



## پهنه‌بندی مکانی کشت زعفران (*Crocus sativus* L.) بر اساس عوامل اقلیمی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شهرستان تربت حیدریه)

مهديه رشيد سرخ‌آبادی<sup>1\*</sup>، علی شهیدی<sup>2</sup> و عباس خاشعی<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 1393/04/03

تاریخ پذیرش: 1393/11/07

### چکیده

در بین عوامل مختلف تأثیرگذار در تولید محصولات کشاورزی، شرایط اقلیمی از مهمترین متغیرهای محیط طبیعی است. از سویی دیگر اساس توسعه کشاورزی، آگاهی دقیق از ویژگی‌های محیطی در هر نقطه و اعمال مدیریت ویژه می‌باشد. زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان گران‌بهاترین محصول کشاورزی و دارویی جهان از جمله گیاهانی است که نقش قابل توجهی در وضعیت اقتصادی و اجتماعی مناطق خشک و نیمه‌خشک خراسان جنوبی و مرکزی پیدا کرده است. بر این اساس، این تحقیق به منظور ارزیابی شرایط اقلیمی برای کشت زعفران در شهرستان تربت حیدریه در یک دوره آماری ده ساله (2000-2010 میلادی) صورت گرفت. بدین منظور، ده ایستگاه هواشناسی استان انتخاب و به کمک محیط نرم افزاری Arc GIS مدل‌سازی و تحلیل فضایی اطلاعات صورت گرفت. با بهره‌گیری از شرایط اقلیمی مطلوب در هر مرحله از رشد زعفران، لایه‌های اطلاعاتی کلاس‌بندی و ارزش وزنی هر کدام از پهنه‌ها مشخص گردید. در نهایت، به منظور هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، نقشه نهایی که پتانسیل اقلیمی را برای کشت زعفران در شهرستان تربت حیدریه نشان می‌داد، تهیه گردید. نتایج نشان‌دهنده این واقعیت بود که نقش هر یک از عناصر اقلیمی بارش، دما و تعداد ساعات آفتابی، متناسب با مراحل مختلف رشد، در مناطق مختلف شهرستان متفاوت بود و از مجموع 9570/2070 کیلومتر مربع از مساحت شهرستان تربت حیدریه، چهار درصد از اراضی شهرستان دارای کیفیت بسیار مناسب، 50/5 درصد دارای کیفیت مناسب، 27 درصد دارای شرایط متوسط برای کشت، 8/5 درصد ضعیف و حدود ده درصد از اراضی منطقه را نقاط بسیار ضعیف در بر می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: زمین آمار، سیستم اطلاعات جغرافیایی، کشت‌بوم، نرم افزار اکسپرت چویس

### مقدمه

کاشت اقدام نمایندند. آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط آب و هوایی آن لازمه هر گونه فعالیت کشاورزی است. تأثیر عوامل آب و هوایی بر کشاورزی از سایر فعالیت‌ها بیشتر بوده و به همین دلیل شناخت روابط متغیرهای اقلیمی بر محصولات، اهمیت و ارزش اقتصادی و اجتماعی بالایی برای کشورها دارد (Kamali, 1997). برخی دانشمندان بر این اعتقادند که نوع تولید کشاورزی و نوسان محصولات به آب و هوا بستگی دارد (Khaledi, 1994)

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. از خانواده زنبق می‌باشد و در منطقه آب و هوایی مدیترانه و غرب آسیا از عرض جغرافیایی 30 تا 50 درجه شمالی و طول جغرافیایی ده درجه غربی تا 80 درجه شرقی، در مناطق بسیار کم‌باران ایران که دارای زمستان

آب و هوا یکی از مهم‌ترین عواملی است که در طول تاریخ مورد توجه انسان بوده است. علت این امر، نقش مهم عناصر آب و هوایی بر زندگی بشر و خصوصاً تولیدات کشاورزی است (Mohamadi & Moghtaderi, 2005). با توجه به تأثیرپذیری غیر قابل انکار گیاهان زراعی از تغییرات اقلیمی هر منطقه، شناخت این ویژگی‌ها و خصوصیات در هر منطقه به برنامه‌ریزان و کشاورزان آن منطقه کمک می‌نماید تا با آگاهی کافی نسبت به امکان بروز حوادث جوی به تنظیم برنامه کشت و کار و برداشت محصول و همچنین انتخاب نوع

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی و استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه بیرجند  
\* - نویسنده مسئول: (Email: mahdiehrashid@gmail.com)

اهمیت معیارها و زیرمعیارها است. وقتی اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر برآورد می‌شود احتمال ناهماهنگی در قضاوت‌ها وجود دارد. پس باید سنجهای را یافت که میزان ناهماهنگی داورها را نمایان سازد (Tofigh, 1994).

بررسی درجه حرارت‌های حداقل، میانگین و حداکثر در خراسان جنوبی به منظور شناسایی مناطق مستعد کشت زعفران با استفاده از GIS انجام شد. نتایج نشان داد که درجه حرارت حداقل در ماه‌های مهر، آبان، آذر و دی تأثیرگذارتر بر عملکرد نسبت به سایر ماه‌ها می‌باشند. از نظر درجه حرارت میانگین، ماه‌های مهر، آبان، آذر و دی مؤثرتر می‌باشند. درجه حرارت حداکثر در ماه‌های آبان، آذر، دی و اسفند، بیشترین تأثیر را بر عملکرد می‌گذارد. (Koozehgran et al., 2011).

در مطالعه‌ای در دشت نیشابور، نواحی مستعد کشت زعفران با استفاده از نقشه‌های سطوح ارتفاعی، شیب، قابلیت اراضی، عمق خاک، دسترسی به آب‌های سطحی و زیرزمینی و آستانه‌های دمایی مؤثر در کشت زعفران شناسایی شده است. نتایج حاصل نشان داد که 2146 کیلومترمربع از اراضی دشت دارای استعداد بسیار خوب برای توسعه کشت زعفران می‌باشند که در حال حاضر کاربری این اراضی به کشت دیم، کشت آبی، مراتع نیمه‌متراکم و مراتع متراکم اختصاص دارد. با تغییر این اراضی به کاربری کشت زعفران می‌توان توسعه اقتصادی و ارزش افزوده را برای این منطقه رقم زد (Farajzade & myrzabyati, 2007).

سنجش تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شد. معیارهای تحت بررسی شامل اقلیم، توپوگرافی و استعداد اراضی و پوشش زمین بودند. نتایج تحقیق نشان‌دهنده کارایی روش تحلیل سلسله مراتبی در سنجش قابلیت اراضی برای کشت زعفران بود و بر اساس آن استان قزوین به سه بخش مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب تقسیم شد (Jafarbeyglu & Mobaraky, 2008).

مطالعه‌ای با عنوان سنجش قابلیت اراضی شهرستان مرند برای کشت زعفران بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس معیارهای اقلیم، توپوگرافی و استعداد اراضی و پوشش زمین انجام گرفت و شهرستان مرند به سه بخش قابل کشت، نسبتاً قابل کشت و غیر قابل کشت تقسیم‌بندی شد (Yazdchy et al., 2011).

از آن‌جا که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص پتانسیل‌یابی اقلیمی

سرد و تابستان گرم هستند گسترش دارد. زعفران به عنوان گران‌ترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد. در حال حاضر ایران بزرگ‌ترین تولید کننده و صادرکننده زعفران در جهان است و بیش از 95 درصد تولید جهانی این محصول گران‌بها به ایران اختصاص دارد (Kafi et al., 2002). بر این اساس، شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های سرزمین قبل از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیار حایز اهمیت است. حاتمی سردشتی و همکاران (Hatami Sardashti et al., 2011) با بررسی رابطه رگرسیون میان عملکرد کلاله زعفران با شاخص پایداری نهایی اظهار داشتند که رابطه این دو شاخص در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

سیستم اطلاعات جغرافیایی<sup>1</sup> را تکنولوژی اطلاعات فضایی می‌نامند که امکان آزمون و تجزیه و تحلیل دامنه وسیع‌تری از منابع مرتبط با کشاورزی، به صورت همزمان و دقیق را فراهم می‌آورد. آزمون‌پذیری همزمان متغیرها در محیط GIS منجر به درک بهتر عملگرهای سیستم کشاورزی و نیز اثرات متقابل مکان و زمان است. این درک منجر به توسعه پایدار و تثبیت پویایی تکنولوژی کشاورزی است (Narayana, 2011). با توجه به این‌که سنجش تناسب اراضی در سطح منطقه مورد مطالعه نیاز به لحاظ نمودن عوامل و معیارهای مختلف دارد، لازم است از روش‌های تحلیل چند معیاره<sup>2</sup> (MCDA) استفاده شود (Jafarbeyglu & Mobaraky, 2008). در این زمینه روش‌های مختلفی وجود دارد که روش تحلیل سلسله مراتبی<sup>3</sup> یکی از گسترده‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره است (Omkarprasad, 2004). روش AHP، ابزاری جهت ساده‌سازی تصمیم‌گیری‌های پیچیده است با این توصیف که در تحلیل تصمیم چند معیاره به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینه از چندین معیار سنجش ممکن است استفاده گردد (Asgharpoor, 2006). در این روش ابتدا مجموعه‌ای از معیارهای متناسب با هدف یا اهداف تصمیم توسط کارشناسان تعیین، و پس از وزن‌دهی و اولویت‌بندی به منظور انجام ارزیابی توان و مکان‌یابی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Xue et al., 2007). یکی از مزیت‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب

1- GIS

2- Multi criteria decision making

3- Analytical hierarchy process

سینوپتیک ده ایستگاه استفاده شد (شکل 2). با توجه به تنوع اطلاعات، به منظور پتانسیل‌یابی اقلیمی برای کشت زعفران، روش سلسله مراتبی (AHP) به عنوان مدل انتخاب، و با استفاده از آن به هم‌پوشانی و تجزیه و تحلیل لایه‌ها اقدام شد. بدین‌منظور، از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی Arc GIS 9.3 استفاده گردید.

جهت تعیین توان یا محدودیت مناطق مختلف شهرستان تربت حیدریه برای کشت زعفران، پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، به منظور پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش‌های مختلف زمین‌آمار، داده‌های نقطه‌ای معیارهای تصمیم‌گیری در سطح دشت میان‌یابی شدند که کمترین مقدار مجذور میانگین مربع خطا<sup>1</sup> (RMSE) به عنوان معیار انتخاب روش‌های مختلف در پهنه‌بندی هر معیار مورد استفاده قرار گرفت. روش کریجینگ با داشتن کمترین مقدار RMSE، به عنوان مناسب‌ترین روش پهنه‌بندی انتخاب و معیارهای مورد نظر با استفاده از این روش میان‌یابی شدند. جهت ترسیم نقشه واقعی و دقیق هم‌بارش نیز، ابتدا بین داده‌های آماری بارش با ارتفاع ایستگاه مورد نظر یک آزمون ضریب همبستگی خطی انجام شد.

کشت زعفران با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در شهرستان تربت حیدریه انجام نشده است. بنابراین، در این مطالعه سعی بر آن است که با استفاده از نرم‌افزار GIS و تحلیل‌های حاصل از آن و استفاده از منطق‌های ریاضی به کار برده شده در علم مکان‌یابی، شرایط اقلیمی شهرستان تربت حیدریه بر اساس نیازهای محصول زعفران، بررسی شود.

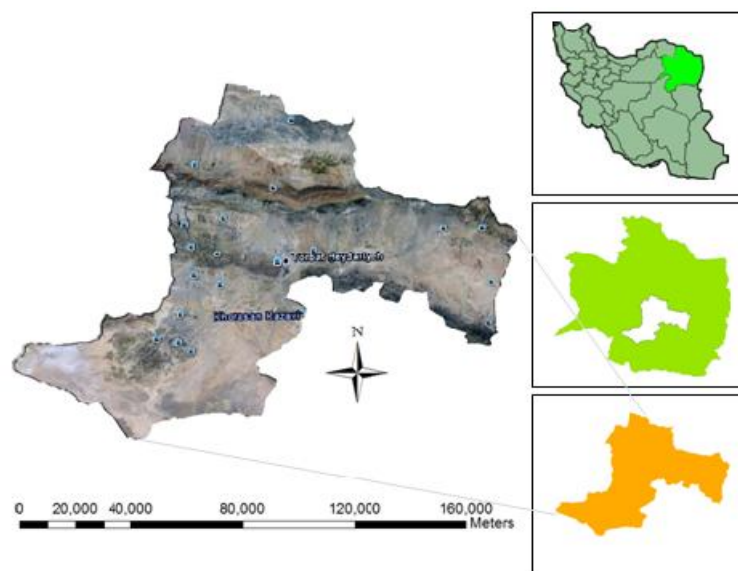
## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه: شهرستان تربت حیدریه با وسعت 9570

کیلومترمربع و به فاصله 142 کیلومتری از مرکز استان خراسان رضوی در مدارهای 59 درجه و 12 دقیقه طول شرقی و 34 درجه و 17 دقیقه عرض شمالی قرار دارد. از شمال به شهرستان‌های فریمان و مشهد و از جنوب به شهرستان گناباد و از سمت شرق به شهرستان رشتخوار و از سمت غرب به شهرستان‌های نیشابور و کاشمر محدود می‌شود. ارتفاع این شهرستان از سطح دریا 1333 متر و بلندترین نقطه آن 3013 متر به نام قله کوه مکلان می‌باشد (شکل 1).

در این پژوهش از یک دوره آماری ده ساله (2000-2010) و آمار

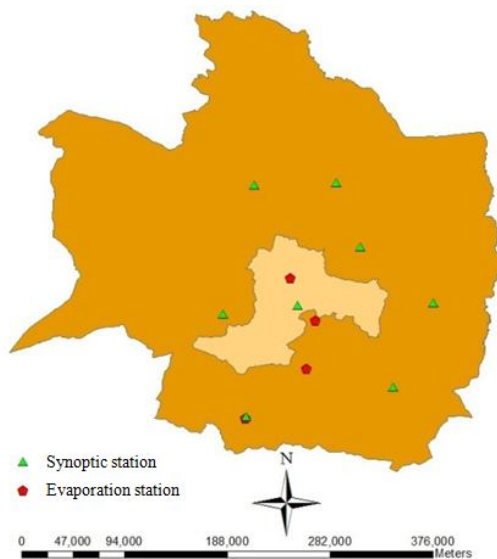
1



شکل 1- موقعیت قرارگیری شهرستان تربت حیدریه در ایران

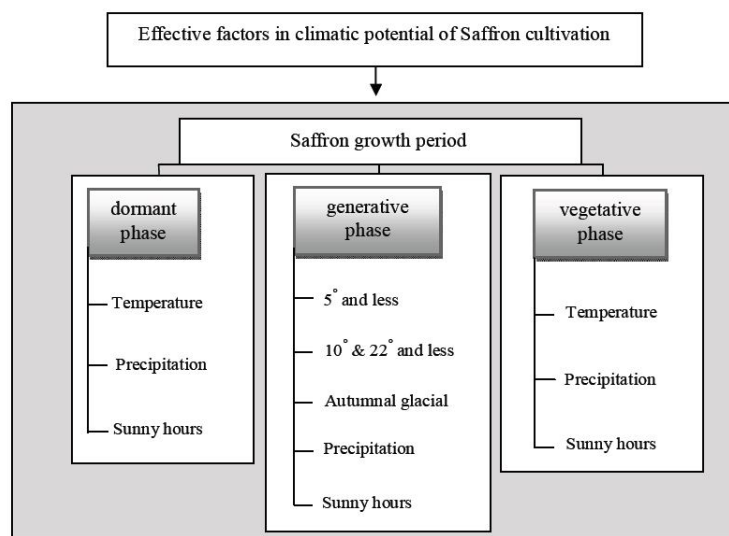
Fig. 1- Position of Torbate Hydariyeh city in Iran

1- Root mean squared error



شکل 2- نمایش موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های هواشناسی

Fig. 2- Position of weather stations



شکل 3- عوامل مؤثر در پتانسیل‌یابی اقلیمی کشت زعفران

Fig. 3- Effective factors in climatic potential of saffron cultivation

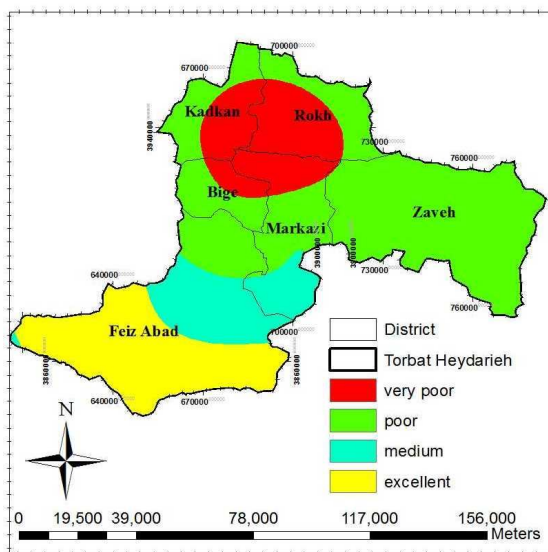
سپس بر اساس مدل AHP به ارزش‌گذاری عوامل مؤثر اقدام گردید. شکل 3 فهرست معیارهای مورد بررسی و زیر شاخه‌های هر یک از آن‌ها را نشان می‌دهد.

در این تحقیق برای تعیین وزن کلی و ارجعیت عوامل مختلف و تبدیل آن‌ها به مقادیر کمی، از نظرات کارشناسی استفاده شد. پس از محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها با

با توجه به بالا بودن این ضریب از طریق معادله  $(y=ax+b)$  مقدار  $a$  و  $b$  را به دست آورده و سپس نقشه مدل ارتفاعی منطقه در ضرایب  $a$  و  $b$  اعمال شد تا مقدار بارش مورد نظر برای تمامی نقاط ارتفاعی پهنه مورد بررسی مطالعه شود. لازم به ذکر است که به منظور کلاس‌بندی پارامترهای اقلیمی از پژوهش انجام شده توسط فرج‌زاده و میرزا بیاتی (Farajzade & Myrzabyati, 2007) استفاده شد.

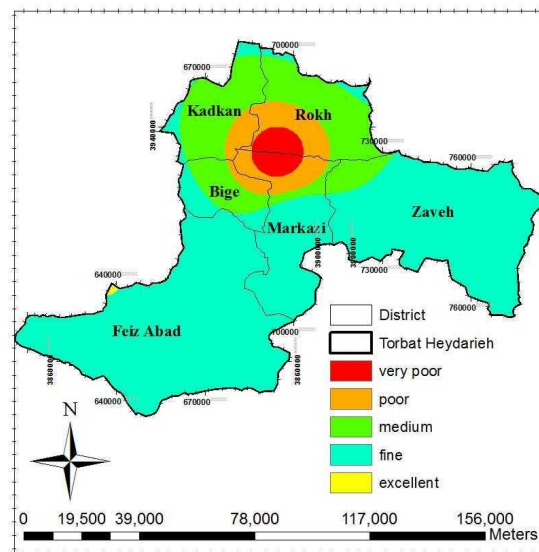
نیاز به وجود آمدند.

استفاده از نرم افزار Expert Choice، لایه‌های اطلاعات مکانی مورد



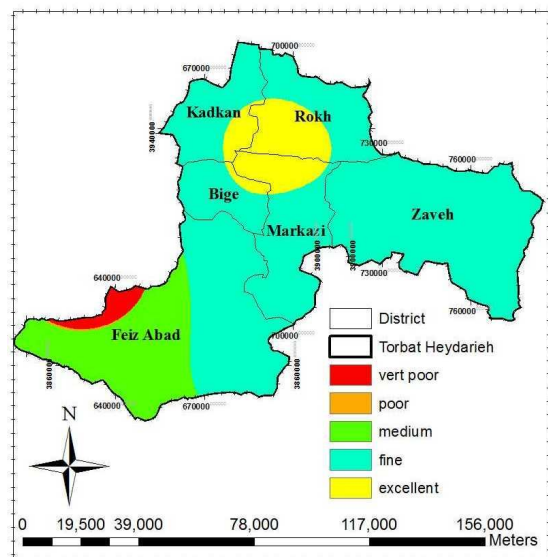
شکل 5- توزیع جغرافیایی احتمال وقوع یخبندان پاییزی در مرحله زایشی زعفران

Fig. 5- Geographical distribution of probability of autumnal glacial in generative phase of saffron



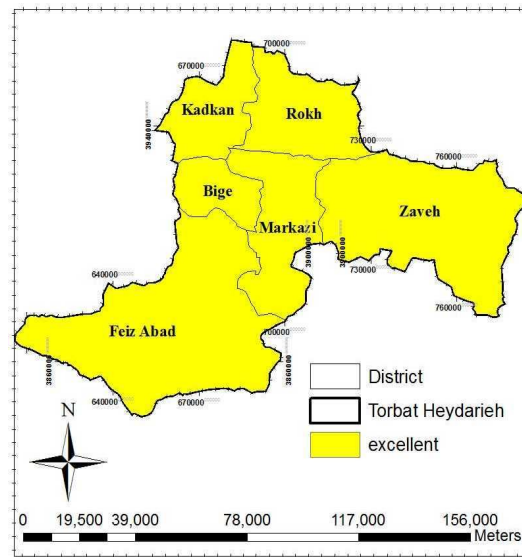
شکل 4- توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دمای پنج درجه و کمتر در مرحله زایشی زعفران

Fig. 4- Geographical distribution of probability of 5° temperature and less in generative phase of saffron



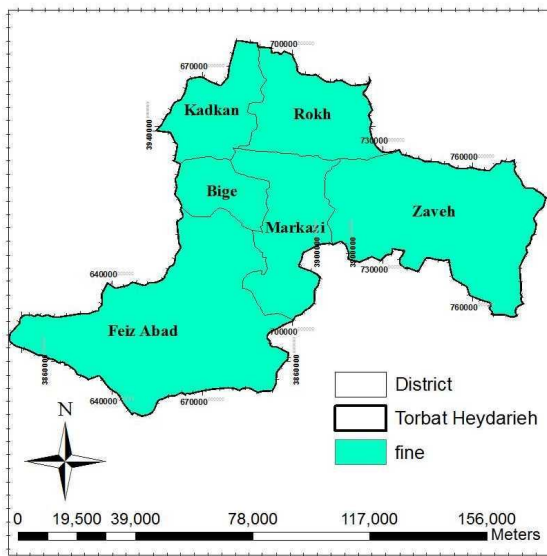
شکل 7- توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دمای ده درجه و کمتر در مرحله زایشی زعفران

Fig. 7- Geographical distribution of probability of 10° temperature and less in generative phase of saffron

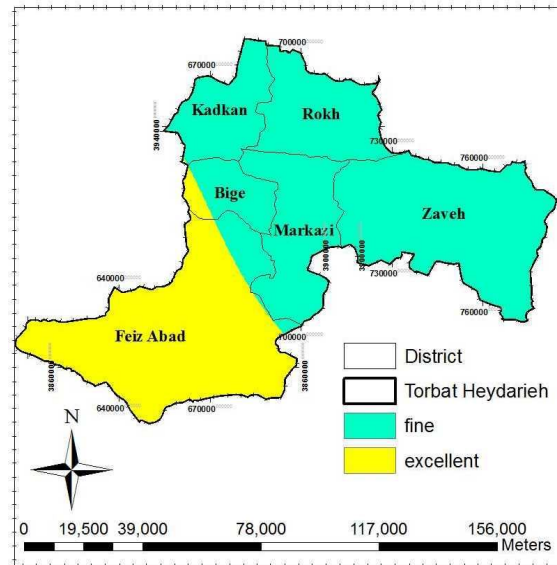


شکل 6- توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دمای 22 درجه و کمتر در مرحله زایشی زعفران

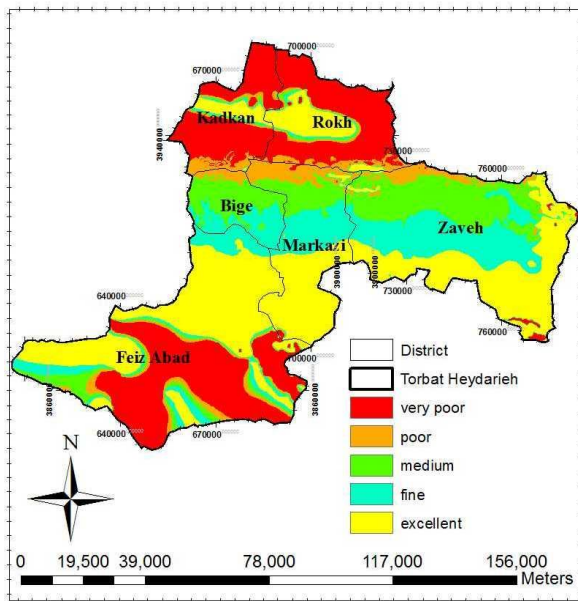
Fig. 6- Geographical distribution of probability of 22° temperature and less in generative phase of saffron



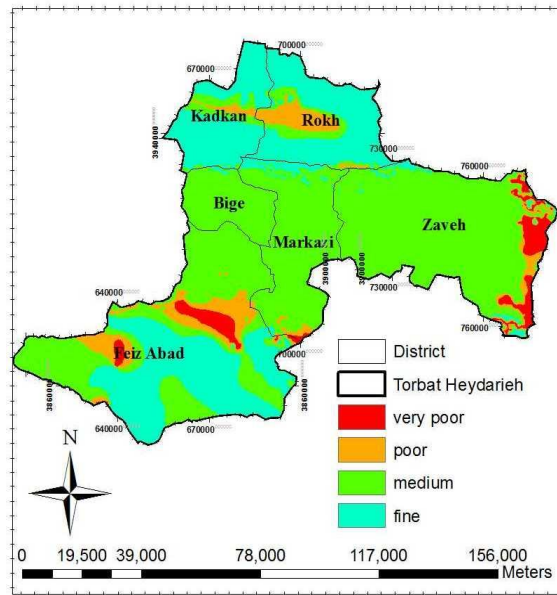
شکل 9- توزیع جغرافیایی میانگین حداکثر دما در مرحله رکود زعفران  
 Fig. 9- Geographical distribution of maximum temperature average in dormant phase of saffron



شکل 8- توزیع جغرافیایی میانگین حداقل دما در مرحله رویشی زعفران  
 Fig. 8- Geographical distribution of minimum temperature average in vegetative phase of saffron

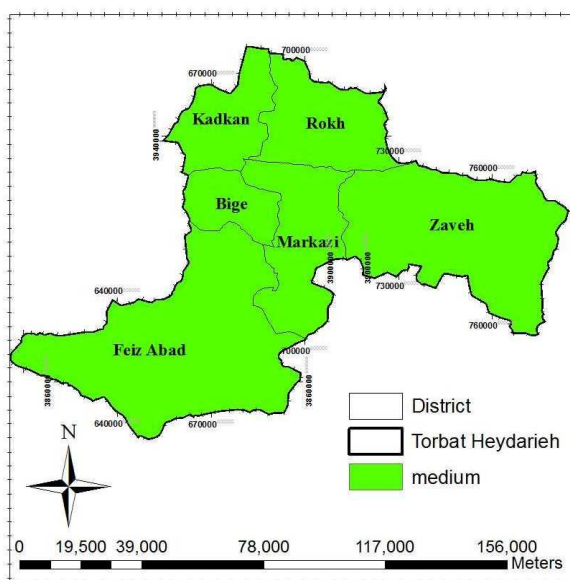


شکل 11- توزیع جغرافیایی میانگین بارش در مرحله رویشی زعفران  
 Fig. 11- Geographical distribution of rain average in vegetative phase of saffron



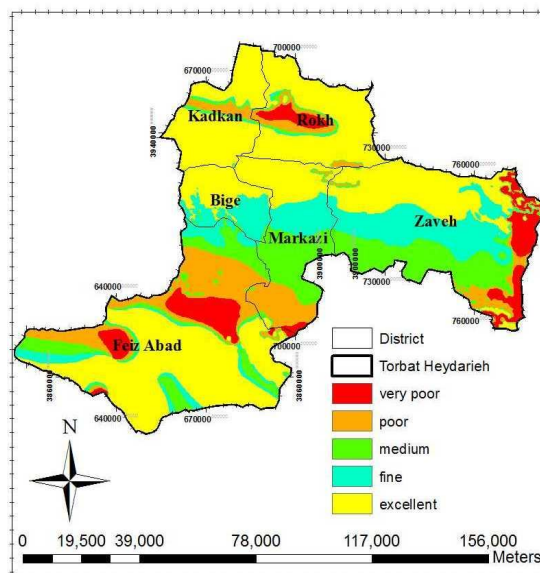
شکل 10- توزیع جغرافیایی میانگین بارش در مرحله زایشی زعفران  
 Fig. 10- Geographical distribution of rain average in generative phase of saffron



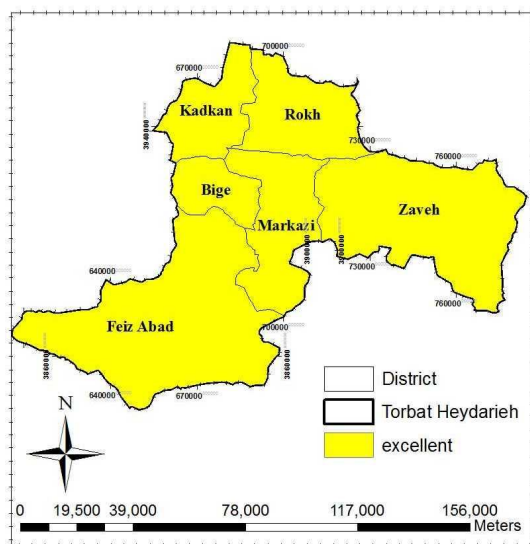


شکل 13- توزیع جغرافیایی میانگین تعداد ساعات آفتابی در مرحله زایشی زعفران

Fig. 13- Geographical distribution of sunny hours average in generative phase of saffron

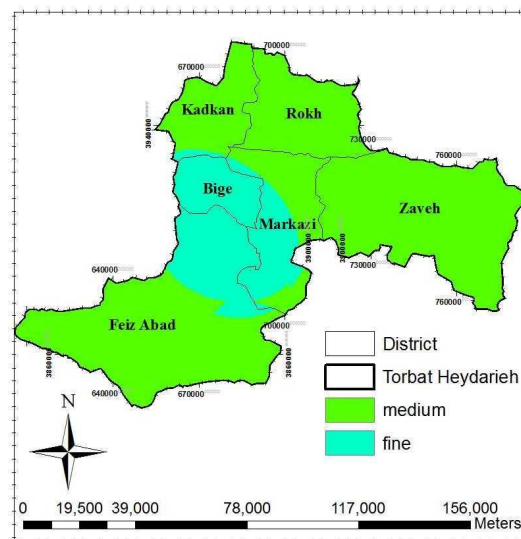


شکل 12- توزیع جغرافیایی میانگین بارش در مرحله رکود زعفران  
Fig. 12- Geographical distribution of rain average in dormant phase of saffron



شکل 15- توزیع جغرافیایی میانگین تعداد ساعات آفتابی در مرحله رکود زعفران

Fig. 15- Geographical distribution of sunny hours in dormant phase of saffron



شکل 14- توزیع جغرافیایی میانگین تعداد ساعات آفتابی در مرحله رویشی زعفران

Fig. 14- Geographical distribution of sunny hours in vegetative phase of saffron

(Dey & Ramcharan, 2000). با توجه به معیارهای مورد نظر نظیر دما، بارش و تعداد ساعات آفتابی، تجزیه و تحلیل‌ها به کمک نرم

به طور کلی نرخ ناسازگاری معیاری است جهت تشخیص معنی-داری ماتریس‌های مقایسه زوجی و مقدار آن باید کمتر از 0/1 باشد

بنابراین، با توجه به این‌که گلدهی زعفران توسط دما کنترل می‌شود (Kafi et al., 2001)، و دوره گلدهی حساس در عملکرد می‌باشد، در صورتی که سایر شرایط فراهم باشد، می‌توان عملکرد خوبی را در این مناطق انتظار داشت. از طرفی حداکثر بردباری زعفران به سرما در مرحله رشد رویشی 18- تا 20- درجه سانتی‌گراد و حداکثر دمای قابل تحمل در گرما برای این گیاه در مرحله رکود 35 تا 40 درجه سانتی-گراد می‌باشد (Jafarbeyglu & Mobaraky, 2008) که محدودیتی از نظر این آستانه‌های دمایی در منطقه مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود.

**توزیع جغرافیایی میزان بارندگی در مراحل رشد زعفران:** با توجه به شکل 10 اکثر مناطق شهرستان محدودیتی از نظر میزان بارش مورد نیاز در مرحله گلدهی ندارند، اما با توجه به شکل 11 و توجه به این نکته که نزولات جوی بیشترین تأثیر را در رشد زعفران در مرحله رویشی دارند (Jafarbeyglu & Mobaraky, 2008) می‌بایست تمهیدات لازم در خصوص تأمین آب مورد نیاز گیاه در این مرحله در مناطق شمالی و جنوبی شهرستان، صورت گیرد. از طرفی بارش در فصل تابستان که پیاز در خواب است برای گیاه مضر می‌باشد (Mohammadi et al., 2011) که با دقت در شکل 12 حدود 80 درصد از مساحت منطقه از شرایط مناسبی در این مرحله برخوردارند.

افزار GIS صورت گرفت و پس از انجام مدل‌سازی فضایی و هم-پوشانی اطلاعات، لایه نهایی تهیه گردید.

## نتایج و بحث

به منظور بررسی تغییرات مکانی که از اهداف اصلی این پژوهش بوده، در گام اول با در نظر گرفتن مراحل رشد زعفران و با توجه به این نکته که هر مرحله به شرایط اقلیمی خاصی نیاز دارد، نقشه عوامل اقلیمی مورد نیاز هر مرحله از رشد ایجاد شد (شکل‌های 4 تا 14).

**توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای مناسب در مراحل رشد زعفران:** با توجه به شکل‌های 4 تا 9 احتمال وقوع دمای صفر و پنج درجه و کمتر، در مناطقی از بخش‌های رخ، کدکن، بایگ و مرکزی دارای بیشترین مقدار می‌باشد و چنانچه این آستانه‌های دمایی در مرحله گلدهی به مقداری کمتر از این مقادیر کاهش یابد، به علت سرمازدگی و عدم تأمین حرارت مورد نیاز جهت جوانه‌زنی و رشد، باعث افت شدید عملکرد محصول می‌گردد، این در حالی است که سایر نقاط شهرستان از شرایط مطلوبی برخوردار هستند. از نظر احتمال وقوع دمای ده و 22 درجه و کمتر که از شرایط آغاز دوره گلدهی می‌باشد، سایر نقاط شهرستان از شرایط مناسبی برخوردارند، در غیر این صورت گیاه سبزینه خواهد داد (Nokandi, 1999).



شکل 16- امتیاز نهایی و نرخ ناسازگاری پارامترهای اقلیمی در مرحله زایشی زعفران  
Fig. 16- The final score and inconsistency rate of climatic parameters in Birth period of saffron



شکل 17- امتیاز نهایی و نرخ ناسازگاری پارامترهای اقلیمی در مرحله رویشی زعفران  
Fig. 17- The final score and inconsistency rate of climatic parameters in germination period of saffron

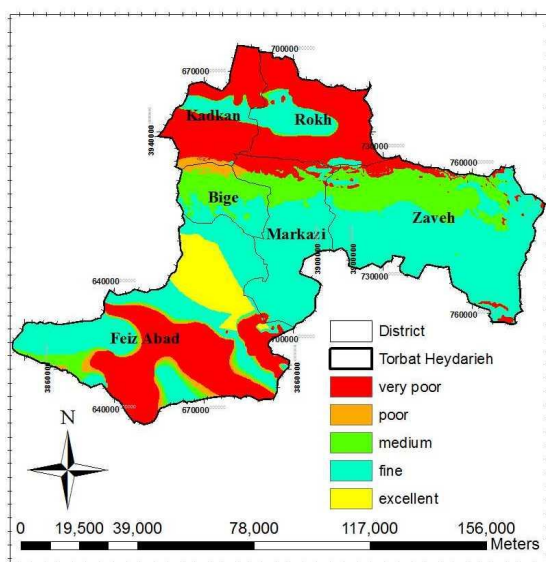


شکل 18- امتیاز نهایی و نرخ ناسازگاری پارامترهای اقلیمی در مرحله رکود زعفران  
Fig. 18- The final score and inconsistency rate of climatic parameters in latency period of saffron

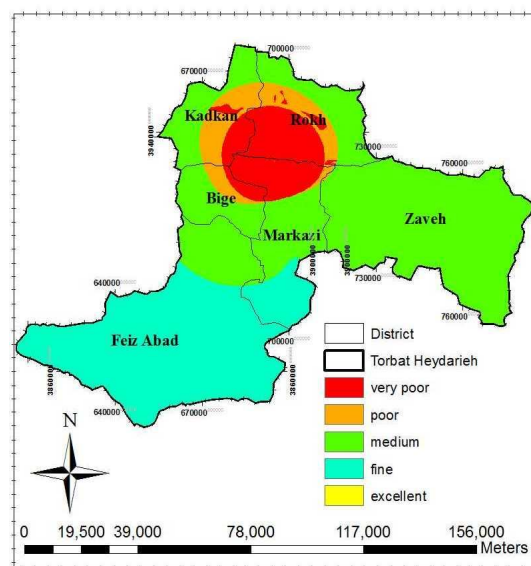


حاصل در شکل‌های 16 تا 18 نشان داده شده است. نتایج پهنه‌بندی مناطق مستعد کشت زعفران از نظر پارامترهای اقلیمی در هر مرحله از رشد این گیاه، در شکل‌های 19 تا 21 نمایش داده شده است که حاصل اعمال وزن‌های AHP در نقشه‌های 3 تا 14 می‌باشند:

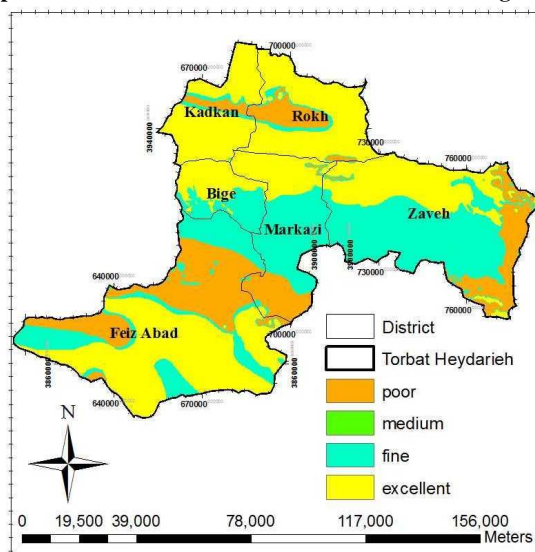
توزیع جغرافیایی تعداد ساعات آفتابی: با توجه به شکل‌های 13 تا 15 تعداد ساعات آفتابی مورد نیاز در کلیه مراحل رشد زعفران در سایر نقاط شهرستان تأمین شده و محدودیتی وجود ندارد. پس از تهیه لایه‌های مورد نیاز در هر مرحله از رشد زعفران، امتیاز نهایی برای هر یک از پارامترها و نرخ ناسازگاری ماتریس‌های عوامل مؤثر در مکان‌یابی، توسط نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شد که نتایج



شکل 20- نواحی مستعد کشت زعفران در مرحله رشد رویشی  
Fig. 20- Climatic potential of saffron cultivation in vegetative phase



شکل 19- پتانسیل یابی اقلیمی کشت زعفران در مرحله رشد زایشی  
Fig. 19- Climatic potential of saffron cultivation in generative phase



شکل 21- نواحی مستعد کشت زعفران در مرحله رکود  
Fig. 21- Climatic potential of Saffron cultivation in Dormant phase

با توجه به نقشه حاصله از تلفیق معیارهای مورد نیاز در مرحله رکود، نقشه 21 حاصل شد:

بر طبق کلاس‌های تشکیل دهنده شکل 21 مشخص می‌شود که:

1- قسمت اعظم منطقه، در حدود 49 درصد در نواحی شمالی و جنوبی شهرستان در وضعیت بسیار مناسب قرار دارد.

2- وضعیت مناسب حدود 30 درصد از مساحت منطقه را تشکیل می‌دهد که عمده مراکز تجمع آن در مرکز شهرستان واقع شده است.

3- وضعیت متوسط بخش بسیار کوچکی از منطقه را در حدود یک درصد شامل می‌شود و در نهایت وضعیت ضعیف که حدود 20 درصد از مساحت شهرستان را در بر می‌گیرد و عامل اصلی آن بارندگی‌های تابستانه است که موجب از بین رفتن پيازها می‌گردد و می‌بایست تا حد امکان از کشت زعفران در این مناطق خودداری نمود.

در نهایت با تلفیق نقشه‌های مراحل سه گانه رشد (شکل‌های 19 تا 21)، و جدا کردن اراضی کشاورزی از نقشه کاربری اراضی در سطح شهرستان، نقشه نهایی پتانسیل اقلیمی زعفران حاصل گردید و پنج کلاس زیر در سطح شهرستان نمایان شد (شکل 22).

نتیجه نهایی حاصل شده، عبارت است از تشخیص میزان تناسب اراضی برای کشت زعفران در شهرستان تربت حیدریه که مطابق طبقه‌بندی زیر ارائه گردیده است.

**1- مناطق بسیار مناسب (درجه 1):** به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره رشد زعفران دارای عملکرد بالا هستند یا می‌توانند چنین عملکردی را در صورت فراهم بودن سایر پارامترهای مورد نیاز از جمله شرایط مطلوب خصوصیات خاک، آب و توپوگرافی، داشته باشند. این نواحی که حدود چهار درصد از مساحت شهرستان را در بر می‌گیرند و با رنگ زرد مشخص شده‌اند، قسمت‌هایی در جنوب شهرستان (نیمه جنوبی بخش فیض‌آباد) را شامل می‌شوند.

**2- مناطق مناسب (درجه 2):** از لحاظ عوامل اقلیمی مناسب زعفران، در شرایط ضعیف‌تری نسبت به مناطق بسیار مناسب قرار دارند، اما با کشت زعفران در این مناطق می‌توان عملکرد محصول به نسبت خوبی را از آن‌ها انتظار داشت. این ناحیه با مساحتی در حدود پنج هزار کیلومتر مربع، عمده مساحت شهرستان را تشکیل می‌دهد.

در مورد شرایط اقلیمی مرحله زایشی همان‌طور که در نقشه پهنه-بندی شهرستان (نقشه 19) مشخص است، نیمه جنوبی منطقه از شرایط مناسب اقلیمی برخوردار می‌باشد. بر اساس کلاس‌های تعریف شده با توجه به شکل 19 مشخص می‌شود که:

1- ناحیه مناسب در جنوب شهرستان قرار دارد و مساحتی حدود 32 درصد از منطقه را به خود اختصاص می‌دهد.

2- ناحیه متوسط نیمه شمالی شهرستان را در بر گرفته و حدود 52 درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است.

3- ناحیه ضعیف تنها در بخش کوچکی از نیمه شمالی شهرستان قرار گرفته و مساحت کمی در حدود شش درصد از مساحت استان را در بر می‌گیرد.

4- ناحیه بسیار ضعیف قسمت‌هایی از بخش‌های رخ، مرکزی، بایگ و کدکن را شامل می‌شود و حدوداً ده درصد از مساحت شهرستان را به خود اختصاص می‌دهد.

نقشه پهنه‌بندی شرایط اقلیمی در مرحله رشد رویشی زعفران، در شکل 20 نشان داده شده است:

با توجه به این شکل ملاحظه می‌شود که نواحی شمالی و جنوبی شهرستان از شرایط نامناسبی برخوردارند. بر این اساس از پنج کلاس تعریف شده در این مرحله می‌توان دریافت که:

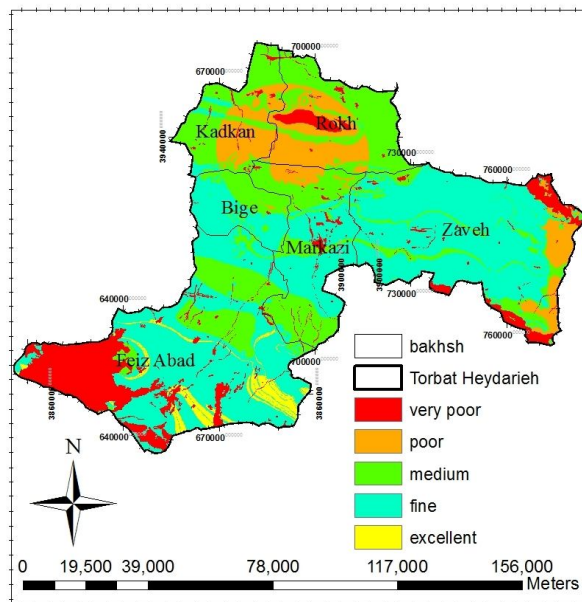
1- منطقه بسیار مناسب حدود پنج درصد از مساحت را در بر می‌گیرد و در قسمت‌هایی از نیمه شمالی بخش فیض‌آباد قرار دارد.

2- ناحیه مناسب 45 درصد از مساحت منطقه را در نواحی مرکزی و جنوبی و قسمت کوچکی از نواحی شمالی شهرستان به صورت پراکنده در بر می‌گیرد.

3- منطقه متوسط که به صورت نواری در مرکز و قسمت‌های کوچکی از جنوب شهرستان را شامل شده است و حدوداً 16 درصد منطقه را به خود اختصاص داده است.

4- منطقه ضعیف مساحت بسیار کوچکی در حدود دو درصد از مناطق غربی شهرستان را تشکیل می‌دهد.

5- منطقه بسیار ضعیف که قسمت‌هایی از شمال و جنوب شهرستان را در بر می‌گیرد و حدود 32 درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود و علت اصلی وجود این مناطق توزیع نامطلوب بارش-های زمستانه می‌باشد که می‌بایست آب مورد نیاز گیاه در این مناطق از طریق آبیاری تأمین گردد.



شکل 22- پتانسیل یابی اقلیمی کشت زعفران در تربت حیدریه

Fig. 22- Climatic potential of Saffron cultivation in Torbate Hydariyeh city

بررسی مشاهده شد که بیشترین مساحت شهرستان از پتانسیل اقلیمی بالایی برای کشت زعفران برخوردار می‌باشد. در حالی که نوع تولید کشاورزی و نوسان محصولات به آب و هوا بستگی دارد (Khaledi, 1994) و به‌کارگیری اطلاعات آب و هوایی، به منظور بهبود عملیات کشاورزی و افزایش تولید کشاورز از جنبه کیفی و کمی است. توجه به این نکته که شهرستان تربت حیدریه به عنوان بزرگترین قطب تولید زعفران در ایران و جهان محسوب می‌شود و با توجه به درآمد بالای این محصول، اقدام به کشت بی‌رویه زعفران در تربت حیدریه شده است که مشکلاتی از جمله کاهش کیفیت خاک و کاهش عملکرد را به دنبال داشته است. با توجه به این که هدف افزایش سطح زیر کشت در جهت افزایش عملکرد می‌باشد، لذا تعیین مناسب‌ترین مناطق کشت در کلیه اراضی در سطح شهرستان امری مهم تلقی می‌شود تا برنامه‌ریزی‌های لازم در جهت افزایش عملکرد صورت گیرد و از کشت در نقاط نامناسب جلوگیری شود. بر اساس نقشه نهایی پس از جدا کردن کاربری‌هایی که قابلیت تغییر به اراضی کشاورزی را ندارند از نقشه کاربری اراضی، مشخص شد که بیشترین مساحت منطقه از شرایط مناسب اقلیمی برخوردار هستند و عمده محدودیت‌ها در نواحی شمالی منطقه و قسمت‌های کوچکی در شرق دشت زاوه می‌باشند که می‌بایست از کشت زعفران در این مناطق خودداری نمود یا برنامه-

**3- مناطق متوسط (درجه 3):** دارای پتانسیل اقلیمی پایینی برای کشت زعفران می‌باشند، یعنی این که این نواحی که حدود 27 درصد از مساحت منطقه را تشکیل می‌دهند، برای کشت زعفران با ریسک مواجه بوده و احتمال کاهش عملکرد وجود دارد و لذا ضروری است برنامه‌ریزی‌های لازم صورت پذیرد. این ناحیه به طور عمده شمال و نوارهایی از مرکز و جنوب شهرستان را در بر می‌گیرد.

**4- مناطق ضعیف (درجه 4):** به دلیل عدم وجود شرایط اقلیمی مناسب، کشت زعفران در این مناطق مقرون به صرفه اقتصادی نیست. این ناحیه مناطقی از شمال و شرق شهرستان را تشکیل می‌دهد، و شامل نواحی شرقی بخش زاوه، شمال بخش مرکزی و قسمت‌های عمده بخش‌های رخ و کدکن می‌باشد. علت اصلی محدودیت این مناطق وجود شرایط نامناسب دمایی در مرحله گلدهی و شرایط نامناسب بارش می‌باشد.

**5- مناطق بسیار ضعیف (درجه 5):** در این نواحی که ده درصد از مساحت شهرستان را تشکیل می‌دهند و شامل کاربری‌هایی غیر از کشاورزی نیز می‌باشند، امکان کشت زعفران وجود ندارد.

### نتیجه‌گیری

با عنایت به جمع‌بندی نتایج و در نظر گرفتن فاکتورهای مورد

در فرآیند کشت محصول زعفران و در نتیجه جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر، مؤثر باشند.

ریزی‌های لازم از جمله آبیاری و کوددهی، صورت پذیرد. در نهایت ذکر این نکته نیز ضروری است که علاوه بر عوامل اقلیمی سایر عناصر از قبیل ارتفاع، شیب، نوع خاک و آب مورد استفاده نیز می‌تواند

## منابع

- Asgharpour, M.J. 2006. Multi criteria decision making. Tehran University Publication, Tehran, Iran. (In Persian)
- Dey, P.K., and Ramcharan, E.K. 2000. Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados. *Journal of Environmental Management* 88: 1384-1395.
- Farajzade, M., and Mirzabayati, R. 2007. Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Nishabor plain using GIS. *Human Sciences Modarres* 50(1): 67-91. (In Persian with English Summary)
- Hatami Sardashti, Z., Jami Al-Ahmadi, M., Mahdavi Damghani, A.M., and Behdani, M.A. 2011. Evaluation of sustainability in saffron agroecosystems in Birjand and Qaen counties. *Journal of Agroecology* 3(3): 396-405. (In Persian with English Summary)
- Jafarbeyglu, M., and Mobaraky, Z. 2008. The land proportion evaluation in Qazvin province for Saffron cultivation based on Multi-Criteria decision making method. *Journal of Natural Geographic Research* 66: 101-119. (In Persian with English Summary)
- Kafi, M., Hemmatikakhaki, A., and Karbasi, A.R. 2002. History, Economic importance, cultivated area, production and saffron usages, in: Kafi, M. (Eds.), *Saffron (Crocus sativus L.) Production and Processing*. Ferdowsi University of Mashhad, Iran p. 21-38 (In Persian)
- Kafi, M., Rashed Mohasel, M., Koochaki, A., and Molafilabi, A. 2001. *Saffron: Technology of Production and Precessing*. Zaban and Adab Publication, Mashhad, Iran 276 pp. (In Persian)
- kamali, G. 1997. Ecological study of dryland farming potential in West Country of climatic on dryland wheat. PhD dissertation, Science and Research Branch of Tehran, Islamic Azad University, Iran. (In Persian with English Summary)
- Khaledi, S. 1994. *Applied Climatology (Application of Climate in the Regional Planning)*. Qomes Publication, Tehran, Iran 295pp. (In Persian)
- Koozehgran, S., Mousavi Baygi, M., Sanaeinejad, S.H., and Behdani, M.A. 2011. Study of the Minimum, Average and Maximum Temperature in South Khorasan to Identify Relevant Areas for Saffron Cultivation using GIS. *Journal of Soil and Water* 25(4): 892-904. (In Persian with English Summary)
- Mohammadi, H.M., and Moghtaderi, G.A. 2005. The relationship between climatic elements and necrosis of date palm bunch using regression model. *Wilderness* 10(2): 339-348. (In Persian with English Summary)
- Mohammadi, H., Ranjbar, F., and Soltani, M. 2011. Climatic Potentials Assessment for Saffron Cultivation In Marvdasht. *Geography and Environmental Planning Journal* 43(3): 143-158. (In Persian with English Summary)
- Narayana Reddy, M., and Rao, N.H. 2011. GIS Based Decision Support Systems in Agriculture, National Academy of Agricultural Research Management Rajendranagar p. 1-11.
- Nokandi, A.K. 1999. Effects of climatic factors on saffron cultivation in South Khorasan. MSc Thesis, Isfahan University. Iran. (In Persian with English Summary)
- Omkarprasad, V., and Sushil, K. 2004. Analytic hierarchy process: An overview of applications, April.
- Tofigh, H. 1994. Multi criteria evaluation in physical planning. *Journal of Abadi* 11: 40-43. (In Persian)
- Xue, Y.J., Hu, Y.M., Liu, S.G., Yang, J.F., Chen, G.C., and Bao, S.T. 2007. Improving land resource evaluation using fuzzy neural network ensembles. *Remote sensing of Environment* 11: 369-384.
- Yazdchi, S., Rasuli, A.A., Mahmoudzadeh, H., and Zrrinbal, M. 2011. Land capability evaluation of Marand county intended for saffron cultivation using multi criteria decision analysis systems. *Journal of Soil and Water Science* 1(3): 151-170. (In Persian with English Summary)