

پهنه بندی اقلیم - کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

نمونه موردی: استان فارس

یدا... بلیانی*

دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران

زهرا حجازی زاده

استاد گروه اقلیم شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران

عبد... فرجی

استادیار گروه اقلیم شناسی دانشگاه زنجان

علی بیات

کارشناس ارشد اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی

چکیده

شناخت اقلیم و پارامترهای مورد نیاز محصولهای کشاورزی از مهمترین عوامل موثر در تولید است. با بررسیهای هواشناسی کشاورزی می توان امکانات بالقوه را در مناطق مختلف مشخص و حداکثر بهره برداری را کرد. به علت توانهای بالقوه دیم زارهای استان فارس، بررسی جامعی بر اساس آمار ۲۰ ساله عناصر اقلیمی انجام گرفت. به این منظور با توجه به شرایط فنولوژیکی گندم و تطبیق آن با شرایط اقلیمی مورد نیاز در استان فارس به بررسی شاخصهای موثر در کشت محصول پرداخته شده است. در نهایت با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به پهنه بندی عناصر اقلیمی و همچنین وزن گذاری آنها اقدام شد. سپس مناطق مناسب و نامناسب استان جهت کشت گندم دیم مشخص گردید. نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر این واقعیت می باشد که در بین عناصر اقلیمی عنصر بارش سالانه و نحوه توزیع آن در طول فصول رشد، همچنین درجه حرارت تراکمی مهمترین عامل در فرایند کشت گندم دیم است. عامل محدود کننده اصلی در منطقه مورد مطالعه کمبود بارش و نیاز شدید آبی در اکثر ایستگاهها در فصل بهار (مرحله پر شدن دانه) می باشد که نیازمند حداقل ۱ الی ۲ آبیاری تکمیلی می باشند. ولی بارش در فصل پاییز و زمستان محدودیتی را برای بیشتر مناطق استان ایجاد نمی کند. بر اساس نقشه های استخراج شده از سیستم اطلاعات جغرافیایی حدود ۴۱/۵۴ درصد از مساحت استان که در قسمت های غرب، شمال غرب، محدوده های از مرکز و جنوب غرب که شامل شهرهای کازرون، شیراز، زرقان و فیروزآباد می باشد، دارای استعداد بسیار مناسب، ۱۵/۸۸ درصد متوسط، ۳۶/۹۲ درصد با استعداد مناسب و ۵/۹۹ درصد فاقد استعداد لازم هستند که شامل مناطق شمال شرق و باریکه ای از شرق و محدوده هایی از جنوب استان فارس است را در بر می گیرد.

کلید واژگان: شرایط اقلیمی، استان فارس، گندم دیم، GIS.

مقدمه

توجه به شرایط آب و هوایی و تاثیر آن بر روی کشاورزی از جمله ضروریات جوامع انسانی به منظور تامین نیازهای غذایی می باشد. گندم به عنوان غذای اصلی جوامع بشری در روی کره زمین و توجه به آن و اثرات شرایط آب و هوایی به

خصوصاً تامین مقدار نزولات جوی برای تولید گندم دیم حائز اهمیت فراوان می‌باشد. از لحاظ استراتژیکی نیز محصول گندم می‌تواند از جمله مسائل مهم سیاست گذاری در عرصه‌های مختلف بشمار آید (کریمی، ۱۳۷۱، ۴۸). گندم مهمترین گیاه زراعی روی زمین است. معروف است که هر روز در نقطه‌ای از کره زمین کاشت و در همان روز در نقطه‌ای دیگر برداشت می‌شود. این امر حاکی از توانایی سازش بسیار زیاد این گیاه با اقلیم‌های گوناگون است. به گونه‌ای که گندم از فنلاند در نیمکره شمالی تا آرژانتین در نیمکره جنوبی کشت می‌کنند (امام، ۱۳۸۳، ۲۱-۱۸). هوای سرد و مرطوب در طول رشد؛ باد گرم و خشک در طول تشکیل دانه؛ بهترین شرایط برای گندم است. چنین شرایطی در مناطق نیمه خشک که دارای زمستان‌های معتدل هستند وجود دارد. اکثر مناطق گندم خیز، در نواحی نیمه خشک و نیمه مرطوب واقع است. مناطقی که دارای بارندگی بسیار کمی هستند نیز مساحت زیادی زیر کشت گندم برده می‌شود. در مناطقی که بارندگی زمستانه دارند، معمولاً ۳۰۰ میلی‌متر مقدار حداقل مورد نیاز برای کشت گندم است. و در مناطق نیمه خشکی که دارای بارندگی تابستانه است مقدار و پراکنش بارندگی در طول فصل رشد گندم کافی نیست و به این ترتیب ذخیره رطوبت قبل از کاشت برای تولید گندم ضروری است (کوچکی، ۱۳۵۸، ۳۰-۲۸). رابرتسون^۱ (۱۹۷۴) عملکرد گندم را در رابطه با شرایط جوی در ساسکانچوان طی پنجاه سال مورد بررسی قرار داد. فیشر^۲ (۱۹۷۶) اثر تنش آب را در مراحل مختلف رویش گیاه و عملکرد گندم مورد توجه قرار داد. زانگ^۳ (۱۹۹۴) آزمایش‌های متعددی برای تعیین اثر تغییرات دما و بارندگی روی رشد و نمو گندم زمستانه در کشور چین انجام داد. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییرات درجه حرارت نسبت به بارندگی از اهمیت بیشتری بر روی عملکرد دانه برخوردار است. سایتاپریا^۴ (۱۹۹۹) برای پهنه بندی گیاهان زراعی ذرت خوشه‌ای، برنج، گندم و سیب زمینی در هند از عوامل و از عناصر اقلیمی نظیر ارتفاع از سطح دریا، شیب، دما، بارندگی، طول روز، میزان تبخیر و سرعت باد استفاده کرده است. هادون و جونز^۵ (۲۰۰۱) در پژوهشی که بر روی عکس العمل تولیدات گندم استرالیا و تغییر اقلیم انجام داده‌اند، هزینه و سود حاصل از تغییر غلظت گاز کربنیک اتمسفر و پیامدهای آن را بر تولید گندم مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق مشخص شد که در صورت عدم استفاده از روش‌های سازگاری با شرایط تغییر اقلیم در مناطق نیمه خشک استرالیا، سطح زیر کشت گندم به دلیل کاهش عملکرد بالقوه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت و این امر منجر به کاهش چشمگیر اقتصاد و تولید گندم در این کشور خواهد شد. آن‌ها با وارد کردن روش‌های سازگاری در مدل‌های شبیه سازی شده نشان داده‌اند که علیرغم هزینه‌ای که برای اجرائی کردن این روش‌ها لازم است سود حاصل قابل قبول بوده و با جبران کاهش عملکرد، سطح زیر کشت تغییری نخواهد کرد. مظفری (۱۳۸۴)، در رساله دکتری خود به ارزیابی قابلیت‌های محیطی کشت گندم دیم - اقلیم کشاورزی در استان کرمانشاه با استفاده از عناصر مختلف هواشناسی پرداخته و به این نتیجه رسیده که در بین عناصر مختلف هواشناسی دو عنصر بارش و دما نقش موثر تری در عملکرد گندم دیم دارند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داده که علیرغم تامین حداقل بارش سالانه مورد نیاز عملیات دیم کاری یعنی ۲۵۰ میلی‌متر در سطح منطقه، میزان و توزیع زمانی بارش و تحلیل موازنه آبی نشان می‌دهد که میزان آب مورد نیاز عملیات دیم کاری در سطح منطقه تامین نشده و به جزء مرحله جوانه زدن که با آغاز بارش در سطح استان مقارن است در سایر مراحل رویش و کل دوره رویش گیاه با تنش آبی و کمبود رطوبت مواجه می‌باشد. نتایج دیگر این پژوهش نشان داد که به علت تاخیر در ریزش‌های جوی در سطح منطقه آستانه‌های حرارتی مطلوب گیاه در طی مراحل رویشی جوانه زدن تا پایان خوشه رفتن به میزان ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد پایین تر از حد مطلوب بوده و تنها مراحل گلدهی و رسیدن محصول از هماهنگی نسبی و خوبی برخوردار می‌باشد. محمدی (۱۳۸۶) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود به بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در

1-Rabertson

2-Fiscer

3-Zang

4-Sayta.pareya

5-Hwden.m.qnlr.yones

استان آذربایجان غربی پرداخته است. در این پژوهش برای دستیابی به تاریخ رسیدن به مراحل مختلف رشد گندم، از درجه - روزهای رشد (GDD) استفاده کرده است. به این منظور محاسبه (GDD) در محیط Fortan طراحی شده است. با بهره گیری از نیازهای رویشی (شرایط اقلیمی مطلوب) گندم دیم، لایه‌های اطلاعاتی کلاسه بندی و ارزش وزنی هر کدام از پهنه‌ها مشخص گردید. نهایتاً با هم پوشانی و تقاطع لایه‌های اطلاعاتی به روش «ارزش وزنی طبقه بندی شده»، نقشه نهایی که پتانسیل اقلیمی را برای کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی نشان می‌داد انجام داده‌اند. نتایج نهایی نشان دهنده این واقعیت بوده که نقش هر یک از عناصر اقلیمی بارش و دما، متناسب با مراحل مختلف رشد و در مناطق مختلف استان متفاوت بوده است و از طریق انطباق لایه‌های موثر در فرایند کشت گندم دیم در محیط GIS امکان شناخت میزان مطلوبیت مناطق جهت کشت گیاه زراعی ارزشمند وجود خواهد داشت. محمدیان و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعات خود به بررسی آثار خشکی و دما، رطوبت و تبخیر و تعرق مرجع در منطقه مشهد و گرگان بر روی محصول‌های زراعی پرداخته‌اند. این محققین با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک به روش پنمن فائو-مانتیت به بررسی نیاز آبی گیاهان منطقه پرداخته‌اند و برای قدرت تبخیر از روش‌های هارگریوز و سامانی استفاده کرده‌اند. نتایج نشان داد که شرایط ایستگاه گلکان به شرایط مرجع بسیار نزدیک است ولی در مشهد آثار خشکی به خوبی نمایان است. استان فارس یکی از قطب‌های اقتصادی کشور از لحاظ کشاورزی می‌باشد. کمبود بارش و خشکسالی می‌تواند اثرات مخرب و جبران ناپذیری به کشاورزی و اقتصاد منطقه وارد نماید. با توجه به وسعت استان فارس باید برنامه ریزی جامعی از میزان اثرات اقلیمی بر روی محصول گندم دیم به عمل آید تا نوعی برنامه ریزی برای مسئولین جهت سنجش آثار آن بر روی کشت گندم در استان فارس باشد. میزان تولید گندم در نقاط مختلف ایران به دلیل تنوع شرایط آب و هوایی، خاک، ارقام و تکنولوژی بسیار متغیر است. بنابراین با عنایت به مواد مذکور جهت توسعه سطح زیر کشت گندم لازم است تا نیازهای اقلیمی گیاه و همچنین وضعیت اقلیمی منطقه مورد مطالعه (استان فارس) بررسی شود تا برنامه ریزی‌های علمی از دیدگاه آب و هواشناسی صورت گیرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش با استفاده از ایستگاه‌های هواشناسی اعم از سینوپتیک، اقلیم شناسی، باران سنجی و تبخیر سنجی با طول دوره آماری پیوسته ملاک کار قرار گرفته است. در ضمن از آمار برخی از ایستگاه‌های خارج استان به جهت داشتن آمار بلند مدت و نزدیکی شرایط اقلیمی به منطقه مورد مطالعه، به عنوان نقاط کمکی و نشانه برای پیدا کردن مناطق هم دما و هم‌باران و غیره استفاده شده است که در شکل ۱، تراکم ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در این پژوهش جهت شناسایی مناطق با پتانسیل‌های بالقوه جهت کشت گندم دیم از متغیرهای اقلیمی (بارش و نحوه توزیع آن در طول دوره رشد، دما، رطوبت نسبی و ساعات آفتابی) با اخذ از سازمان هواشناسی کل کشور و وزارت نیرو استفاده شده است. در این مطالعه برای دستیابی به تاریخ دقیق رسیدن گندم دیم به مراحل مختلف رشد در مناطق مختلف استان از روش درجه - روزهای رشد (GDD) استفاده شده است که مبنای کار در این روش جمع بندی درجه حرارت موثر یعنی درجه حرارت‌های است که بالاتر از صفر پایه یا صفر بیولوژیکی گیاه است. این درجه حرارت به نوع گیاه بستگی دارد (P;169,2005,F.Orlandi). برای گیاه گندم ۴ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده، که از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود (Hundal et al,1997):

$$H_U = \sum_i^n \left[\frac{T_M + T_m}{2} - T_i \right]$$

رابطه (۱)

در این رابطه:

H_U = واحد حرارتی (درجه - روز) که در طی N روز جمع آوری شده است؛

T_M = درجه حرارت حداکثر روزانه؛

$$T_m = \text{درجه حرارت حداقل روزانه؛}$$

$$T_t = \text{درجه حرارت پایه؛}$$

$$N = \text{تعداد روزها در یک مدت زمان مشخص.}$$

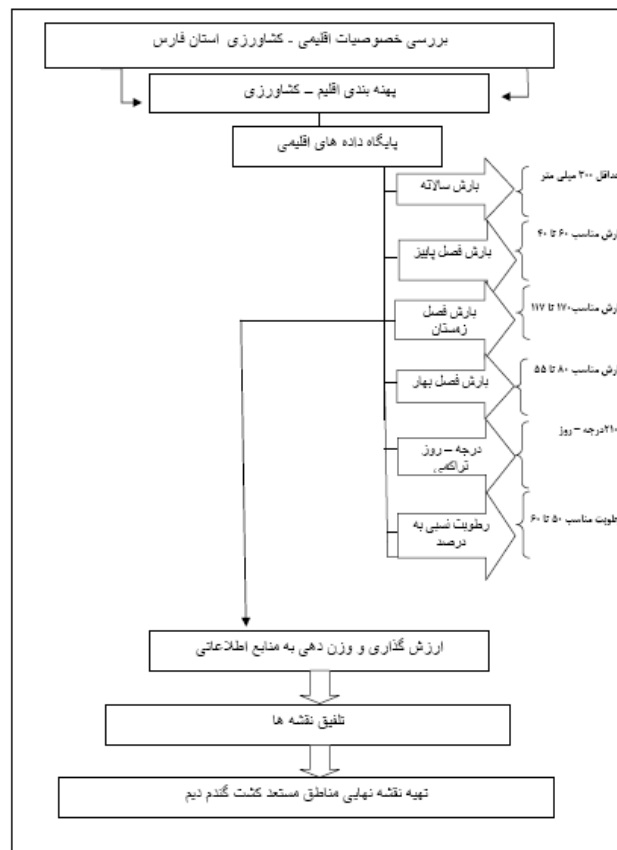
با توجه به این که مجموع درجه حرارت‌های مثبت از آغاز بیداری تا برداشت و با توجه به این که قصد کشت گندم پاییزه داریم، محصول گندم باید به ۲۱۰۰ درجه-روز برسد (پهنیا، ۱۳۷۶، ۶۱۰). در مرحله بعد برای تحلیل داده‌ها، نرم افزارهای ARC/VIEW و ARC/GIS به عنوان سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت پهنه بندی و وزن دهی و با بهره گیری از روش AHP و کلاسه بندی لایه‌های موثر در فرایند کشت گندم دیم استفاده شده است. روش AHP یکی از بهترین روش‌های تعیین ارزش معیارها است. این روش اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد که براساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد (احدنژاد و همکاران، ۱۳۸۹، ۱۳). روش (AHP) یا همان فرایند تحلیل سلسله مراتبی از مقایسه‌های بین معیارها به صورت دوتایی استفاده کرده، و وزن‌های نسبی را به عنوان خروجی ایجاد می‌کند. روش مقایسه دوتایی شامل سه مرحله اصلی است: ایجاد ساختار سلسله مراتبی، محاسبه وزن‌ها و سازگاری سیستم. به منظور وزن دهی با این روش ابتدا مسأله تصمیم گیری، به سلسله مراتبی که شامل مهمترین عناصر تصمیم‌گیری است تجزیه شده است. در این پژوهش نیز ابتدا مسأله ساختن درخت تصمیم‌گیری در فرایند اقلیم - کشاورزی کشت گندم دیم در استان فارس در دستور کار قرار گرفته شده است شکل ۱.

سپس در سطح اول هدف اصلی، در سطح دوم پارامترهای اصلی تأثیر گذار، در سطح سوم زیر شاخه‌های هر کدام از پارامترهای سطح دوم و در نهایت در سطح چهارم ویژگی یا کلاس هر لایه اطلاعاتی، دسته بندی می‌شوند. پس از ایجاد سلسله مراتب به مقایسه مؤلفه‌های هر سطح در قالب یک ماتریس پرداخته می‌شود، که این کار از سطوح بالا به سطوح پایین می‌باشد جدول ۱. مقایسه و محاسبه وزن‌ها با استفاده از مدل (AHP) در محیط نرم افزار ARC/GIS انجام می‌شود، که به طور خودکار، نسبت سازگاری نیز محاسبه خواهد شد، و از طریق ادغام وزن‌های نسبی سطوح مختلف که این امر از طریق ضرب‌های متوالی ماتریس وزن‌ها در هر سلسله مراتب انجام می‌شود و بر اساس مدل (weighted-overlay) لایه‌های وزن گذاری شده را هم پوشانی (روی هم گذاری) نموده تا مکان‌های مناسب و غیر مناسب شناسایی شد. این روش یک مقیاس اسمی را با مقادیر ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت‌های دو معیار بکار می‌گیرد جدول ۲. شایان توضیح است که همپوشانی لایه‌های تهیه شده بر اساس رابطه‌ی زیر انجام شده است (مخدوم، ۱۳۸۰، ۳۴):

$$P = W_1S_1 + W_2S_2 + W_3S_3 + \dots + W_nS_n \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه: P نتیجه حاصل از همپوشانی پارامترهاست. حرف W نام هر یک از پارامترهای مورد استفاده در این پژوهش است. و حرف S ارزش وزنی طبقات هر یک از پارامترها است.

¹⁻ Analytical Hierarchy Process



شکل ۱: درخت تصمیم گیری برای انتخاب مکان یابی

جدول ۱: ماتریس مقایسه دوتایی معیارهای ارزیابی کشت گندم دیم

معیارها	ساعات آفتابی	رطوبت نسبی	درجه حرارت تراکمی	بارش فصل پاییز	بارش فصل زمستان	بارش فصل بهار	بارش سالانه	حاصلزب وزن ها	وزن نهایی نرمال نشده	وزن نهایی معیارها (درصد مشارکت لایه ها)
ساعات آفتابی	۱	۵	۶	۷	۷	۷	۷	۷۲۰۳۰	۴/۹۲	۴۵/۲۲
رطوبت نسبی	۰/۲	۱	۴	۵	۵	۵	۶	۶۰۰	۲/۴۹	۲۲/۸۸
درجه حرارت تراکمی	۰/۱۶	۰/۲۵	۱	۴	۴	۴	۵	۱۲/۸	۱/۴۳	۱۳/۱۴
بارش فصل بهار	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۵	۱	۳	۳	۴	۰/۲۵۲	۰/۸۲	۷/۵۳
بارش فصل زمستان	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۲	۳	۰/۱۳۸	۰/۵۳	۴/۸۷
بارش فصل پاییز	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱	۲	۰/۰۰۲	۰/۴۱	۳/۷۶
بارش سالانه	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۵	۱	۰/۰۰۱۸	۰/۲۹	۲/۶۶
مجموع	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰/۸۸	۱۰۰

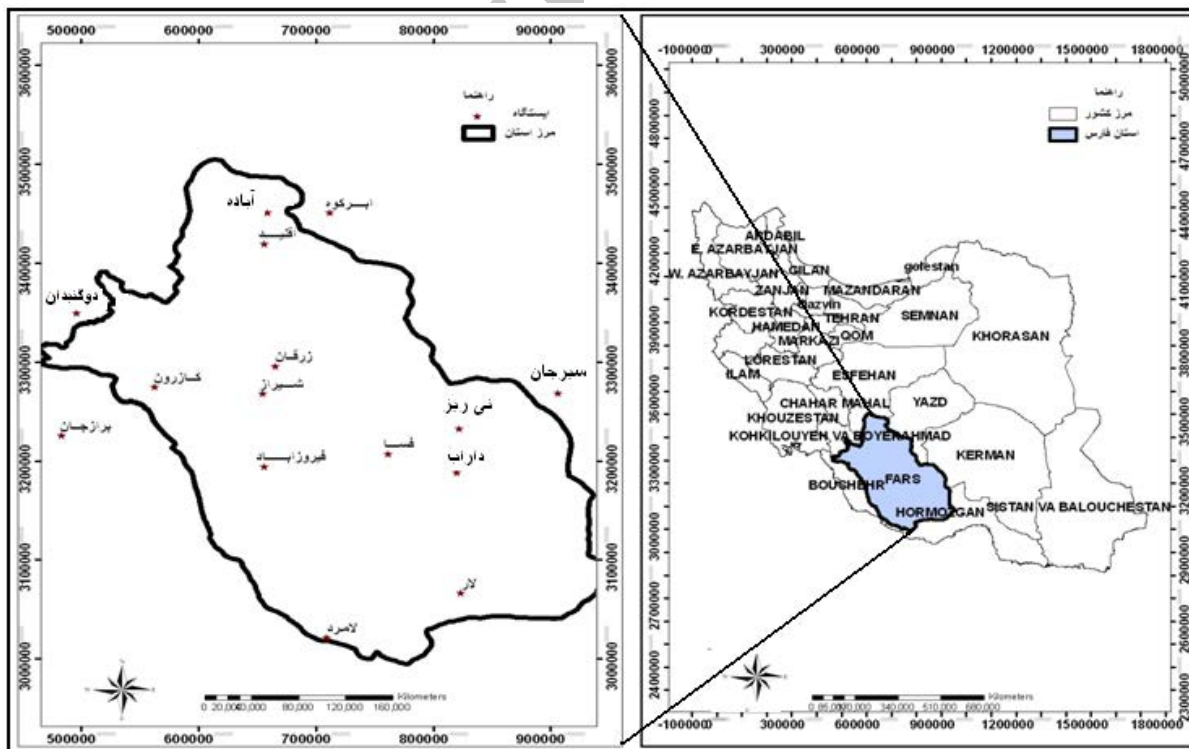
جدول ۲: مقیاس ۹ کمیته ساعتی برای مقایسه دو دوی گزیندها

میزان اهمیت	تعریف
۱	اهمیت برابر
۲	اهمیت برابر تا متوسط
۳	اهمیت متوسط
۴	اهمیت متوسط تا قوی
۵	اهمیت قوی
۶	اهمیت قوی تا بسیار قوی
۷	اهمیت بسیار قوی
۸	اهمیت بسیار قوی تا فوق العاده قوی
۹	اهمیت فوق العاده قوی

منبع (زبردست، ۱۳۸۰)

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان فارس با وسعت ۱۲۵۶۹۷ کیلو متر مربع حدود ۷/۵ درصد از وسعت کشور را با جمعیتی بالغ بر ۴ میلیون نفر (حدود ۶ درصد) تحت پوشش دارد و بین مدارهای ۲۷ درجه و ۲ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی قرار دارد. در شکل ۲ نیز موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.



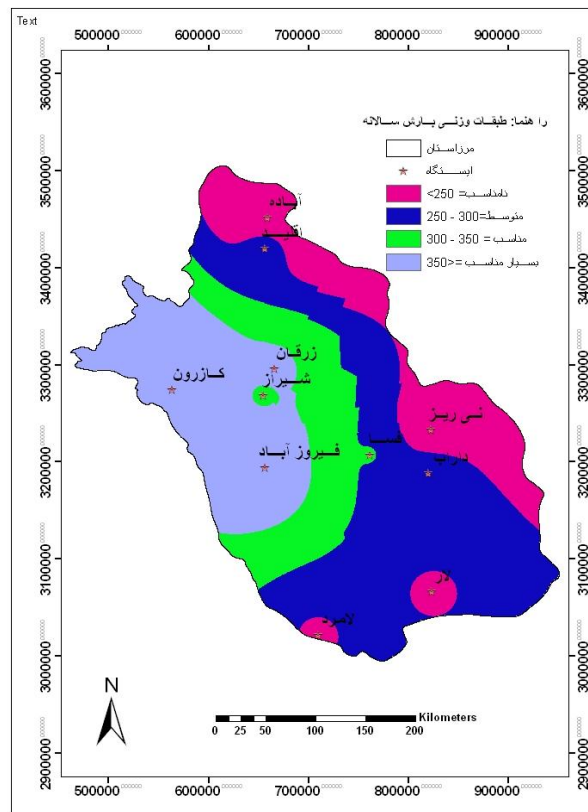
شکل ۲: نقشه موقعیت جغرافیایی و ایستگاه‌های مورد مطالعه (استان فارس)

بحث و نتایج

بارش

بارش سالانه مهمترین متغیر اقلیمی در کشت گندم دیم محسوب می‌شود (رستگار، ۱۳۷۱، ۶۱). از نظر میزان رطوبت، گندم در زراعت دیم حداقل به ۳۰۰ میلی‌متر بارش در طول دوره رشد احتیاج دارد (بهینا، ۱۳۷۶، ۶۱۰). به منظور محاسبه بارش سالانه ۳۰۰ میلی‌متر و بیشتر، مقادیر بارش سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. سپس با استفاده از این فاکتور اقدام به وزن گذاری لایه پهنه بندی بارش سالانه، مجموع بارش فصل پاییز (مرحله جوانه زنی) مجموع بارش فصل زمستان (مرحله گل دهی)، مجموع بارش فصل بهار (مرحله پر شدن دانه) با استفاده از مدل فرآیند سلسله مراتبی (AHP) و توابع سیستم اطلاعات جغرافیایی و در نرم افزار Arc/GIS، نقشه‌های وزن گذاری بارش استخراج شد. نتایج امر حاکی از این می‌باشد که نواحی شمال شرق و جنوب شرق و تکه باریکی از جنوب استان با مرکزیت لار کم باران بوده و احتمال موفقیت کشت گندم دیم کمتر از ۱۹/۰۷ درصد و معادل ۲۳۳۹۱۲۴ هکتار از استان می‌باشد. در مقابل مناطقی غرب و مرکز و باریکه‌هایی از مناطق در قسمت جنوب شرق و شمال غربی و شرق، بارش سالانه بیشتری دریافت می‌کنند و احتمال برآورده شدن نیاز رطوبتی گندم به حد کافی می‌رسد. در زراعت دیم علاوه بر مجموع بارندگی سالانه، نحوه توزیع آن در طول مراحل رشد بر عملکرد تاثیر بسزایی دارد (گوپتا، ۱۳۸۶، ۴۲۳). زیرا غالباً توزیع بارندگی از لحاظ زمانی و مکانی بسیار نامنظم می‌باشد این تغییرات می‌تواند عامل ایجاد دوره خشکی که ممکن است ماه‌ها به طول انجامد، باشد. در بعضی از ایستگاه‌های مورد مطالعه، علیرغم این که بارش سالانه کمتر از حداقل مورد نیاز برای گندم دیم است، ولی توزیع روزانه بارش در طول دوره رشد تا حدی امکان کشت را میسر می‌سازد. بنابراین برای رسیدن به اهداف پژوهش مجموع بارش فصل پاییز (مرحله جوانه زنی، مجموع بارش فصل زمستان (مرحله گل دهی)، مجموع بارش فصل بهار (مرحله پر شدن دانه)، مورد و اسنجی قرار گرفته است. در شرایط ایده آل گندم دیم تا اواخر پاییز (قبل از شروع یخبندان) باید ۳ تا ۴ پنج زده باشد تا بتواند سرمای زیر صفر را به خوبی سپری کند. به عبارت دیگر مراحل جوانه زنی و پنجه زنی در فصل پاییز باید صورت گیرد. بذر گندم برای جوانه زدن به طور عادی، لازم است که حدود ۵۵-۵۰ درصد از وزن کل بذر، آب جذب نماید (کریمی، ۱۳۷۱، ۴۸). چنین شرایطی موقعی تامین می‌شود که لایه رویی خاک (عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری) حداقل ۱۵ الی ۲۰ میلی‌متر رطوبت قابل دسترس داشته باشد (سبحانی، ۱۳۸۴، به نقل از هواشناسی کشاورزی). سازمان هواشناسی مقدار بارش مناسب پاییزه را ۴۰ تا ۶۰ میلی‌متر پیشنهاد کرده است. بر همین اساس نیز برای بررسی نحوه پراکنش بارش پاییزه اقدام به وزن گذاری مقادیر با توجه به آستانه مورد مطالعه، با استفاده از مدل فرآیند سلسله مراتبی (AHP) شده است. با توجه به شکل ۳ و جدول مربوط بیش از ۱۸/۳۰ درصد، معادل ۲۲۴۴۹۱۶ هکتار از استان دارای مقدار مناسب بارش پاییزه و فقط قسمت‌های شمال شرقی و تا حدودی از قسمت‌های جنوب شرق استان محدودیت کمتری را نشان می‌دهد و نامناسب به نظر می‌رسد که حدود ۱۰ درصد و معادل ۱۲۷۸۸ هکتار از منطقه مورد مطالعه را برای کاشت در بر می‌گیرد. براساس مطالعات گیوی (۱۳۷۶) مجموع بارش مرحله (گل دهی و دانه دهی) ۱۷۰ الی ۱۱۵ میلی‌متر پیشنهاد شده است. برای بررسی میزان پراکنش بارش فصل زمستان با بهره گیری از محیط GIS به پهنه بندی و وزن گذاری بارش فصل زمستان با استفاده از مدل AHP شده است. با توجه به شکل ۴ چنانچه مشخص است بیش از ۸۶/۸۵ درصد مساحت استان با ۱۰۶۵۳۳۲۰ هکتار دارای شرایط بسیار مطلوب از نظر مرحله گلدهی و دانه دهی می‌باشد و بازهم قسمت‌های شمال شرقی استان با مرکزیت آبادیه با ۶/۷۰ درصد مساحت و معادل ۸۲۱۹۴۴ هکتار از لحاظ بارش فصل زمستان فاقد اهمیت لازم است. بارش در فصل بهار، عاملی است که باعث تعیین تعداد و وزن دانه‌ها می‌شود. براساس مطالعات و پژوهش‌های گیوی در ایران، بارش خیلی مناسب در مرحله رسیدن دانه ۸۰ تا ۵۵ میلی‌متر پیشنهاد شده، به شرطی که حداکثر بارش این مرحله به ۱۸۰ میلی‌متر نرسد. به طوری که در منطقه آذربایجان غربی و براساس مطالعه محمدی (۱۳۸۸) و پهنه بندی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در

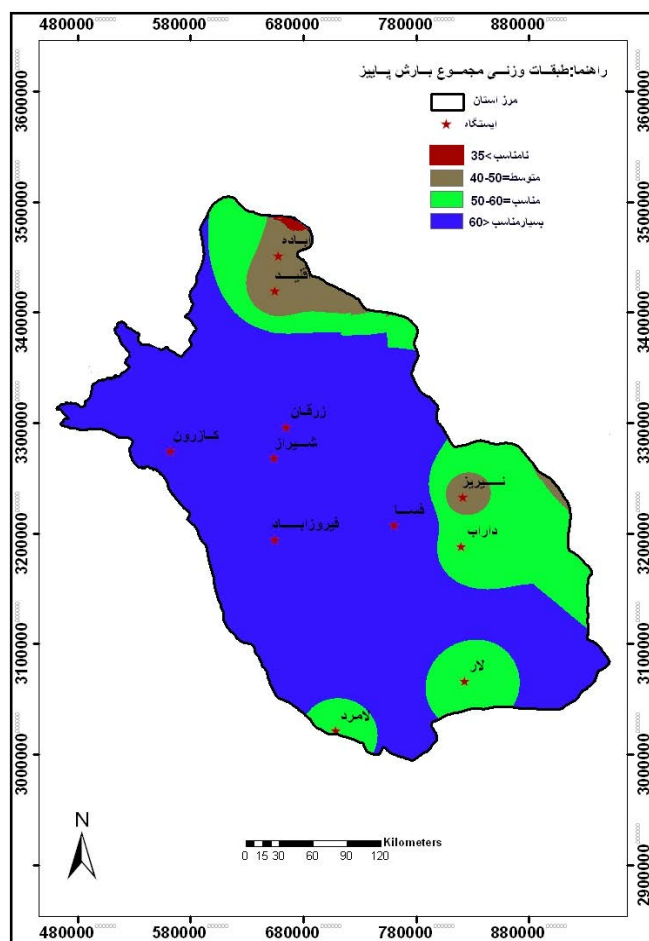
این استان به اثبات رسیده است که این مهم در قسمت پیشینه تحقیق بیان شده است. نکته قابل توجه در نقشه وزن گذاری شده بارش مرحله پر شدن دانه (فصل بهار) با بهره گیری از فرایند سلسله مراتبی AHP در استان فارس این است که بر خلاف موارد قبل، قطب بارش استان در مناطق غرب متمرکز شده است و این مهم نیز در نقشه‌های قبلی با مرکزیت کازرون کاملاً نمایان می‌باشد. با توجه به نقشه بدست آمده میزان بارش بهاره در اکثر نقاط استان به حد کافی نرسیده و نیاز شدید آبی در این مرحله حساس دیم کاملاً احساس می‌شود. یعنی میزان نیاز آبی در اکثر نقاط منطقه مورد مطالعه بالغ بر ۸۷/۲۵ درصد و معادل ۱۰۷۰۳۰۴ هکتار از استان می‌باشد و این امر گویای این مطلب است که باید در بیشتر محدوده استان فارس در این فصل از نظر پر شدن دانه، حداقل ۱ الی ۲ آبیاری تکمیلی صورت پذیرد، تا گیاه با تنش آبی مواجه نشود.



شکل ۳: نقشه وزن گذاری بارش سالانه به میلی‌متر در منطقه مورد مطالعه (استان فارس)

جدول ۳: مشخصات مختلف گروهی بارش سالانه به میلی‌متر و وزن های آنها

مقدار بارش سالانه	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
>۲۵۰	۱	نامناسب	۱۹/۰۷	۲۳۳۹۱۲۴
۲۵۰-۳۰۰	۳	متوسط	۳۹/۳۸	۴۸۲۹۲۷۲
۳۰۰-۳۵۰	۵	مناسب	۱۶/۸۰	۲۰۶۰۷۵۶
<۳۵۰	۷	بسیار مناسب	۲۴/۷۳	۳۰۳۳۸۴۰



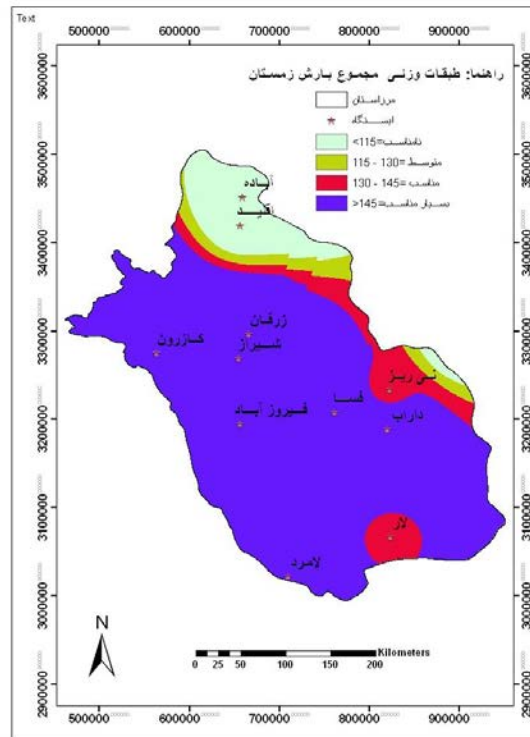
شکل ۴: نقشه وزن گذاری مجموع بارش فصل پاییز (مرحله جوانه زنی) به میلی متر در استان فارس

جدول ۴: مشخصات گروهی مجموع بارش پاییزه (مرحله جوانه زنی) به میلی متر و وزن های آنها

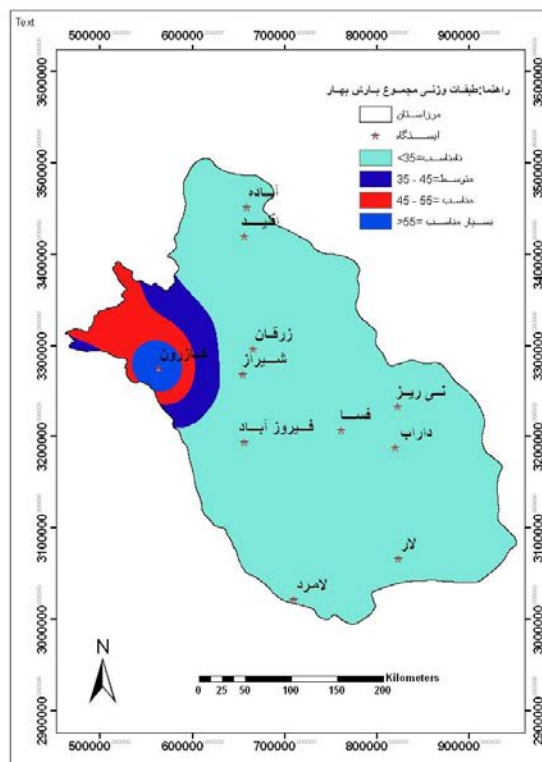
مجموع بارش پاییزه به میلی متر	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
>35	۱	نامناسب	۱۰	۱۲۷۸۸
۴۰ - ۵۰	۳	متوسط	۵/۵۱	۶۷۷۰۳۲
۵۰ - ۶۰	۵	مناسب	۱۸/۳۰	۲۲۴۴۹۱۶
<60	۷	بسیار مناسب	۷۶/۰۷۳	۹۳۳۱۰۵۶

جدول ۵: مشخصات گروهی مجموع بارش زمستانه (مرحله گلدهی و دانه دهی) به میلی متر و وزن های آنها

مجموع بارش زمستانه به میلی متر	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
>115	۱	نامناسب	۶/۷۰	۸۲۱۹۴۴
۱۱۵-۱۳۰	۳	متوسط	۱/۷۵	۲۱۴۸۹۲
۱۳۰-۱۴۵	۵	مناسب	۴/۶۹	۵۷۵۶۳۶
<145	۷	بسیار مناسب	۸۶/۸۵	۱۰۶۵۳۳۲۰



شکل ۵: نقشه وزن گذاری مجموع بارش فصل زمستان (مرحله گلدهی) به میلی متر در استان فارس



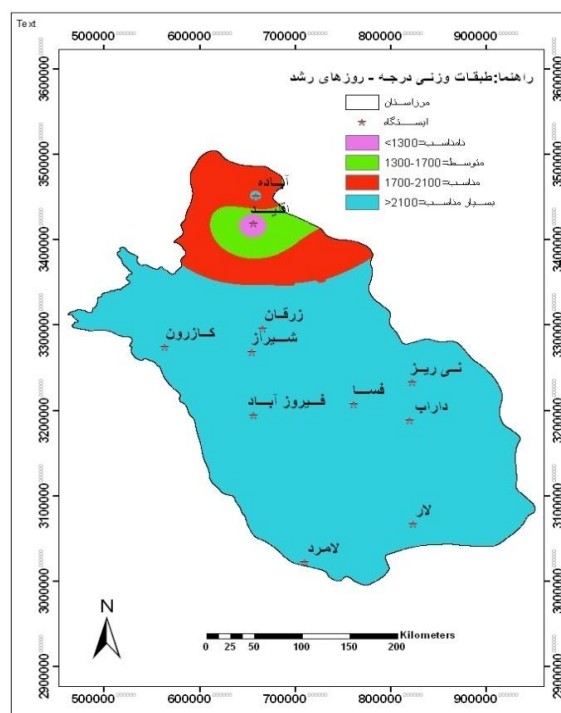
شکل ۶: نقشه وزن گذاری مجموع بارش فصل بهار (مرحله پر شدن دانه) به میلی متر در منطقه مورد مطالعه استان فارس

جدول ۶: مشخصات گروهی مجموع بارش بهاره (مرحله پر شدن دانه) به میلی متر و وزن های آنها

مجموع بارش بهاره میلی متر	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
>۳۵	۱	نامناسب	۸۷/۲۵	۱۰۷۰۳۰۴۰
۳۵-۴۵	۳	متوسط	۶/۱۹	۷۶۰۱۸۰
۴۵-۵۵	۵	مناسب	۳/۷۴	۴۵۸۷۶۴
<۵۵	۷	بسیار مناسب	۲/۸۰	۳۴۳۸۰۸

درجه - روزهای رشد

دما یکی از عوامل تعیین کننده در جغرافیای گیاهان زراعی است. برای هرگونه گیاهی محدوده آستانه معینی تعریف شده است. دما در هریک از مراحل رشد از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد ولی در این بین مراحل وجود دارد که به دلیل حساس بودن گیاه به تغییرات آب و هوایی از اهمیت بیشتری برخوردار است. برای دستیابی به تاریخ رسیدن کامل گیاه گندم از درجه - روز های رشد GDD استفاده شده است. گندم پاییزه برای این که از واحدهای حرارتی مورد نیاز در مراحل رشد خود عبور کند به ۲۱۰۰ درجه روز - رشد نیازمند است. لذا بر این اساس و با وزن گذاری بر روی لایه درجه حرارت تراکمی گندم دیم پاییزه و انتقال داده ها به محیط نرم افزار GIS نقشه وزن گذاری درجه - رشد گیاه استخراج گردیده است. با توجه به شکل ۷ نیاز حرارتی اکثر نقاط استان به جز نواحی شمال شرق و به نمایندگی اقلید تامین نمی شود. با توجه به جدول وزن گذاری شده و اهمیت لایه مربوطه نیز حدود ۸۴/۹۸ معادل ۱۰۴۲۳۵۴۴ هکتار از استان فارس دارای شرایط بسیار مناسب حرارتی برای کاشت گندم دیم است. تنها نواحی کوچکی از قسمت های شمال شرق استان با مساحت ۰/۴۸ درصد و معادل ۵۹۰۰۴ هکتار از اراضی زراعی فاقد اهمیت لازم از نظر نیاز حرارتی می باشند.



شکل ۷: نقشه وزن گذاری درجه - روزهای رشد در منطقه مورد مطالعه استان فارس

جدول ۷: وزن گذاری درجه - حرارت ترا کمی در منطقه مورد مطالعه استان فارس

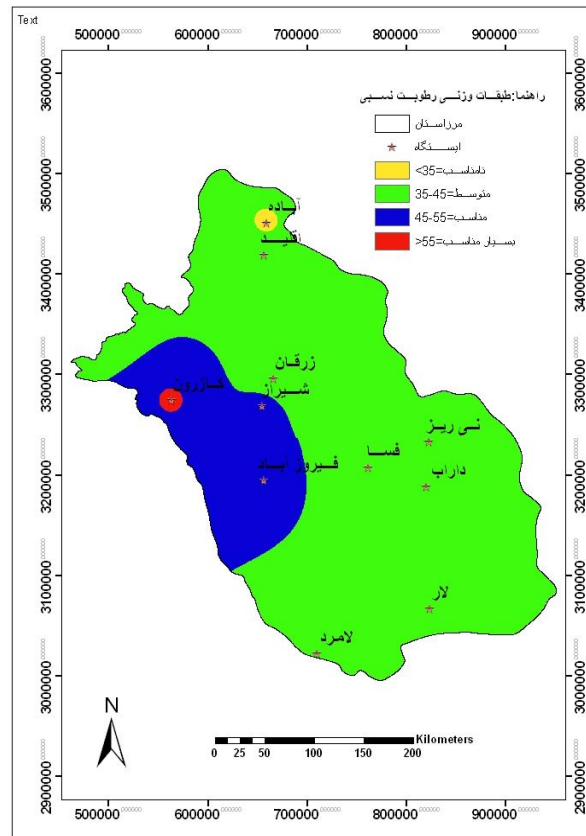
مجموع درجه حرارت تراکمی (درجه-روز)	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
>۱۳۰۰	۱	نامناسب	۰/۴۸	۵۹۰۰۴
۱۳۰۰-۱۷۰۰	۳	متوسط	۳/۱۸	۳۹۰۸۶۴
۱۷۰۰-۲۱۰۰	۵	مناسب	۱۱/۳۵	۱۳۹۲۳۸۰
<۲۱۰۰	۷	بسیار مناسب	۸۴/۹۸	۱۰۴۲۳۵۴۴

رطوبت نسبی

رطوبت عامل بسیار مهمی در مراحل رشد گندم است. هرچه هوا دارای رطوبت کمتر و خشک تر باشد، چون توازن بین جذب آب از زمین که توسط ریشه‌های موئین انجام می‌گیرد، تبخیر از راه برگ‌ها بهم خورده و به نبات و رشد آن آسیب می‌رساند و موجب پژمردگی نبات و چروکیده شدن دانه‌ها می‌گردد، در این حالت است که نبات احتیاج به آب دارد و آبیاری توصیه می‌شود. بنابراین مناسب ترین رطوبت موجود برای تولید جوانه از بذر گندم بین ۵۰ تا ۶۵ درصد است (خدابنده، ۱۳۶۹، ۶۴-۶۶). لذا بر این اساس و با وزن گذاری بر روی لایه رطوبت نسبی گندم دیم پاییزه و انتقال داده ها به محیط نرم افزار GIS نقشه وزن گذاری رطوبت نسبی استخراج گردیده است. با توجه به شکل ۸ و جدول وزن گذاری رطوبت نسبی مشاهده می‌شود که میزان رطوبت نسبی در قسمت شمال شرق استان (آباده) شرایط مطلوبی را نشان نمی‌دهد و چندان چشمگیر نمی‌باشد و حدود ۰/۳۴ از پهنه استان را در بر گرفته است. رطوبت نسبی بسیار مناسب در قسمت‌های غربی استان فارس است که کازرون نماینده عینی و بلامنازع این قسمت از استان بوده و حدود ۱۸/۰۲، معادل ۲۲۱۰۰۴۴ هکتار از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. مناطق دیگر نیز از این نظر ما بین دو محدوده ذکر شده قرار دارند که مناطق با اهمیت متوسط بوده و با در نظر گیری سایر شرایط اقلیمی می‌توانند محصول نسبتاً مناسبی را تولید کنند و ۸۱/۲۶ درصد، ۹۹۶۸۰۲۶ هکتار را شامل می‌شوند.

جدول ۸: مشخصات گروهی رطوبت نسبی به درصد و وزن‌های آنها

رطوبت نسبی	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
>۳۵	۱	نامناسب	۰/۳۴	۴۱۸۰۸
۳۵-۴۵	۳	متوسط	۸۶/۲۶	۹۹۶۸۰۲۶
۴۵-۵۵	۵	مناسب	۱۸/۰۲	۲۲۱۰۰۴۴
<۵۵	۷	بسیار مناسب	۰/۳۶	۴۳۰۷۲



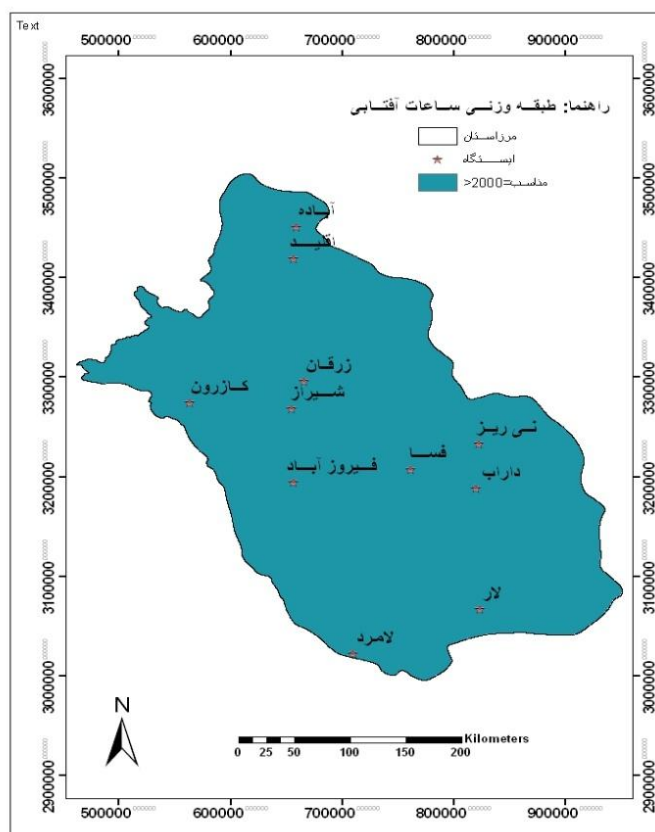
شکل ۸: نقشه وزن گذاری رطوبت نسبی به درصد در منطقه مورد مطالعه استان فارس

زمان های آفتابی

نور اثر مستقیم در زندگی گیاهان زراعی بخصوص گندم دارد. هر چه شدت نور بیشتر باشد طول دوره رشد زندگی گندم کوتاه تر و زود تر می رسد (خداوند، ۱۳۶۹، ۶۴-۶۶). اثر نور و حرارت در این گیاه مثبت بوده و برای تولید مواد معدنی یا آلی لازم می باشد. بدون نور عمل کربن گیری متوقف شده و اندازه های خشبی به طور کامل بوجود نیامده و در نتیجه ورس انجام می گیرد. در مناطق مرطوب و پوشیده از ابر این گیاه بخوبی نرسیده و دوره رشدش خیلی طولانی خواهد شد. میزان زمان های آفتابی لازم با توجه به توضیحات فوق برای ارایه وزن گذاری ۲۰۰۰ ساعت آفتابی برای رشد گندم در نظر گرفته شده است و با انتقال این داده ها به محیط ARC/GIS لایه وزن گذاری مربوط به ساعات آفتابی تهیه شده است. براین اساس ملاحظه می شود که در تمامی استان میزان ساعات آفتابی به حد کامل رسیده و برای تولید یک محصول با کیفیت محدودیتی را ایجاد نمی کند. در مجموع می توان اذعان کرد که ۱۰۰ درصد و معادل ۱۲۵۶۷۹۲ هکتار از استان را تحت پوشش کامل دارد.

جدول ۹: مشخصات گروهی مجموع ساعات آفتابی و وزن های آنها

ساعات آفتابی	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار (درصد)
<math>< 2000</math>	۵	بسیار مناسب	۱۰۰	۱۲۵۶۹۷۲



شکل ۹: نقشه وزن گذاری ساعات آفتابی در استان فارس

تلفیق نقشه‌ها و پهنه بندی اقلیم-کشاورزی اراضی کشت گندم دیم در استان فارس

بعد از استخراج پارامترهای مورد استفاده برای هر یک از ایستگاه‌ها و انتقال آنها به محیط GIS، و با توجه به منابع علمی و همچنین شرایط اقلیمی منطقه و بررسی کارشناسی موضوع چهار کلاس برای هر یک از لایه‌های اقلیمی تعریف شد و با بهره‌گیری از روش همپوشانی (وزنی طبقه بندی شده مخدوم، ۱۳۸۰، ص ۳۴) کلیه لایه‌های مربوط به شکل‌های ۱ تا ۸ در محیط GIS تلفیق و در نهایت پهنه‌های مناسب اراضی برای کشت گندم دیم در استان فارس تهیه گردید شکل ۹. نقشه نهایی کشت گندم دیم در استان فارس ۴ پهنه را به شرح ذیل به خود اختصاص می‌دهد:

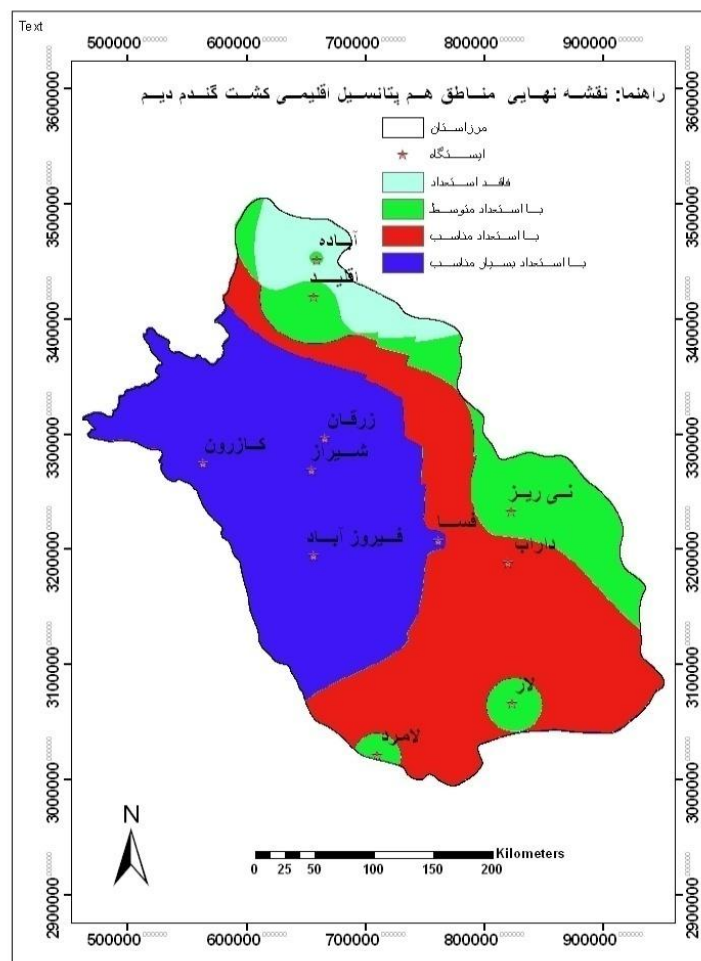
پهنه اول اراضی بسیار مناسب: به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی بسیار مناسب در طول دوره رشد گندم، دارای عملکرد بسیار مناسبی هستند. این ناحیه ۴۱/۴۴ درصد و معادل ۵۰۹۴۵۹ هکتار از مساحت استان را به خود اختصاص داده و در غرب استان کازرون و شمال آن و در مرکز شیراز و تا حدودی در جنوب غرب استان شامل شهر فیروزآباد می‌باشد. به عنوان نماینده این ناحیه می‌توان به شهرستان کازرون اشاره کرد که دارای بالاترین عملکرد دیم خیزی از نظر اقلیمی در سطح استان فارس می‌باشد.

پهنه دوم اراضی مناسب: این مناطق شرایط ضعیف‌تری را نسبت به پهنه بسیار مناسب دارا می‌باشند. ولی با کشت گندم دیم در این مناطق می‌توان عملکرد نسبتاً خوبی را از آنها انتظار داشته باشیم. این منطقه حدود ۳۶/۹۲ مساحت استان و معادل ۴۵۰۲۸۳۶ هکتار را در بر گرفته است. این مناطق به صورت مجموعه‌ای

نسبتا وسیع از کناره‌های پهنه با اراضی بسیار مناسب شروع و تا محدوده‌های از شرق به نمایندگی داراب و فسا و قسمت‌هایی از جنوب غرب فیروز آباد را شامل می‌شود.

پهنه سوم اراضی متوسط: این مناطق دارای پتانسیل اقلیمی پایین تری نسبت به پهنه‌های بسیار مناسب و مناسب می‌باشند. محدوده متوسط را می‌توان ناشی از دریافت کم بارش در طی سال، و محدودیت‌های اقلیمی دیگر همچون رطوبت نسبی، بارش در مرحله گلدهی و مرحله پرشدن دانه در نظر گرفت که شهرهای اقلید و حوالی داراب و نی ریز را می‌توان نام برد. دو شهر دیگر به صورت محدوده‌هایی در شرق به نمایندگی نی ریز و در جنوب غرب و جنوب به نمایندگی شهرستان‌های لامرد و لار است. این مناطق از استان مساحتی به تقریب ۱۵/۸۸ درصد و معادل ۱۹۰۵۷۲۴ هکتار از استان فارس را تحت پوشش دارند.

پهنه چهارم اراضی فاقد استعداد لازم: به دلیل عدم شرایط اقلیمی مناسب کشت گندم دیم در این مناطق مقرون به صرفه اقتصادی نیست. این مناطق با توجه به نقشه‌های بدست آمده از پارامترهای اقلیمی موثر در فرایند کشت گندم دیم حدود ۵/۹۹ درصد و معادل ۷۳۴۳۴۶ هکتار را شامل شده، و مناطق پراکنده‌ای در قسمت‌های شمال شرقی می‌باشند.



شکل ۱۰: پهنه بندی مناطق مستعد کشت گندم دیم در استان فارس

جدول ۱۰: مشخصات گروهی مناطق مستعد کشت گندم دیم در استان فارس

ارزش وزنی	توصیف قابلیت	مساحت (درصد)	هکتار(درصد)
۱	فاقد استعداد	۵/۹۹	۷۳۴۶۳۶
۳	با استعداد متوسط	۱۵/۸۸	۱۹۰۵۷۲۴
۵	با استعداد مناسب	۳۶/۹۲	۴۵۳۸۰۲۶
۷	با استعداد بسیار مناسب	۴۱/۵۴	۵۰۹۴۵۲۶

نتیجه گیری

موقعیت جغرافیایی استان فارس و شرایط و توانمندی‌های طبیعی آن در طول تاریخ باعث شکل‌گیری فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری مرتبط با آن شده است. از دیر باز استان فارس محل عرصه‌های متفاوت و متنوع جهت ساختارهای برنامه ریزی‌های خرد و کلان کشاورزی و سایر مشاغل کاری بوده است. به عبارتی پهنه بندی اقلیمی - کشاورزی با استفاده از عناصر اقلیمی در محیط GIS از اهداف این پژوهش است. قبل از انجام این مهم نیز می‌توانیم با آرایه برنامه ریزی‌های مدون توان بالقوه مناطق را از نظر میزان بارش سالانه به عنوان اساسی‌ترین متغیر اقلیمی، از نظر دیم خیزی شناسایی کرد، که از اهم اهداف این پژوهش بشمار می‌رود. برای انجام این پژوهش، ابتدا سوابق مطالعاتی موجود در ارتباط با پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم مورد بررسی قرار گرفت و با بکارگیری داده‌های بارش، دما، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی در طول ۲۰ سال آماری، با بهره‌گیری از روش هم پوشانی در سیستم اطلاعات جغرافیایی تحلیل‌های مربوط انجام گرفت و در نهایت نقشه نهایی مناطق با استعداد اقلیمی - کشاورزی کشت گندم دیم در استان فارس شناسایی شد. نتایج حاصل با توجه به نقشه نهایی مناطق هم پتانسیل اقلیمی مبین این واقعیت است که مناطق غرب استان و شمال غرب و قسمت‌هایی کوچک از مرکز و جنوب غرب از هر نظر برای رشد گیاه بسیار مناسب می‌باشند. بنابراین شناخت میزان مطلوبیت این مناطق و اولویت بندی آنها از نظر کشت غلات دیم و سایر مرکبات که محتاج رحمت الهی و نزولات جوی است در درجه اول اهمیت قرار دارند. در عوض مناطق شمال شرق به نمایندگی آباده و اقلید و شرق به نمایندگی نی ریز و محدوده‌هایی پراکنده با محوریت لار و لامرد به عنوان گرم‌ترین و خشک‌ترین مناطق استان به ندرت منطقه‌ای از آنها را می‌توان یافت که از هر نظر برای رشد گیاه مناسب باشند و چندان مقرون به صرفه به نظر نمی‌رسند. بنابراین طبقه بندی و شناخت مناطق جهت مطابقت با محیط به نحوی که بهترین بهره برداری را در فرایند کشت دیم بتوان انجام داد، از طریق مطالعه‌ی جامع اقلیم - کشاورزی امکان پذیر است. بارش از نظر مکانی و تامین نیاز آبی تنها در دو مرحله از رشد، فصل پاییز و فصل زمستان می‌توانند از این نظر ارتباط مکانی معنی داری با کشت دیم داشته باشند این مهم با توجه به نقشه‌های استخراج شده در محیط GIS کاملاً روشن به نظر می‌رسد و شرایط نزدیکی برای تامین نیاز آبی نشان می‌دهند. بازمه شایان توضیح است که میزان بارندگی در فصل بهار از نظر مکانی در اکثر مناطق و در بیشتر از ۸۰ درصد استان به جزء شهرستان کازرون ارتباط مکانی را با فرایند کشت گندم دیم نشان نمی‌دهد. به طور اساسی مکان‌های که از نظر اقلیمی می‌توانند یکدست باشند مانند شهرهای کازرون، فیروزآباد، زرقان و شیراز و انجام مراحل تحقیقاتی با توجه به مکان یابی صورت گرفته که اساساً جهت تلفیق نقشه‌های اقلیمی در محیط GIS صورت گرفته ارتباط مکانی مناسبی را از جنبه سایر عناصر اقلیمی از خود نشان می‌دهند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، مناطق غرب و شمال غرب استان در کازرون، فیروزآباد و محدوده‌هایی از زرقان و فسا و محدوده‌هایی از قسمت‌های جنوب و شمال این منطقه نیز

در زمره مناطق مناسب هستند و قسمت‌های از جنوب غرب شهرستان فیروزآباد تا حوالی شهر لامرد نیز می‌تواند از این نظر مقرون به صرفه باشد. در مقابل نواحی شمال شرق، شرق و جنوب استان برای کاشت گندم دیم مناسب نمی‌باشند. به طور اساسی نتایج این پژوهش با یافته‌های دیگر محققانی چون حسامی ۱۳۸۶ که تنها با استفاده از دو پارامتر دما و بارش مناطق مناسب را برای بررسی و پیش بینی عملکرد جو و گندم دیم در استان فارس مورد ارزیابی قرار داده، مغایر تی نشان نمی‌دهد. حسامی در پژوهش خود مناطق استان را به چهار کلاس با پتانسیل‌های اقلیمی جهت دیم مورد تایید قرار داده که مناطق شمال غرب، جنوب غرب و مناطق غرب به خصوص کازرون و فیروزآباد را از هر نظر مطلوب جهت کشت غلات دیم معرفی کرده است. از نتایج دیگر این تحقیق، دستیابی به قابلیت‌ها و توانائی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در ترکیب و تولید اطلاعات فضایی با لحاظ نمودن داده‌های غیر فضایی است که می‌تواند مدیران و تصمیم‌گیران را برای دسترسی به اطلاعات یاری نماید. با توجه به اینکه بارش سالانه، درجه حرارت، همچنین پراکندگی آن در طی فصول رشد گیاه، در مناطق شمال شرق، شرق و جنوب استان محدودیت اصلی کشت گندم دیم را در این مناطق ایجاد می‌کند، لذا انجام مطالعه‌ای جامع برای تنظیم تاریخ مناسب کاشت گندم دیم، بر اساس داده‌های هواشناسی و انتخاب گونه‌های متناسب با شرایط محیط لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- ۱- امام، یحیی، (۱۳۸۳): زراعت غلات، مرکز نشر دانشگاه شیراز، جلد دوم.
- ۲- احد نژاد، محسن، زیاری، کرامت اله، قرخلو مهدی، (پاییز ۱۳۸۹)، مدل سازی آسیب پذیری ساختمانی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی نمونه موردی: شهر زنجان، مجله جغرافیا و توسعه، ص ۱۳.
- ۳- بهینا، محمد رضا، (۱۳۷۶): غلات سرد سیری، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴- حسامی، مرضیه، (۱۳۸۶): بررسی و پیش بینی عملکرد جو و گندم دیم با استفاده از پارامترهای هواشناسی در استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و آبیاری.
- ۵- خدابنده، عبدالم...، (۱۳۶۹): زراعت دیم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- ۶- رستگار، محمد علی، (۱۳۸۱): زراعت عمومی، انتشارات برهمند، جلد ششم، ص ۶۱.
- ۷- زبردست، اسفندیار، (۱۳۸۰): کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، مجله هنرهای زیبا، شماره ۱۰، ص ۱۸.
- ۸- علیزاده، امین، رابطه آب و خاک و گیاه، مشهد، انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، چاپ پنجم، ۱۳۸۴، صص ۲۷۹-۳۳۸.
- ۹- علیزاده، امین، کوچکی، عوض، کشاورزی و آب و هوا، انتشارات جاوید، ۱۳۶۸، صص ۵۶-۵۹.
- ۱۰- کریمی، هادی، گندم، مرکز رشد دانشگاهی، تهران، ۱۳۷۱، جلد اول، ص ۴۸.
- ۱۱- کوچکی، عوض، زراعت در مناطق خشک، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ۱۳۸۵، جلد نهم صص ۳۰-۲۸.
- ۱۲- گوپتا، یو، اس، جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم، ترجمه غلامحسین سرمد نیا و عوض کوچکی انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه مشهد، ۱۳۸۶، ص ۴۲۳.
- ۱۳- گیوی، جواد، ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی، موسسه تحقیقات آب و خاک، ۱۳۷۶، نشریه شماره ۱۵، ص ۱۴.
- ۱۴- مظفری، غلامعلی، ارزیابی قابلیت‌های محیطی - اقلیم کشاورزی کشت گندم، مطالعه موردی کرمانشاه، رساله دکتری، ۱۳۸۰، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا.

- ۱۵- محمدی، غلامحسین، (۱۳۸۶): بررسی پتانسیل اقلیمی کشت گندم دیم در استان آذربایجان غربی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیای طبیعی.
- ۱۶- محمدیان، آزاده، علیزاده، امین، نصیری محلاتی، مهدی، (۱۳۸۵): بررسی تاثیر خشکی بر دما، رطوبت و تبخیر و تعرق مرجع: مطالعه موردی ایستگاه سینوپتیک مشهد، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره اول، ص ۱۰.
- ۱۷- مخدوم، مجید، (۱۳۸۰): ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، انتشارات دانشگاه تهران.
- 18- F.Orlandi, L. Ruga, B. Romano, and M. Fornaciari. (2005): "Olive Floeering as an Indicator of Local Climatic Change", Department of Plant Biology and Agro Environmental Biotechnology, University of Perugia. Italy, PP. 169-171.
- 19- Howden, M. Qnlr. Yones. (2001): Costs and Benefits of O₂increase and Climate Chang on The Avstrolion Wwheqt in Dustry. Austrolion Green House office, October .2001. Pages 22.
- 20- Rebertson. G. W, (1974): Heat Yields for 50 Years at Swift Current. Saskatchewan in Relation to Weather can. J. Plant. Sci, Pages 54.
- 21-Fishcer, R. A. and Maurer, (1976): Crop Temperature Modification and Yield Potential in Dwarf Spring Wheat Ann. Appl. Biology. Pages 80.
- 22- Zhang. Y. (1994): Numerical Experiments for The Impacts of Temperature and Precipitation on The Growth and Development of Winter Wheat, Journal of Environment Science: 194-200, pages 5.
- 23- Sayta, Pariya, (1999): GIS-Based Spatial Crop Yield Modeling; Pages 8.
- 24- Hundal, S. S, Singh, R. and Dhaliva, L. K. (1997): Agro-Climatic Indices for Predicting Phonology of Wheat (*Triticum Aestivum*) in Punjab.J. Agric. Sci. 67: 265-268.

Archive SID