

## یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره [۴۱]

عنوان مقاله:

### طبقه‌بندی اقلیمی کشاورزی در جهت مدیریت منابع آب در توسعه پایدار کشور

تألیف:

جواد احمدیان<sup>۱</sup>، داریوش شیبانی<sup>۲</sup>، حسن عراقی<sup>۳</sup>، رضا شیرمحمدی<sup>۴</sup>، مجوبه مجرد<sup>۵</sup>

#### چکیده

پتانسیل‌ها و محدودیت‌های اقلیمی در واحدهای اکولوژی و ضرورت ملاحظه این شرایط در کشاورزی منطقه‌ای با توجه به بحث توسعه پایدار و امنیت غذایی موجب می‌گردد تا قبل از هر گونه سرمایه‌گذاری توسعه‌ای، توان تولید مستمر محصولات کشاورزی در واحدهای اکولوژیکی از جهات گوناگون مورد مطالعه و تحقیق قرار گیرد. به پیشنهاد سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی FAO در تعدادی از کشورها مطالعات وسیعی در این زمینه تحت عنوان A.E.Z<sup>۱</sup> انجام و نرم‌افزارها و مدل‌های ویژه‌ای نیز ارائه گردیده است تعیین پتانسیل اقلیمی مناسب محصول مورد نظر، مقدمه و پیش‌نیاز آمایش سرزمین و مطالعات الگوی کشت منطقه‌ای نیز می‌باشد.

گیاهان زراعی برای رشد و نمو و تکامل مراحل فنولوژیکی خود نیازمند شرایط مناسب محیطی هوا، آب و خاک می‌باشند. تفاوت شرایط مطلوب گیاهان باعث گسترش انواع و گونه‌ها در جهان گردیده است.

طبقه‌بندی اقلیمی - کشاورزی<sup>۲</sup> مدلی کاربردی است که مطالعات آن به امکانات وسیعی نیاز ندارد. در این روش ابتدا مناطق با توجه به آمار بلند مدت پارامترهای جوی موثر بر رشد و نمو محصولات نظر حداقل و حداکثر درجه حرارت، بارندگی و رطوبت نسبی طبقه‌بندی شده و آنگاه با در نظر گرفتن شرایط مورد نیاز محصول نظیر آستانه‌های حرارتی، طول دوره رشد و نیاز آبی پهنه‌های مساعد و مناسب کشت محصول خاص مشخص می‌گردد.

۱ و ۳- پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد، اداره کل هواشناسی خراسان

۲، ۴ و ۵- پژوهشکده اقلیم‌شناسی مشهد

6- Agro-Ecological Zoning

7- Bioclimatic

همچنین می‌توان تشابه اقلیمی مناطق را با استفاده از اقلیم‌نمای هایتروگراف بازبینی نمود. با انجام این مراحل و بر حسب درجه اهمیت منابع که می‌تواند نیروی انسانی، نیاز آبی و سایر موارد باشد در مورد زراعت در منطقه تصمیم منطقی گرفته شود.

در این مقاله ابتدا استان خراسان به روش‌های شناخته شده اقلیمی پهنه‌بندی شده و با در نظر گرفتن اقلیم مناسب کشت زعفران جایگاه مکانی آن روی پهنه‌بندیها مشخص می‌گردد و با توجه به حداقل نیاز آبی گیاه زعفران، در زمان وقوع خشکسالی یا زمانی که صرفه‌جویی آب مهمترین پارامتر باشد کشت این گیاه در مناطق مشابه پیشنهاد می‌گردد.

### مقدمه

اجرای توسعه پایدار مناطق نیازمند برنامه‌ریزی دقیق بر اساس استعدادها و محدودیت‌های منابع است و اقلیم هر منطقه از مهمترین عوامل تعیین‌کننده توان توسعه محل می‌باشد. دانشمندان مدل‌های متفاوتی را برای مدیریت منابع و دسترسی به بالاترین تولید مستمر ارائه نموده‌اند از آنجا که برای انتخاب یک مدل وجود اطلاعات پایه ضروری است. طبقه‌بندی اقلیمی می‌تواند نیازهای اولیه سیاستگذاران جامعه را برای اتخاذ تصمیم منطقی برآورده نماید.

ایران کشوری است که متوسط بارندگی آن حدود یک سوم متوسط بارش جهانی بوده و از نظر منابع آب به شدت در تنگنا می‌باشد. از طرفی عمده مصرف منابع آب در بخش کشاورزی است. لذا ضروری است با استفاده بهینه، صرفه‌جویی و افزایش راندمان آبیاری به حفظ منابع محدود آب کمک نمود. انتخاب محصولاتی سازگار با اقلیم و نیاز آبی کم و مقاوم به کم آبی بخصوص در شرایط خشکسالی از جمله عوامل بهینه‌سازی الگوی مصرف آب کشاورزی است.

### مواد و روش‌ها

منابع طبیعی جهان قادر به تامین نیازهای رو به رشد جمعیت نیستند. متوسط رشد سالانه جمعیت در جهان ۱/۶ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۳ درصد برآورد گردیده است [۱] و این مسئله از مشکلات اساسی جامعه بین‌المللی بوده و دانشمندان به منظور بهره‌وری بیشتر از منابع راه‌هایی نیز پیشنهاد نموده‌اند. سازمان خواروبار جهانی F.A.O در سال ۱۹۷۸ به منظور بهینه‌سازی استفاده از زمین، آب و سایر منابع مدلی را تحت عنوان AEZ (سیستم منطقه‌ای کشاورزی - اکولوژیکی یا پهنه‌بندی اکولوژی - کشاورزی) ارائه و پس از تحقیقات و آزمایشات فراوان در سال ۱۹۸۳ آن را برای کلیه کشورها توصیه نمود. این مدل شامل سه بخش اصلی به شرح زیر است اول با شناسایی ویژگی‌های محلی مرتبط با تولیدات کشاورزی نظیر اقلیم، منابع آب، خاک و شرایط فیزیکی به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS پهنه‌بندی مناسبی ارائه می‌شود دوم نیازها و محدودیت‌های محصولات کشاورزی را از نظر منابع ذکر شده و جفت کردن آنها با شرایط مدیریتی و شرایط فرضی تغییر اقلیم و منابع بررسی و

محصولات قابل حصول و پتانسیل تولید آنها را در این شرایط تعیین می‌نماید. سوم ساختاری را برای کاربری اراضی نظیر، کمیتی از حاصلخیزی زمین، توسعه منطقه با کشت آبی یا دیم، نیاز آیش، تخمین گنجایش جمعیتی و بهینه‌سازی کاربرد منابع زمین و آب را ارائه می‌نماید [۲]. این مدل تاکنون در بسیاری از کشورهای جهان بصورت ملی و با همکاری کارشناسان FAO انجام و نتایج مفیدی نیز بدست آمده است شکل ۱ نمونه‌ای از نتایج این مدل در کشور برزیل برای تقسیم و استفاده از منابع آب است.



شکل ۱- نمونه خروجی مدل AEZ.FAO برای کشور برزیل و نشریه FAO73

با توجه به مطالب فوق به منظور بهینه‌سازی و افزایش راندمان منابع از جمله مصرف آب در کشاورزی این تحقیق ابتدا استان خراسان به عنوان نمونه موردی به روش‌های شناخته شده اقلیمی - کشاورزی پهنه‌بندی می‌گردد.

روش دومارتن - برای تعیین وضعیت اقلیم رابطه تجربی  $I = P/(T + 10)$  بین درجه حرارت و مقدار بارندگی توسط دومارتن ارائه گردیده که در آن:

$$I = \text{ضریب خشکی}$$

$$T = \text{متوسط درجه حرارت سالانه (}^{\circ}\text{C)}$$

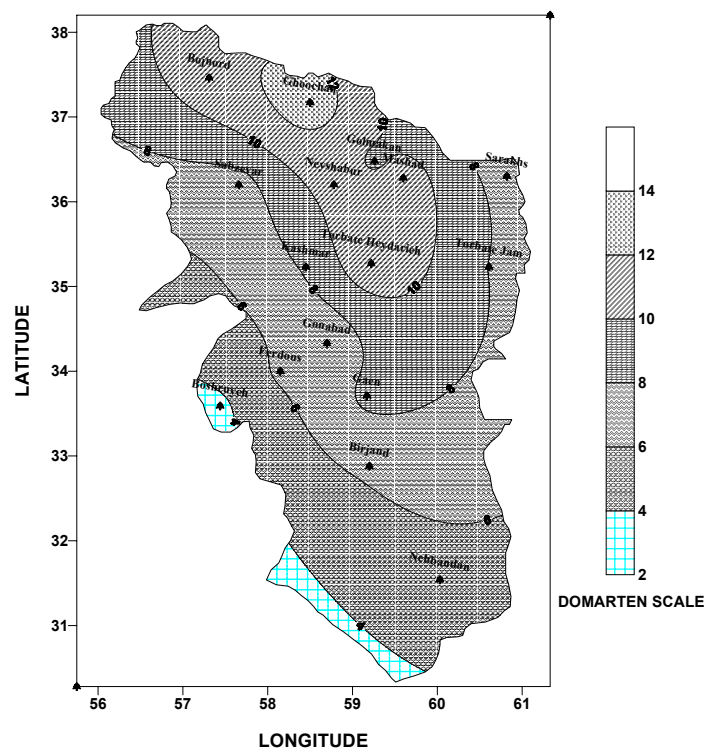
$$P = \text{متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)}$$

و بر اساس مقادیر I شش نوع اقلیم از یکدیگر متمایز می‌گردد این مقادیر عبارتند از [۳]

جدول ۱- کلاسه‌بندی ضریب خشکی دومارتن

نوع اقلیم	ضریب خشکی دومارتن (I)
خشک	کوچکتر از ۱۰
نیمه‌خشک	۱۰ تا ۱۹/۹
مدیترانه‌ای	۲۰ تا ۲۳/۹
نیمه‌مرطوب	۲۴ تا ۲۷/۹
مرطوب	۲۸ تا ۳۴/۹
بسیار مرطوب	بزرگتر از ۳۵

در شکل (۲) استان خراسان با استفاده از اطلاعات دوره آماری شانزده ایستگاه سینوپتیک به روش دومارتن پهنه‌بندی شده است.



شکل ۲- پهنه‌بندی استان خراسان به روش دومارتن

روش دکتر کریمی: در این روش کریمی با استفاده از سه شاخص گرما، سرما و رطوبت اقلیم منطقه را معرفی می‌نماید. شاخص رطوبتی در این روش وضعیت خشکی محل را با استفاده از رابطه مقابل مشخص می‌نماید.

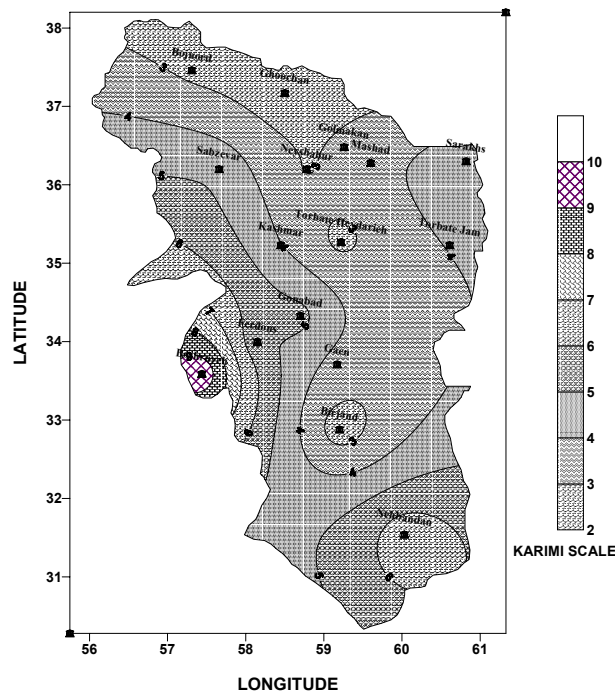
$$I = 5T/P$$

که در آن:  $I$  = شاخص رطوبتی  $P$  = مجموع بارندگی سالانه  $T$  = مجموع درجه حرارت ماه‌هایی از سال که منوط دمای ماهانه آنها بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد است.  
 آنگاه بر اساس مقادیر مختلف  $I$  اقلیم مناطق به شرح زیر از یکدیگر متمایز می‌گردد.

جدول ۲- کلاسه‌بندی شاخص رطوبتی کریمی

شاخص رطوبتی $i$	نوع اقلیم
$I < 0.5$	بسیار مرطوب
$0.5 < I < 1$	مرطوب
$1 < I < 3$	نیمه مرطوب
$3 < I < 6$	نیمه خشک
$6 < I < 10$	خشک
$10 < I$	بسیار خشک

با استفاده از این روش و اطلاعات طولانی مدت ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک استان خراسان پهنه‌بندی و در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- پهنه‌بندی استان خراسان به روش دکتر کریمی

روش ایوانف\* - مبنای این روش مقایسه بارندگی و تبخیر بوده و ضریب رطوبتی برای هر منطقه در هر ماه از فرمول مقابل محاسبه است [۵]

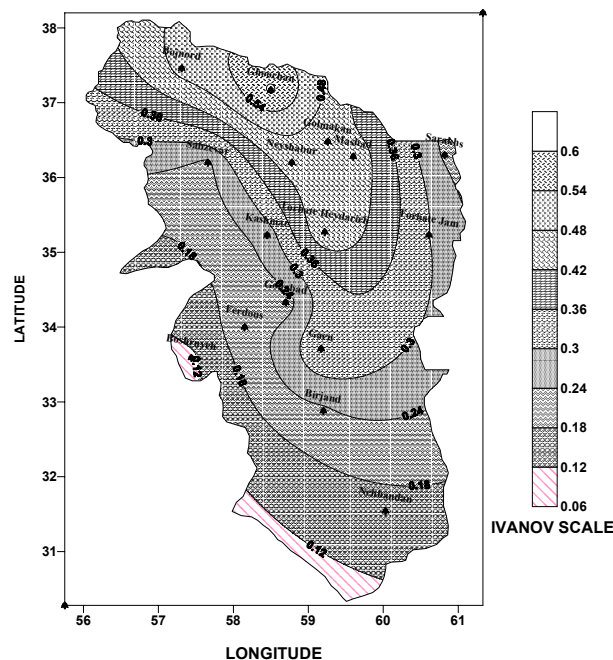
$$i = 0.0018(2.5 + T^2)(100 - r)$$

که در آن: I = ضریب رطوبتی ایوانف = T = متوسط درجه حرارت ماهانه (°C) = r = متوسط رطوبت نسبی ماهانه (%)

آنگاه از رابطه  $I = P / \sum E$  که در آن P متوسط بارش سالانه (cm) و E تبخیر ماهانه (cm) است. پس از محاسبه I با توجه به جدول زیر اقلیم منطقه مشخص می‌گردد.

جدول ۳- کلاسه‌بندی ضریب رطوبتی ایوانف

نوع اقلیم	I ضریب ایوانف
بسیار مرطوب جنگلی	$1/5 \leq I$
مرطوب جنگلی	$1 \leq I \leq 1/49$
استپی جنگلی	$0.6 \leq I \leq 0.99$
استپی	$0.3 \leq I \leq 0.59$
بیابانی	$0.13 \leq I \leq 0.29$
صحرائی	$0 \leq I \leq 0.12$



شکل ۴- پهنه‌بندی استان خراسان را به روش ایوانف

با توجه به پهنه‌بندی‌های انجام شده ملاحظه می‌گردد که در خراسان از شمال به جنوب درجه خشکی افزایش یافته بگونه‌ای که می‌توان وضعیت اقلیمی شمال استان را نیمه‌خشک و سایر مناطق را خشک و نیمه بیابانی معرفی نمود. همچنین میزان بارندگی از شمال به جنوب کاهش می‌یابد (شکل ۵) و با توجه به عدم وجود جریان دائمی ورودی آب به استان لازم است در این منطقه اولویت کشت با محصولات باشد که در طول دوره رشد خود نیاز آبی کمتری دارند. در مناطق کم باران ضریب تغییرات بارندگی زیاد بوده و در صورتی که خشکسالی را با مفهوم کمبود بارش از مقدار میانگین بپذیریم یکی از خصوصیات ذاتی مناطق خشک و نیمه‌خشک وقوع خشکسالی خواهد بود لذا تهیه الگوی کشت منطقه‌ای با کشت جایگزین در شرایط متفاوت برای این منطقه ضروری است و از آنجا که نیاز آبی زعفران در مقایسه با دیگر محصولات کشاورزی کمتر است نیازها و شرایط آگروکلیمائی این محصول به همراه حدود بردباری و مناطق مساعد کشت آن در استان خراسان بررسی می‌گردد. تا در شرایط مشابه و کم‌آبی در سایر نقاط ایران زراعت این گیاه به عنوان یک گزینه قابل توصیه باشد.

جدول ۴- وضعیت اقلیمی شهرستانهای خراسان با توجه به ضرایب دکتر کریمی

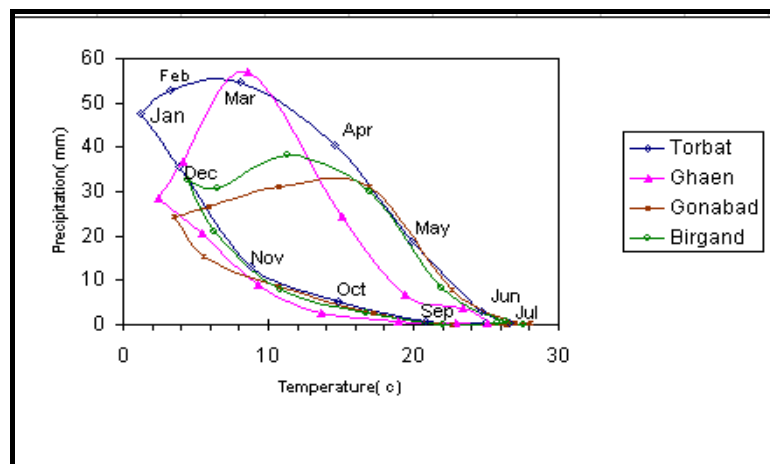
وضعیت اقلیم			نام شهر
ضریب سرمای زمستان	ضریب گرمایی تابستان	شاخص خشکی و رطوبت	
سرد	معتدل	نیمه مرطوب	بجنورد
سرد	گرم	خشک	بشرویه
سرد	گرم	نیمه خشک	بیرجند
سرد	گرم	نیمه خشک	تربت‌جام
سرد	گرم	نیمه مرطوب	تربت‌حیدریه
سرد	گرم	نیمه خشک	سبزوار
نسبتاً سرد	گرم	نیمه خشک	سرخس
سرد	گرم	نیمه خشک	فردوس
سرد	گرم	نیمه خشک	قائن
سرد	معتدل	نیمه مرطوب	قوچان
نسبتاً سرد	گرم	نیمه خشک	کاشمر
سرد	معتدل	نیمه خشک	گلمکان
سرد	گرم	نیمه خشک	گناباد
سرد	گرم	نیمه مرطوب	مشهد
نسبتاً سرد	گرم	خشک	نهبندان
سرد	گرم	نیمه مرطوب	نیشابور

## زعفران

زعفران گیاهی چند ساله است که از طریق پیاز ازدیاد حاصل نموده و محصولی استراتژیک برای ایران می‌باشد. علیرغم وجود سوابق طولانی زعفران در فرهنگ‌ها و تمدنهای بشری، امروزه کشت این گیاه در دنیا بسیار محدود است بطوری که بیش از ۶۰ درصد زعفران جهان در ایران تولید و عرضه می‌شود که ۹۵ درصد از این مقدار مربوط به جنوب خراسان است اما طی سال‌های اخیر در ایران کشت و کار این محصول رونش خاصی یافته که عمده دلایل آن به شرح زیر است: (۶ و ۷)

- ۱- نیاز آبی کم زعفران (در یک فصل رشد بین ۳ تا ۵ نوبت آبیاری احتیاج دارد)
- ۲- وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی سال‌های اخیر در ایران
- ۳- تقویم آبیاری مناطق اقلیم مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران (نیاز آبی زعفران در پائیز و زمستان می‌باشد)
- ۴- صادرات و ارزآوری مناسب
- ۵- اشتغالزایی و جلوگیری از مهاجرت
- ۶- کمی آفات و امراض زعفران

کشت مداوم و طولانی مدت زعفران در نواحی جنوب خراسان باعث گردید. که این گیاه بتواند به عنوان یک بیواندیکاتور، اقلیم منطقه را معرفی نماید. بنابراین مناطقی با وضعیت اقلیمی مشابه جنوب خراسان دارای پتانسیل کشت زعفران می‌باشند. و هنگامی که در این گونه مناطق کمی نیاز آبی و دیگر دلایل مشروحه بالا تعیین‌کننده الگوی کشت باشند. می‌توان زراعت زعفران را توصیه نمود. برای مشخص نمودن تشابه اقلیمی می‌توان از پهنه‌بندی‌های اقلیمی - کشاورزی (شکلهای ۲ تا ۴) و یا از نمودار هایتروگراف استفاده نمود. [۸]



شکل ۵ - تشابه اقلیمی مناطق زعفرانکاری جنوب خراسان



در مدل پهنه‌بندی اکولوژیکی - کشاورزی (AEZ) ارائه شده از طرف FAO شرایط اختصاصی هر محصول با شرایط اقلیمی منطقه بررسی می‌گردد. به همین دلیل در اینجا شرایط بهینه و شرایط حدی محصول زعفران به عنوان نمونه موردی به همراه پهنه‌بندی شرایط اقلیمی مربوط به این حدود در استان خراسان به صورت توأم بررسی می‌گردد.

زعفران گیاهی است که دوره محصول‌دهی و رشد فعال آن در پاییز و زمستان بوده و حدود بردباری آن به شرح زیر تعیین گردیده است [۸].

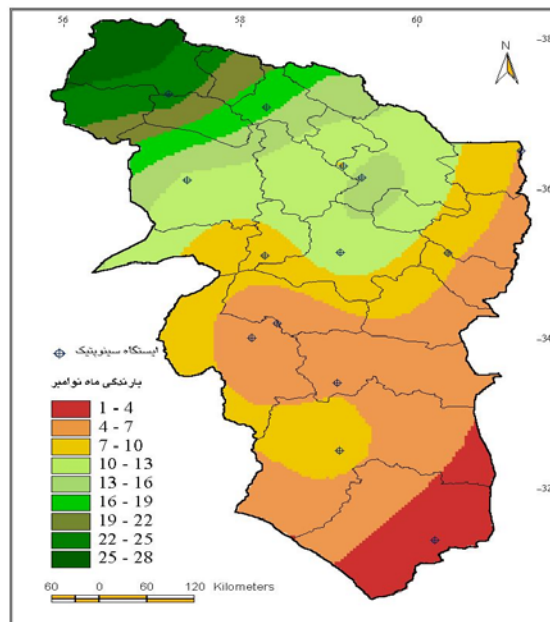
۱- حداکثر بردباری به سرما ۱۸- تا ۲۰- درجه سانتیگراد ذکر شده اما در توده‌های محلی تربت‌حیدریه و قائن تحمل به سرمای بیشتر نیز دیده شده است.

۲- یخبندان در زمان گلدهی، گل‌ها را از بین برده و محصول را به شدت کاهش می‌دهد

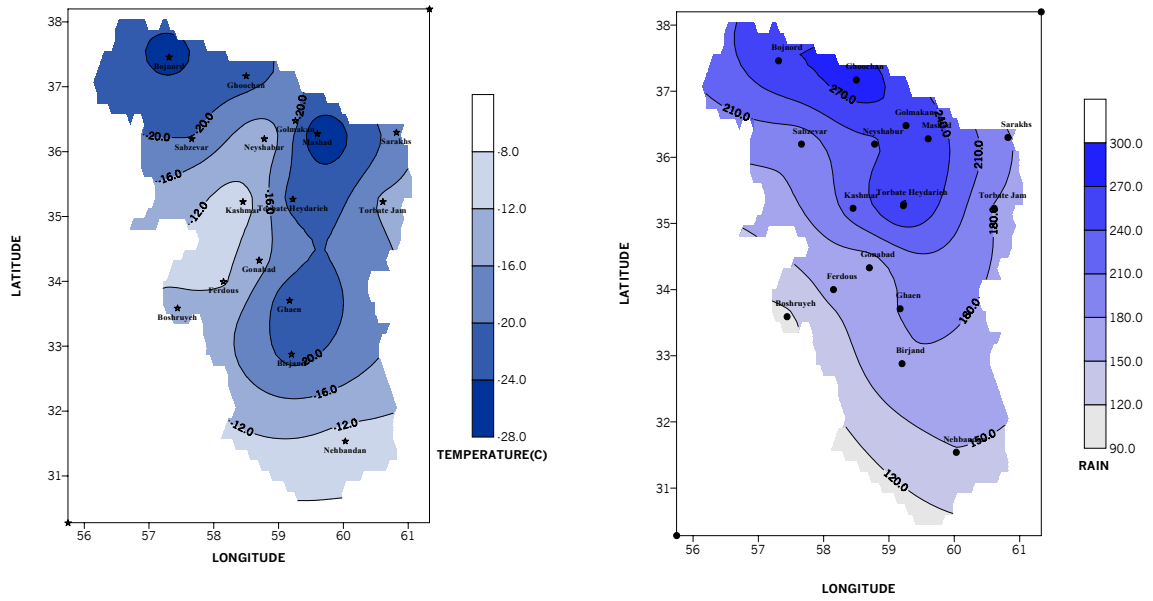
۳- بارندگی در زمان گلدهی و قبل از جمع‌آوری گل‌ها کیفیت و کمیت محصول را کاهش می‌دهد.

با در نظر گرفتن شرایط حدی بردباری زعفران و شرایط اقلیمی (شکل‌های ۶ تا ۸) پهنه‌های مناسب کشت این محصول در خراسان تعیین می‌گردد شکل ۹ همچنین مناطق و میزان سطح زیر کشت زعفران خراسان در شکل ۱۰ نمایش داده شده است.

مطالعات نیاز آبی محصولات عمده زراعی در جنوب خراسان به روش‌های پنمن مانیتیت پیشنهادی فائو، هارگریوز و بلانی کریدول قانو و سایر روش‌ها توسط مؤسسه تحقیقات آب و خاک [۹] و همچنین توسط سازمان هواشناسی کشور و دانشگاه فردوسی [۱۰] انجام گردیده است نتایج این مطالعات در جدول ۴ با محاسبات نیاز آبی زعفران در جنوب خراسان مقایسه می‌گردد.

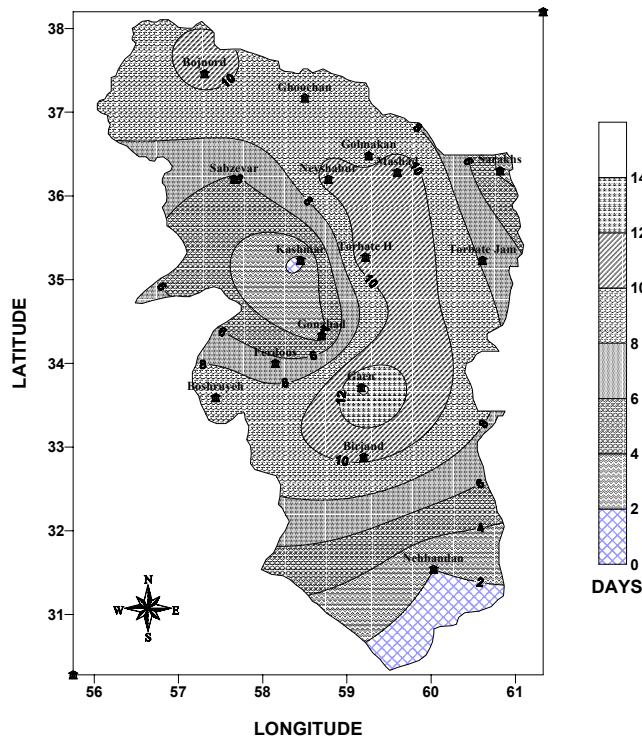


شکل ۷- میانگین بارندگی ماه نوامبر خراسان در دوره آماری

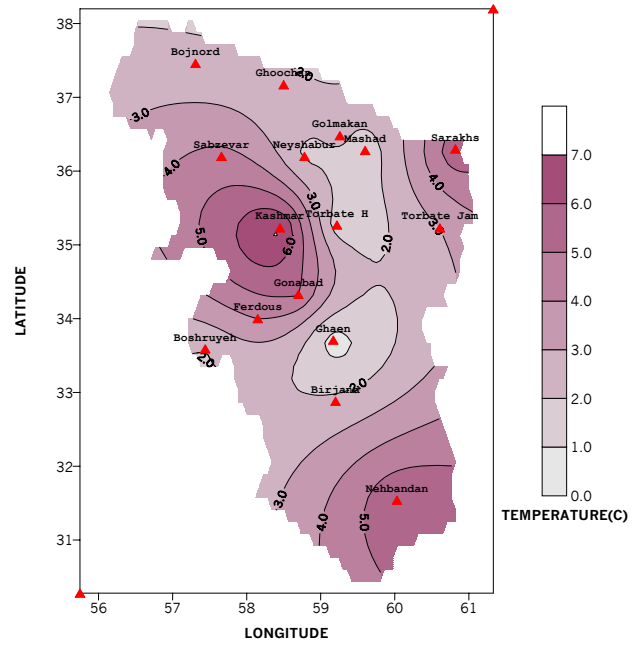
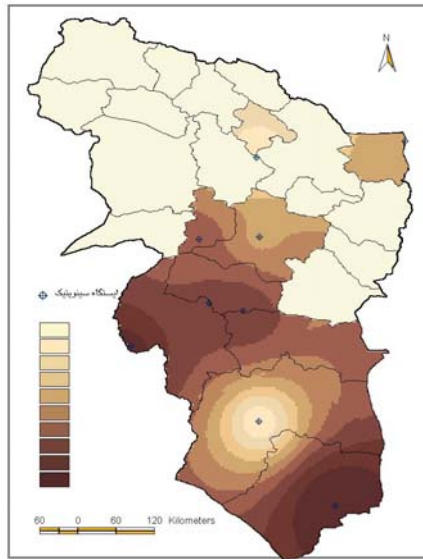


شکل ۸- حداقل مطلق سالانه درجه حرارت

شکل ۶- متوسط بارندگی سالانه در استان خراسان در استان خراسان

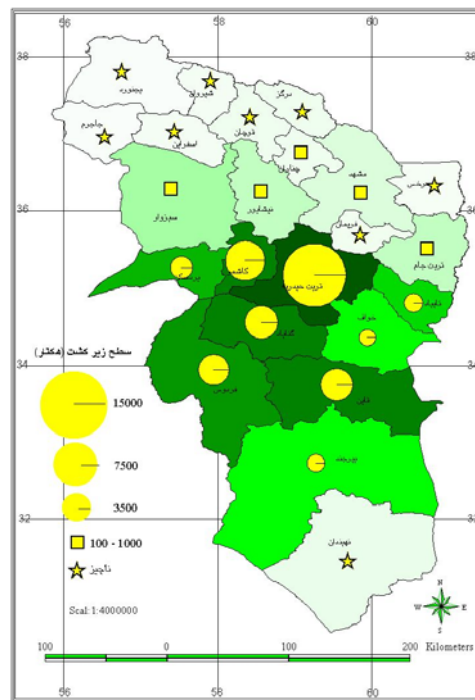


شکل ۹- روزهای همراه با یخبندان در ماه نوامبر



شکل ۱۰- میانگین حداقل درجه  
حرارت ماه نوامبر خراسان

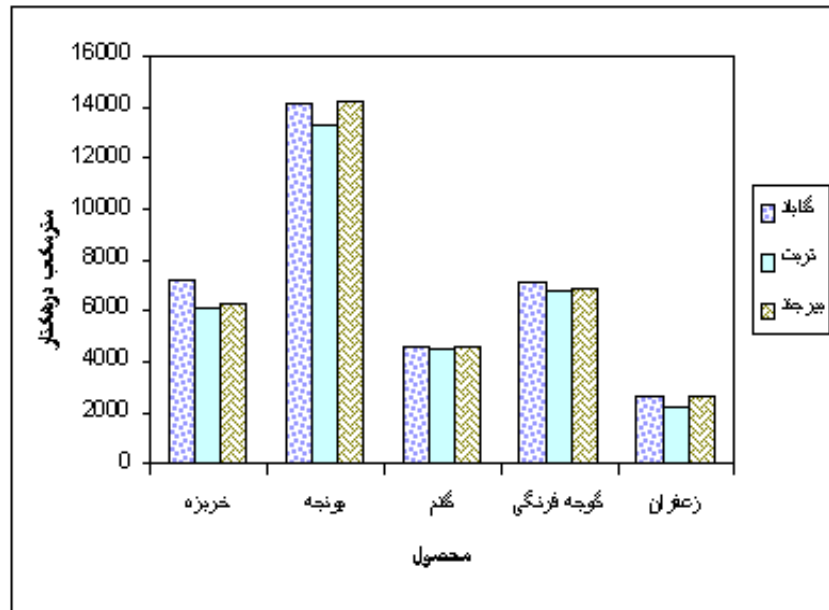
شکل ۱۱- مناطق کشت زعفران که در آن حداقل  
در دوره آماری شرایط اقلیمی مورد نیاز این  
گیاه لحاظ شده است



شکل ۱۲- سطح کشت فعلی زعفران در خراسان

جدول ۵- نیاز آبی محصولات طی دوره رشد (متر مکعب در هکتار)

محصول شهرستان	خریزه و طالبی	یونجه	گندم	گوجه فرنگی	زعفران
گناباد	7241	14085	4601	7093	2645
تربت حیدریه	6149	13283	4457	6808	2230
بیرجند	6350	14161	4610	6866	2687



شکل ۱۳- مقایسه نیاز آبی محصولات مختلف طی دوره رشد در جنوب خراسان

لذا با توجه به مطالب ذکر شده هنگامی که در یک منطقه محدودیت منابع آب و کمی نیاز آبی اولویت اصلی انتخاب گونه زراعی بوده و اقلیم منطقه مناسب کشت و کار زعفران باشد می‌توان زراعت این محصول را توصیه نمود.

### نتیجه گیری

به منظور اجرای مدیریت صحیح و استفاده بهینه از منابع آب و خاک می‌بایست ابتدا پتانسیل‌ها و محدودیت‌های منطقه شناخته شود و پهنه‌بندی اقلیمی یکی از موارد این شناخت می‌باشد. همچنین لازم است الگوی کشت مناسب هر منطقه با پیش‌بینی کشت جایگزین در شرایط ویژه برای ایران تعیین گردد.

### تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات سرکار خانم پیشقدم که تایپ و صفحه‌آرایی این مجموعه را به عهده داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

- 1- Internet Report. FAO website. FAO/AGL. Agro-ecological zoning system
- 2- Fischer and Heilig, 1997, GAEZ, Global – Ecological zoned Introduction.
- ۳- علیزاده. امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ نهم، دانشگاه امام رضا، ۱۳۷۶.
- ۴- مرکز ملی اقلیم‌شناسی، روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی، ۱۳۷۶.
- ۵- علیزاده. امین و همکاران، هوا و اقلیم‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ سوم، ۱۳۷۹.
- ۶- ابریشمی. م.ح، شناخت زعفران ایران، انتشارات توس ۱۳۶۴.
- ۷- کمالی. غلامعلی و همکاران، بیوکلیمای زعفران در جنوب خراسان، ۱۳۶۸.
- ۸- کمالی. غلامعلی، جزوه درسی هواشناسی کشاورزی پیشرفته، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو ۱۳۷۶.
- ۹- فرشعی. علی‌اصغر، شریعتی. محمدرضا و همکاران، برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد اول گیاهان زراعی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۷۶.
- ۱۰- تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET<sub>0</sub>) در ایستگاه‌های سینوپتیک ایران، سازمان هواشناسی کشور، گزارش نهایی طرح پژوهشی، دکتر امین علیزاده ۱۳۷۹.
- ۱۱- مرکز ملی اقلیم‌شناسی، اداره تحقیقات اقلیم‌شناسی کاربردی، مرکز اطلاعات اقلیمی
- ۱۲- اداره کل هواشناسی خراسان، اداره تحقیقات هواشناسی کشاورزی، بولتن‌های ماهانه هواشناسی کشاورزی و اطلاعات اقلیمی.

