فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال نهم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۷
صص: ٤٤٤-٤٢٩

پهنه بندی تنش گرمایی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS)(مطالعه موردی: آستانه‌های حرارتی موثر برکشت گندم در استان فارس)

سید علیرضا موسوی نسب

دانش آموخته ی کارشناسی ارشد مهندسی آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

سید امیر شمس نیا[۱]

استادیار گروه مهندسی آب، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹٦/۰۹/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۱۰/۲۵

چکیده

درجه حرارت یکی از مهمترین پارامترهای اقلیمی موثر بر عملکرد محصولات است. در پژوهش حاضر آستانه های بحرانی تنش گرمایی جهت کشت گندم در استان فارس مورد ارزیابی قرار گرفته و براساس نتایج حاصله معادلاتی جهت هریک از آستانه های بحرانی ارائه گردیده است. بدین منظور اطلاعات ۱۴ ایستگاه همدیدی فعال استان فارس انتخاب گردید. با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه سه آستانه دمایی ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتیگراد انتخاب شدند و روزهایی که دمای بیشینه روزانه آن از این آستانه ها بیشتر بوده، تحت بررسی قرار گرفتند. همچنین به دلیل اهمیت تنش گرمایی در شب، تعداد روزهایی که دمای هوای کمینه از ۲۰ درجه سانتیگراد بیشتر بود، نیز تعیین گردیددر نهایت باتوجه به نتایج بدست آمده پهنه بندی تنش های گرمایی در استان فارس ارائه گردید. نتایج نشان داد بخش های جنوبی استان فارس عمدتا شامل لارستان، مهر و خنج و بخش های شمال غربی شامل ممسنی و کازرون بیشتر در معرض تنش گرمایی قرار دارند و در این میان لارستان و ممسنی بیشتر از سایر مناطق از این تنش آسیب می بینند. در عمده موارد، دوره تنش گرمایی منطبق با دوره جوانه زنی و گلدهی کشت گندم در استان فارس است. لذا در برخی مناطق تطابق مناسب اقلیمی با کشت گندم وجود ندارد. نقشه های ارائه شده و تحلیل عوامل جوی و بررسی پیشینه اثرات این عوامل به مدیران بخش کشاورزی کمک می کند تا بتوانند احتمال رویدادهای مطلوب یا نامطلوب جوی را در مراحل بعدی نمو گیاهی با دقت بالایی تخمین زنند.

کلیدواژگان: درجه حرارت، تنش گرمایی، پهنه بندی، استان فارس.

[۱]. نویسنده مسئول: ashamsnia_82@ yahoo.com

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و نیاز روز افزون به فرآورده‌های غذایی برای مردم جهان زمینه پیدایش انواع تنش برای گیاهان را فراهم نموده است. بطور کلی به شرایط نامناسبی که لزوماً مرگ آنی را در پی نداشته باشد و بطور دائم یا موقتی در یک محل حادث شود، تنش گفته می شود. حالت تنش در شرایطی پیش می آید که یک عامل محیطی خارج از حد نرمال بر گیاه اثر گذارد. رخداد تنش های گیاهی می تواند باعث از بین رفتن گیاه در یک دوره زمانی شود. عوامل آب و هوایی و اقلیمی نقش بسیار اساسی در رشد و توسعه گیاهان دارند و از دسته متغیرهای غیرقابل کنترل و اثرگذار بر کشاورزی محسوب می شوند. درجه حرارت یکی از مهمترین عوامل محیطی موثر بر رشد و نمو گیاهان است. دماهای بالاتر از حد مقاومت گیاهان موجب کاهش فعالیت فیزیولوژیک آنها می گردد که به آن تنش گرمایی گفته می شود. واکنش گیاهان به دماهای بالا با نوع کشت و مرحله رشد متفاوت است. به طور مثال دوره بحرانی حساسیت برای گندم در زمان پرشدن دانه است به طوری که در طی مرحله رسیدن چنانچه دمای بیشینه از ۳۰ درجه سلسیوس فراتر رود و رطوبت نسبی کمینه کمتر از ۳۰ درصد و همزمان وزش باد بیش از ۳ متر بر ثانیه باشد، سبب بروز تنش گرمایی در محصول می شود (نوحی و همکاران، ۱۳۸۷: ۵۱). چنانچه مجموعه عوامل فوق در یک روز رخ بدهد آن روز به عنوان روز بحرانی نامیده می شود. در چنین حالتی گندم دچار تنش گرمایی می شود، به طوری که دانه ها چروک خورده و وزن آنها کاهش می یابد. بررسی های همدیدی بیانگر آن است که احتمال رخداد چنین شرایطی در استان های جنوبی کشور در طی مرحله پرشدن دانه بسیار زیاد است. از این رو بررسی فراوانی وشدت تنش گرمایی جهت برنامه ریزی منطقه ای این محصول استراتژیک حایز اهمیت است.

آستانه تحمل گیاهان در رابطه با هر یک از پارامترهای هواشناسی محدود است و هر گونه ناهنجاری در این پارامترها می تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر تولیدات کشاورزی اثرات قابل ملاحظه ای بگذارد. درجه حرارت های کمینه بالاتر از ۲۰ درجه سلسیوس درشب می تواند همراه با تشدید تنفس و کاهش انتقال مواد آلی از اندام هوایی به اندام ذخیره ای باشد. در نتیجه نقصان عملکرد درواحد سطح را فراهم می سازد (میان آبادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۰۹). همچنین درجه حرارت های بیشینه بالاتراز ۳۰ درجه سلسیوس در روز به ویژه در گیاهان سه کربنه می تواند موجب بسته شدن روزنه ها شده و در نتیجه کاهش فتوسنتز را به همراه داشته باشد و یا باعث کمبود آب در گیاه شود. اینگونه می شود که در بسیاری موارد نیاز آبی گیاه بسیار بیشتر از نیاز آبی واقعی خواهد شد و در اثر کمبود آب ناشی از رخداد تنش گرمایی گیاه شدیدا با کمبود آب روبرو شده و در نهایت کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت.

تنش گرمایی تابع پیچیده ای از شدت، مدت، زمان و سرعت افزایش دما بوده و بستگی به احتمال دوره ای داشته که در آن دمای بالا اتفاق می افتد (کافی و همکاران[1]، ۲۰۰۹) . در بررسی اثر تنش گرمایی در سال زراعی ۱۳۸۱-۱۳۸۰ بر محصول گندم، کریمی و سید هادی (۱۳۸۲: ۲۸) با استفاده از داده های روزانه دمای هوا و بارش و عملکرد گندم آبی و دیم نشان داده شده که گرچه در تعیین آثار عوامل اقلیمی بر عملکرد گندم، بیشتر به میزان و توزیع زمانی بارش توجه می شود، ولی عوامل حرارتی بویژه دماهای بیش از ۳۰ درجه سلسیوس در برخی از سال ها سبب رخداد تغییرات عمده در عملکرد گندم آبی و دیم کشور می شود. نوحی و همکاران (۱۳۸۷: ۵۵) با استفاده از داده های روزانه اقلیمی، تنش گرمایی برای گندم را بررسی نمودند. نتایج نشان داد میانگین تعداد روزهای بحرانی در طول دوره پرشدن دانه در مناطق عمده استان خوزستان از ۳ تا ۹ روز و روزهای شدیدا بحرانی ۲ تا ٤ روز است. میان آبادی و همکاران(۱۳۸۸: ۱۰۹) نشان دادند در مورد گندم دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس باعث محدود شدن فتوسنتز، دماهای ۳۵ تا ٤۰ درجه باعث تسریع تنفس و احتمال کاهش وزن گیاه می شود و دمای بالاتر از ٤۰ درجه گرمای کشنده می باشد. در تحقیقی ارزیابی تاثیرات تنش‌های گرمایی در کشت ذرت در استان قزوین را مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، در ماههای خرداد، تیر و مرداد طی سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ بیشترین امواج گرمایی وجود داشته است. وقتی امواج گرمایی افزایش یابد و از آستانه تحمل گیاه بالاتر رود، برروی محصولات تأثیر منفی گذاشته و در نتیجه باعث کاهش میزان تولید و یا در مواردی باعث از بین رفتن محصولات می شود (احمدی و میرحاجی، ۱۳۹۱ :۱۱۹). محمدی و همکاران (۱۳۹٦: ۱۵) با استفاده از داده های ایستگاه های سینوپتیک و کلیماتولوژی در استان کرمانشاه، نقشه های بارش، دما و تنش های دمایی را استخراج و پهنه بندی نمودند. نتایج تحقیق نشان داد مناطق بسیار مناسب با مساحت ۱٦/۷ درصد و در بخش هایی از شمال غرب، غرب و جنوب غرب و مناطق مناسب با مساحت ۱٤/۳٦ درصد در شمال غرب، غرب و جنوب غرب و مناطق متوسط با ۱۵/۲۷ درصد در جنوب غرب، غرب و مرکز، شمال، شمال شرق وجنوب شرق قرار دارند. ناتال و همکاران[2] (۱۹۹۲) برآورد کردند که یک درجه سانتی گراد افزایش درجه حرارتِ حداکثر در ماه جولای که مصادف با گلدهی کلزای تابستانه در غرب کانادا است، کاهش ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه (حدود ده درصد از کل عملکرد دانه) را به دنبال دارد. موریسون[3] (۱۹۹۳: ۳۰٦) گزارش نمود که تنش گرما در طی گلدهی کلزا باعث خسارت بیشتری در مقایسه با مرحله رویشی یا مرحله رشد خورجین شده است. لی و همکاران[4] (۲۰۰۷: ۱۱۱٦) نشان دادند که دمای هوا اثر قابل توجهی بر رخداد، گسترش، پراکندگی و تحرک حشره آفت دارد.

1_Kafi et al
1-Nuttal et al
2-Morison
3-Li et al

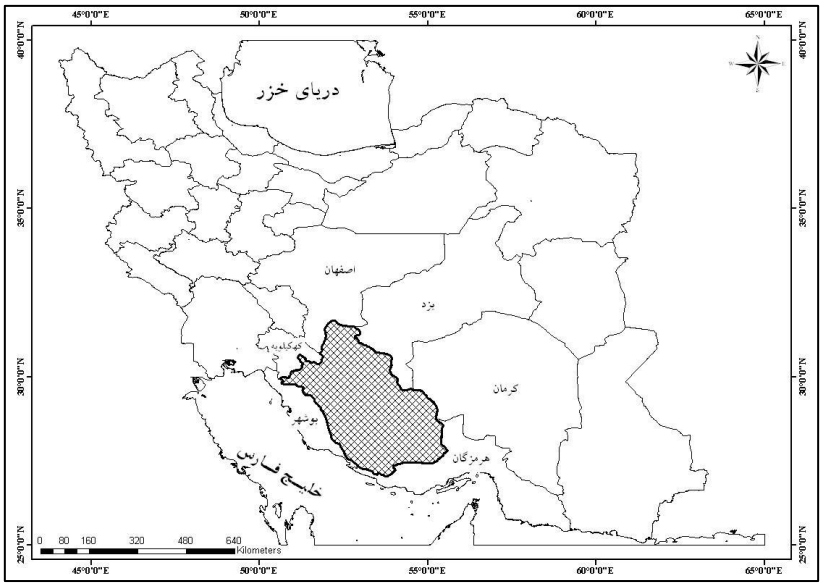
لذا مساله بررسی دقیق آستانه بحرانی درجه حرارت و تنش های گرمایی اهمیت بالایی داشته و می تواند باعث کاهش خسارات بر محصولات کشاورزی شود. از طرف دیگر به کمک مدل های مکانی می توان نقشه هایی تهیه نمود که وضعیت تنش حرارتی در قسمت های مختلف منطقه مورد مطالعه را نشان دهد. یکی از راههای تهیه نقشه‌های هم ارزش که براساس آن بتوان پدیده‌های مختلف هواشناسی و هیدرولوژیکی را مورد بررسی قرار داد استفاده از مدل‌های زمین آماری و فناوری سیستم‌های جغرافیایی است. در این راستا می توان نقشه های پهنه بندی ارائه نمود. در پهنه‌بندی هدف این است که داده‌های مکاندار به صورت رقومی‌کسب، نگهداری، بازیابی، مدل سازی و تجزیه و تحلیل گردند و نهایت به صورت متنی و گرافیکی نمایش داده شوند. (بیل و فریچ[۱]، ۱۹۹٤). مهدی زاده و همکاران (۱۳۸۵: ۱۱۱) به بررسی کارایی روش های زمین آماری در پهنه بندی اقلیمی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در سال ۸٤ پرداخته اند. با استفاده از GIS نقشه های توزیع مکانی بارندگی سالانه و مجموع سالانه گرمای فعال ترسیم شده است و از روی هم گذاشتن آنها پهنه بندی اقلیمی حوضه مطالعاتی ارومیه در دستگاه طبقه بندی سلیانوف به دست آمده است. بدین ترتیب اقلیم غالب حوضه آبریز دریاچه ارومیه ، نیمه خشک میانه و مرطوب تعیین شد. نوحی و همکاران (۱۳۹۱: ۲۰) وضعیت اقلیمی استان های خوزستان، هرمزگان، بوشهر و سیستان و بلوچستان را که از نظر کشت مرکبات اهمیت دارند، بررسی نموده و با بکارگیری داده های روزانه دما و رطوبت نسبی تعداد روزهای بحرانی و شدیدا بحرانی را تعیین نمودند. نالدر و وین[۲] (۱۹۹۸: ۲۱۱) توزیع مکانی بارندگی ودمای ماهانه در جنگل های شمال کانادا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که روش عکس مجذور فاصله، از سایر روش ها مناسب تر است. هرناندز و گاسکین[۳] (۲۰۰۷) با تحلیل زمانی – مکانی بارش ها و دماهای روزانه و ماهانه در حوضه مکزیک دریافتند که درون یابی دماهای روزانه با استفاده از عامل ارتفاع به عنوان متغیر دوم، به صحت برآورد ها کمک می کند، هرچند که ممکن است این دو متغیر، همبستگی ضعیفی داشته باشند. اسماعیل نژاد (۲۰۱٦: ۵۰) در تجزیه و تحلیل مکانی موج گرمایی در استان سیستان و بلوچستان نشان دادند روند افزایش موج گرمایی طی دوره مطالعه (۱۹٦۱ تا ۲۰۱۵) به شکل معناداری به خصوص در مناطق شمال غرب و غرب وجود دارد و از سال ۲۰۰۵ به بعد در همه مناطق این روند دیده می شود. از آنجائیکه بخش های جنوبی کشور با افزایش دمای شدید روبرو هستند، لذا اهمیت چنین بررسی هایی بیشتر خود را نشان می دهد. هدف تحقیق حاضر بررسی آستانه های بحرانی تنش گرمایی جهت گندم در استان فارس، ایجاد و ارائه معادلاتی مناسب جهت هریک از آستانه های بحرانی و در نهایت پهنه بندی تنش های گرمایی جهت تعیین مناطق آسیب پذیر استان فارس است.

4- Bill and Fritsch
1-Nalder and Wein
-Hernandez and Gaskin

معرفی منطقه مورد مطالعه

استان فارس یکی از ۳۱ استان ایران است که در بخش جنوبی کشور بین مدارهای ۲۷ درجه و ۲ دقیقه و ۳۱ درجه و ٤۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ٤۲ دقیقه و ۵۵ درجه و ۳٦ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان از شمال با استان اصفهان و یزد، از مغرب با استانهای کهکیلویه و بویراحمد و بوشهر، از جنوب با استان هرمزگان و از مشرق با استان کرمان همسایه است. آب و هوای استان فارس در نقاط مختلف این استان به سه دسته کوهستانی، معتدل و گرم تقسیم می‌شود(وزارت کشور، ۱۳۹۰). موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه (استان فارس) و استان های همجوار در شکل (۱) نشان داده شده است.

مهم ترین گیاهان منطقه از نظر سطح زیر کشت شامل گندم، جو، برنج ، ذرت میباشد که در این میان گندم به دلیل اهمیت استراتژیک و زیاد بودن سطح زیرکشت انتخاب گردید. جهت تعیین آستانه های بحرانی با توجه به وضعیت دمای روزانه ایستگاه ها، از تحقیقات انجام گرفته در زمینه محصولات غالب(میان آبادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۰۹) استفاده گردید. در مورد گندم، دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس باعث محدود شدن فتوسنتز، دماهای ۳۵ تا ٤۰ درجه باعث تسریع تنفس و احتمال کاهش وزن گیاه می شود و دمای بالاتر از ٤۰ درجه گرمای کشنده می باشد.



شکل ۱. موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه (استان فارس) و استان‌های همجوار(سازمان جهاد کشاورزی استان فارس)

برای استخراج داده های هواشناسی، اطلاعات ١٤ ایستگاه همدیدی فعال استان فارس، از بخش خدمات ماشینی سازمان هواشناسی کشور اخذ و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این اطلاعات شامل داده های دما تا پایان سال ۹۰ می باشد. لازم به ذکر است که به دلیل کم بودن سال های آماری موجود در بعضی از ایستگاه ها، دوره آماری مشترک

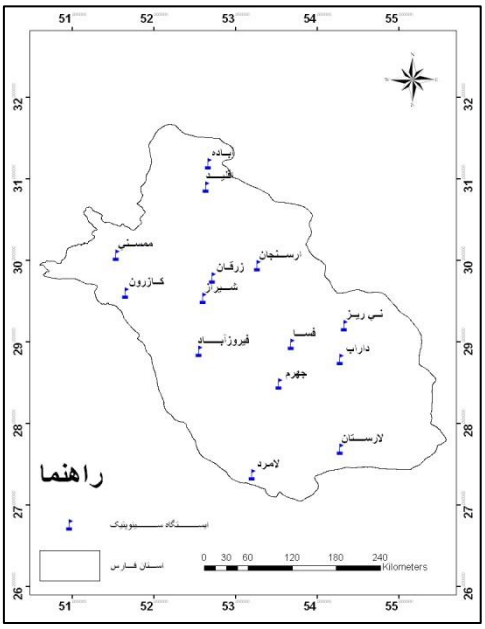
۱۸ سال(۱۳۹۰-۱۳۷۳) جهت ۸ ایستگاه انتخاب و جهت ٦ ایستگاه دیگر دوره آماری موجود (کمتر از ۱۸ سال) انتخاب گردید. جهت بررسی دقیقتر موضوع و در نظر گرفتن اثر ایستگاه ها، آنالیزهای لازم ۲ مرتبه انجام گرفت. مرتبه اول جهت ۸ ایستگاه با دوره آماری ۱۸ ساله و مرتبه دوم با در نظر گرفتن کلیه ایستگاه ها ضریب تبیین تعیین گردید و با توجه به نتایج بدست آمده تعداد ایستگاه های مورد مطالعه مشخص و در نهایت معادلات نهایی استخراج گردید. پس از مشخص نمودن پایه آماری مشترک، اقدام به ساخت لایه اطلاعات مکانی جهت تعیین موقعیت مکانی ایستگاه‌ها در محیط GIS گردید. موقعیت مکانی ایستگاه های مورد مطالعه در شکل (۲) نشان داده شده است.

برای بررسی بهتر شرایط وقوع تنش گرمایی در هرمنطقه و مقایسه آن ها، نواحی اقلیمی استان مشخص گردید. به این منظور از روش طبقه بندی اقلیمی دومارتن استفاده شد. در این روش بین متوسط درجه حرارت سالانه و بارندگی، رابطه (۱) برقرار است:

$$I = \frac{P}{T+10} \qquad (۱)$$

جدول (۱) نشان می دهد که استان فارس در مجموع شامل دو ناحیه اقلیمی خشک و نیمه خشک می باشد.

با مطالعه ای که بر روی داده های روزانه ایستگاه ها انجام شد، با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه و بیشینه ۳۵ و ٤٠ درجه، سه آستانه دمایی ۳۰، ۳۵ و ٤٠ درجه سلسیوس انتخاب شدند و روزهایی که دمای بیشینه روزانه آن از این آستانه ها بیشتر بوده، تحت بررسی قرار گرفتند. همچنین به دلیل اهمیت تنش گرمایی در شب، تعداد روزهایی که دمای هوای کمینه از ۲۰ درجه سلسیوس بیشتر بود، نیز مشخص شد. سپس از تلفیق آن با تعداد روزهایی که دمای بیشینه آن بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس بوده، تعداد روزهایی که هم دمای بیشینه بالاتر از ۳۰ درجه و هم دمای کمینه بالاتر از ۲۰ درجه بودند، نیزتعیین گردید. سپس با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی ایستگاه ها و آستانه های دمایی در دو حالت ١٤ ایستگاه و ۸ ایستگاه به کمک نرم افزارSPSS، معادلات مربوطه استخراج گردید. برای هر معادله در هر دو حالت ضریب تبیین نیز تعیین گردید. براساس نتایج حاصله پهنه بندی تنش گرمایی در سطح استان فارس انجام گرفت.



شکل ۲. موقعیت مکانی ایستگاه های مورد مطالعه

جدول ۱. تعیین اقلیم هر ایستگاه به روش دو مارتن

ایستگاه	میانگین دما (درجه سلسیوس)	میانگین بارش (میلی متر)	ضریب	اقلیم
شیراز	۱۸/٤	۳۲۱/۲	۱۱/۳۱	نیمه خشک
اقلید	۱۲/۹	۳۲۷/۱	۱٤/۲۸	نیمه خشک
داراب	۲۲/۲	۲۵۷/۲	۷/۹۹	خشک
لارستان	۲۳/۷	۲۰۰/۱	۵/۹٤	خشک
فیروزآباد	۲۰/۸	۳٤۹/۵	۱۱/۳۵	نیمه خشک
ممسنی	۲۱/٤	٤۳٤/۸	۱۳/۸۵	نیمه خشک
نی ریز	۱۹/۵	۱۸۰/۹	٦/۱۳	خشک
فسا	۱۹/۲	۲۸۰/۳	۹/٦	خشک
آباده	۱٤/٤	۱۲۸/۸	۵/۲۸	خشک
لامرد	۲۵/۵	۲۱۰/۵	۵/۹۳	خشک
ارسنجان	۱۸/۵	۲۱۷/٤	۷/٦۳	خشک
جهرم	۲۱/۲	۲۲۵/۸	۷/۲٤	خشک
کازرون	۲۳.۱	۳۵۰/۷	۱۰/۵۹	نیمه خشک
زرقان	۲۲.۹	۳۳۰/٦	۱۰/۰۳	نیمه خشک

جهت پهنه بندی و رسم نقشه های رقومی پهنه بندی از نرم افزار های ArcGIS 9.3 و مدل درون یابی وزن دهی معکوس فاصله استفاده شد.در این شیوه مقدار یک کمیت در نقاطی با مختصات معلوم، با استفاده از مقدار همان کمیت در نقاط دیگری با مختصات معلوم به دست می‌آید. به عبارت دیگر در این روش، ارزش یک متغییر براساس

میانگین همسایه‌ها در محدوده‌های معین محاسبه می‌شود. به طوریکه معکوس فواصل از نقاط مجهول وزن دهی می‌شود. هرچه فاصله نقاط مجهول از نقاط معلوم کاهش یابد، وزن ارزش آن نقاط افزایش می‌یابد و نقاطی که ارزش آنها نا معلوم است، با استفاده از نقاط اطراف در یک شعاع مشخص برآورد می‌شود(باس[1]، ۲۰۰۰ ؛ قهرودی تالی، ١٣٨٤). اساس این روش بر مبنای این فرضیه است که در یک سطح درون یابی، اثر یک پارامتر بر نقاط اطراف یکسان نبوده و نقاط نزدیک، بیشتر و نقاط دورتر، کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرند. هرچه فاصله از مبدا افزایش می‌یابد، اثر پارامتر کمتر می‌شود. تحقیقات نالدر و وین (۱۹۹۸)، بداق جمالی و همکاران (١٣٨١:١٤) و حجازی جهرمی (۱۳۹۲) دقت این روش و مناسب بودن آنرا به اثبات رسانده است. به این منظور داده‌های مربوط به مشخصات جغرافیایی و آستانه های بحرانی به عنوان ورودی به نرم افزار داده شد. براساس مدل IDW نقشه‌های پهنه‌بندی تنش گرمایی در استان فارس ترسیم گردید. پس از اجرای مدل، خروجی به صورت نقشه رستر[2] حاصل گردید. سپس تحلیل‌های مختلفی بر روی نقشه‌های رستر حاصله انجام گرفت و نقشه‌ها کلاس بندی شدند و برای آنها رستر کُد تعریف گردید. هدف از کلاس بندی، مشخص کردن وضعیت تنش گرمایی در مناطق مختلف می‌باشد. پس از کلاس بندی، تجزیه و تحلیل‌های مکانی بر روی نقشه‌ها انجام گرفت، تا ارتباط لازم بین عوارض برقرار شود. در نهایت، نقشه‌های پهنه‌بندی حاصله با نقشه استان فارس انطباق داده شد. با توجه به این مساله مناطق آسیب پذیر نسبت به تنش هایی حرارتی تعیین گردید.

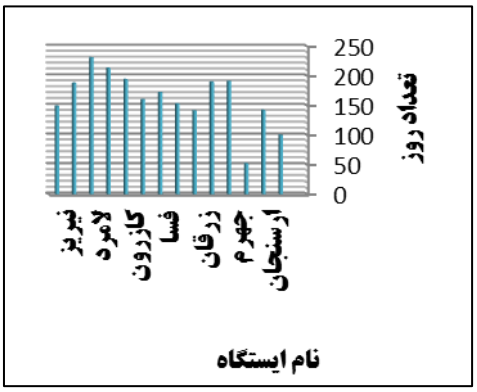
تحلیل داده ها و ارائه یافته ها

میانگین تعداد روزهایی با دمای بیشینه ۳۰، ۳۵ ، ٤٥ و دمای کمینه بیشتر از ۲۰ درجه سانتیگراد و شرایطی که دمای کمینه بیشتر از ۲۰ و دمای بیشینه بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد باشد، درشکل های (۳ تا۷) نشان داده شده است. نتایج مذکور جهت تعیین معادلات مربوط به آستانه های بحرانی دما و تعیین نقشه های آسیب پذیری نیز استفاده گردید. همانگونه که مشاهده می شود در شهرستان های جنوبی شامل جهرم، داراب، فسا، لار و لامرد به طور متوسط در بیشتر از نیمی از سال، تعداد روزها با دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد همراه است. تاریخ جوانه زنی و گلدهی گندم در مناطق مذکور به ترتیب آذرماه و اسفند تا فروردین ماه است. شروع دمای بیشینه بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد در مناطق مذکور از فروردین ماه است که منطبق با مرحله گلدهی گیاه است. گیاه گندم در این مرحله نسبت به تنش حرارتی حساس بوده و دمای بیشتر از ۳۰ درجه باعث کاهش فعالیت های متابولیکی و در نهایت کاهش عملکرد خواهد شد. اما در مرحله جوانه زنی (آذرماه) متوسط بیشینه دما کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد است.

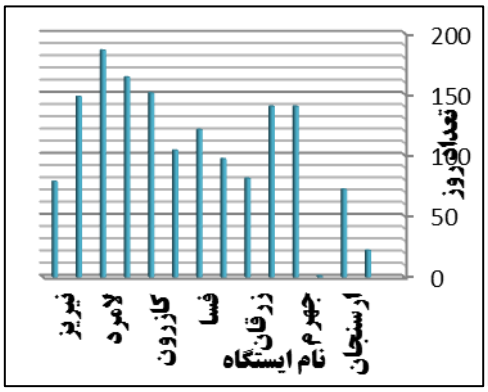
علاوه بر مناطق مذکور، دو منطقه کازرون و ممسنی نیز با وجود متفاوت بودن اقلیم شرایطی مشابه دارند. مناطق مذکور، جزو محدوده های اصلی و مهم کشت گندم هستند و با توجه به اینکه جزو مناطق شمالی استان فارس

1-Booth
2-Raster

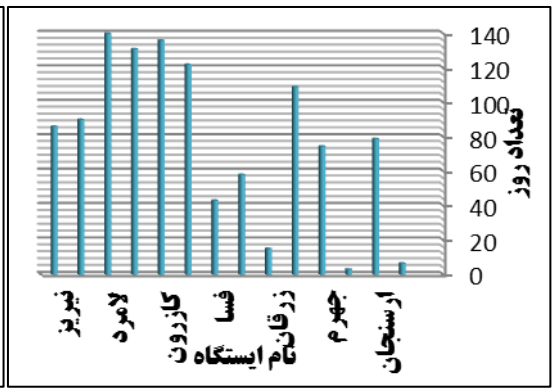
هستند، مرحله جوانه زنی و گلدهی به ترتیب در ماههای مهر و اردیبهشت ماه است. متوسط دمای مهرماه ایستگاه ممسنی ۳٤/۹ درجه سانتیگراد است و این زمان منطبق با مرحله جوانی گندم است. در اردیبهشت ماه نیز متوسط دما ۳۷ درجه سانتیگراد است که این زمان منطبق با مرحله گلدهی گندم است. در کازرون نیز در ماه جوانه زنی متوسط بیشینه دما ۳٤/۷ و در مرحله گلدهی متوسط بیشینه دما ۳٤/۵ در جه سانتیگراد است. لذا در دو منطقه مذکور، گندم در مراحل حساس جوانه زنی و گلدهی دچار تنش حرارتی است.



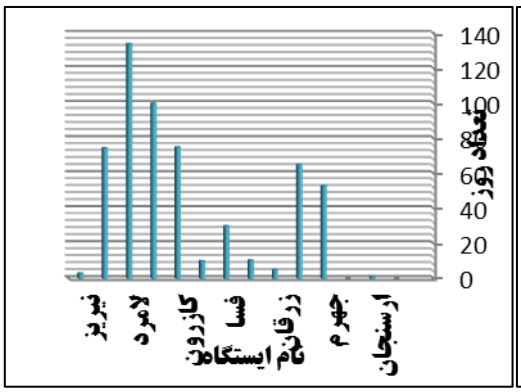
شکل ٤. تعداد روزهایی با دمای بیشینه (Max) بیشتر از ۳۵ درجه سانتیگراد در ایستگاه های مورد مطالعه



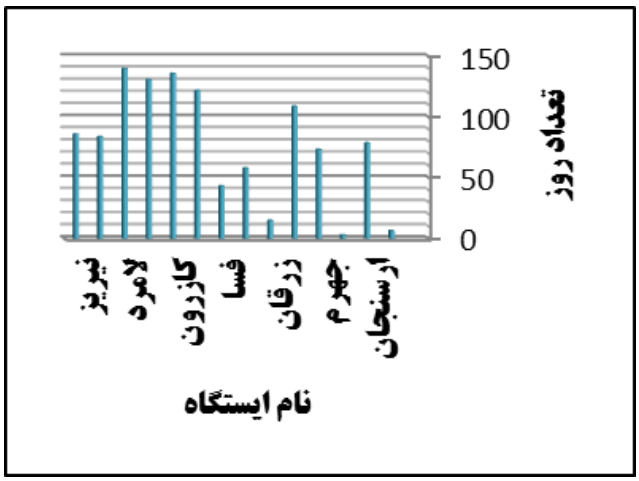
شکل ۳. تعداد روزهایی با دمای بیشینه (Max) بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد در ایستگاه های مورد مطالعه



شکل ٦. تعداد روزهایی با دمای کمینه (Min) بیشتر از ۲۰ درجه سانتیگراد در ایستگاه های مورد مطالعه



شکل ۵. تعداد روزهایی با دمای بیشینه (Max) بیشتر از ٤۰ درجه سانتیگراد در ایستگاه های مورد مطالعه



شکل ۷. تعداد روزهایی با دمای کمینه (Min) بیشتر از ۲۰ و بیشینه (Max) بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد در ایستگاه های مورد مطالعه

با استفاده از پارامترهای به دست آمده از شکل های (۳ تا۷) در هر ایستگاه و موقعیت مکانی شامل ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی، معادلات مناسب برای پهنه بندی استخراج شد و همانگونه که ذکر گردید به دلیل محدودیت داده، دو حالت در نظر گرفته شد. در حالت اول تعداد ۱٤ ایستگاه (جدول (۲)) و در حالت دوم ۸ ایستگاه (آباده، اقلید، داراب،زرقان، شیراز، فسا، لار و لامرد) مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۳). در هریک از حالت های فوق معادلات استخراج و ضریب تبیین(R^2) نیز ارائه گردید.

جدول۲. معادلات استخراج شده برای هر پارامتر و ضریب تبیین مربوط به هر معادله (۱٤ ایستگاه)

پارامتر	معادلات جهت ۱٤ ایستگاه	R^2
تعداد روزهای با دمای کمینه بیش از ۲۰	I = 388.810 - 0.002x - 0.172y – 0.694h	۰/۷۹۸
تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰	I = -263.267 + 0.169x + 0.091y – 1.029h	۰/۹٦٦
تعداد روزهای با دمای کمینه بیش از ۲۰ و دمای بیشینه بیش از ۳۰	I = 434.987 – 0.040x – 0.210y – 0.659h	۰/۸۱٥
تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳٥	I = 111.960 + 0.44x + 0.001y – 0.986h	۰/۹۸۰
تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ٤۰	I = -551.464 + 0.153x + 0.298y – 1.131h	۰/۸٤۷

منبع: یافته های پژوهش

جدول۳. معادلات استخراج شده برای هر پارامتر و ضریب تبیین مربوط به هر معادله (۸ ایستگاه)

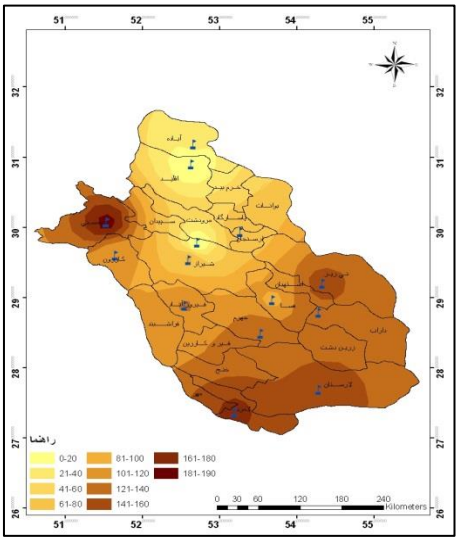
پارامتر	معادلات جهت ۸ ایستگاه	R^2
تعداد روزهای با دمای کمینه بیش از ۲۰	I = -821.064 + 0.244x + 0.055y – 0.823h	۰/۹۰٤
تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰	I = -452.325 + 0.113x + 0.250y – 1.149h	۰/۹۷٤
تعداد روزهای با دمای کمینه بیش از ۲۰ و دمای بیشینه بیش از ۳۰	I = -821.064 + 0.244x + 0.055y – 0.823h	۰/۹۰٤
تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳٥	I = 156.973 + 0.74x - 0.200y – 0.746h	۰/۹۸٦

تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ٤٠	I = -242.663 + 0.107x + 0013y – 0.864h	۰/۸٦۰

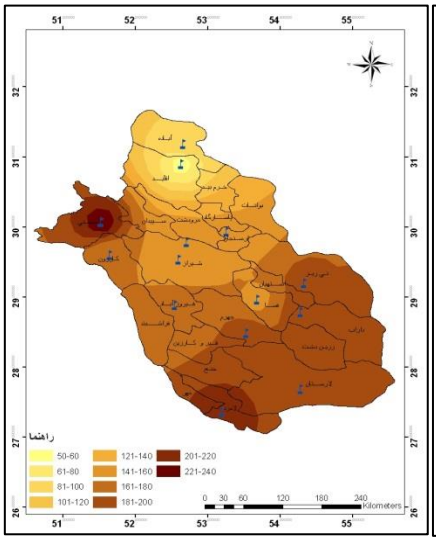
با توجه به نتایج به دست آمده و با توجه به اینکه ضریب تبیین در دو گزینه ذکر شده در جدول (۲و۳) تفاوت معنی داری نداشته و تقریباً یکسان بود، لذا ١٤ ایستگاه در نظر گرفته شد و براساس آن نتایج حاصل از پهنه بندی تنش گرمایی ارائه گردید.

همانطور که در شکل (۸) که مربوط به آستانه بحرانی دمای بیشینه بیشتر از ۳۰ درجه می باشد، مشاهده می شود شهرستان لامرد، بخش های جنوبی مهر و خنج، شهرستان ممسنی بیشترین تعداد روز های بحرانی با دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه را به خود اختصاص داده اند. به طور کلی در مورد قسمت مرکزی استان فارس به سمت جنوب، جنوب و جنوب شرق و بخش شمال غربی استان فارس می توان عنوان نمود که به طور متوسط بیش از ۲۰۰ روز در سال با درجه حرارت بیشینه بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد همراه است. با توجه به آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس عمده سطح زیر کشت مناطق مذکور گندم می باشد. در مورد گندم، دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس باعث محدود شدن فتوسنتز می شود (میان آبادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۱۰). در بخش های شمال و شمال شرقی تعداد روزهایی با دمای بیشتر از۳۰ درجه سانتیگراد کمتر از ۱۰۰ روز است که عمده آن مربوط به ماههای تیر، مرداد و شهریور است که عمدتا مشکلات خاصی را در دوره جوانه زنی و گلدهی ایجاد نخواهد نمود. لذا مناطق مذکور جهت کشت گندم مناسب است.

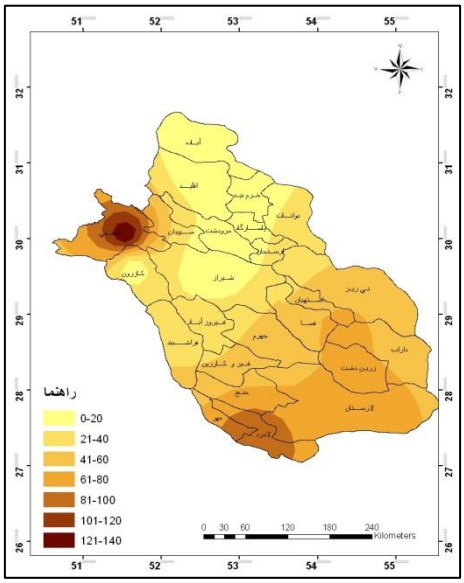
در بخش های جنوبی لارستان، لامرد و ممسنی و کازرون تعداد روزهای با دمای بیشتر از ۳۵ درجه بین ١٤٠ تا ١٨٠ روز است. لذا در مناطق مذکور گندم در مراحل حساس جوانه زنی و گلدهی دچار تنش حرارتی است. اما مناطق شمالی و مرکزی که تعداد روزهای بحرانی با دمای بیشتر ار ۳۵ درجه آنها کمتر از ٤٠ روز است، جهت کشت گندم مناسب هستند. تعداد روزهای با دمای بیشینه بیش از ٤٠ درجه سانتیگراد تقریبا وضعیتی مشابه شکل (۹) دارد. عمدتا در بخش های جنوبی و ممسنی تعداد روزهای با دمای بیشتر از ٤٠ درجه بین ۱۰۰ تا ١٤٠ روز است. فقط در برخی از قسمت ها که در شکل مشخص است امکان کشت گیاهان حساس به دمای بیشتر از٤٠ درجه وجود ندارد. اما در بیشتر استان فارس تعداد روز با دمای بیشتر از ٤٠ درجه کم است که آن هم مربوط به فصل تابستان بوده و منطبق با شرایط حساس گیاهی نمی باشد.



شکل ۹. نقشه پهنه بندی تنش گرمایی در استان فارس براساس تعداد روزهایی با دمای بیشینه (Max) بیشتر از ۳۵ درجه سانتیگراد



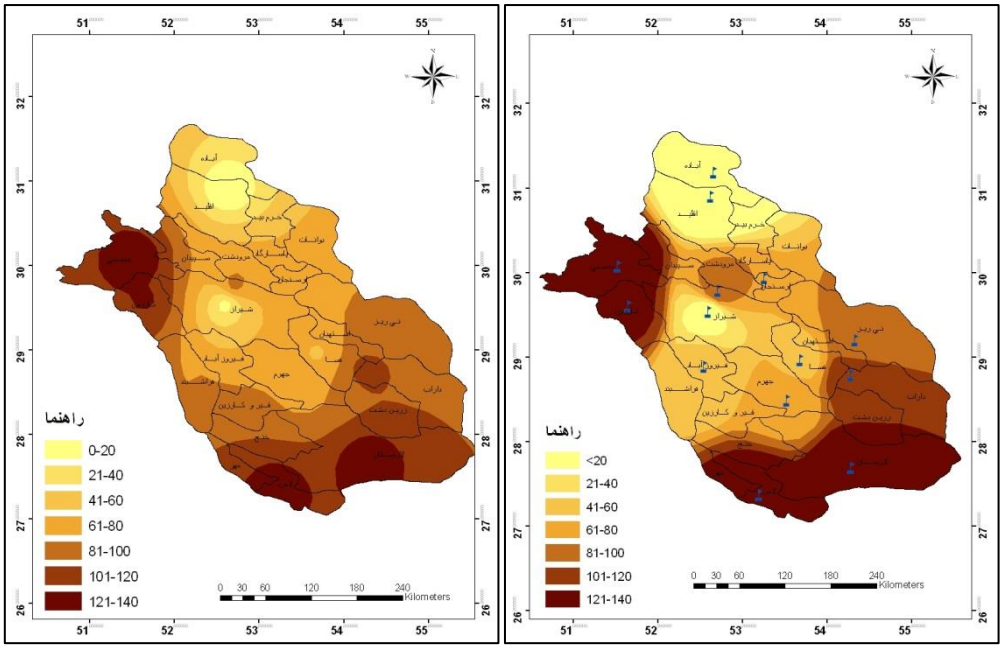
شکل ۸. نقشه پهنه بندی تنش گرمایی در استان فارس براساس تعداد روزهایی با دمای بیشینه (Max) بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد



شکل ۱۰- نقشه پهنه بندی تنش گرمایی در استان فارس براساس تعداد روزهایی با دمای بیشینه (Max) بیشتر از ۴۰ درجه سانتیگراد

تعداد روزهای با دمای کمینه بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد در لارستان، لامرد، مهر، ممسنی و کازرون با شدت زیاد در شکل (۱۱) قابل مشاهده است. دمای کمینه عامل مهمی است که برخی از گیاهان که در روز به دلیل دمای زیاد و تعرق آب زیادی از دست می دهند، درشب به دلیل کاهش درجه حرارت تعرق را جبران می کنند. در مناطق مذکور

علاوه بر اینکه درجه حرارت بیشینه به بالا از ٤٠ درجه سانتگراد هم می رسد، از نظر دمای کمینه نیز وضعیت بحرانی وجود دارد به طوریکه کمینه دما نیز در ۱۲۰ تا ۱٤٠ روز از سال به طور متوسط بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد است. لذا مناطق مذکور از نظر تنش های گرمایی در وضعیت بحرانی قرار دارند. اما در مناطق شمال و مرکزی وضعیت دمای کمینه مساعد بوده و تعداد روزهایی با دمای کمینه بیشتر از ۲۰ درجه به طور متوسط از ۲۰ روز هم کمتر است. شکل (۱۲) وضعیتی مشابه نقش پهنه بندی (۱۱) را نشان می دهد. نقشه مذکور نشان می دهد که مناطق جنوبی و شمال غربی جهت گیاهانی که نسبت به بیشینه دمای بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد و کمینه بیشتر از ۲۰ درجه حساس هستند، مناسب نبوده و در این مناطق کشت گیاهان مذکور توصیه نمی شود.



شکل ۱۲. نقشه پهنه بندی تنش گرمایی در استان فارس براساس تعداد روزهایی با دمای کمینه (Min) بیشتر از ۲۰ درجه سانتیگراد و دمای بیشینه بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد

شکل ۱۱. نقشه پهنه بندی تنش گرمایی در استان فارس براساس تعداد روزهایی با دمای کمینه (Min) بیشتر از ۲۰ درجه سانتیگراد

نتیجه گیری

تنش گرمایی از مهمترین پدیده های زیان بخش جوی است که مشکلات بسیاری را برای محصولات کشاورزی ایجاد می کند. به طور کلی در شهرستان های جنوبی جهرم، داراب، فسا، لار و لامرد به طور متوسط در بیشتر از نیمی از سال، دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد است. با توجه به تاریخ جوانه زنی و گلدهی گندم در مناطق مذکور که به ترتیب آذرماه و اسفند تا فروردین ماه است، شروع بیشینه دمای بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد در مناطق مذکور از فروردین ماه است که منطبق با مرحله گلدهی گیاه است. گیاه گندم در این مرحله نسبت به تنش حرارتی حساس

بوده و دمای بیشتر از ۳۰ درجه باعث کاهش فعالیت های متابولیکی و در نهایت کاهش عملکرد خواهد شد. اما در مرحله جوانه زنی (آذرماه) متوسط بیشینه دما کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد است. نقشه پهنه بندی آستانه بحرانی دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه نشان داد شهرستان لامرد، بخش های جنوبی مهر و خنج، شهرستان ممسنی بیشترین تعداد روز های بحرانی با بیشینه دمای بیش از ۳۰ درجه را به خود اختصاص داده اند. به طور کلی در مورد قسمت مرکزی استان فارس به سمت جنوب، جنوب و جنوب شرق و بخش شمال غربی استان فارس می توان عنوان نمود که به طور متوسط بیش از ۲۰۰ روز در سال با درجه حرارت بیشینه بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد همراه است. با توجه به آمار سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، عمده سطح زیر کشت مناطق مذکور گندم می باشد. در مورد گندم، دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس باعث محدود شدن فتوسنتز می شود (میان آبادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۱۳). در بخش های شمال و شمال شرقی تعداد روزهایی با دمای بیشتر از۳۰ درجه سانتیگراد کمتر از ۱۰۰ روز است که عمده آن مربوط به ماههای تیر، مرداد و شهریور است که عمدتا مشکلات خاصی را در دوره جوانه زنی و گلدهی ایجاد نخواهد نمود. لذا مناطق مذکور جهت کشت گندم مناسب است. در مورد تعداد روز با دمای بیشتر ار ۳۵ درجه نیز در شهرستان لامرد، بخش های جنوبی مهر و خنج، شهرستان ممسنی و کازرون، گندم در مراحل حساس جوانه زنی و گلدهی دچار تنش حرارتی است. در مورد دمای کمینه بیشتر از ۲۰ درجه سانتیگراد نیز در لارستان، لامرد، مهر، ممسنی و کازرون وضعیت بحرانی است. به طوریکه کمینه دما نیز در ۱۲۰ تا ۱۴۰ روز از سال به طور متوسط بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد است. لذا مناطق مذکور از نظر تنش های گرمایی در وضعیت بحرانی قرار دارند. اما در مناطق شمال و مرکزی وضعیت دمای کمینه مساعد بوده و تعداد روزهایی با کمینه دمای بیشتر از ۲۰ درجه به طور متوسط از ۲۰ روز هم کمتر است.

تحلیل عوامل جوی و بررسی پیشینه اثرات این عوامل به محصولات کشاورزی به مدیران بخش کشاورزی کمک می کند تا بتوانند احتمال رویدادهای مطلوب یا نامطلوب جوی را در مراحل بعدی نمو گیاهی با دقت بالایی تخمین زنند. این پیشبینی ها می تواند در عملیات مناسب زراعی و برنامه ریزی های طولانی مدت استفاده شود. با توجه به این مسئله نتایج بررسی در مورد پدیده مخاطره آمیز تنش گرمایی در استان فارس نشان داد که بخش های جنوبی استان فارس عمدتا شامل لارستان، مهر و خنج و بخش های شمال غربی شامل ممسنی و کازرون بیشتر در معرض تنش گرمایی قرار دارند و در این میان لارستان و ممسنی بیشتر از سایر مناطق از این تنش آسیب می بینند. تحقیق حاضر با استفاده ازاطلاعات و امکانات فعلی موجود دراستان فارس انجام شده است و به با داشتن اطلاعات و امکانات بیشتر با استفاده از روش های مناسب درون یابی می توان انتظار نتایج دقیق تری را داشت.

منابع

احمدی، محمود. و میرحاجی، هانیه. (۱۳۹۱). ارزیابی تاثیرات تنش های گرمایی در کشت ذرت (مطالعه موردی: استان قزوین). مجله علوم محیطی. ۹(۳): ۱۱۹-۱۲۸.

بداق جمالی، جواد.، جوانمرد، سهیلا و شیرمحمدی، رضا. (۱۳۸۱). پایش و پهنه بندی وضعیت خشکسالی استان خراسان با استفاده از نمایه استاندارد شده بارش. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. مجله شماره ٦٧. مقاله شماره۵۵۰. صفحه ۲۱-٤.

حجازی جهرمی، کریم. (۱۳۹۲). پایش زمانی و مکانی خشکسالی با استفاده از شاخص هواشناسی RDI و نمایه های طیفی و حرارتی منتج از سنجش از دور (مطالعه موردی: مناطق تحت پوشش گندم دیم استان فارس). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز.

قهرودی تالی، منیژه. (۱۳۸٤). سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در محیط سه بعدی(GIS سه بعدی در ArcGIS)، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم، ۲۷۳ صفحه.

کریمی، مهدی و سید هادی، س.م. (۱۳۸۲). تعیین عوامل اقلیمی موثر بر افزایش عملکرد گندم آبی و دیم کشور در سال زراعی ۱۳۸۰-۱۳۸۱) ، فصلنامه علمی – ترویجی. خشکی و خشکسالی کشاورزی، شماره ۷.

محمدی، رستگار.، خوشحال دستجردی، جواد.، رحیمی، داریوش و نوری، راضیه. (۱۳۹٦). پهنه بندی آگروکلیمایی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه. ۸(۳): ۱۵-۳٦.

مهدی زاده، مهیار.، مهدیان، محمدحسین و حجام، سهراب. (۱۳۸۵). کارایی روش های زمین آماری در پهنه بندی اقلیمی حوضه آبریز دریاچه ارومیه. مجله فیزیک زمین و فضا. ۳۲(۱): ۱۰۳-۱۱٦.

میان آبادی، آمنه.، موسوی بایگی، محمد.، ثنایی نژاد، حسین. و نظامی، احمد. (۱۳۸۸). بررسی و پهنه بندی تنش های گرمایی موثر بر محصولات کشاورزی در استان خراسان رضوی با استفاده از GIS. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۲):۱۰٤-۱۱٤.

نوحی، کیوان.، کمالی، غلامعلی.، و مرتضوی، افسانه. (۱۳۸۷). بررسی و تحلیل تاثیر تنش گرمایی بر محصول گندم در استان های جنوبی کشور. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۸۸. ص ۵۱-۷٤.

نوحی، کیوان.، فتاحی، ابراهیم. و فاتح، شاهرخ. (۱۳۹۱). تاثیر تنش گرمایی بر محصول مرکبات در جنوب ایران. نشریه پژوهش های اقلیم شناسی۳(۹): ۲۲-۱۳.

وزارت کشور. (۱۳۹۰). فهرست بخش‌ها، شهرها، شهرستان‌ها و دهشتان‌های ایران. وبگاه وزارت کشور. بازبینی‌شده در ١٦ خرداد ۱۳۹۰ خورشیدی.

Bill, R. and Fritsch. (1994). Grund Lagen Der Geo- Information Systems. Band 1 Hardware, Software and Daten, 2. Auflage, Wichmann Verlag, Heidelberg. 415pp.

Booth, B. (2000). Using ArcGIS 3D Analyst. GIS by Esri. Copyright, Environmental Systems Research Institude.

Esamailnezhad, M. (2016). The Spatial Analysis of Heat Waves in South East of Iran (A Case Study: Sistan And Baluchestan Province. Geographia Technica. 11(2): 50-60.

Hernandez, J. J. & Gaskin, S. J. (2007). Spatio temporal analysis of daily precipitation and temperature in the Basin of Mexico. Jornal of Hydrology. 336:231-249.

Kafi, M.R. et al.(2009). Environmental steam physiology .JD publication.

Li, H., Futch, SH. & Syvertsen, J.P. (2007). Cross-correlation patterns of air and soil temperature, rainfall and citrus Diaprepes abbreviates (L.) root weevil. Pest Management Science. 63, 1116-1123.

Morison, M. J. (1993). Heat stress during reproduction in summer rape. Can. J. Bot. 71: 303-308

Nalder, J. A., & Wein, R.W. (1998). Spatial interpolation of climate normals: Test of a new method. Canadian Boreal Forest. Agr.Forest. 94(4), 211-225

Nuttal, W. F., Moulin, A.P. & Townley Smith, L.J. (1992). Yield response of canola to nitrogen,phosphorous, precipitation and temperature. Agron. J. 84: 765-768