‌هایی از مرکز استان را دربرمی‌گیرد (شکل ۱۵). این روند تا نیمه دوم مردادماه ادامه دارد و پس از آن، از وسعت مناطق با دمای بحرانی کاسته می‌شود و تا نیمه اول شهریورماه این کاهش ادامه دارد (اشکال۱۶-۱۹).

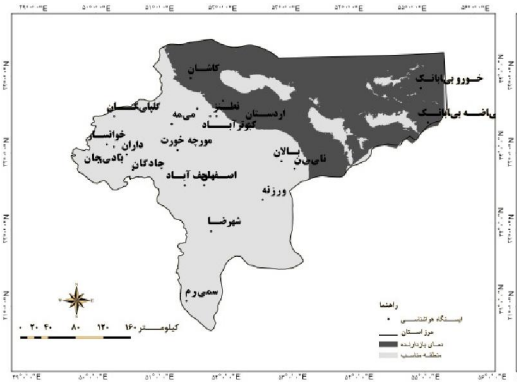
شکل ۱۴) توزیع دمای بحرانی در نیمه دوم خرداد



شکل ۱۵) توزیع دمای بحرانی در نیمه اول تیر

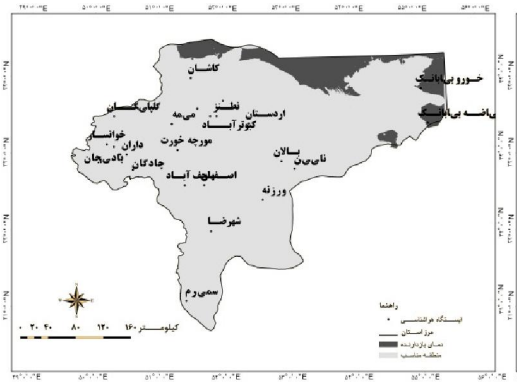


شکل ۱۶) توزیع دمای بحرانی در نیمه دوم تیر



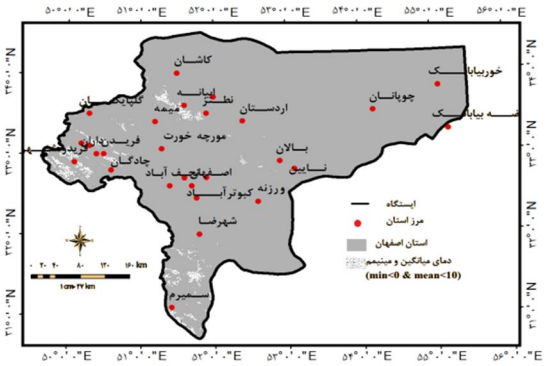
شکل ۱۷) توزیع دمای بحرانی در نیمه اول مرداد

شکل ۱۸) توزیع دمای بحرانی در نیمه دوم مرداد

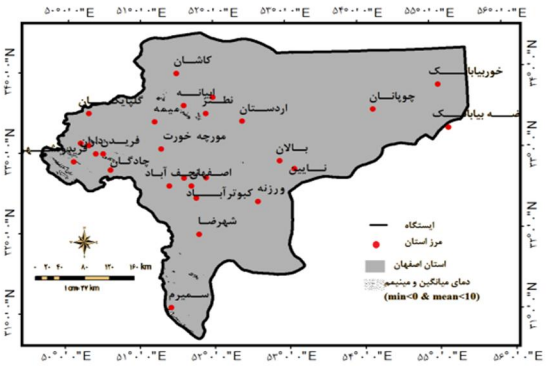


شکل ۱۹) توزیع دمای بحرانی در نیمه اول شهریور

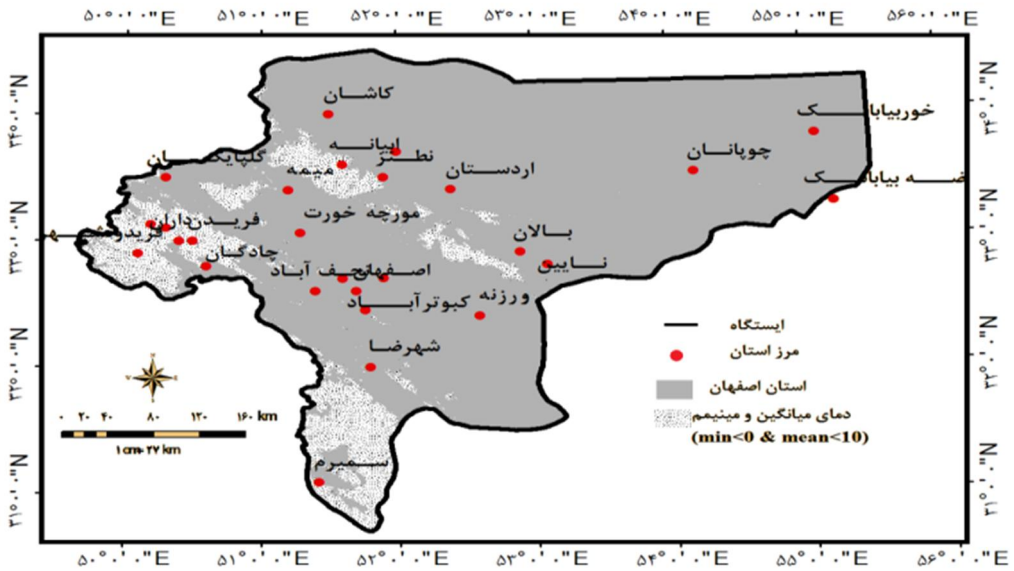
همچنین، در صورت کاشت محصول در تاریخ نامناسب باعث برخورد به دمای سرد مهر و آبان می‌گردد. از نیمه دوم مهر مناطقی از غرب استان که دارای دمای میانگین روزانه زیر ۱۰ درجه سلسیوس و دمای کمینه زیر صفر درجه سلسیوس است(دمایی که رشد و نمو آفتابگردان در آن متوقف می‌شود) را در برمی‌گیرد(اشکال ۲۰ تا۲۲).



شکل ۲۰) توزیع دمای بحرانی در نیمه دوم مهر



شکل ۲۱) توزیع دمای بحرانی در نیمه اول آبان



شکل ۲۲) توزیع دمای بحرانی در نیمه دوم آبان

جدول۲) تاریخ‌های کاشت پیشنهادی کشت آفتابگردان در مناطق مختلف استان اصفهان

ردیف	منطقه	ناحیه دمایی	تاریخ‌های پیشنهادی کشت	وضعیت کشت فعلی
۱	ابیانه	اول	نیمه دوم اسفند	کشت نمی‌شود
۲	اردستان	سوم	نیمه دوم اسفند	کشت نمی‌شود
۳	بدیجان	اول	نیمه اول خرداد	کشت نمی‌شود
۴	بالان	اول	نیمه دوم فروردین	کشت نمی‌شود
۵	بیاضه بیابانک	سوم	نیمه اول اسفند	کشت نمی‌شود
۶	چادگان	اول	نیمه اول خرداد	کشت نمی‌شود
۷	دامنه فریدن	اول	نیمه اول خرداد	کشت نمی‌شود
۸	داران	اول	نیمه اول خرداد	کشت نمی‌شود
۹	فریدون‌شهر	اول	نیمه اول خرداد	کشت نمی‌شود
۱۰	گلپایگان	دوم	نیمه دوم فروردین	کشت نمی‌شود
۱۱	جنگلبانی نطنز	سوم	نیمه دوم فروردین	کشت نمی‌شود
۱۲	کاشان	سوم	نیمه دوم اسفند	کشت نمی‌شود
۱۳	خوانسار	اول	نیمه اول خرداد	کشت نمی‌شود
۱۴	خورو‌بیابانک	سوم	نیمه اول اسفند	کشت نمی‌شود
۱۵	میمه	اول	نیمه دوم اردیبهشت	کشت نمی‌شود
۱۶	مورچه‌خورت	اول و دوم	نیمه دوم اردیبهشت	کشت نمی‌شود
۱۷	نایین	دوم	نیمه دوم اسفند و نیمه اول فروردین	کشت نمی‌شود
۱۸	نجف‌آباد	دوم	نیمه دوم فروردین	کشت نمی‌شود
۱۹	نطنز	دوم	نیمه اول فروردین	کشت نمی‌شود
۲۰	سمیرم	اول و دوم	نیمه اول اردیبهشت	کشت نمی‌شود
۲۱	ورزنه	دوم	نیمه دوم فروردین	کشت نمی‌شود
۲۲	شاهین‌شهر	دوم	نیمه دوم اردیبهشت	کشت می‌شود
۲۳	برخوار	اول و دوم	نیمه اول اردیبهشت	کشت می‌شود
۲۴	مبارکه	دوم	نیمه دوم اردیبهشت	کشت می‌شود
۲۵	اصفهان	دوم	نیمه دوم فروردین	کشت می‌شود
۲۶	شهرضا	دوم	نیمه دوم فروردین	کشت می‌شود
۲۷	شرق اصفهان	دوم	نیمه دوم فروردین	کشت می‌شود
۲۸	پالایشگاه اصفهان	دوم	نیمه دوم فروردین	کشت می‌شود
۲۹	کبوترآباد	دوم	نیمه دوم فروردین	کشت می‌شود

نتیجه‌گیری

بر اساس نقشه‌های پهنه‌بندی، تاریخ کاشت برای هر منطقه مشخص و در جدول(۲) ارائه شده است. طبق این جدول ناحیه دمایی، تاریخ کشت و وضعیت کشت فعلی برای هر منطقه مشخص شده است.

- بر اساس تاریخ‌های کشت پیشنهادی دمای مناسب برای کشت آفتابگردان از نیمه اول اسفندماه از شرق استان(ناحیه دمایی۳) آغاز می‌گردد و تا نیمه دوم فروردین ماه در نواحی مرکزی استان(ناحیه دمایی۲) شرایط مساعد فراهم می‌شود.

- با افزایش درجه حرارت هوا از نیمه اول اردیبهشت ماه تا نیمه اول خرداد، امکان کشت آفتابگردان در نواحی غربی استان(ناحیه دمایی۱) نیز فراهم می‌شود.

- با توجه به تعیین تاریخ کاشت، این محصول را می‌توان به عنوان کشت دوم بعد از غلات از نیمه دوم فروردین ماه در مناطق مرکزی استان کشت نمود. با شروع کشت آفتابگردان در این زمان، چون تا مرحله گل‌دهی حدود ۵۵ روز طول می‌کشد، بنابراین، در مرحله گل‌دهی و گرده افشانی (که مرحله بسیار حساس به دماست) به دمای بحرانی برخورد نمی‌کند. همچنین، در ایستگاه‌های اصفهان و اطراف آن در تیر و مرداد می‌توان کشت آفتابگردان را انجام داد؛ به طوری‌که مرحله گلدهی آن به دمای سرد مهر و آبان برخورد نمی‌کند.

پیشنهادها

- برای به‌دست آوردن بیشینه عملکرد دانه و روغن توصیه می‌شود که کشت آفتابگردان در هر منطقه از استان اصفهان در تاریخ کاشت مناسب آن انجام گیرد.

- تاریخ مناسب کاشت آفتابگردان برای مدیریت‌های کشاورزی استان اصفهان با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد شده است.

منابع

۱- بلیانی،یدالله؛ حجازی زاده، زهرا؛ فرجی، عبدالله و بیات، علی .(۱۳۹۱). پهنه‌بندی آب و هوا کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، سال پنجم، ش۱۵، صص۳۳-۵۰.

۲- سبحانی، بهروز .(۱۳۹۰). *پهنه‌بندی آگروکلیماتیک کاشت گندم دیم در دشت مغان در محیط* GIS، اولین همایش تخصصی توسعه کشاورزی استان‌های شمال غرب کشور،صص۱۲۰۶-۱۲۱۱.

۳- جهانبخش، سعید، گریگوریان، وازگین .(۱۳۸۸). بررسی شرایط آب و هوایی شمال استان آذربایجان غربی به منظور کشت زیتون و پهنه‌بندی زراعی آن، *جغرافیا و توسعه*، ش۱۴،صص ۵-۲۶.

۴- خواجه پور، محمدرضا و سیدی، فرامرز .(۱۳۷۹). اثر تاریخ کاشت بر اجزا و عملکرد دانه و روغن ارقام آفتابگردان، *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، جلد چهارم، ش ۲، صص ۱۱۷-۱۲۷.

۵- خواجه پور، محمدرضا .(۱۳۷۰). تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۷۲.

۶- دین‌پژوه، یعقوب .(۱۳۸۲). پهنه‌بندی آب و هوایی ایران با استفاده از تحلیل‌های چندمتغیره برای استفاده در مطالعات کشاورزی، *مجله دانش کشاورزی*، دوره۱۳، ش۱، صص۷۱-۹۵.

۷- رمضانی، بهمن و کاظمی‌راد، لادن .(۱۳۸۶). شناخت نواحی مساعد کشت گیاه صنعتی آفتابگردان در جلگه شرق گیلان، *مجله فضای جغرافیایی*، صص ۱۲۷-۱۴۲.

۸- ساری صراف، بهروز و بازگیر، سعید .(۱۳۸۸). پهنه‌بندی پتانسیل‌های آب و هوایی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی، *جغرافیا و توسعه*، ش ۱۳، صص ۲۶-۵.

۹- شاهرخوندی، سیدمنصور؛ لشنی زند، مهران؛ لرستانی، هادی .(۱۳۹۱). پهنه‌بندی آب و هوایی کشت ذرت دانه‌ای در استان لرستان، *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، سال پنجم، ش ۱۸، صص۴۹- ۵۸.

۱۰- شرکت سهامی خاص توسعه دانه‌ای روغن .(۱۳۵۰). *زراعت آفتابگردان*،۶۳.

۱۱- صیدی شاهیوند، مسلم؛ خالدی، شهریار؛ شکیبا، علیرضا و میرباقری، بابک .(۱۳۹۲). پهنه‌بندی آب و هوا کشاورزی ذرت دانه‌ای در استان لرستان با استفاده از تکنیک های سامانه اطلاعات جغرافیایی، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، سال سیزدهم، صص۱۹۵- ۲۱۴.

۱۲- عرشی، یوسف .(۱۳۷۳). *علوم و تکنولوژی آفتابگردان*، انتشارات وزارت کشاورزی، معاونت امور زراعت اداره کل پنبه و دانه‌های روغنی ایران، ۷۱۹.

۱۳- عظیمی، فریده؛ شکیبا، علی‌رضا و سعیدی، نوشین .(۱۳۸۸). پهنه‌بندی آب و هوا کشاورزی جنوب و جنوب غرب ایران با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای، *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، صص ۴۷-۵۸.

۱۴- فیضی زاده، بختیار؛ ابدالی، حسین و رضایی بنفشه، مجید .(۱۳۹۱). پهنه‌بندی قابلیت کشت گندم دیم در استان آذربایجان شرقی با استفاده از تحلیل‌های مکانی GIS، *نشریه زراعت*، صص۷۵-۹۱.

۱۵- قهرمان، احمد .(۱۳۸۷).کورموفیت‌های ایران (سامانهاتیک گیاهی)، تهران: انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، ج۱، ۳۸۰ص.

۱۶- میان آبادی، موسوی بایگی؛ محمد، ثنایی نژاد ؛ حسین، نظامی، احمد .(۱۳۸۸). بررسی و پهنه‌بندی تنش‌های گرمایی مؤثر بر محصولات کشاورزی استان خراسان رضوی با استفاده از GIS، *مجله آب و خاک*، صص ۱۰۴-۱۱۴.

۱۷- یزدان پناه، حجت اله و محمدصادقی، محمد .(۱۳۹۰). تحلیل‌های آماری در جغرافیا با رویکرد محاسباتی نرم‌افزارspss، نشر دانشگاه اصفهان، ۲۵۶ص.

۱۸- یساری، طلعت؛ خوشحال، جواد و شهسواری، محمدرضا .(۱۳۹۲). پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت ارقام گلرنگ در استان اصفهان، *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، سال۲۴، ش ۱، صص ۱۷۱-۱۸۵.

19- De La Vega, A.J., and A.J. Hall.(2002). **Effects of planting date and, genotype, and their interaction on sunflower yield, Argentina**. *Crop Sci*. 42,pp: 1191-1201.

20- Oche, c.Y. (1998). **Agroclimatic zonation for wheat production in the savanna regin of Nigeria singapur**. journal of Tropical Geography volum 19,1, pp: 55-65

21- Maluf. JRT. (1986): **Agro Climatic Zoning of Maize Crop for the State of Regrind**. Agronomies – Salvia Grandness, Vol. 22, NO. 2, pp: 261- 280.

22- Valane, H, C. Vandiepen, G.J. Reinds, G.H. Dekoning, J.D. Bulens,A.K. Bregt, (1992). **Physical Land Evaluation Methods and GIS to Explorthe Crop Growth-Potential and Its Effects within the Europe Communities**,Agricultural Systems, .39,pp: 307-328.

23- Weiss, E. A.(1991).**oil seeds crops. Agricultural Journal**. 1,pp:54-55.

24- York, George .(1979). ABC´S of Home - Cured, Green – Ripe olives. **University**

25- **of California**, Agricultural Sciences Publications: Leaflet 2,pp:11-31.