نشریه پژوهش‌های زعفران ۱(۱۳۹۳) ۷۲-۵۸.

تعیین مکان‌های مناسب کشت زعفران بر اساس پارامترهای آب و خاک با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شهرستان تربت حیدریه)

مهدیه رشید سرخ آبادی [۱*]، علی شهیدی [۲] و عباس خاشعی سیوکی [۲]

۱- دانشجوی کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲- استادیار مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

*- نویسنده مسئول: E-mail: mahdiehrashid@gmail.com

رشید سرخ آبادی، م.، شهیدی، ع.، و خاشعی سیوکی، ع.، ۱۳۹۳. تعیین مکان‌های مناسب کشت زعفران بر اساس پارامترهای آب و خاک با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: شهرستان تربت حیدریه). نشریه پژوهش‌های زعفران. ۲(۱): ۷۲-۵۸.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۳

چکیده

زعفران به عنوان گرانبهاترین محصول کشاورزی و دارویی جهان از جمله گیاهانی است که نقش قابل توجهی در وضعیت اقتصادی و اجتماعی مناطق خشک و نیمه خشک خراسان جنوبی و مرکزی پیدا کرده است. آگاهی از چگونگی تناسب و انطباق فعالیت‌های کشاورزی هر منطقه با شرایط محیطی آن، لازمه هر گونه فعالیت کشاورزی است. بنابراین، آگاهی از ساختار وابستگی مکانی ویژگی‌های مختلف خاک و آب در مزارع جهت دست‌یابی به تولید بیشتر و مدیریت بهتر حائز اهمیت می‌باشد. در این تحقیق نقشه پراکنش متغیرهای کیفیت آب و خاک جهت کشت زعفران در اراضی شهرستان تربت حیدریه واقع در استان خراسان رضوی تهیه گردید. بدین منظور از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد و به کمک محیط نرم‌افزاری Arc GIS مدل‌سازی و تحلیل فضایی اطلاعات صورت گرفت. در نهایت مناطق مختلف بر اساس استعدادشان برای کشت زعفران به پنج گروه طبقه‌بندی شدند. نتایج حاصله نشان داد که از مجموع ۹۵۷۰/۲۰۷۱ کیلومتر مربع مساحت شهرستان تربت حیدریه از نظر پهنه‌بندی کشت زعفران، ۸/۵٪ دارای کیفیت بسیار مناسب، ۴۶/۵٪ دارای کیفیت مناسب، ۱۶/۵٪ دارای شرایط نسبی برای کشت، ۱۷٪ نامناسب و حدود ۱۱/۵٪ از مساحت منطقه را نقاط کاملاً نامناسب برای کشت زعفران در بر می‌گیرد. در نهایت مهمترین عامل محدود کننده تولید زعفران در درجه اول، کیفیت نامطلوب آب آبیاری و سپس خصوصیات خاک تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، زمین‌آمار، Expert Choice ، GIS.

مقدمه

یکی از راه‌های اساسی برای افزایش تولید و ارتقاء فعالیت‌های زراعی در کشور استفاده بهینه از اراضی متناسب با شرایط اکولوژیک آنها است (Farajzadeh & Tklubyghsh, 2001). با مطالعه عوامل مؤثر در میزان بهره‌وری محصولات، می‌توان برنامه‌ریزی‌ها را با شناختی جامع‌تر انجام و متناسب با توان‌های محیط، امکانات بهره‌وری را فراهم نمود. در این راستا محصول زعفران به دلیل داشتن ارزش اقتصادی بالا و اینکه دوره رشد و زمان گلدهی آن منطبق بر فصل گرم سال نبوده و متفاوت از سایر محصولات زراعی است، دارای اهمیت خاص می‌باشد (Jafarbeyglu & Mobaraky, 2008).

زعفران گیاهی است که از نظر نیاز آبی نسبت به بسیاری از محصولات کشاورزی دیگر توقع پایین‌تری دارد (langroody, 2002)، در خاک‌های سبک با ترکیبی از شن و رس و خاک‌های دارای ساختمان متوسط و کم و بیش نرم با نفوذپذیری خوب (kafi et al, 2006) رشد کرده و در خاک‌های حاوی کلسیم یا آهک‌دار که pH آن بین ۸-۷ بوده و دارای میزان مناسب مواد آلی باشند، بهتر به عمل می‌آید. خاکهای اسیدی و اراضی فاقد زهکشی برای این گیاه نامناسب بوده و در خاک‌های بسیار غنی نیز به علت غلبه رشد رویشی بر رشد زایشی محصول مناسبی نخواهد داد (Kafi, 2011; Mirzabayati, 2004). برنامه‌ریزی صحیح و عاقلانه به منظور بهره‌برداری بهینه از اراضی، منابع طبیعی و انسانی باید به گونه‌ای باشد که با شناخت توان اراضی، ضمن کسب حداکثر محصول، جنبه حفاظت از محیط زیست را نیز ملحوظ دارد (Askari et al., 2009). بر این اساس، شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌های اراضی قبل از بارگذاری فعالیت‌های گوناگون بسیار حایز اهمیت است.

انتخاب کشت صحیح در هر منطقه با استفاده از GIS، علاوه بر تعیین مناطق مستعد جهت کشت، موجب کاهش هزینه‌های استفاده از آفت‌کش‌ها، کودها ودیگر نهاده‌های شیمیایی-کشاورزی می‌شود، زیرا کشاورز می‌تواند کمیت و کیفیت مواد شیمیایی مورد نیاز مزرعه‌اش را به طور دقیق‌تری تخمین بزند. بنابراین انتخاب کشت صحیح در هر منطقه با GIS و نیز سایر تکنولوژی‌های جغرافیایی از طریق فراهم نمودن اطلاعات ویژه (از قبیل عمل‌آوری و کشت محصول) در دستیابی به حداکثر محصول علاوه بر کاهش هزینه‌های نگهداری مفید خواهد بود (Limpisathian, 2011). با توجه به اینکه سنجش تناسب اراضی در سطح یک منطقه وسیع نیاز به لحاظ نمودن عوامل و معیارهای مختلف دارد، لازم است از روش‌های تحلیل چند معیاره (MCDA)[1] استفاده شود (Jafarbeyglu & Mobaraky, 2008). بدین منظور روش‌های مختلفی وجود دارد که روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از گسترده-ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره است (Omkarprasad & Sushil, 2004). روش AHP[2]، ابزاری جهت ساده سازی تصمیم‌گیری‌های پیچیده است با این توصیف که در تحلیل تصمیم چند معیاره ممکن است به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینه از چندین معیار سنجش استفاده گردد (Asgharpour, 2013). در این روش ابتدا مجموعه‌ای از معیارهای متناسب با هدف یا اهداف تصمیم توسط کارشناسان تعیین، و پس از وزن‌دهی و اولویت بندی 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 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 داوری‌ها را نمایان سازد (Tofigh, 1993).

برخی از مطالعات انجام شده در راستای امکان‌سنجی نواحی مستعد کشت زعفران با روش AHP به شرح زیر می‌باشند:

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 آستانه-های دمایی مؤثر در کشت زعفران شناسایی شد. نتایج حاصل نشان داد که ۲۱۴۶ کیلومتر مربع 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 نیمه متراکم و مراتع متراکم اختصاص دارد. با تغییر این اراضی به کاربری کشت زعفران می‌توان توسعه اقتصادی و ارزش

[1] Multi Criteria Decision Making
[2] Analytical Hierarchy Process

افزوده را برای این منطقه رقم زد (Farajzadeh & Mirzabayati, 2007).

در تحقیقی بررسی تناسب اراضی استان قزوین برای کشت زعفران بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره 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 بوده و بر اساس آن استان قزوین به سه بخش مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب تقسیم شده است (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. نتایج نهایی تحقیق نشان‌دهنده کارایی روش‌های تحلیلی سلسله مراتبی در سنجش قابلیت اراضی برای کشت زعفران بوده و بر اساس آن شهرستان مرند از این نظر به سه بخش قابل کشت، نسبتاً قابل کشت و غیر قابل کشت تقسیم‌بندی شد (Yazdchi et al., 2011).

ارزیابی پتانسیل‌های اقلیمی کشت زعفران در شهرستان مرودشت انجام شد. بر اساس نتایج محدودیتی از نظر شرایط اقلیمی در این شهرستان وجود ندارد (Mohammadi et al, 2011).

در طی انجام تحقیقی نشان داده شد که درجه حرارت فاکتور اصلی و تعیین کننده در رشد زعفران می‌باشد. همچنین بیان کردند که درجه حرارت مطلوب برای خروج گل از خاک از درجه حرارت بهینه برای تشکیل گل کمتر است (Molina et al, 2005). در پژوهشی بیان شد که علاوه بر درجه حرارت، رطوبت خاک نیز در تنظیم رفتار گلدهی زعفران نقش تعیین‌کننده‌ای دارد (Gresta et al, 2009).

بررسی منابع نشان داد که تا کنون مطالعه‌ای در خصوص مکان‌یابی کشت زعفران بر اساس معیارهای کیفیت آب و خاک انجام نشده است. بنابراین هدف این تحقیق تهیه‌ی نقشه پراکنش متغیرهای کیفیت آب و خاک جهت کشت زعفران در اراضی شهرستان تربت حیدریه می‌باشد تا نقشه قابل اطمینانی را ارائه نماید. علت انتخاب این متغیرها اهمیت آن‌ها در مدیریت کشت زعفران است.

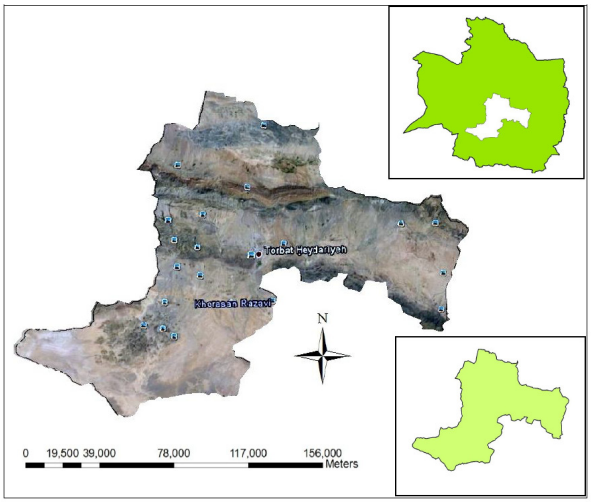
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان تربت حیدریه با وسعت ۹۵۷۰ کیلومتر مربع و به فاصله ۱۴۲ کیلومتری از مرکز استان خراسان رضوی در مدار های ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. از شمال به شهرستان های 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 ۱۳۳۳ متر و بلندترین نقطه آن ۳۰۱۳ متر بنام قله کوه مکلان می‌باشد (شکل ۱).

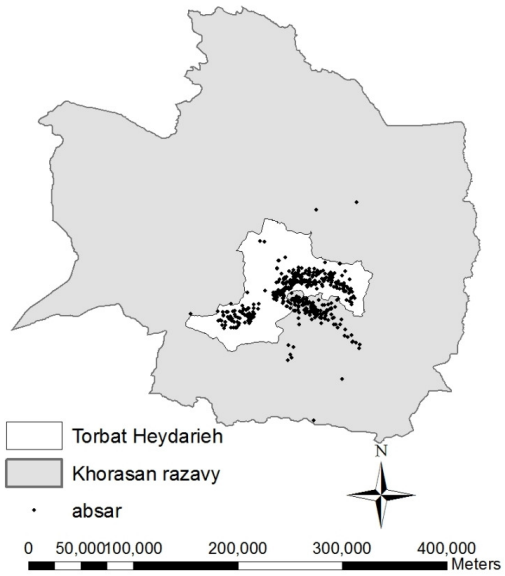
در پژوهش حاضر با توجه به تنوع اطلاعات، به منظور تحلیل-های مکانی معیارهای کیفی آب و خاک برای کشت زعفران، روش سلسله مراتبی (AHP) به عنوان مدل انتخاب شد و با استفاده از آن به هم‌پوشانی و تجزیه و تحلیل لایه‌ها پرداخته شد. بدین منظور از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی Arc GIS 9.3 استفاده گردید.

در این تحقیق از داده‌های موجود در یک دوره آماری دوازده ساله (۲۰۱۲-۲۰۰۰) استفاده شده است. جهت بررسی وضعیت کیفی منابع آب زیرزمینی از اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و جهت بررسی خصوصیات خاک منطقه از



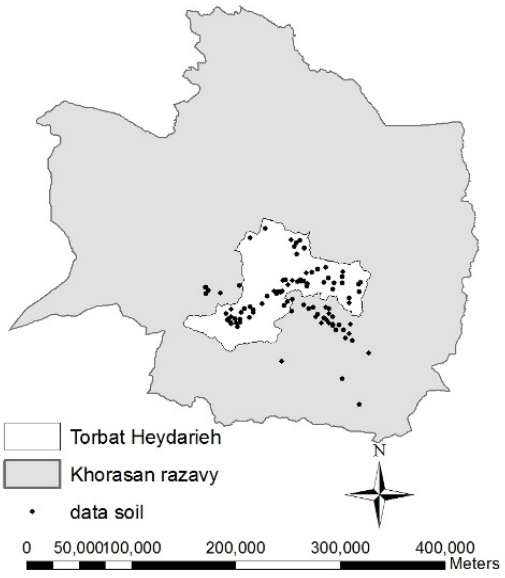
شکل۱- موقعیت قرارگیری شهرستان تربت حیدریه در ایران
Fig. 1- Position of Torbate Hydariyeh City in Iran

داده‌های کیفی آزمایشگاه خاک شهرستان تربت حیدریه با عمق نمونه‌برداری ۳۰ سانتیمتر استفاده گردید. اشکال (۲) و (۳) محدوده نقاط نمونه‌برداری شده را نمایش می‌دهند. جهت تعیین میزان قابلیت مناطق مختلف شهرستان تربت حیدریه برای کشت زعفران، پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، به منظور پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه مدل‌های زمین آمار بر روی داده‌ها اعمال شد. به منظور کلاس‌بندی پارامترهای آب از استاندارد ویلکاکس (جدول ۱) و جهت کلاس‌بندی نقشه‌های خاک از تقسیم بندی مؤسسه تحقیقات آب و خاک (جدول ۲) استفاده گردید.



شکل ۲- موقعیت قرارگیری نقاط نمونه‌برداری کیفیت آب

Fig. 2- Location of sampling points for water quality



شکل ۳- موقعیت قرارگیری نقاط نمونه‌برداری کیفیت خاک

Fig. 3- Location of sampling points for soil quality

جدول ۱- طبقه بندی ویلکاکس برای مصارف کشاورزی (Alizadeh, 2009)

Table 1- Willcox classification for agriculture uses

شوری (میکروموس بر سانتیمتر) EC(µmhos/cm)	رتبه rating	نسبت جذبی سدیم SAR	رتبه rating
100-250	عالی C_1 excellent	<10	عالی S_1 excellent
250-750	خوب C_2 fine	10-18	خوب S_2 fine
750-2250	متوسط C_3 medium	18-26	متوسط S_3 medium
>2250	نامناسب C_4 unsuitable	>26	نامناسب S_4 unsuitable

جدول ۲- طبقه‌بندی پارامترهای خاک جهت کشت زعفران (Expert Comments)

Table 2- Soil parameters classification for saffron planting

عالی excellent	خوب fine	متوسط medium	ضعیف poor	بسیار ضعیف very poor	
<2	2-4	4-8	8-12	>12	شوری (EC(ds/m))
-	<13	13-17	>17	-	آهک (TNV%)
>1.5	1-1.5	-	0.5-1	<0.5	کربن آلی (OC%)
-	-	-	0.08-0.15	<0.08	ازت (N%)
>300	250-300	200-250	150-200	<150	پتاسیم (K (mg/kg))
-	>15	10-15	5-10	>5	فسفر (P (mg/kg))

سپس بر اساس مدل AHP به ارزش‌گذاری عوامل مؤثر اقدام گردید. در این تحقیق برای تعیین وزن کلی و ارجحیت عوامل مختلف و تبدیل آنها به مقادیر کمی، از نظرات کارشناسی استفاده شد. در ادامه مراحل تعیین وزن لایه‌های مربوط به معیارهای مختلف با استفاده از روش AHP آورده شده است (Keshavarz, 2011):

۱- تشکیل ساختار سلسله‌مراتبی.

۲- تعیین میزان اهمیت و ارزش هرکدام از معیارها نسبت به تعیین هدف با توجه به جدول ۹ کمیتی ساعتی. جدول (۳) مقیاس ۹ کمیتی ساعتی را نشان می‌دهد.

۳- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی معیارها

جدول ۳- مقیاس ساعتی به منظور تعیین ارجحیت برای مقایسه‌های زوجی

Table 3- Time scale for excellent determination of paired comparison

ترجیحات preference	مقدار عددی The numerical value
ترجیح یکسان equal	1
ترجیح متوسط medium	3
ترجیح بیشتر more	5
ترجیح خیلی بیشتر very more	7
ترجیح کامل full	9
ترجیحات بین فواصل فوق between above distances	2,4,6,8

۴- محاسبه میانگین هندسی هر سطر از ماتریس مقایسه زوجی

(۱)

$$b_{ij} = \left(\prod_{i=1}^{k} a_{ij} \right)^{1/k}$$

b_{ij} : میانگین هندسی هر سطر از ماتریس مقایسه زوجی.

a_{ij}: اهمیت معیار i ام نسبت به معیار j ام و

K : تعداد معیارهای تصمیم‌گیری.

۵-نرمالیزه کردن میانگین‌های هندسی حاصل از مرحله چهارم.

(۲)

$$w_i = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^{k} b_{ij}}$$

W_i: وزن معیار i ام و

K: تعداد معیارهای تصمیم‌گیری بررسی سازگاری در قضاوتها.

۶- تعیین ضریب سازگاری ساعتی (Consistency Ratio) که از تقسیم شاخص سازگاری (Consistency Index) به شاخص تصادفی بودن (Random Index) حاصل می‌شود و باید کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد.

(۳)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

(۴)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CI: شاخص سازگاری در قضاوت‌ها

CR: ضریب سازگاری در قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان

RI : شاخص تصادفی بودن

n: تعداد معیارهای تصمیم‌گیری و

λ_{max}: مقدار ویژه بیشینه

در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه بیشینه (γ_{max}) از L به شرح زیر استفاده می‌شود :

(۵)

$$L = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n} \frac{AW_i}{W_i} \right]$$

AW_i: حاصلضرب ماتریس مقایسه زوجی معیارها در ماتریس وزن‌هی آنها

W_i: بردار وزن‌های معیارهای تصمیم‌گیری و

n : تعداد معیارهای تصمیم‌گیری

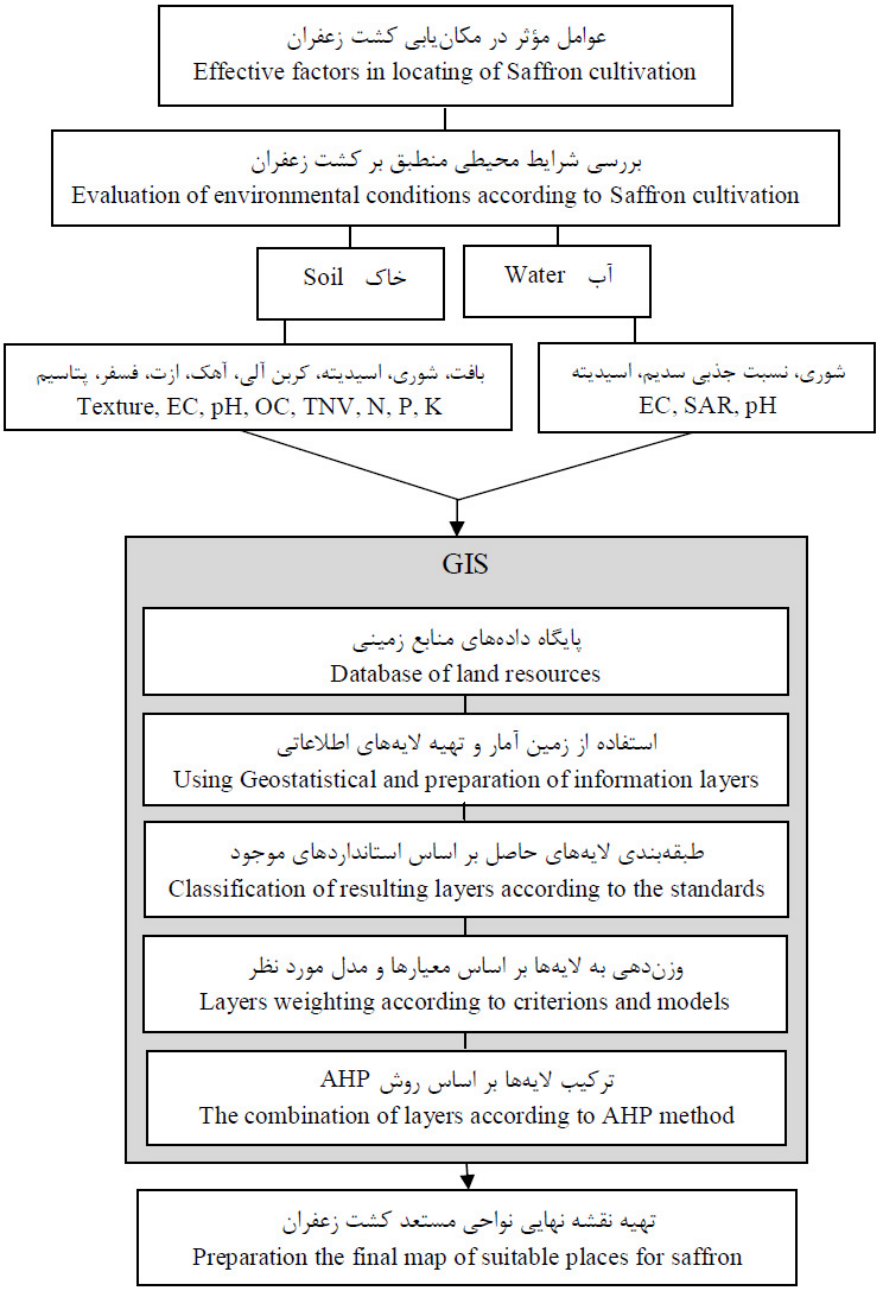
شاخص تصادفی بودن با توجه به تعداد معیارها (n) از جدول (۴) قابل استخراج است.

لازم به ذکر است که در این تحقیق جهت تعیین وزن نسبی معیارها و نرخ ناسازگاری ماتریس‌های عوامل مؤثر در مکان‌یابی، از نرم افزار تخصصی (Expert Choice) AHP استفاده شده است. با توجه به معیارهای مورد نظر تجزیه و تحلیل‌ها به کمک نرم افزار GIS صورت گرفت و پس از انجام مدل‌سازی فضایی و هم‌پوشانی اطلاعات، لایه نهایی تهیه گردید. در نهایت اراضی شهرستان از نظر قابلیت کشت زعفران بر اساس معیارهای کیفی آب و خاک طبقه‌بندی شدند. شکل (۴) مراحل انجام تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول ۴- شاخص تصادفی بودن (RI) (Lu Li et al, 2009)

Table 4- Random Index

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59



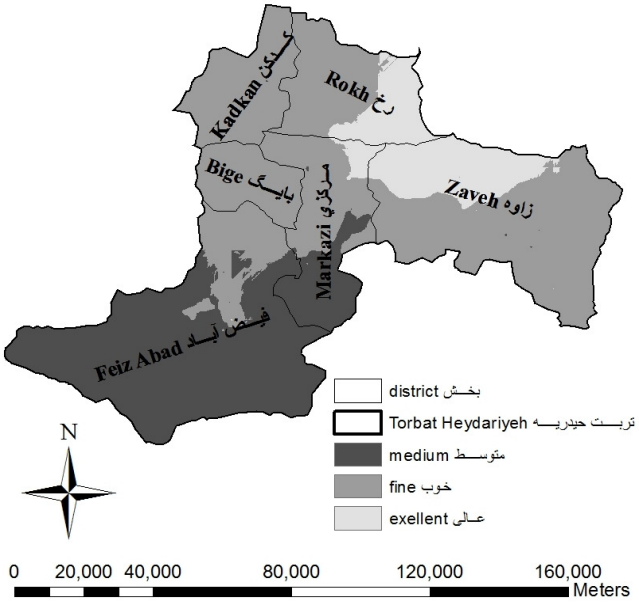
شکل ۴- روش انجام تحقیق

Fig. 4- Research methodology

نتایج و بحث

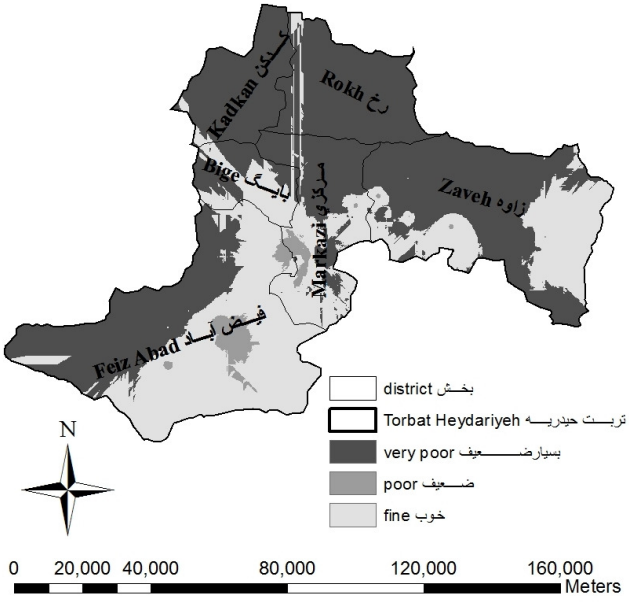
به منظور بررسی تغییرات مکانی که از اهداف اصلی این پژوهش بوده، قبل از انجام هر گونه محاسبه‌ای، ابتدا تست نرمال بودن برروی جامعه داده‌ها صورت گرفت. در صورت نرمال بودن یا نزدیک به نرمال بودن توزیع داده‌ها، روش‌های تخمین مورد استفاده در زمین آمار از دقت بالایی برخوردار خواهند بود. با بررسی دو روش هیستوگرام داده‌ها و QQPlot در محیط نرم افزار GIS، مشخص شد که به جز داده‌های شوری و فسفر خاک، سایر داده‌ها از شرط نرمال بودن تبعیت می‌کنند. بنابراین از لگاریتم داده‌های EC و p در پهنه‌بندی

کیفیت خاک استفاده شد. پس از پهنه‌بندی معیارهای تحت بررسی، لایه‌های اطلاعات مکانی مورد نیاز به وجود آمدند که در اشکال ۵ تا ۱۵ دیده می‌شوند:



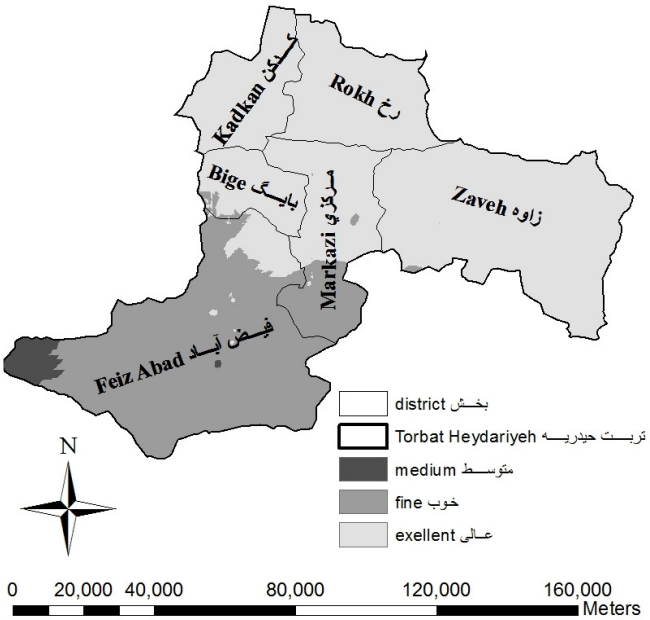
شکل ۵- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر EC آب آبیاری

Fig. 5- Suitable places of irrigation water salinity for saffron cultivation



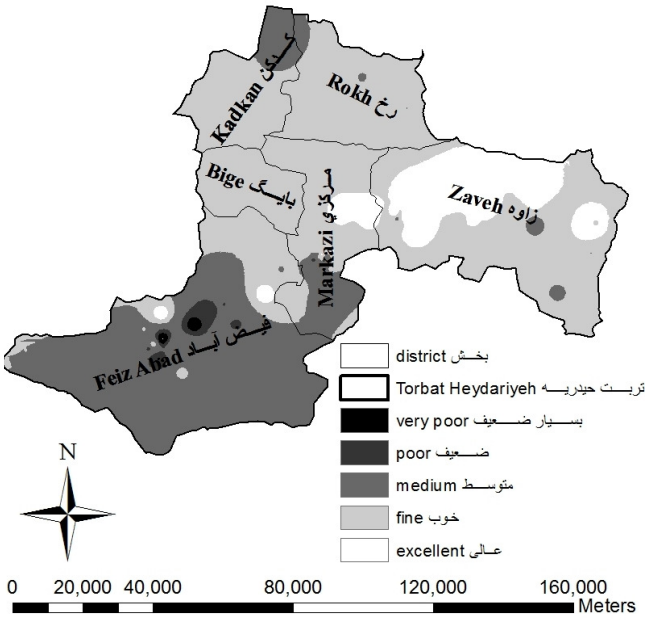
شکل ۶- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر pH آب آبیاری

Fig. 6- Suitable places of irrigation Acidity for saffron cultivation



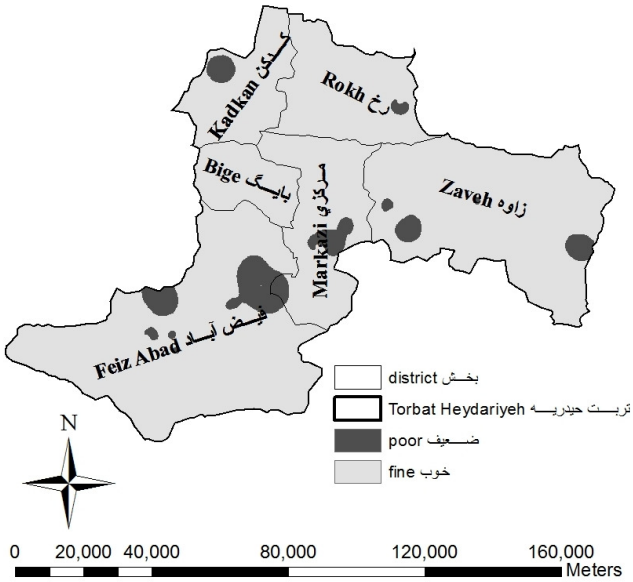
شکل ۷- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر مقادیر SAR آب آبیاری

Fig. 7- Suitable places of irrigation SAR for saffron cultivation



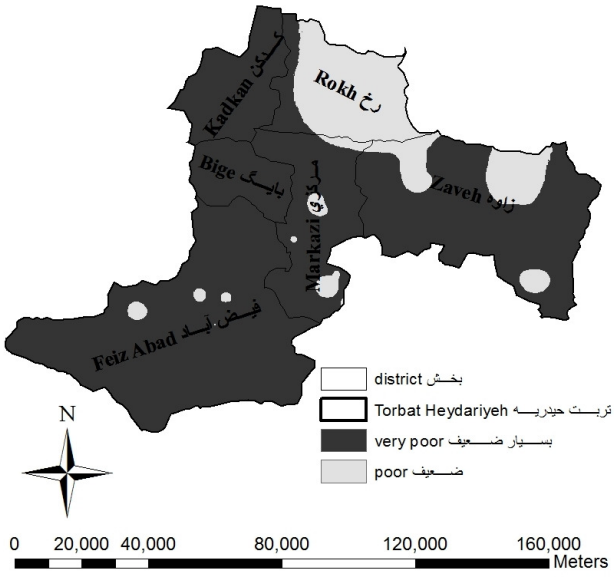
شکل ۸- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر شوری عصاره اشباع خاک

Fig. 8- Suitable places of soil salinity for saffron cultivation



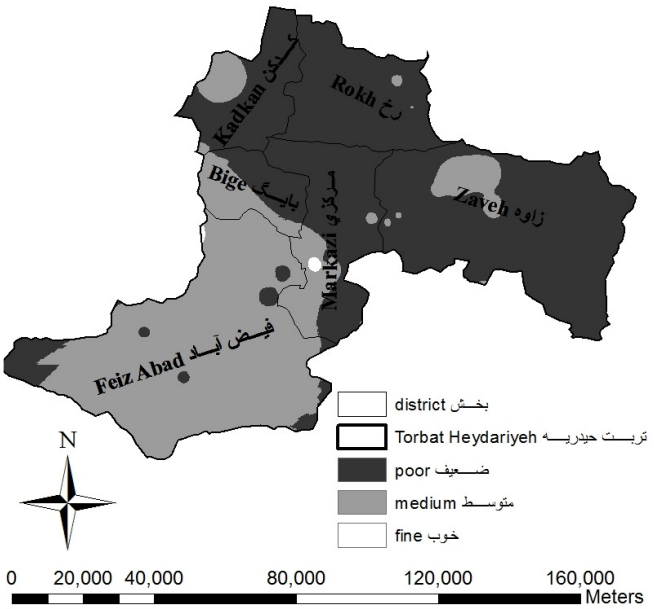
شکل ۹- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر pH خاک

Fig. 9- Suitable places of soil pH for saffron cultivation



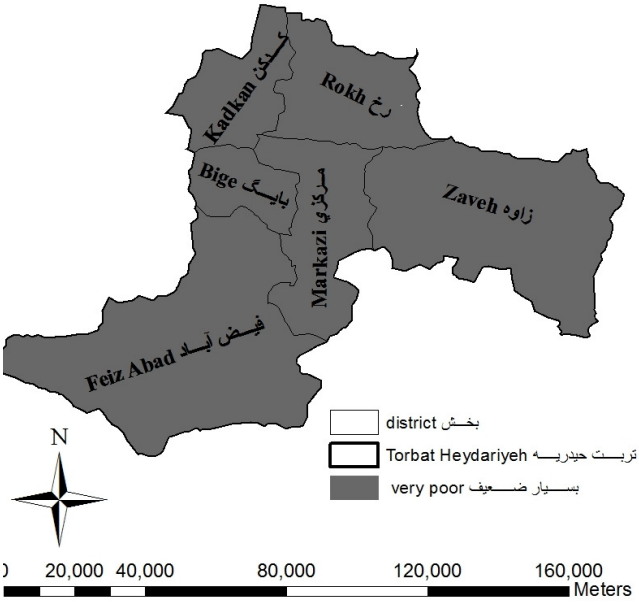
شکل ۱۰- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر کربن آلی خاک

Fig. 10- Suitable places of soil OC for saffron cultivation



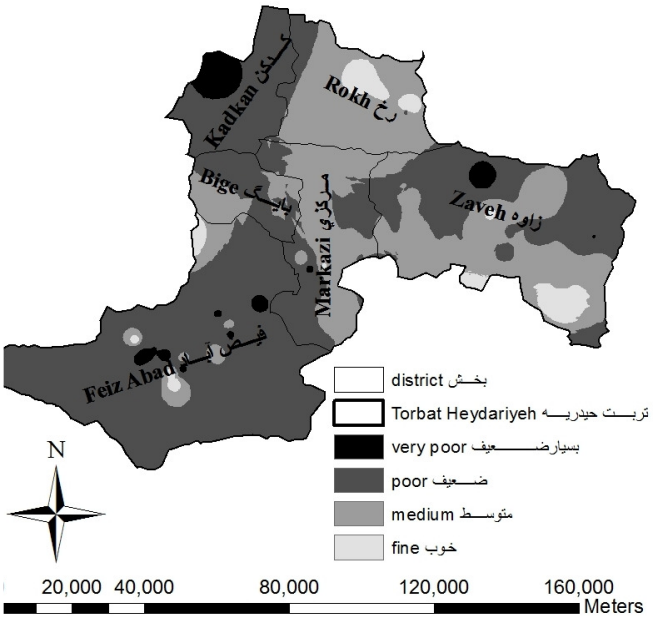
شکل ۱۱- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر آهک خاک

Fig. 11- Suitable places of soil TNV for saffron cultivation



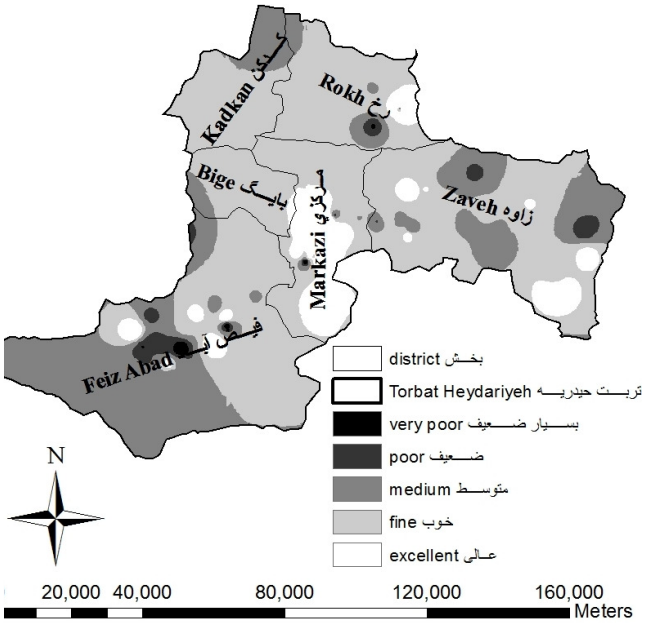
شکل ۱۲- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر ازت خاک

Fig. 12- Suitable places of soil N for saffron cultivation



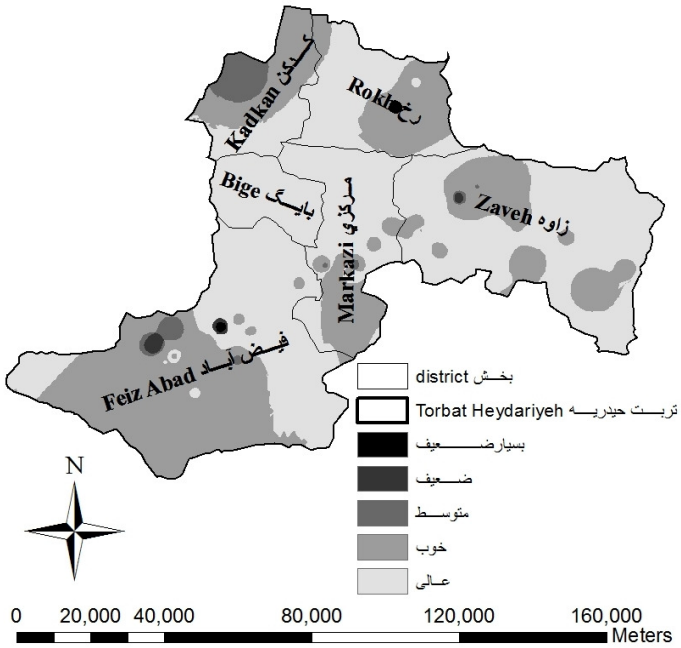
شکل ۱۳- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر فسفر خاک

Fig. 13- Suitable places of soil Phosphorous for saffron cultivation



شکل۱۴- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر پتاسیم خاک

Fig. 14- Suitable places of soil Potassium for saffron cultivation



شکل۱۵- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر بافت خاک

Fig. 15- Suitable places of soil texture for saffron cultivation

شکل ۱۶- امتیاز نهایی و نرخ ناسازگاری زیرمعیارهای خاک

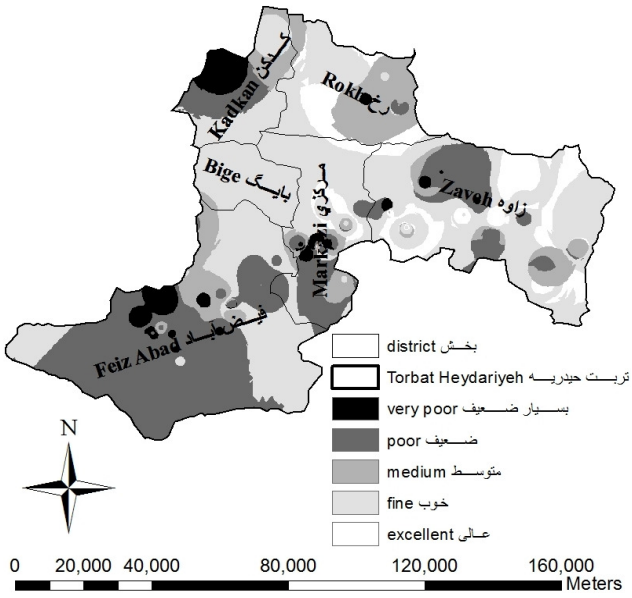
Figure. 16- The final score and inconsistency rate of soil parameters

شکل ۱۷- امتیاز نهایی و نرخ ناسازگاری زیرمعیارهای آب

Fig. 17- The final score and inconsistency rate of water Parameters

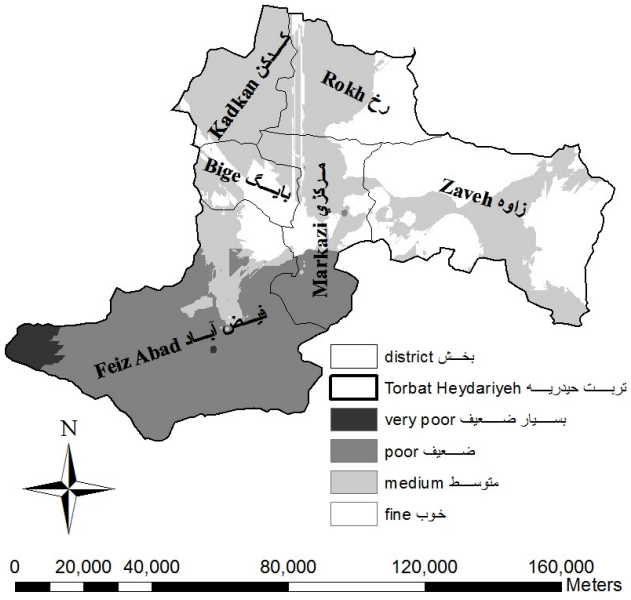
نتایج حاصل از تعیین امتیاز نهایی معیارها و نرخ ناسازگاری ماتریس‌های عوامل مؤثر در مکان‌یابی در شکل‌های ۱۶ و ۱۷ نشان داده شده است.

با تأیید معنی‌داری ماتریس‌های عوامل مؤثر در مکان‌یابی کیفیت آب و خاک جهت کشت زعفران، وزن نهایی زیرمعیارها جهت تعیین پراکنش متغیرهای مورد مطالعه، به لایه‌های متناظر اعمال گردید. جهت اعمال صحیح وزن‌های بدست آمده در محیط Arc GIS از روش Raster Calculator بهره گرفته شد. نتایج پهنه بندی مناطق مستعد کشت زعفران از لحاظ کیفیت خاک و آب با استفاده از روش AHP به ترتیب در اشکال ۱۸ و ۱۹ نشان داده شده است.



شکل ۱۸- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر کیفیت خاک

Fig. 18- suitable places of soil quality for saffron cultivation



شکل ۱۹- نواحی مستعد کشت زعفران از نظر کیفیت آب

Fig. 19- suitable places of water quality for saffron cultivation

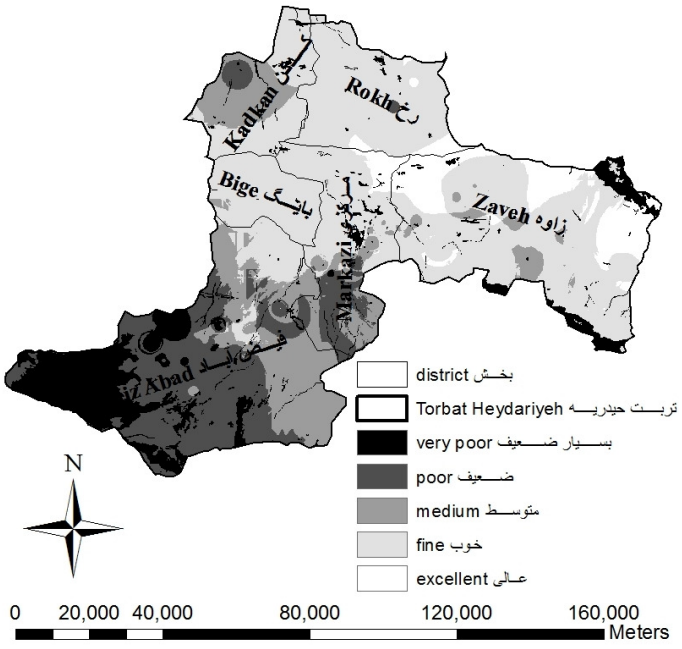
با توجه به شکل (۱۸) بیشترین مساحت منطقه از خاکی با کیفیت مطلوب جهت کشت زعفران تشکیل شده است، به جز قسمت‌هایی از جلگه رخ، کدکن و زاوه و جنوب بخش مرکزی که با توجه به شکل (۱۵) علت اصلی آن وجود بافت نامناسب در خاک این نقاط می‌باشد. مناطق جنوب و جنوب غربی که ناحیه وسیعی از بخش فیض آباد را در بر می‌گیرد از شرایط نسبتا مناسبی برخودار می‌باشند، به استثنای مناطق محدودی از آن که بر اساس شکل‌های (۸) تا (۱۵) علت پیدایش این نقاط را می‌توان وجود مقادیر نامطلوب پارامترهای فسفر، ازت، آهک و کربن آلی در این نواحی دانست. به منظور بهبود عناصر مذکور در خاک و در نتیجه افزایش تولید محصول در واحد سطح، عملیات زراعی متعددی نظیر مصرف کودهای شیمیایی و دامی صورت می‌گیرد. شکل (۱۹) که پهنه‌بندی بر اساس کیفیت آب منطقه را مشخص می‌کند گویای این مطلب است که به جز نواحی جنوبی بخش مرکزی و قسمت اعظمی از بخش فیض آباد، آب زیرزمینی در سایر نقاط از کیفیت مطلوبی برخوردار می‌باشد. عامل اصلی نامناسب بودن آب در این نواحی، بالا بودن میزان شوری آب آبیاری می‌باشد که امکان کشت زعفران را با محدودیت جدی مواجه می‌سازد.

شوری خاک ارتباط مستقیم با شوری آب آبیاری و وضعیت زهکشی اراضی دارد. به عبارت دیگر شوری آب آبیاری می‌تواند شوری خاک را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار دهد. در شرایط شوری کم اثر متقابل مصرف کود و شوری آب و خاک مثبت و معنی‌دار می‌باشد. ولی تحت شرایط شوری متوسط این اثر متقابل معنی‌دار نبوده و در شوری‌های خیلی زیاد اثر متقابل شوری و کود منفی است (Balali et al, 2000).

در نهایت با در نظر گرفتن هر دو عامل آب و خاک و جدا کردن اراضی کشاورزی از نقشه کاربری اراضی در سطح شهرستان، پهنه‌های مستعد کشت زعفران در منطقه مورد مطالعه تهیه گردید (شکل ۲۰). با توجه به این شکل سطح شهرستان بر اساس ارزش پیکسل‌های لایه از نظر استعداد کشت زعفران به پنج گروه طبقه‌بندی شد.

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.

گروه اول (S_1) اراضی هستند که از نظر عوامل محدود کننده هیچ‌گونه محدودیتی ندارند و به عنوان اراضی کاملا مستعد طبقه‌بندی می‌شوند.



شکل ۲۰- نواحی مستعد کشت زعفران در شهرستان تربت حیدریه

Fig. 20- suitable places for saffron cultivation in Torbate Hydariyeh City

گروه دوم (S_2) اراضی هستند که از نظر عوامل محدود کننده دارای محدودیت کمی می‌باشند و به عنوان اراضی مستعد طبقه‌بندی می‌شوند.

گروه سوم (S_3) که شامل بخش فیض آباد و قسمت‌هایی از جنوب بخش مرکزی هستند، از شرایطی نسبی برای کشت زعفران برخودارند که عامل اصلی محدودیت این نواحی وجود مقادیر بالای شوری آب زیرزمینی می‌باشد.

گروه چهارم (S_4) شامل اراضی می‌باشند که از نظر عوامل محدود کننده دارای محدودیت‌های زیادی می‌باشند و به عنوان اراضی با تناسب بحرانی طبقه‌بندی می‌شوند.

گروه پنجم (S_5) اراضی هستند که از نظر عوامل محدود کننده دارای محدودیت‌های بسیار زیادی می‌باشند و به عنوان اراضی نامناسب طبقه‌بندی می‌شوند.

بر اساس نتایج بدست آمده از شکل ۲۰، مناطق بسیار محدودی با توجه به خصوصیات آب و خاک در شهرستان تربت حیدریه برای کشت زعفران دارای استعداد نامناسب می‌باشند. به طوری که اراضی کاملا نامناسب (S_5) حدود ۱۱درصد از سطح شهرستان را در بر می‌گیرند که شامل کاربری‌هایی غیر از کشاورزی نیز می‌باشند. همچنین تنها در حدود ۱۷درصد از اراضی جنوبی شهرستان از وضعیت بحرانی (S_4) برای کشت زعفران برخوردارند و برای انجام کشت و زرع به لحاظ داشتن محدودیت‌هایی از نظر آب آبیاری توصیه نمی‌شوند. حدود ۸/۵ درصد از اراضی منطقه معادل حدود ۸۱۱/۳۲ کیلومترمربع دارای استعداد کاملا مناسب (S_1) می‌باشند که با رنگ سفید مشخص شده است که قسمت‌هایی از نیمه شمالی بخش‌های زاوه و مرکزی و نیمه جنوبی جلگه رخ را در بر می‌گیرند. از کل اراضی منطقه ۱۶/۵ درصد و یا به عبارتی حدود ۱۵۸۱/۸۳ کیلومترمربع که شامل بخش فیض آباد و قسمت‌هایی از جنوب بخش مرکزی هستند، دارای شرایط نسبی (S_3) برای کشت زعفران می‌باشند یعنی اینکه این سطح از اراضی برای کشت زعفران با ریسک مواجه بوده و احتمال کاهش عملکرد وجود دارد و لذا ضروری است برنامه‌ریزی لازم به منظور استفاه صحیح از این اراضی صورت پذیرد. باقی مانده اراضی که بیش از چهار هزار کیلومترمربع از اراضی شهرستان را شامل می‌گردد برای کشت زعفران مناسب (S_2) می‌باشند.

بنابراین با عنایت به جمع‌بندی نتایج و در نظر گرفتن فاکتورهای مورد بررسی و با حذف اراضی که کاربری آنها قابلیت تغییر به کشت زعفران را ندارند، و با توجه به این نکته که بیشترین مساحت شهرستان از خاکی با بافت مناسب برای کشت زعفران برخوردار است، به نظر می‌رسد مهمترین فاکتور محدود کننده تولید، کیفیت نامطلوب آب آبیاری می‌باشد. این در حالی است که کمبود و یا ازدیاد مقادیر نامناسب عناصر خاک را می‌توان با مصرف انواع کودها جبران نموده و شرایط مناسبی را در خاک اراضی برای کشت محصول زعفران مهیا کرد. ذکر این نکته نیز ضروری است که در طی سال‌های اخیر به دنبال استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی بحران آلودگی محیط زیست و به ویژه آلودگی خاک و آب مطرح شده است که این آلودگی‌ها زنجیروار به منابع غذایی انسان‌ها راه یافته و سلامت جامعه بشری را مورد تهدید قرار داده است (Omidi et al., 2009). بدین منظور در راستای استفاده بجا و مطابق با نیاز اراضی از کودهای شیمیایی، مطالعه و شناسایی کیفیت خاک در سطح شهرستان امری مفید و ضروری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به تعیین مناسب‌ترین مناطق از نظر کیفیت آب و خاک پرداخته شد. با توجه به نقشه نهایی تنها در حدود ۲۸ درصد از مساحت شهرستان از شرایط نامناسبی جهت کشت زعفران برخوردارند. بر طبق نتایج مهمترین فاکتور محدودکننده تولید در درجه اول کیفیت نامطلوب آب آبیاری می‌باشد.

منابع

Asgharpour, M.J., 2013. Multi criteria decision making. Tehran university Publication. 398p. [in Persian].

Alizadeh, A., 2009. Principles of Applied Hydrology. 27th Edition. Publications, Imam Reza university of Mashhad. 860p.

Askari, M.S., Sarmadian, F., khodadadi, M., noruzi, A.A., 2009. Agriculture ecological zonation with remote sensing and Geographic Information Systems in Takestan. Iran J Soil Water Res. 2(40), 93-104. [in Persian].

Balali, M.R., Mhager Milani, P., Khademi, Z., Drudi, M.S., Mashayekhi, M.H., Malakuti, M.J., 2000. Chemical and Organic Fertilizer Recommendations Towards Sustainable Agricultural Production. Agricultural Education of Publication. 56 p. [in Persian].

Farajzade, M., Tklubyghsh, A., 2001. Agroclimatological zonation of dryland wheat in Hamedan province with Geographic Information Systems. J Geo Res. 41, 93-105. [in Persian].

Farajzadeh, M., Mirzabayati, R., 2007. Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Nishabor plain using GIS. Hum Sci Modares. 1(50), 67-91. [in Persian with English Summary].

Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L.,. Ruberto, G., 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Sci Hortic-Amsterdam.119, 320–324

Jafarbeyglu, M., Mobaraky, Z., 2008. The land proportion evaluation in Ghazvin province for Saffron cultivation based on Multi-Criteria decision making method. J Nat Geo Res. 66, 101-119. [in Persian].

Kafi, M., Koocheki, A., Rashed, M.H., Nassiri, M., 2006. Saffron (*Crous sativus*) Production and Processing. USA Science Publishers.

Kafi, M., 2011. Production and Processing Technology. Language and Politness Publication. 280 p. [in Persian].

Keshavarz, A., 2011. Application of Fuzzy Analytical Hierarchy Process in sites determination of rain water harvesting (Case study: Birjand Basin). Master Thesis. Agricultural University of Birjand. [in Persian with English Summary].

Limpisathian, P., 2011. Geographic Information System in Agriculture and Precision Farming. Earth and Mineral Sciences First-year Seminar.

Mirzabayati, R., 2004. Possibility study of areas with potential cultivation of saffron in Nishabor plain. Masrers Thesis. Tarbiat Modarres University. [in Persian].

Li, L., Shi, Z. H., Yin, W., Zhu, D., Leung Ng, S., Cai, C. F., and Lei, A. L. 2009. A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area, China. Ecol Model. 220,3439-3447.

Mohammadi, H., Ranjbar, F., Soltani, M. 2011. Climatic Potentials Assessment for Saffron Cultivation In Marvdasht. Geo Environ. Plant. J. 43(3):143-158. [in Persian with English Summary].

Molina, R.V., Valero1,M., Navarro1,Y., Guardiola, J.L., Garcı´a-Luis, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus L.*). Sci Hortic-Amsterdam. 103: 361–379.

Motiey langroody, H., 2002. Iran Economic Geography. Ferdowsi University of Mashhad Publication. 220 p. [in Persian].

Omkarprasad,V., K.,Sushil .2004. Analytic hierarchy process: An overview of applications, J Oper Res.

Omidi, H., Naghdi Badi, H.A., Golzad, A., Torabi, H., Fotukian, M.H., 2009. Effects of Nitrogen biological and chemical fertilizers on saffron qualitative and quatitative yield. J. Med. Plant. 2(33): 98-109. [in Persian].

Tofigh, H., 1993. Multi Criteria Evaluation in Physical Planning. Journal of Abadi.11, 40-43. [in Persian].

Xue, Y.J., Y.M. Hu, S.G. Liu, J.F. Yang, G.C.Chen., S.T. Bao. 2007. Improving land resource evaluation using fuzzy neural network ensembles. J. Remote Sens. Environ. 11,369-384.

Yazdchi, S., Rasuli, A.A., Mahmoudzadeh, H., Zarrinbal, M., 2011. Land Capability Evaluation of Marand County Intended for Saffron Cultivation Using Multi Criteria Decision Analysis Systems. J. Res. Soil Sci. (Soil & Water). 1(3), 151-170. [in Persian with English Summary].

Determination of suitable region for saffron cultivation based on water and soil characteristics using hierarchical analysis process method (Case Study: Torbate Hydariyeh City)

Mahdieh Rashid Sorkh Abadi[1*], Ali Shahidi[2] and Abbas Khashei-Siuki[2]
1- MSc Studend of Irrigation & Drainage, Faculty of Agriculture, University of Birjand
2- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand
*- Corresponding Author E-mail: mahdiehrashid@gmail.com

Rashid Sorkh Abadi , M., Shahidi, A., and Khashei-Siuki, A., 2014. Determination of suitable region for saffron cultivation based on water and soil characteristics using hierarchical analysis process method (Case Study: Torbate Hydariyeh City). Journal of Saffron Research. 2(1): 58-72.

Submitted: 08-03-2014
Accepted: 14-09-2014

Abstract
Saffron as the world's most valuable agricultural and medicinal product is among the plants that has a significant role in the economic and social conditions of arid and semi-arid areas of Southern and Central Khorasan. On the other aspect, the basic point in agricultural development is having detailed knowledge of the environmental characteristics in any place and applying specific management. Therefore, knowledge of the special dependency of soil and water characteristics of plantations is important to achieve higher production and better management. In this study, soil and water quality variables for saffron cultivation in Torbate Heidariyeh City located in Khorasan Razavi Province was evaluated. For this purpose, multi-criteria decision-making methods were used based on Analytic Hierarchy Process (AHP) by using Arc GIS software and the modeling and spatial analysis of information was conducted. Research process included data collection, data entry into GIS, criteria valuation, spatial modeling and integrating information. Finally, different regions were categorized into five groups based on their potential for saffron cultivation. The results showed that from the total 9570.2071 km^2 area of the Torbate Hidariyeh city according to saffron cultivation zoning, 8.5% has a very good quality, 46.5% of the area has a good quality, 16.5% has relative conditions for cultivation, 17% has poor and 11.5% of the area has a quite unsuitable quality for the cultivation of saffron. Finally, the main limiting factor for saffron production was primarily poor quality of irrigation water and then soil properties.

Keywords: AHP, GIS, Saffron, Torbate Hydariyeh, Zoning.