

بررسی تأثیر سرما بر عملکرد گندم آبی به منظور تعیین شاخص بیمه ای
(مطالعه موردی استان فارس)

نرگس اطمینان*

غلامعلی کمالی**

چکیده

در گیاه گندم، دو مرحله فنولوژی جوانه زنی و گلدهی به تنش های محیطی به ویژه سرما و یخبندان بسیار حساس می باشد. بنابراین پیش بینی زمان مراحل جوانه زنی و گلدهی با هدف کاهش خسارات سرما و یخبندان از اهمیت بسیاری برخوردار است. گندم از جمله غالب ترین کشت در سطح استان فارس بوده و سطح زیر کشت آن به ۵۱۵ هزار هکتار در استان فارس می رسد. در این پژوهش بر اساس اطلاعات دیده بانی مراحل فنولوژیکی گندم در ایستگاه هواشناسی کشاورزی زرقان طی سال های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۳ میانگین درجه روز - رشد برای مراحل جوانه زنی و گلدهی محاسبه گردید. سپس به روش معکوس از روی میزان درجه روز - رشد محاسبه شده در ایستگاه هواشناسی کشاورزی زرقان، برای دیگر ایستگاه ها در سطح استان، تاریخ مراحل جوانه زنی و گلدهی و همچنین ریسک وقوع سرما برای دو مرحله جوانه زنی و گلدهی تعیین گردید. در مرحله جوانه زنی برای مناطق شمال شرقی و قسمتی از مرکز و جنوب، ریسک سرمازدگی وجود نداشته و تنها در باند شمال غربی به سمت جنوب و در حاشیه ی جنوب و شمال غرب استان ریسک سرما زدگی در این مرحله وجود دارد. در مرحله گلدهی برای مناطق شمال شرقی استان، ریسک سرمازدگی وجود نداشته و در مناطق جنوب شرقی و قسمتی از مرکز استان ریسک سرمازدگی کم و در بقیه ی نقاط استان ریسک سرمازدگی در مرحله گلدهی شدید می باشد و این بدین معنی است که اگر تاریخ کاشت در این مناطق به درستی انجام نگیرد احتمال خسارت در مرحله گلدهی وجود دارد و میزان خسارت سرما در مناطق غربی استان به مراتب بیشتر از سایر نقاط این استان می باشد.

واژه های کلیدی: گندم، مراحل فنولوژیکی، استان فارس، درجه روز - رشد، ریسک سرما.

* دانش آموخته کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

** هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۱

مقدمه

گندم در اغلب نواحی جهان کشت می شود. نظر به اهمیت گندم به عنوان یک منبع غذایی و تنوع پذیری ژنتیکی زیاد آن از نظر واکنش ریخت شناختی به دوره تابش و دما، طیف گسترده ای را به خود اختصاص می دهد. بطوریکه از عرض جغرافیایی حدود ۶۰ درجه شمالی در شمال اروپا تا ۴۰ درجه جنوبی در آمریکای جنوبی و همچنین در مناطقی با ارتفاع چند متر، تا بیش از ۳۰۰۰ متر بالای سطح دریا کشت می شود.

در مناطق مختلف کشور ما پتانسیل وقوع سرما متفاوت است و بسته به نوع محصول و موقعیت مکانی منطقه، شدت خسارات سرما تغییر می کند. خسارات حاصله ممکن است در دماهای بالای صفر (سرمازدگی) ولی در مراحل حساس به گیاه وارد شود و یا در دماهای زیر صفر (یخ زدگی) بروز نماید و باعث تغییرات فیزیولوژیکی (یخ زدگی) در گیاه شود. (خوشحال، ۱۳۶۸)

پدیده سرمازدگی و یخبندان محصولات کشاورزی به دلیل اهمیت، در چارچوب بلاای طبیعی طبقه بندی می شود و از آنجائیکه وقوع آن از کنترل انسان خارج است، لذا بایستی مطالعات جامعی در رابطه با شناخت این پدیده، تاریخ وقوع سرماها و یخبندان ها و تداوم آنها و دوره های بازگشت وقوع آنها در هر منطقه در قالب معیارهای احتمالاتی صورت گیرد. از آن جائیکه گندم به عنوان یک محصول استراتژیک در کشور محسوب می شود و نیز از جمله مهمترین محصولات زراعی مهم استان فارس است که سطح زیر کشت آن در سطح استان بالغ بر ۵۱۵ هزار هکتار می باشد. سرمازدگی، یکی از پدیده های مهم و زیان آور در کشاورزی این منطقه به حساب می آید که شناخت و نحوه بروز آن از نظر حفاظت محصول و همچنین اقتصاد کشاورزی و پیش بینی میزان محصول در پایان فصل برداشت حائز اهمیت است. (دن مورگان، ۱۳۷۹)

بیمه محصولات کشاورزی می تواند با پذیرفتن خسارت به عنوان عنصر اصلی در کشاورزی با فراهم آوردن محیط امن برای تصمیم گیری جهت کاهش ریسک در کشاورزی نقش بسیار مهمی را در توسعه بخش کشاورزی کشور ایفا نماید. (خواجه پور، ۱۳۶۵)

لوماس و زامت (۱۹۹۴) تأثیر عوامل اقلیمی مختلف را بر روی میزان تولید محصول آواکادو مطالعه کردند. در نهایت آنها نتیجه گرفتند که متغیرهای اقلیمی که از نظر آماری مشخص هستند، ۷۲٪ تغییرپذیری محصول در داخل یکسال را برای سالهای بدون یخبندان و ۸۳٪ برای سالهای یخبندان را توضیح می دهند و همچنین تولیدات آواکادو پیش بینی شده تطابق خوبی را با مقادیر اندازه گیری شده نشان می دهد.

الیس و همکارانش (۱۹۹۵) با استفاده از داده‌های متوسط دمای شبانه روز، دمای حداقل و حداکثر و بارندگی شبانه روزی را در سالهای ۱۹۸۹-۱۹۵۰ برای سه ایستگاه کشور ترکیه، مقادیر احتمالات مختلف و تاریخ‌های وابسته به آن را برای پدیده ی یخبندان محاسبه کردند و براساس آن تاریخ‌های مناسب را برای کاشت و برداشت عدس پیش‌بینی نمودند.

لیندن و همکارانش (۱۹۹۶) از مدل‌های لگاریتمی برای تعیین تاریخ‌های زنده‌مانی در مقابل یخبندان برای محصول سیب استفاده کردند. آنها تأثیر رفتارهای متفاوت مقاومت و از دست دادن مقاومت را بر روی دو رقم سیب مطالعه کردند و درجه حرارت‌های کشنده (LT_{10} و LT_{50} و LT_{90}) را با فواصل اطمینان مختلف برای آن دو رقم تعیین کردند و ثابت کردند که مدل‌های لگاریتمی برای آنالیز کمی داده‌های مربوط به تنش حرارتی و تخمین آستانه‌های بحرانی حرارت، بسیار مفید می‌باشند.

ویلگولاسکی (۱۹۹۹) از متدهای متعددی برای تعیین بهترین آستانه‌های حرارتی برای رشد و نمو گیاهان چندساله و مشخص کردن نقطه ی شروع مراحل فنولوژی آنها استفاده کرده است. او نتیجه گرفته که اگر بتوان با روش‌های آماری، پایان دوره خواب را به صورت تقریبی تخمین زد، امکان‌پذیر است که حداقل دما را برای نمو تعیین نمود.

زینونی و همکارانش (۲۰۰۲) به منظور تشخیص نواحی مستعد یخبندان در ناحیه ای از ایتالیا مطالعات شناسایی رویداد یخبندان در دوره ی مارس و آوریل ۲۰۰۰-۱۹۸۷ را برای ۱۶۱ ایستگاه هواشناسی انجام دادند. آنها یک شاخص ساختگی ریسک یخبندان برای توضیح وضع دما و شرایط فنولوژیکی برای محصولات اصلی منطقه تعریف کردند و برای همه ی ایستگاه‌ها این شاخص را به همراه میانگین دمای حداقل محاسبه نموده و با کمک مدل رقومی ارتفاع، تعدادی از متغیرهای وابسته به ریخت شناسی زمین را آماده کردند و پس از آن یک سری همبستگی‌های قوی برای میانگین دمای حداقل و طول دوره ی یخبندان در نواحی تپه‌ای ایتالیا پیدا کردند.

منزل و همکارانش (۲۰۰۳) اظهار کردند که افزایش دمای کره ی زمین در قرن حاضر، باعث افزایش دمای حداقل شده و به نظر می‌رسد که بر این اساس، وقوع مراحل فنولوژی و یخبندان‌های بهاره زودتر صورت گیرد. آنها همچنین آستانه دمایی 1°C - را به عنوان نماینده وقوع یخبندان پیشنهاد نمودند و اعلام کردند که آنالیز داده‌های این سالها و روند مطالعه، خبر از گرم شدن عمومی کره ی زمین می‌دهد.

ویلگولاسکی (۲۰۰۴)، اصلاحات فنولوژیکی را در گیاهان با استفاده از فاکتورهای متفاوت خاکی مورد مطالعه قرار داد. در این مطالعه تحلیل‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی خاک به همراه دیدبانی‌های هواشناسی برای مدت سه سال در مکان‌هایی در امتداد جریان‌های اقیانوسی - حاره‌ای در غرب نروژ صورت گرفت و همبستگی برای کلیه فاکتورهای محیطی مشاهده شده با مراحل فنولوژیکی بسیاری از گیاهان بومی و کشت شده در آنجا محاسبه شد. وی در نهایت نتیجه گرفت که دما در شب، بیشترین همبستگی را با فنولوژی گیاهان ارائه می‌دهد و نقش مهمی را در دوران رویشی گیاه (مثل شکفتن جوانه‌ها

در بهار) دارد و دمای روز نیز تأثیر مهمی را در دوران زایشی گیاه (مثل گلدهی) ایفاء می‌کند و سایر فاکتورهای محیطی (مثل رطوبت هوا و رطوبت خاک) نیز شدیداً وابستگی متفاوتی را در گونه‌های متفاوت و حتی مراحل مختلف فنولوژی یک گونه نشان می‌دهند.

هاری و همکارانش (۲۰۰۴) با مطالعه ریسک خطر یخبندان بهاره و فنولوژی گیاهان جنگلی اعلام کردند که با کمک مدل مجموع دما، می‌توانند روند نمو و دوران خواب را توضیح دهند. آنها نتیجه گرفتند که مدل‌هایی که تنها براساس دیدبانی‌های فنولوژیکی هستند، نمی‌توانند مبین واقعیت باشند و بایستی فاکتورهای بیشتری را که زمان وقوع مراحل فنولوژی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، در مدل‌هایشان استفاده کنند.

قطره سامانی (۱۳۸۳) در تحقیقی به تحلیل سینوپتیکی آغاز و خاتمه یخبندان در استان چهارمحال و بختیاری پرداخت. او از آمار روزانه ۴ ایستگاه استفاده و سالهای مشترک را انتخاب نمود و با آزمون کافی بودن و همگنی داده‌ها و با برازش داده‌ها بر توزیع پیرسون تیپ ۳ تاریخ شروع یخبندان در بخش شمالی استان را نیمه اول آبان و در بخش جنوبی با یک ماه تأخیر تعیین نمود. و تاریخ خاتمه یخبندان در بخش شمالی استان نیمه دوم اردیبهشت و در بخش جنوبی یک ماه زودتر، بدست آورد.

علاوه بر آن وی نتیجه گرفت در زمان شروع یخبندان با پایین آمدن پرفشار مسیر و نفوذ آن از شمال شرق و نیز سطوح فوقانی و نفوذ کم فشاری که بر روی دریای مدیترانه بسته شده است، در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکالی، ریزش هوای سرد از عرض‌های بالا موجب کاهش دما می‌گردد. و کاهش دما بصورت منطقه‌ای بوده و سرماهای زیان بخش منطقه از نوع تابشی و با دوام کم می‌باشد.

کمالی و همکاران (۱۳۸۴) تأثیرات سرمازدگی بر محصول پسته در استان کرمان را بررسی کردند و راه کارهای مقابله با آن را ارائه دادند. آنها با استفاده از آمار دمای حداقل روزانه طی دوره‌های آماری موجود در شهرهای مختلف استان کرمان در بازه زمانی اول فروردین تا ۱۰ اردیبهشت، درصد احتمال تعداد روزهای با دمای حداقل مساوی و کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد در شهرهای استان کرمان را تعیین کردند و راه‌های مقابله با سرمازدگی نظیر استفاده از ارقام دیرگل ده، بالا بردن دما در سطح باغ، استفاده از روش‌هایی نظیر آبیاری بارانی، تأخیر گلدهی با استفاده از مواد شیمیایی و غیره را پیشنهاد دادند.

اوحدی (۱۳۸۴) به بررسی کمی خطر سرمازدگی در مراحل مختلف فنولوژی سیب در کرج، گلمکان و سمیرم پرداخت و رابطه میان عملکرد محصول و سرما و یخبندان در مراحل مختلف فنولوژی را بررسی کرد. وی مشخص کرد یکی از پارامترهای سرما و یخبندان، تعداد روزهای یخبندان می‌باشد و اینکه تعداد روزهای یخبندان در ماه‌های رشد و نمو فعال گیاهی (مارس، آوریل و می) که گیاه نسبت به بروز سرما حساس می‌باشد، بسیار مهم است، در ضمن نتیجه گرفت بسته به تداوم یخبندان و زمان بروز آن نسبت به مراحل فنولوژی، میزان خسارت سرمازدگی می‌تواند اندک و یا بسیار قابل توجه باشد.

نقشه ۱- موقعیت استان فارس

در این تحقیق از آمار بلند مدت ۱۲ ایستگاه هواشناسی داخل استان و ۶ ایستگاه هواشناسی خارج استان جهت همپوشانی بهتر استان استفاده شد. چون منحصراً داده های فنولوژی گندم در ایستگاه هواشناسی کشاورزی زرقان موجود بوده، اساس مطالعه حاضر، داده های هواشناسی کشاورزی ایستگاه زرقان بود. در ابتدا با استفاده از آمار ۱۸ ساله ایستگاه هواشناسی کشاورزی زرقان میزان درجه- روز رشد یا واحدهای حرارتی (GDD) را طی سال های زراعی ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۳ با استفاده از فرمول زیر برای گندم محاسبه گردید.

$$GDD = \sum_{i=1}^N \left\{ \left[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right] - Tb \right\} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه فوق GDD^1 : درجه- روز رشد (واحدهای حرارتی)

T_{\max} , T_{\min} : درجه حرارت های بیشینه و کمینه روزانه (برحسب درجه سلسیوس)

Tb : درجه حرارت پایه (بر حسب درجه سلسیوس)

i : تاریخ شروع مرحله فنولوژی

N : تاریخ پایان مرحله فنولوژی

در این مطالعه صفر بیولوژی گندم 5 درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد و در روزهایی که دمای متوسط روزانه برابر یا کمتر از دمای پایه بود، GDD صفر در نظر گرفته شد. (۱۷ و ۱۸) بعد از محاسبه GDD برای مرحله جوانه زنی و گلدهی در زرقان به روش معکوس تاریخ جوانه زنی و گلدهی گندم، با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی ایستگاه های استان از نظر تاریخ کاشت، برای هر یک از ایستگاه های مورد مطالعه استان برآورد و نقشه های هم تاریخ استان ترسیم گردید. بمنظور تفکیک استان از نظر تاریخ کاشت پرسشنامه ای در استان توزیع گردید که حاصل نتایج آن مبنای تاریخ کشت هر یک از ایستگاه های مورد مطالعه در استان قرار گرفت که در جدول ۱ مشخص شده است.

جدول ۱- تاریخ کاشت در مناطق مختلف استان فارس (۱)

ردیف	منطقه استانی	زمان کاشت	ایستگاه های مورد مطالعه
۱	شمالی	۱۵ مهر	اقلید،آباده،ایزدخواست،بوانات
۲	مرکزی	۱۵ آبان	زرقان،شیراز،سد درودزن

¹. GDD: Growth Degree Days

۳	جنوبی	۱۰ آذر	فسا، لار، لامرد، نیریز، داراب
---	-------	--------	-------------------------------

جهت تعیین تاریخ شروع اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره در استان فارس با استفاده از آمار دمای کمینه روزانه و با در نظر گرفتن دمای زیانبخش، برای مراحل جوانه زنی و گلدهی، اقدام به استخراج اولین تاریخ رخداد دما برای آستانه ۱- در طول دوره آماری و برای هر سال زراعی شد. این تاریخ ها بر اساس تقویم ژولیوسی به عدد تبدیل و سپس سری اعداد زمانی برای اولین و آخرین یخبندان بدست آمد. با استفاده از نرم افزار HYFA با توزیع های کلاسیک همانند: نرمال، لوگ نرمال، پیرسون، گمبل و گاما برازش داده شد. بهترین توزیع برای هر سری زمانی مشخص و در نهایت از فایل خروجی این نرم افزار احتمال رخداد شروع اولین و آخرین یخبندان با احتمالات ۰.۵٪، ۰.۷۵٪ و ۰.۹۰٪ بدست آمد. با توجه به اینکه در کشاورزی ریسک ۲۵ درصد یا به عبارت دیگر احتمال ۰.۷۵٪ منطقی تر است، بر این اساس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) اطلاعات بدست آمده تبدیل به نقشه گردید و در نهایت استان فارس از حیث تاریخ شروع اولین و آخرین یخبندان پهنه بندی شد.

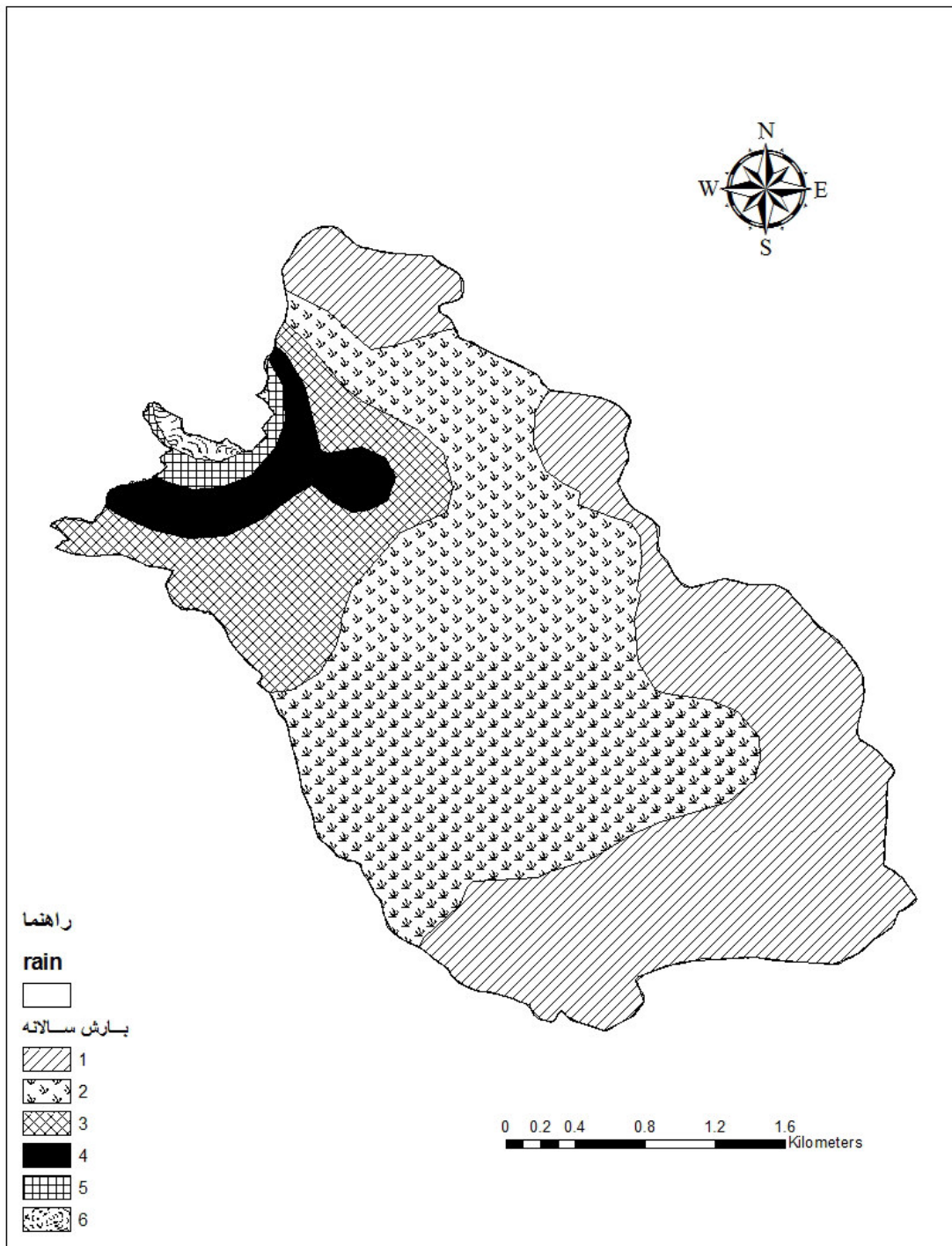
روش تولید و تهیه نقشه توسط نرم افزار GIS:

جهت تولید نقشه های GIS در این مطالعه و گسترش اطلاعات نقاط به پهنه جهت کل استان، در ابتدا از اطلاعات مورد نظر یک بانک اطلاعاتی در محیط Excel طراحی گردید و پس از آن با فراخوانی این لایه اطلاعاتی به محیط GIS و بر اساس نقشه پایه استان اقدام به پهنه بندی پارامترهای مذکور گردید. با توجه به اینکه در نرم افزار Arc map روش های مختلفی جهت پهنه بندی وجود داشت و لازم بود روش های مختلف ارزیابی گردد. پس از ارزیابی روش های IDW یا میانگین وزنی فاصله، اسپیلاین، کریجینگ (روش های مختلف) بر اساس معیار MAE مطابق فرمول زیر بهترین روش جهت تعیین پهنه های مورد نظر روش IDW یا میانگین وزنی فاصله در نظر گرفته شد با توجه به اینکه مقیاس کلی نقشه های پایه استان فارس ۱:۲۵۰۰۰۰ بوده و در نهایت بر اساس این روش پهنه های تاریخ جوانه زنی، تاریخ گلدهی، تاریخ اولین یخبندان پاییزه، تاریخ آخرین یخبندان بهاره و نیز ریسک سرما بدست آمد.

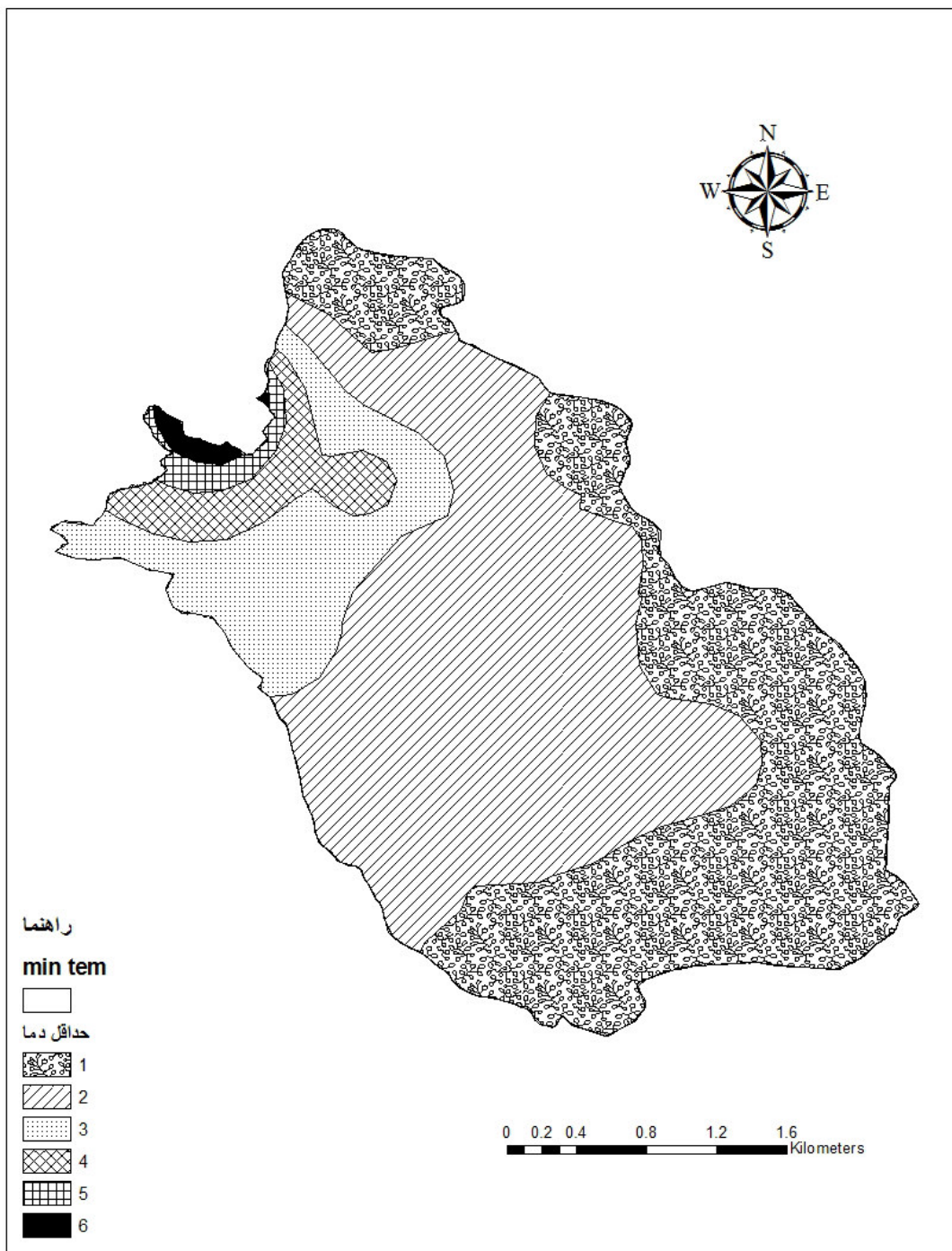
نتایج و بحث

مطالعه و بررسی داده های ایستگاه های مورد نظر، زمان کاشت در هر یک از ایستگاه های موجود استان را در جدول (۱) نشان می دهد.

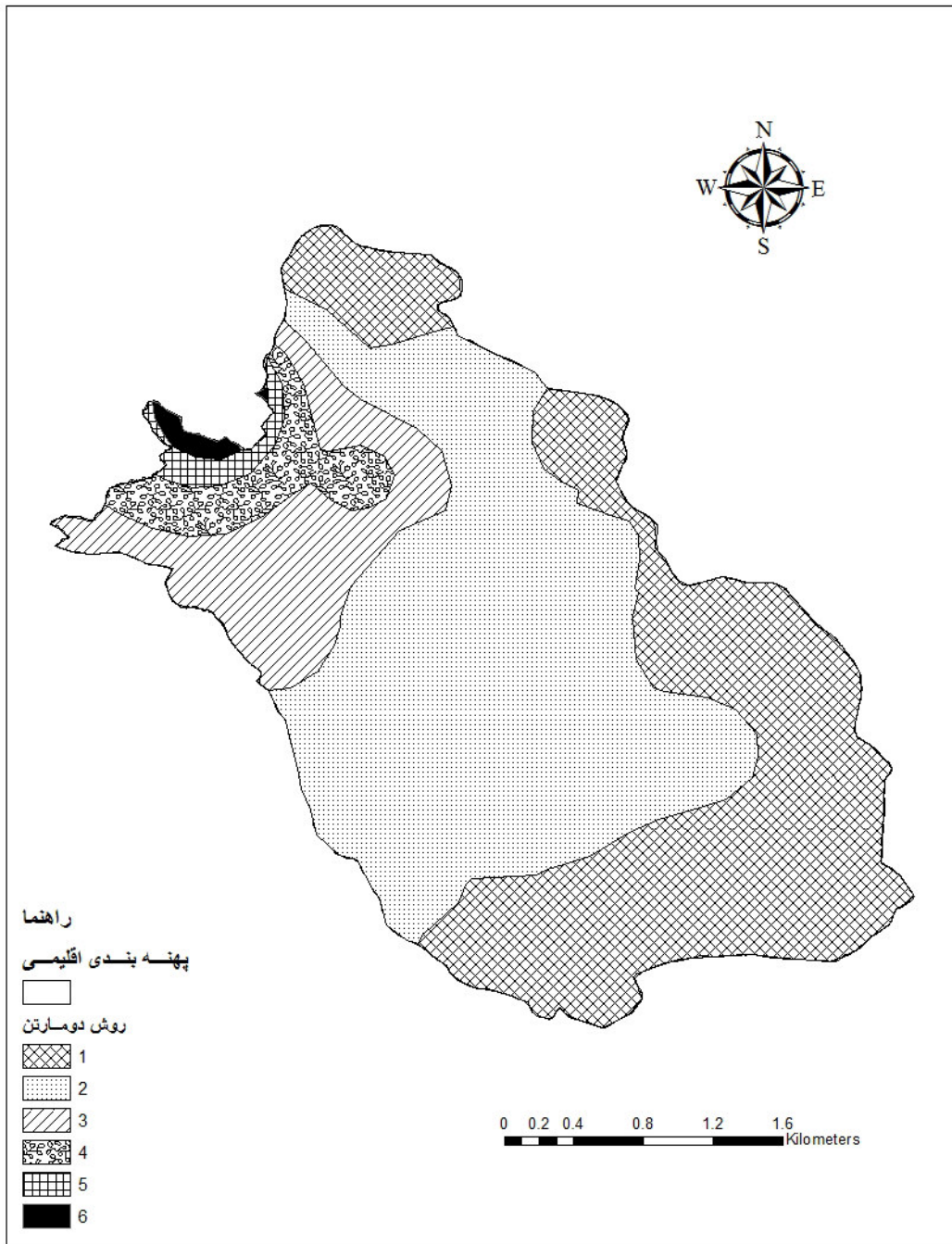
پهنه بندی استان فارس از نظر بارش، متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال و اقلیم استان فارس در نقشه های ۳، ۴، ۵ نشان داده شده است که گویای تفاوت هایی از نظر هر یک از فاکتورهای آب و هوایی است همچنین مشخصات هر یک از ایستگاه های هواشناسی و اقلیم آنها در جدول ۲ محاسبه و ارائه شده است.



نقشه ۳- پهنه بندی بارش سالانه استان فارس بر اساس ایستگاه های تحت مطالعه



نقشه ۴- پهنه بندی متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال در استان فارس بر اساس ایستگاه های تحت مطالعه



نقشه ۵- پهنه بندی اقلیم استان فارس بر اساس روش دومارتن گسترش یافته

جدول ۲- متغیرهای اقلیمی بلند مدت ایستگاه های مورد مطالعه و نوع اقلیم آنها

ردیف	نام ایستگاه	متوسط بارندگی سالانه (mm)	متوسط دمای سالانه (درجه سانتیگراد)	سردترین ماه سال	سردترین ماه سال (درجه سانتیگراد)	متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال (m) (درجه سانتیگراد)	ضریب دومارتن	نوع اقلیم
۱	آباده	۱۳۵٫۸	۱۴٫۳	دی	۳٫۴	-۳٫۱	۵٫۶	خشک سرد
۲	اصفهان	۱۲۲٫۸	۱۶٫۲	دی	۳٫۴	-۲٫۵	۴٫۷	خشک سرد
۳	اقلید	۳۱۳٫۱	۱۲٫۷	بهمن	۲٫۳	-۳٫۴	۱۳٫۲	نیمه خشک سرد
۴	ایزدخواست	۱۵۶	۱۳٫۸	بهمن	۲٫۶	-۲٫۹	۶٫۶	خشک سرد
۵	بندر عباس	۱۸۲٫۵	۲۷٫۰	دی	۱۷٫۸	۱۲٫۳	۴٫۹	خشک گرم
۶	یوانات	۲۱۸٫۴	۱۳٫۴	دی	۲	-۳٫۳	۹٫۳	خشک سرد
۷	بوشهر	۲۷۹٫۱	۲۴٫۶	دی	۱۴٫۴	۱۰٫۲	۸٫۱	خشک گرم
۸	داراب	۲۷۳٫۲	۲۲٫۰	دی	۱۰٫۳	۴٫۱	۸٫۵	خشک گرم
۹	زرقان	۳۲۹٫۸	۱۶٫۱	بهمن	۵٫۵	-۱٫۴	۱۲٫۶	نیمه خشک سرد
۱۰	سد درودزن	۴۹۵٫۱	۱۷٫۶	دی	۵٫۷	۱٫۰	۱۷٫۹	نیمه خشک معتدل
۱۱	سیرجان	۱۴۱٫۵	۱۷٫۳	دی	۵٫۶	-۱٫۱	۵٫۲	خشک سرد
۱۲	شیراز	۳۳۳٫۳	۱۸٫۰	دی	۶٫۶	۰٫۷	۱۱٫۹	نیمه خشک معتدل
۱۳	فسا	۳۰۲٫۷	۱۹٫۲	دی	۸٫۲	۱٫۴	۱۰٫۴	نیمه خشک معتدل
۱۴	لار	۲۰۹٫۶	۲۳٫۵	دی	۱۱٫۷	۴٫۸	۶٫۳	خشک گرم
۱۵	لامرد	۲۲۲٫۲	۲۵٫۳	دی	۱۴٫۱	۷٫۵	۶٫۳	خشک گرم
۱۶	نی ریز	۱۹۹٫۴	۱۹٫۳	دی	۷٫۰	۲٫۰	۶٫۸	خشک معتدل
۱۷	یاسوج	۸۶۴٫۹	۱۵٫۲	دی	۳٫۲	-۴٫۰	۳۴٫۳	مرطوب سرد
۱۸	یزد	۶۰٫۸	۱۹٫۱	بهمن	۵٫۹	-۰٫۴	۲٫۱	خشک سرد

میانگین GDD برای مراحل جوانه زنی و گلدهی گندم در ایستگاه زرقان طی سالهای ۱۳۶۷ الی ۱۳۸۴، در جدول ۳ مشخص است. بررسی ها نشان داد که بر اساس مطالعات انجام شده بر روی داده های فنولوژیکی گندم در ایستگاه زرقان نیاز حرارتی مرحله جوانه زنی ۴۴ درجه روز و گلدهی ۸۵۸ درجه روز است.

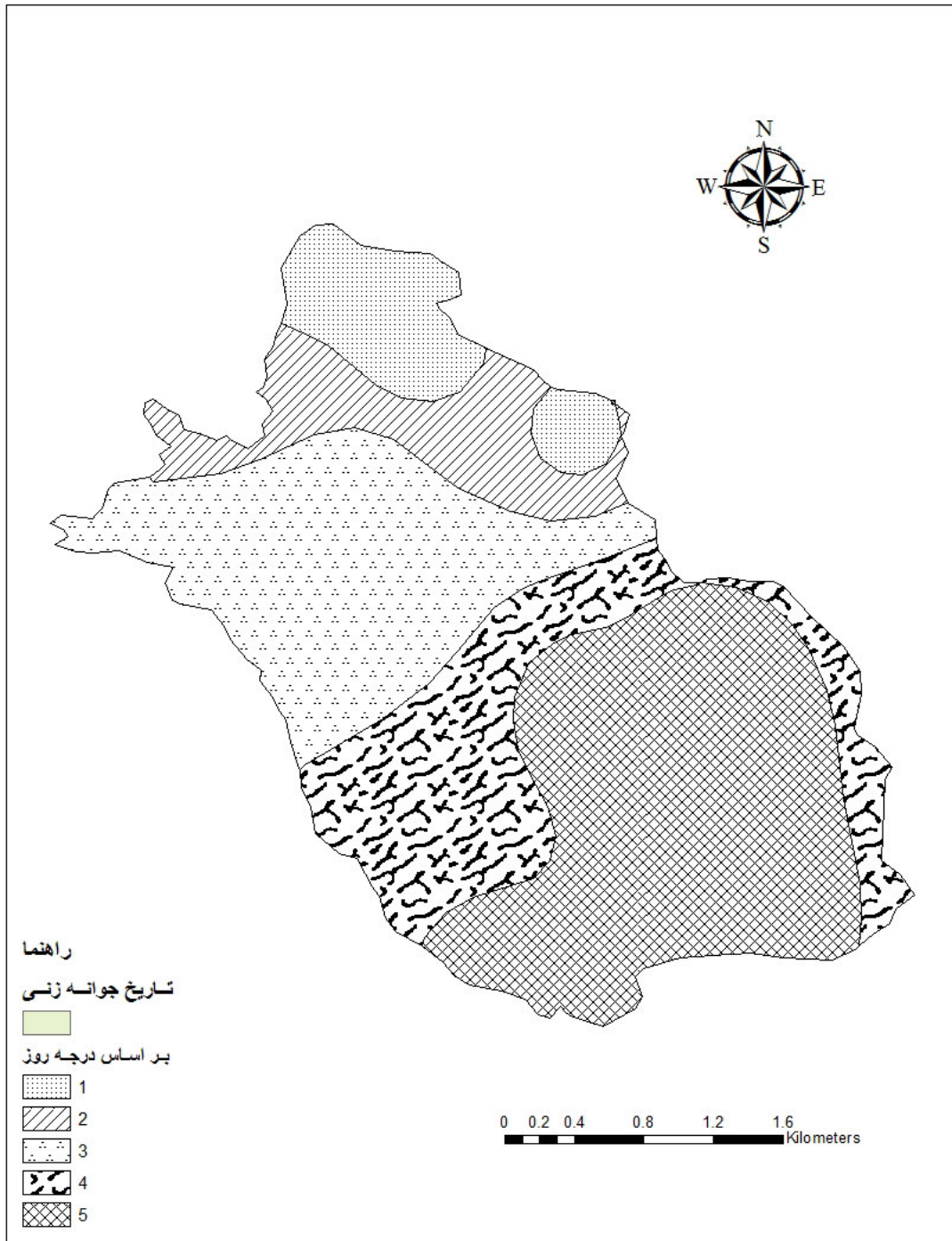
جدول ۳- میانگین GDD مراحل جوانه زنی و گلدهی گندم در ایستگاه زرقان طی سالهای ۱۳۶۷ الی ۱۳۸۴

نام ایستگاه	سال شمسی	GDD جوانه زنی	GDD گلدهی
زرقان	۱۳۶۷	64.5	۶۴۹.۵
زرقان	۱۳۶۸	26	۹۳۴
زرقان	۱۳۶۹	41.5	۷۷۲
زرقان	۱۳۷۰	26.5	۶۴۸
زرقان	۱۳۷۱	54	۸۴۳
زرقان	۱۳۷۲	80	۹۵۵
زرقان	۱۳۷۳	45	۷۳۶
زرقان	۱۳۷۴	12.5	۷۲۱.۵
زرقان	۱۳۷۵	23	۷۰۳
زرقان	۱۳۷۶	92.5	۱۰۹۱.۵
زرقان	۱۳۷۷	83	۸۹۲
زرقان	۱۳۷۸	10.5	۹۷۶.۵
زرقان	۱۳۷۹	18.5	۸۹۵
زرقان	۱۳۸۰	72	۸۸۹
زرقان	۱۳۸۱	17.5	۸۰۴
زرقان	۱۳۸۲	51	۱۰۹۶
زرقان	۱۳۸۳	46	۷۷۶
زرقان	۱۳۸۴	27	۱۰۵۹.۵
میانگین GDD طی ۱۸ سال		۴۴ درجه روز	۸۵۸ درجه روز

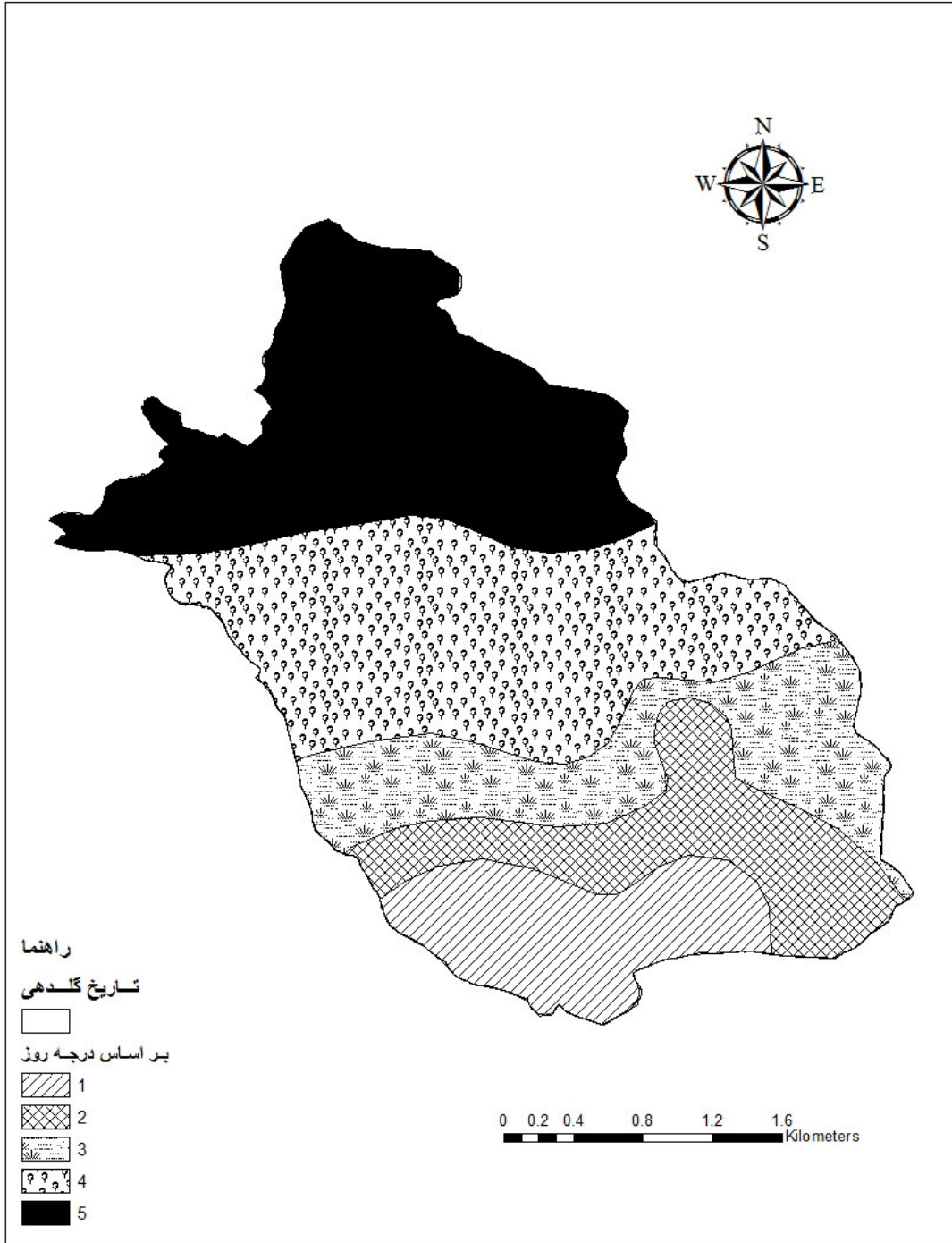
با توجه به میانگین GDD مراحل جوانه زنی و گلدهی گندم در ایستگاه زرقان زمان مراحل جوانه زنی و گلدهی گندم در دیگر ایستگاه های استان به روش معکوس در جدول ۴ آورده شده است که نقشه های ۶ و ۷ پهنه بندی این مراحل در سطح استان فارس را نشان می دهد.

جدول ۴- برآورد تاریخ جوانه زنی و گلدهی گندم آبی در ایستگاههای شمال-مرکز-جنوب استان فارس

تاریخ گلدهی	تاریخ جوانه زنی	نام ایستگاه	مرکزیت ایستگاه
۲۳، اردیبهشت	۷/۱۹	اقلید	ایستگاه های شمال
۱۰، اردیبهشت	۷/۱۸	آباده	
۱۷، اردیبهشت	۷/۱۸	ایزدخواست	
۱۴، اردیبهشت	۷/۱۹	بوانات	
۲، اردیبهشت	۸/۱۹	سددرود زن	ایستگاه های مرکز
۲۱، فروردین	۸/۱۹	شیراز	
۲۹، فروردین	۹/۱۹	فسا	ایستگاه های جنوب
۲۴، اسفند	۹/۱۷	لار	
۵، اسفند	۹/۱۳	لامرد	
۲۹، فروردین	۹/۱۹	نیریز	
۵، فروردین	۹/۱۶	داراب	



نقشه ۶- تاریخ جوانه زنی در مناطق مختلف استان فارس بر اساس درجه روز

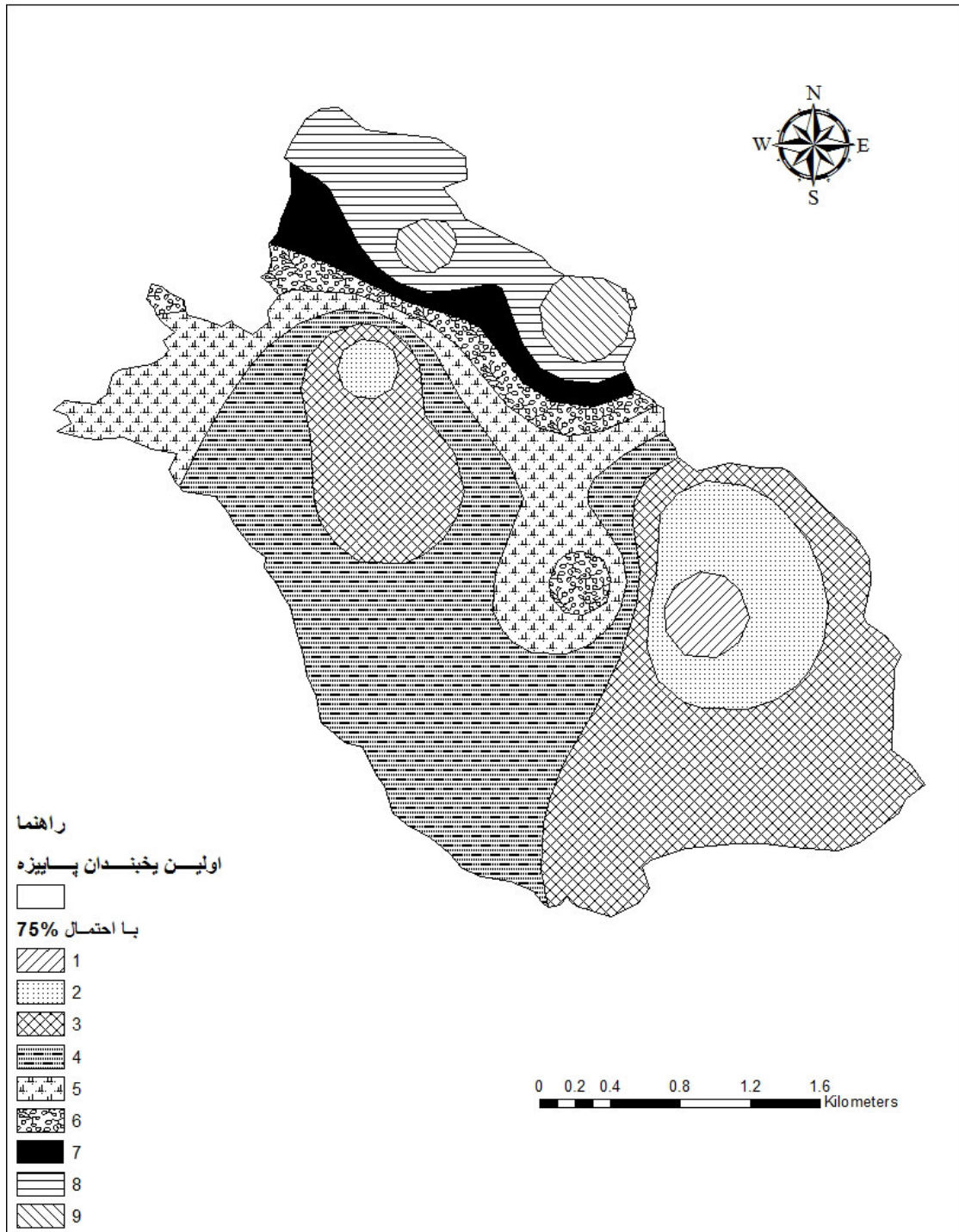


نقشه ۷- تاریخ گلدهی در مناطق مختلف استان فارس بر اساس درجه روز

جدول ۵ و ۶ چگونگی ریسک سرما برای تاریخ شروع اولین و آخرین یخبندان را برای احتمالات مختلف نشان می دهد. نقشه های ۸ و ۹ نیز پهنه بندی استان فارس را برای این دو سرما با احتمال وقوع ۷۵٪ بعد از تاریخ های اعلام شده نشان می دهد.

جدول ۵- تاریخ شروع اولین یخبندان پاییزه با احتمالات مختلف

نام ایستگاه	نوع توزیع	احتمالات (درصد)			زودترین یخبندان	دیرترین یخبندان
		٪ ۹۰	٪ ۷۵	٪ ۵۰		
آباده	لوگ پیرسون	۲۲ آبان	۱۷ آبان	۱۳ آبان	۱۲ آبان	۶ آذر
اقلید فارس	لوگ نرمال	۲۱ آبان	۱۶ آبان	۱۱ آبان	۱۱ آبان	۶ آذر
ایزدخواست	نرمال	۲۶ آبان	۲۰ آبان	۱۵ آبان	۱۲ آبان	۷ آذر
بوانات	نرمال	۲۶ آبان	۲۳ آبان	۱۹ آبان	۱۹ آبان	۶ آذر
داراب	نرمال	۱۹ دی	۳ دی	۱۹ آذر	۱۴ آذر	۱۰ بهمن
زرقان	نرمال	۲۸ آبان	۲۲ آبان	۱۶ آبان	۱۱ آبان	۱۵ آذر
سددروذن	نرمال	۲۹ آذر	۱۷ آذر	۶ آذر	۲۹ آبان	۲۴ دی
شیراز	سه لوگ نرمال	۲۰ آذر	۳ آذر	۲۰ آبان	۲۰ آبان	۴ بهمن
فسا	نرمال	۲۰ آذر	۱۰ آذر	۳۰ آبان	۲۸ آبان	۸ دی
لار	دو لوگ نرمال	۹ دی	۲۹ آذر	۲۱ آذر	۲۳ آذر	۱۰ بهمن
لامرد	موردی مشاهده نشد					
نی ریز	سه لوگ نرمال	۲۶ آذر	۱۹ آذر	۱۳ آذر	۱۳ آذر	۲۶ دی

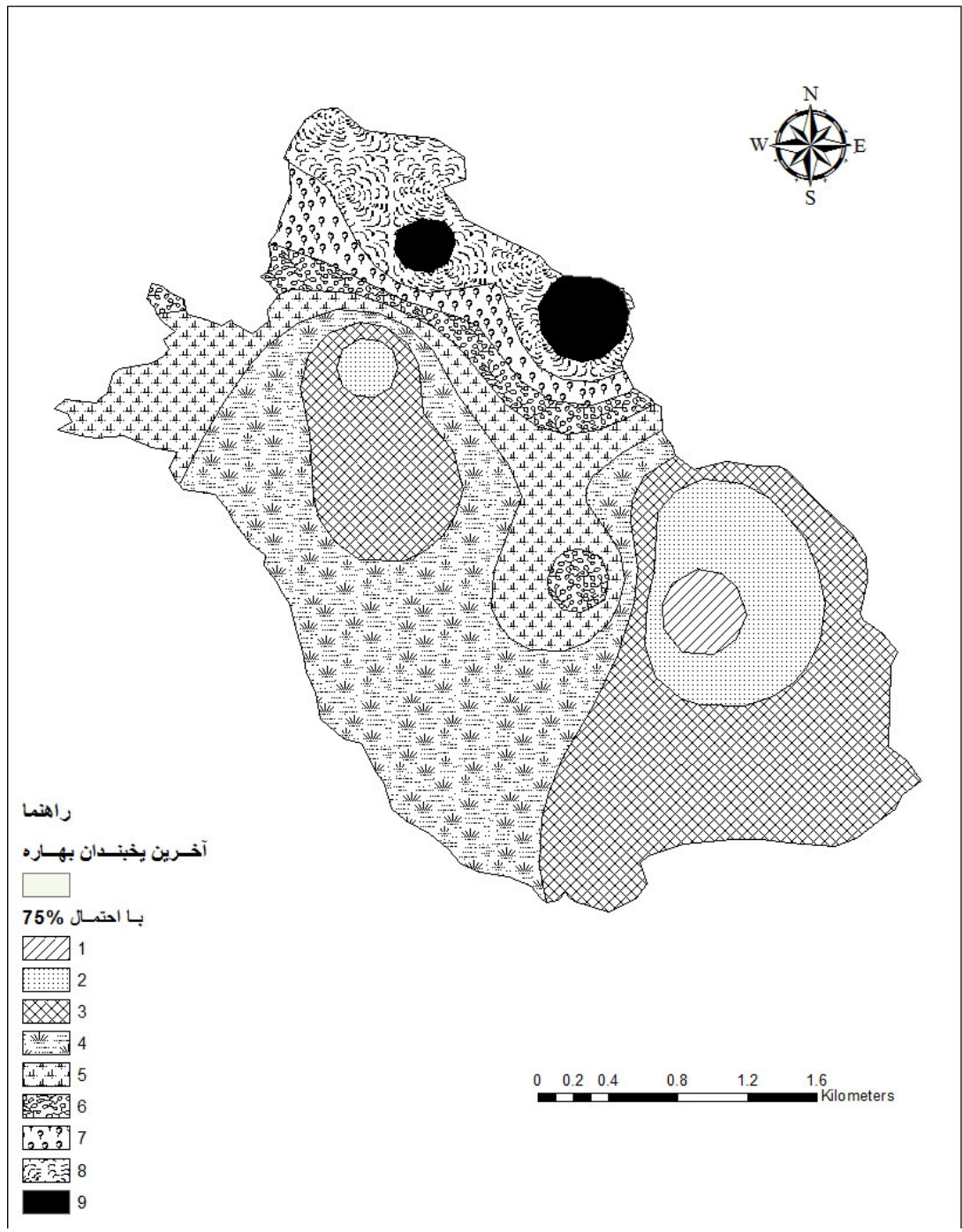


نقشه ۸- پهنه بندی تاریخ اولین یخبندان پاییزه با احتمال ۷۵ درصد

همان طور که در نقشه ۸ مشاهده می گردد گستره ی تاریخ شروع اولین یخبندان در استان فارس شانزده آبان تا سوم دی ماه می باشد. در مناطق شمالی استان شامل شهرستان های آباد، شرق اقلید و شمال خرمیید تاریخ شروع اولین یخبندان، شانزده تا بیست و دوم آبان ماه می باشد. در شهرستان های بوانات، خرمیید و مرکز و غرب شهرستان اقلید تاریخ رخداد اولین یخبندان با آستانه ی دمایی ۱- درجه سانتی گراد، بیست و سه تا بیست و نهم آبان ماه تعیین گردیده است. در شهرستان های نور آباد ممسنی و مرکز شهرستان شیراز و قسمتی از ارسنجان و پاسارگارد این رخداد در تاریخ سی آبان تا چهارم آذر ماه تعیین شده است. در قسمت های مرکزی و شمال غربی استان تاریخ شروع اولین یخبندان پنجم تا نهم آذر ماه و در مناطق مرکز به سمت جنوب استان شامل شهرستان های جهرم، فسا، لار، لامرد، فیروز آباد فراشبند، قیر و کارزین، مهر، داراب و زرین دشت این رخداد از اواسط آذر ماه لغایت سوم دی ماه بوده و در مناطق جنوبی در بعضی از سالها این آستانه دمایی رخ نداده است.

جدول ۶- تاریخ شروع آخرین یخبندان بهاره با احتمالات مختلف

نام ایستگاه	نوع توزیع	احتمالات(درصد)			دیرترین یخبندان	زودترین یخبندان
		%۵۰	%۷۵	%۹۰		
آباد	نرمال	۱ فروردین	۱۱ فروردین	۱۶ فروردین	۱۲ اسفند	۲۰ فروردین
اقلید فارس	نرمال	۱۳ فروردین	۲۴ فروردین	۲۹ فروردین	۲۰ اسفند	۳۰ فروردین
ایزدخواست	سه لوگ نرمال	۲۸ اسفند	۹ فروردین	۱۴ فروردین	۲۰ اسفند	۲۰ فروردین
بوانات	نرمال	۱۷ فروردین	۲۷ فروردین	۱ اردیبهشت	۲۵ اسفند	۱۱ اردیبهشت
داراب	نرمال	۶ بهمن	۲۷ دی	۱۰۹	۱۵ دی	۲۳ بهمن
زرقان	نرمال	۱ فروردین	۱۴ اسفند	۷ اسفند	۴ اسفند	۸ فروردین
سددروذن	سه لوگ نرمال	۱۵ بهمن	۹ بهمن	۵ بهمن	۴ بهمن	۳ اسفند
شیراز	نرمال	۲۵ بهمن	۱۶ بهمن	۸ بهمن	۱ بهمن	۲۱ اسفند
فسا	نرمال	۱۲ اسفند	۲۲ اسفند	۲۷ اسفند	۲۵ بهمن	۲۹ اسفند
لار	سه لوگ نرمال	۲۹ دی	۱۹ بهمن	۲ اسفند	۵ دی	۱۳ اسفند
فرودگاه لامرد	موردی مشاهده نشد					
نی ریز	نرمال	۱۲ بهمن	۶ بهمن	۱ بهمن	۳۰ دی	۲۴ بهمن



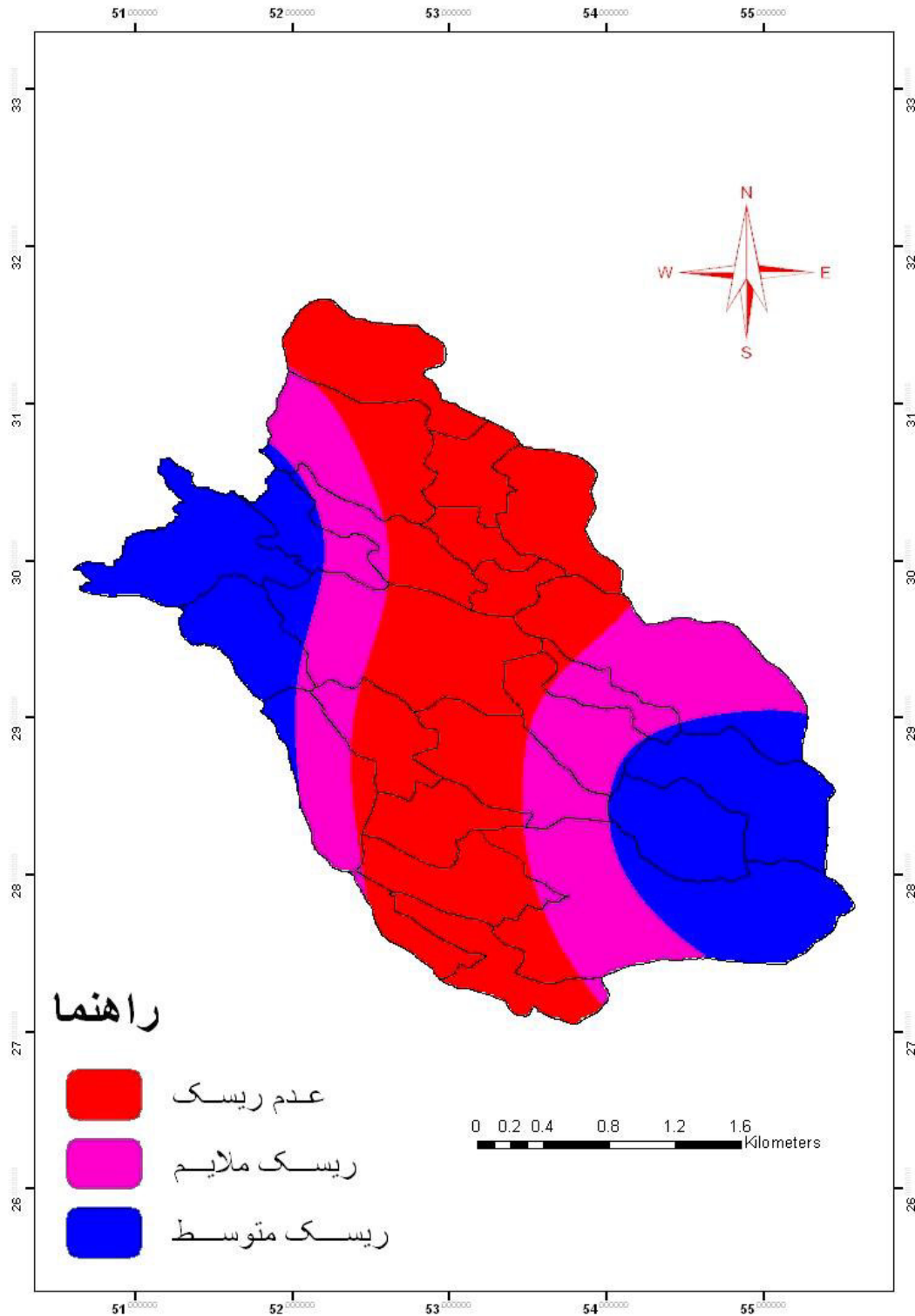
نقشه ۹- پهنه بندی تاریخ آخرین یخبندان بهاره با احتمال ۷۵ درصد

نتایج نقشه ۹ نشان می دهد که دامنه ی تاریخ شروع آخرین یخبندان در استان فارس بیست و هفت دی تا بیست و هفت فروردین ماه می باشد. مناطق شمالی استان شامل شهرستان های آباءه، شرق اقلید و خرمبید و بوانات تاریخ آخرین یخبندان این مناطق یکم تا بیست و هفتم فروردین ماه می باشد. در شهرستان های جنوب شرقی استان شامل شهرستان های لارستان، زرین دشت، داراب، جنوب فسا و جنوب استهبان زمان رخداد آخرین دمای ۱- با احتمال ۷۵٪ بعد از بیست و هفت دی تا بیست و هفت بهمن ماه می باشد. در شهرستان های نور آباد ممسنی و قسمتی از فسا، جهرم و اقلید این رخداد در تاریخ بعد از ششم تا شانزده اسفند ماه اتفاق می افتد. در قسمت های مرکزی و جنوب غربی استان تاریخ شروع آخرین یخبندان بیست و نهم بهمن تا پنجم اسفند ماه بوده و به طور کلی رخداد آخرین یخبندان در شهرستان های شمالی دیرتر و در مناطق جنوبی زودتر به وقوع می پیوندد و به عبارت دیگر در مناطق شمالی استان فاصله بین اولین یخبندان زیاد و در مناطق جنوبی این فاصله اندک است.

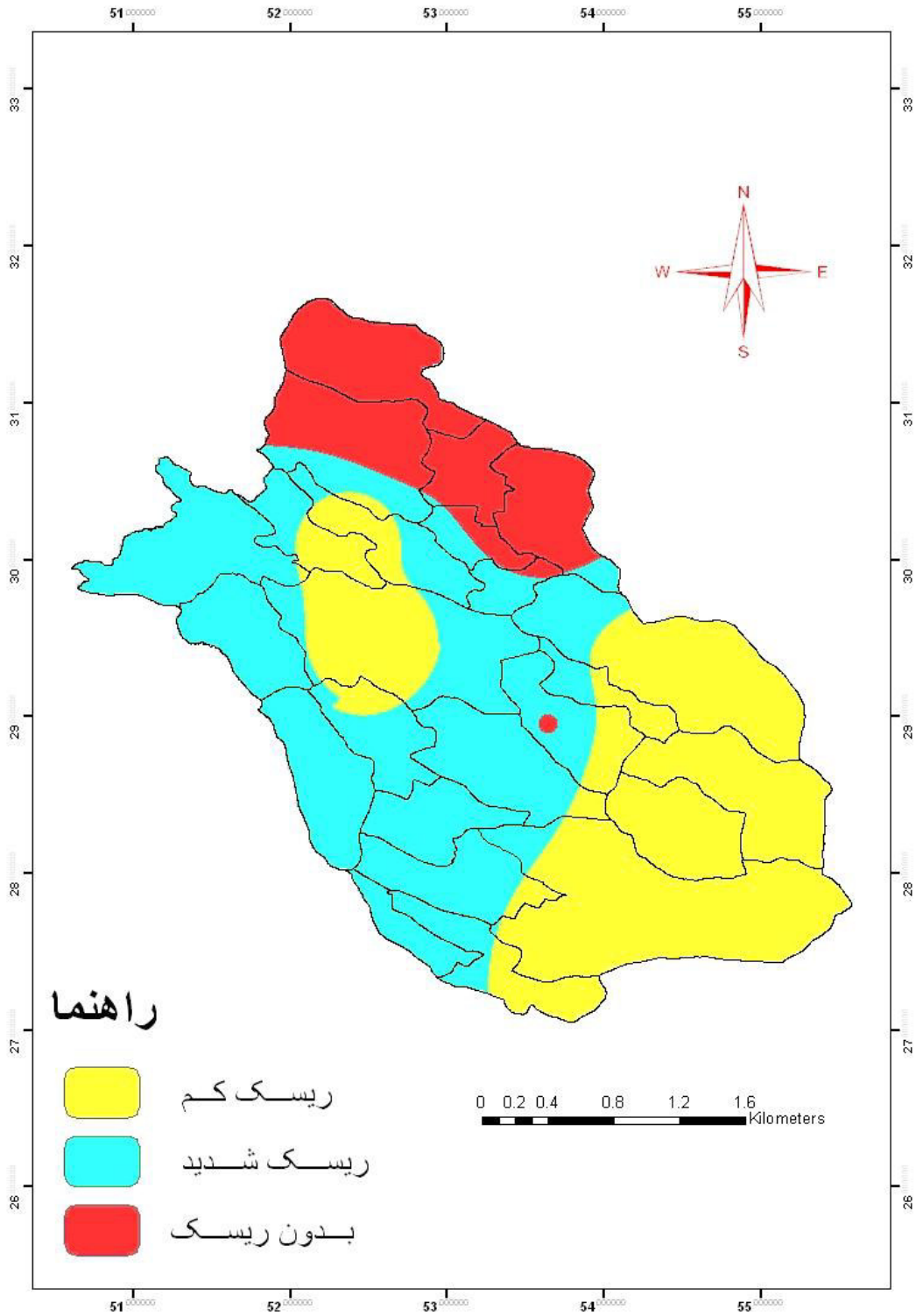
ریسک سرمازدگی در مناطق مختلف استان برای مراحل جوانه زنی و گلدهی در نقشه های ۱۰ و ۱۱ مشخص شده است. این نقشه ها با تلفیق و همپوشانی نقشه های تاریخ شروع اولین یخبندان پاییزه و آخرین یخبندان بهاره و درجه روزهای مرحله جوانه زنی و گلدهی بدست آمد و روش های پهنه بندی آنها همانطور که قبلاً توضیح داده شد IDW می باشد.

در مرحله جوانه زنی این نقشه ها نشان می دهد که مناطق شمال شرقی و قسمتی از مرکز و جنوب ریسک سرمازدگی وجود نداشته و تنها در باند شمال غربی به سمت جنوب و در حاشیه ی جنوب و شمال غرب استان ریسک سرما زدگی برای مرحله جوانه زنی وجود دارد.

در مرحله گلدهی نیز ریسک سرما زدگی برای مناطق شمال شرقی استان وجود نداشته و در مناطق جنوب شرقی و قسمتی از مرکز استان ریسک سرمازدگی کم و در بقیه ی نقاط استان ریسک سرمازدگی در مرحله گلدهی شدید می باشد و این بدین معنی است که در صورتی که تاریخ کاشت در این مناطق به درستی انجام نگیرد احتمال خسارت در مرحله گلدهی وجود دارد.



نقشه ۱۰- پهنه بندی مناطق مختلف استان فارس بر اساس ریسک سرمازدگی در مرحله جوانه زنی



نقشه ۱۱- پهنه بندی مناطق مختلف استان فارس بر اساس ریسک سرمایه‌گذاری در مرحله گلدهی

نتایج حاصل از آمار و اطلاعات صندوق بیمه محصولات کشاورزی نشان می دهد که پرداخت خسارت توسط این صندوق در سال های مختلف تفاوت هائی داشته است و لیکن با منظور نمودن شاخص عملکرد مشخص شد که افت عملکرد در سال های ۷۶ تا ۸۵ معنی دار بوده است.

جدول ۷- محاسبه ی میزان عملکرد گندم آبی در استان فارس طی سال های ۷۶ الی ۸۵

ردیف	سال زراعی	مقدار عملکرد X	X-A	(X-A) ²	عملکرد Z
۱	۸۵-۸۶	۴۷۲۴٫۶۵	515.584	265826.8611	1.04
۲	۸۴-۸۵	۴۴۶۶٫۷۵	257.684	66401.04386	0.52
۳	۸۳-۸۴	۴۶۱۰٫۷۷	401.704	161366.1036	0.81
۴	۸۲-۸۳	۴۵۵۷٫۹۹	348.924	121747.9578	0.70
۵	۸۱-۸۲	۴۲۶۵٫۴۷	56.404	3181.411216	0.11
۶	۸۰-۸۱	۴۵۷۸٫۹۷	369.904	136828.9692	0.74
۷	۷۹-۸۰	۳۵۵۳٫۳۸	-655.686	429924.1306	-1.32
۸	۷۸-۷۹	۳۲۰۷٫۹۸	-	1002173.179	-2.01
۹	۷۷-۷۸	۴۰۶۲٫۹۹	-146.076	21338.19778	-0.29
۱۰	۷۶-۷۷	۴۰۶۱٫۷۱	-147.356	21713.79074	-0.30
		4209.066		2230501.645	
				247833.5161	
				497.828802	

میانگین $A=4209.066$

انحراف معیار $S=497.828802$

عملکرد $Z=(X-A)/S$

با بررسی های انجام شده بر روی تمامی فاکتورهای این مطالعه معادله ای بدست آمد که بر مبنای چهار فاکتور اصلی بنا شده است.

$$Z = -3.74793 + 0.0375326 * ef - 0.028721 * gf + 0.16879 * gg - 0.0589967 * sf$$

در این رابطه :

ef= آخرین یخبندان بهاره

sf = اولین یخبندان پاییزه

gf = درجه -روز رشد مرحله گلدهی

gg = درجه- روز رشد مرحله جوانه زنی

از این رابطه نتیجه می‌گیریم، با توجه به علامت مثبت ef و gg ، آخرین یخبندان بهاره و درجه- روز رشد مرحله جوانه زنی می‌تواند بر عملکرد اثر افزایشی داشته باشد و بالعکس با توجه به علامت منفی درجه- روز رشد مرحله گلدهی یا gf و نیز اولین یخبندان پاییزه یا sf ، اثر کاهشی این دو عامل بر عملکرد را می‌توان انتظار داشت.

با جایگزینی فاکتورهای اولین یخبندان پاییزه، آخرین یخبندان بهاره، درجه- روز رشد مرحله جوانه زنی، درجه- روز رشد مرحله گلدهی در رابطه ۲ مشاهده گردید که بیشترین تأثیر فاکتورهای فوق الذکر بر روی عملکرد را فاکتورهای، آخرین یخبندان بهاره و درجه- روز رشد مرحله گلدهی دارا می‌باشند.

منابع

- ۱- احمدی ، غین ؛ جهانگیری ، زهره ؛ کمالی ، غلامعلی ؛ نوحی ، کیوان : ۱۳۸۴ ، " تأثیرات سرمازدگی بر محصول پسته و راهکارهای مقابله با آن (استان کرمان) " ، مجموعه مقالات همایش علمی - کاربردی راههای مقابله با سرمازدگی ، یزد ، آذر ۱۳۸۴ .
- ۲- اداره آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی استان فارس.
- ۳- اقلیم و گردشگری در استان فارس. ۱۳۸۰. کمیته تخصصی مقابله با خطرات ناشی از بلایای طبیعی، وزارت راه و ترابری، سازمان هواشناسی کشور.
- ۴- اوحدی ، دلناز : ۱۳۸۴ ، " بررسی کمی خطر سرمازدگی در مراحل مختلف فنولوژی محصولات باغی مطالعه موردی (کرج ، گلستان ، سمیرم) " ، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی کرج - دانشگاه تهران .
- ۵- خواجه پور، محمد رضا. ۱۳۶۵. اصول و مبانی زراعت، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۶- خوشحال، جواد. ۱۳۶۸. " بررسی یخبندان در ارتباط با محصولات کشاورزی استان اصفهان "، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه اصفهان.
- ۷- دن مورگان. ۱۳۷۹. " غول های غلات "، ترجمه امیرحسین جهاننگلو نشریه نو.
- ۸- رحیمی، محمد. ۱۳۷۸. " بررسی احتمال زمانی وقوع یخبندان های دیر رس بهاره و زودرس پاییزه در البرز مرکزی "، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- ۹- قطره سامانی ، سعید : ۱۳۸۳ ، " تحلیل سینوپتیکی آغاز و خاتمه یخ بندان در استان چهارمحال و بختیاری " پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز تحصیلات تکمیلی میرداماد.

10. Ellis, R.H, Keatinge, J.D.H, 1995. Defining critical weather events in the phenology of lentil for winter sowing in the west Asian highlands. *Agri & forest meteorol.*
11. Lomas, J, Zamet, D. 1994. Longterm analysis and modeling of agroclimatic effects on national avocado yields in Israel. *Agri & forest meteorol.*
12. Lindon, L, Rita, H, and Suojala, T. 1996. Logit models for estimating lethal temperatures in apple. *Hortscience.*
13. Wielgolaski, F.E. 1999. Starting dates and basic temperature in phenological observations of plants. *Int J Biometeorol.*
14. Zinoni, F, Antolini, G, Campisi, T and Marletto, V. 2002. Characterisation of Emilia-Romagna region in relation with late frost risk. *Physics & chemistry of the earth.*
15. Hari, P, Carter, T.R, Hakkini, R. 2004. Spring phenology & frost damage risk of *Betula sp* under climatic warming.
16. Wielgolaski, F.E. 2004. Phenological modifications in plants by various edaphic factors. *Int J. of Biometeorol.*
- 17- USDA-ARS, 1999, Great Plains Systems Research, P.O.Box E, Fort Collins, CO 80522, USA
- 18- USDA-ARS, 2000, Soil and Water Conservation Research, 119 Keim Hall, University of NEBRASKA, Lincoln, NE 68583-0934, USA