مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره چهار، تیر ماه ۱۴۰۱(۸۷-۷۳)

ارائه مدل مکانی به منظور توسعه گروه‌های صنایع (مطالعه موردی استان البرز)

داریوش جرس [۱]

سید محمود شریعت [۲] *

mahmoudshariat8@gmail.com

سید مسعود منوری [۳]

علیرضا قراگوزلو [۴]

تاریخ دریافت: ۹۸/۴/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۱**

چکیده

زمینه و هدف: مکانیابی به منظور توسعه زیر ساخت‌ها و کاربری‌های حساس یک از پیش شرط‌های دستیابی به توسعه پایدار است. در این مطالعه با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی یک مدل مکانی به منظور توسعه گروه‌های مختلف صنایع در استان البرز ارائه شد.

روش بررسی: در این مطالعه با استفاده از مرور منابع و نظرات کارشناسی معیارها و شاخص‌های اثرگذار بر توسعه صنایع شناسایی و سپس با استفاده از روش تحلیلی سلسله مراتبی فازی وزن هر یک از معیارها و شاخص ها مشخص شد در ادامه با استفاده از وزن‌های به دست آمده بر اساس یک رابطه خطی نقشه پهنه‌های مستعد توسعه صنعتی در منطقه تهیه شد به منظور شناسایی مناطق برای توسعه هر یک از گروه-های صنایع از روش تاپسیس سلسله مراتبی فازی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد از بین سه گروه معیار محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی، معیارهای محیط‌زیستی بیشترین وزن را در رابطه با توسعه صنعتی دارا است. همچنین نتایج تحقیق نشان داد بیشترین پتانسیل در رابطه با توسعه گروه‌های صنعتی در محدوده استان البرز مربوط به صنایع غذایی و کشاورزی است.

بحث و نتیجه گیری: بر اساس نتایج مطالعه استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری فازی راه‌حلی کارآمد در جهت رفع نقص سایر روش‌های تصمیم‌گیری است. تحلیل نتایج نشان داد بسیاری از مناطق استان البرز فاقد توسعه صنایع است بیشترین محدودیت به منظور توسعه صنایع در استان البرز مربوط به معیارها و شاخص‌های محیط‌زیستی است.

واژه های کلیدی: گروه‌های صنایع، توسعه پایدار، تصمیم‌گیری چندمعیاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی، البرز.

۱- دکتری تخصصی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحدعلوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲- استاد بازنشسته، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.*(مسوول مکاتبات)

۳- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴- دانشیار،دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 4, June, 2022

Providing a Spatial Model for the Development of Industrial Groups (Case Study: Alborz Province)

Dariush Jaras [1]
Seyed Mahmoud Shariat [2 *]
mahmoudshariat8@gmail.com
Seyed Masoud Monavari [3]
Ali Reza Gharagouzlou [4]

Admission Date: January 21, 2020 Date Received: July 21, 2019

Abstract

Background & Objectives: Locating to develop infrastructures and sensitive applications is one of the preconditions for achieving sustainable development. In this study, using a multi-criteria decision making model and the capabilities of the GIS, a spatial model is developed for the development of various industrial groups in the province of Alborz.

Material and Methodology: In this study, the criteria and indicators affecting the development of industries identified by reviewing the references and expert opinions. Then, using the fuzzy hierarchical analysis, the weight of each of the criteria and indicators was determined using the weight the obtained data are based on a linear relationship between the map of areas susceptible to industrial development in the region. In order to the fuzzy hierarchy TOPSIS method used to identify the areas for the development of each the industrial groups.

Findings: The results of this study show that among the three groups of environmental, economic and social criteria, environmental criteria have the highest weight in relation to industrial development. Also, the results showed that the highest potential in relation to the development of industrial groups in the Alborz province is related to food and agriculture industries.

Discussion and Conclusion: Based on the results of the study, using efficient fuzzy decision-making models to address the defects of other decision-making methods. Analysis of the results shows that in many parts of the province of Alborz, there is no development of industries. The most limitation for development of industries in Alborz province is related to environmental criteria and indicators.

Key words: Industrial Groups, Sustainable Development, Multi-criteria Decision Making, GIS, Alborz Province.

1- PhD, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resource and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Retired Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resource and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.*(*Corresponding Author*)
3- Associate Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resource and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4- Associate Professor, Faculty of Civil-Water and Environment Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

مقدمه

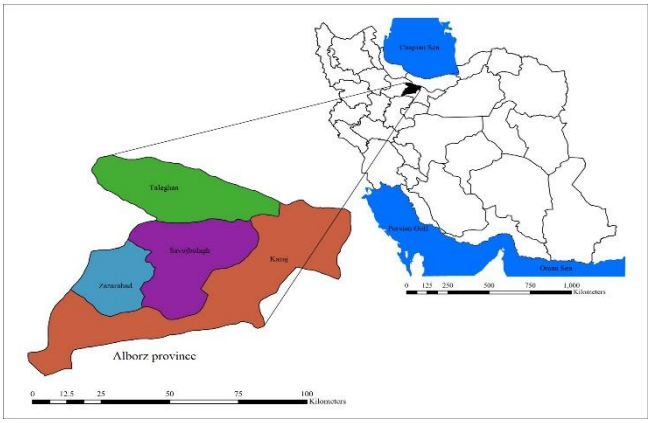
صنایع و اثرگذاری آن‌ها بر محیط‌زیست یکی از مسائل و معضلاتی است که همواره یکی از موضوعات قابل بحث در حوزه محیط‌زیست است. مسئله تعیین مکان برای پروژه‌های صنعتی و مناطق تولیدهای صنعتی یکی از مهمترین مسائل سرمایه-گذاری است. هدف از طرح آمایش سرزمین از لحاظ صنعت در مقیاس کل کشور قرار گرفتن منطقی رشته‌های مختلف صنعت در فضا، رشد موزون، متناسب و متعادل استان‌های مختلف کشور در رشته‌ها و شاخه‌های مختلف صنعتی توام با استفاده کامل از منابع طبیعی و انسانی به منظور به دست آوردن حداکثر کارآیی است. با توجه به اهمیت موضوع مطالعاتی بسیاری در رابطه با بحث مکانیابی صنایع انجام گرفته است. بهترین مکان‌ها برای نصب شبکه‌های خورشیدی و نیروگاه‌های بادی با استفاده از یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاری و سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه شد(۱). در کشور چنین اثر محیط‌زیستی صنایع را بر محدوده‌های شهری مورد بررسی قرار گرفت(۲). در این تحقیق فاکتورهای اقلیمی مانند دما و همچنین فاکتورهای اقتصادی در مورد صنایع پیرامون شهری مورد بررسی قرار گرفت. درپژوهشی اقدام به ارائه روشی به منظور مکانیابی صنایع بزرگ نمودند (۳). با توجه به اینکه به نظر اکثر پژوهشگران شناسایی مکان‌های مستعد برای توسعه صنعتی تابعی از عوامل اکولوژیکی و محیطی مختلف است در نتیجه سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزاری کارا به منظور شناسایی و پهنه‌بندی گروه‌های صنایع است. برای بکارگیری فن مناسب تصمیم گیری چند معیاره، جهت انتخاب گزینه‌های تصمیم‌گیری، دو مسأله عمده وجود دارد، ۱- یکپارچه کردن همزمان نظرات گروهی از تصمیم‌گیرندگان، ۲- هیچ یک از تصمیم‌گیرندگان، قادر به تخصیص مقدار کمی دقیق برای یک گزینه، نسبت به یک معیار نیست و معمولاً از مقادیر و یا ترم‌های زبانی استفاده کرد. لذا، باید از فنی استفاده کرد که بخوبی قادر به رفع دو مشکل فوق باشد. این فن باید توانائی اعمال نظر همه تصمیم‌گیرندگان را داشته باشد و همچنین باید قادر به تخصیص مقدار کمی مناسبی به متغیرهای زبانی باشد. برای این منظور از تئوری و نظریه فازی بهترین گزینه شد(۴) . مطالعه برای توسعه صنایع اولین گام در جهت دستیابی به توسعه پایدار است. عدم توجه به عوامل اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی دخیل در مکان-های صنایع سبب بروز مشکلات فراوانی می‌گردد. اساسی‌ترین پیامدهای آن در قالب مشکلات محیط‌زیستی ظاهر می‌شود. که در بلند مدت هزینه‌های جبران ناپذیری بر پیکره محیط‌زیست کشور وارد می‌کند استفاده از روش‌های علمی به منظور شناسایی مکان‌های مستعد توسعه صنعتی به عنوان راهی مناسب در جهت حفظ محیط‌زیست است. با استفاده از این روش‌ها همچنین می‌توان تا حدودی هزینه‌های اقتصادی - فنی و اجتماعی توسعه صنایع را کاهش داد . هدف از مطالعه حاضر استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)[1] به منظور شناسایی پهنه‌های مناسب برای توسعه صنعتی و همچنین استفاده از روش تاپسیس سلسله مراتبی فازی به منظور شناسایی مناطق مستعد برای توسعه گروه‌های مختلف صنعتی است.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

استان البرز از لحاظ تقسیمات کشوری و همجواری با استان‌ها، با وسعت ۵۱۴۱۸۷ هکتار، ۰/۳ درصد مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. این استان در حد فاصل طول جغرافیایی ۵۰ درجه شرقی تا ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی، در غرب تهران و جنوب دامنه رشته کوه البرز واقع شده است. (شکل ۱).

1- Fuzzy Analytical Hierarchy Process



شکل ۱- محدوده استان البرز

Figure 1. Geographic location of Alborz province

روش‌شناسی تحقیق

مراحل اجرایی تحقیق حاضر به شرح شکل ۲ می‌باشد.

الف- شناسایی معیارها و شاخص‌ها

ب- استانداردسازی و وزن‌دهی معیارها و شاخص‌ها

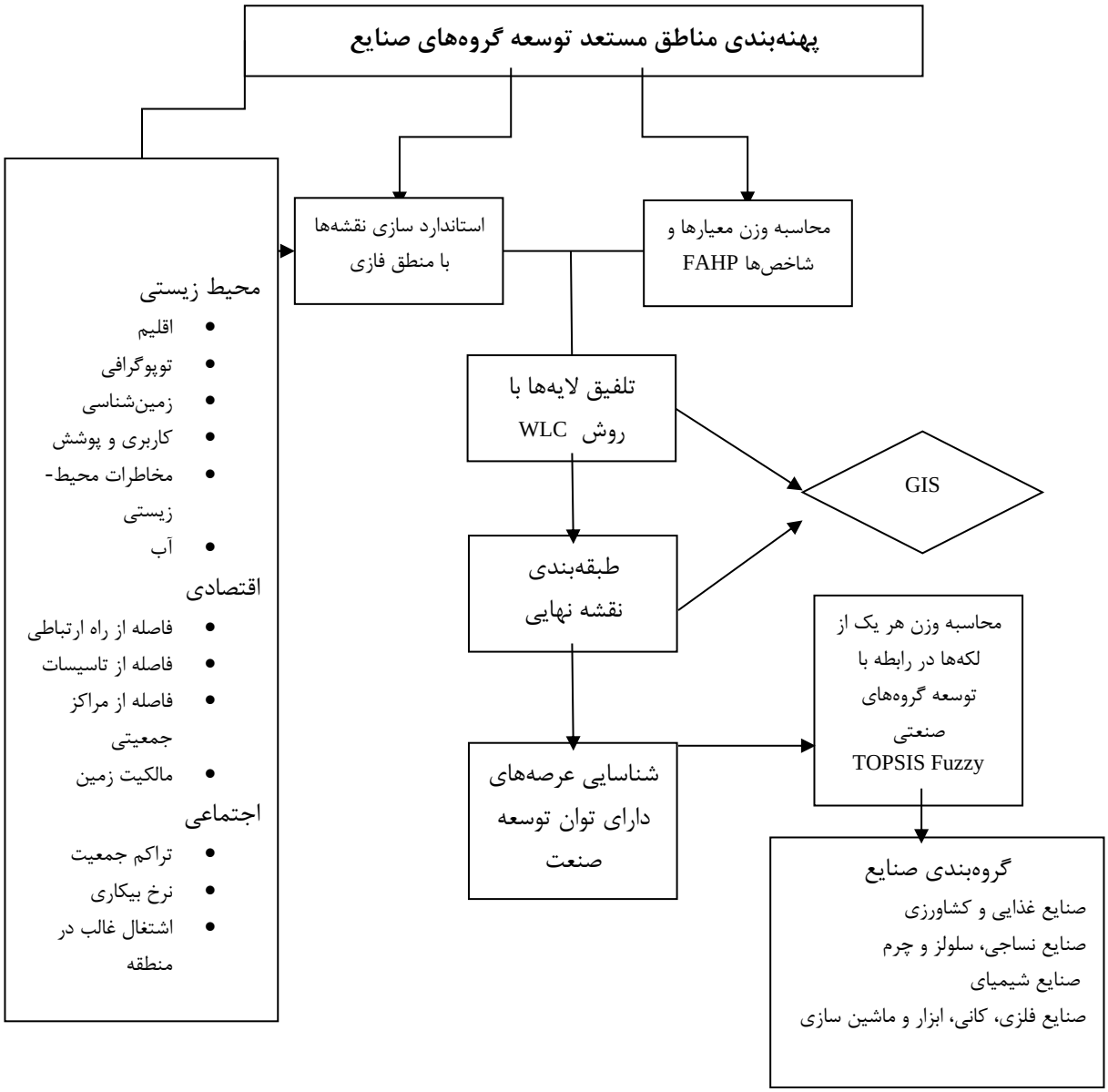
پ- تلفیق شاخص‌ها و معیارها به منظور دستیابی به هدف

ت- شناسایی گزینه‌های هدف

ث- وزن‌دهی گزینه‌ها به منظور دستیابی به هدف

شناسایی معیارها و زیرمعیارهای هدف

با استفاده از مرور منابع و نظرات کارشناسی در راستای رسیدن به هدف مطالعه تعداد ۳ معیار اصلی شامل ویژگی‌های محیط-زیستی، ویژگی‌های اقتصادی و ویژگی‌های اجتماعی شناسایی شد. این ۴ معیار شامل ۱۳ شاخص است (جدول ۱). داده‌های استفاده شده در این مطالعه شامل نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ (سازمان نقشه‌برداری)، زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی)، کاربری و پوشش اراضی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری)، داده‌های اقلیمی دوره ۳۰ ساله (۱۳۶۱- ۱۳۹۴) (سازمان هواشناسی) و داده‌های جمعیتی شامل تعداد، نرخ بیکاری و اشتغال (مرکز آمار ۱۳۹۵) است. در ادامه تعداد ۱۲ مقاله چاپ شده در مجلات بین‌المللی و تعداد ۴ مقاله چاپ شده در مجلات داخلی به منظور شناسایی معیارهای اثرگذار در رابطه با توسعه صنایع مورد بحث قرار گرفت (جدول ۱).



شکل ۲- مدل دستیابی به پهنه‌های مستعد توسعه گروه‌های صنعتی

Figure 2. Moudel for Prone ability to Access for Zonning of Industial Groups development

جدول ۱- معیارها و شاخص‌های شناسایی شده برای توسعه صنایع

Table 1. Criteria and indicators identified for Industrial Development

معیار	شاخص	Chukwuma (۲۰۱۹)	Erbaş و همکاران (۲۰۱۸)	Yang و همکاران (۲۰۱۷)	Jahangiri (۲۰۱۶)	Provotorov و همکاران (۲۰۱۵)	Rikalovic و همکاران (۲۰۱۴)	Escavy (۲۰۱۳)	Rui Z و Fernández (۲۰۰۹)	Puente و همکاران (۲۰۰۷)	Queiruga و همکاران (۲۰۰۶)	Dudukovic و همکاران (۲۰۰۵)	Rhim و همکاران (۲۰۰۳)	برنا (۱۳۹۶)	اکبرپور و همکاران (۱۳۹۳)	یاسوری (۱۳۹۲)	رئیسی و سفیانیان (۱۳۸۹)
محیط‌زیستی	اقلیم	*	*		*			*	*					*			
	توپوگرافی						*	*		*				*		*	*
	زمین شناسی	*		*	*			*	*	*				*		*	*
	کاربری و پوشش				*		*					*		*		*	*
	مخاطرات محیط‌زیستی		*		*			*	*			*		*		*	*
	آب در دسترس	*					*			*				*		*	*
اقتصادی	فاصله از شبکه‌های ارتباطی		*	*		*		*	*		*	*		*	*	*	*
	فاصله از تاسیسات	*				*		*		*	*	*	*	*	*	*	*
	فاصله از مراکز جمعیتی		*			*	*	*	*		*	*		*	*	*	*
	نوع مالکیت زمین					*					*	*	*				
اجتماعی	تراکم جمعیت					*			*	*	*	*			*		
	نرخ بیکاری					*			*	*	*	*			*	*	
	اشتغال غالب در منطقه					*											

استانداردسازی شاخص‌ها

در این تحقیق به منظور دستابی به نقشه معیارها در مرحله اول نقشه شاخص‌ها تهیه شد سپس برای هم واحد نمودن واحدهای شاخص‌های کمی و همچنین برای تهیه نقشه از شاخص‌های کیفی از استانداردسازی فازی استفاده شد. استاندارد سازی فازی در دامنه عددی ۱-۰ انجام شد. به این معنا که عدد ۰ دارای کمترین شایستگی و ۱ دارای بیشترین شایستگی را برای مناطق مستعد توسعه صنایع را دارد همه نقشه مربوط به شاخص‌ها با اندازه سلول ۵ متری به فرمت رستری تبدیل شد(۵).

وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های هدف

در این پژوهش مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) به روش آنالیز توسعه چانگ انجام شده این روش تجزیه و تحلیل به دلیل داشتن مراحل ساده تر نسبت به سایر روش‌ها استفاده شده است(۶). الگوریتم FAHP به روش آنالیز توسعه‌ای چانگ به صورت زیر می‌باشد.

گام اول ساختن یک ساختار سلسله مراتبی برای مساله (شکل ۲)

گام دوم: تعریف اعداد فازی به منظور انجام مقایسه‌های زوجی (جدول ۲)

گام سوم: تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی و اعمال قضاوت-های گروهی (رابطه ۱) (با استفاده از جدول ۲)

$$A=\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \rightarrow & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \rightarrow & a_{2n} \\ \downarrow & \downarrow & \rightarrow & a_{1} \\ a_{n1} & a_{n21} & \rightarrow & 1 \end{bmatrix} \qquad (۱)$$

جدول ۲- اعداد فازی متناظر با ارجحیت و اهمیت در مقایسات زوجی

Table 2. Fuzzy Numbers corresponding preferably and Importance Pairwise Comparisons

عبارت زبانی برای تعیین ارجحیت گزینه یا اهمیت معیار و زیر معیار	عدد فازی مثلثی
ارجحیت یا اهمیت کامل و مطلق	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$
ارجحیت یا اهمیت خیلی قوی تر	$(2, \frac{5}{2}, 3)$
ارجحیت یا اهمیت قوی تر	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$
ارجحیت یا اهمیت کم	$(1, \frac{3}{2}, 2)$
ارجحیت یا اهمیت تقریبا برابر	$(\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2})$
ارجحیت یا اهمیت دقیقا برابر	$(1, 1, 1)$

گام سوم: محاسبه وزن‌های نسبی معیارها و شاخص‌ها (جدول ۵) (از روش آنالیز توسعه ای چانگ).

گام چهارم: تلفیق شاخص‌ها برای دستیابی به معیارها و تلفیق معیارها بر اساس وزن‌های به دست آمده از روش آنالیز توسعه-ای چانگ با استفاده از روش (WLC)[1] و تحلیل خوشه‌ای (۵و۷). به منظور شناسایی عرصه‌های مستعد توسعه صنایع به کار گرفته شد. روش WLC به معنی تلفیق خطی وزندار می-باشد با استفاده از این روش نقشه‌های هر یک از معیارها بر اساس جمع خطی شاخص‌ها با اعمال وزن هر شاخص تهیه شد پس از تهیه نقشه‌های سه گروه معیار در یک رابطه خطی نقشه‌های مربوط به سه معیار بر اساس وزن‌های به دست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی با هم ترکیب شد نقشه نهایی پتانسیل محدوده تحقیق برای توسعه صنایع را نشان داد.

اولویت‌بندی توسعه گروه‌های صنعتی

در این تحقیق به منظور شناسایی گروه‌های صنعتی در منطقه از روش توسعه یافته تاپسیس تحت عنوان تاپسیس فازی سلسله مراتبی استفاده شد. مراحل محاسباتی انجام شده در ذیل آمده است. به منظور محاسبه نزدیکی هر گزینه به ایده‌ال از رابطه ۲ استفاده شد.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \qquad (۲)$$

در این رابطه S_i^{+-} فاصله از گزینه iام می‌باشد. در نهایت بر اساس ترتیب نزولی C_i^+ ها گزینه‌ها از نظر اولویت توسعه گروه‌های صنایع رتبه‌بندی شدند.

نتایج

استانداردسازی شاخص‌ها

شاخص‌های استفاده شده در مطالعه از جنس‌های مختلف است که برخی آن‌ها به صورت کمی و دارای مقیاس خاص می‌باشد (مانند ارتفاع از سطح دریا که واحد آن متر است و شیب که واحد آن درصد است) بنابراین به منظور تلفیق این شاخص‌ها در تابع تصمیم‌گیری برای دستیابی به هدف لازم است تمامی شاخص‌ها با استفاده از توابع عضویت بی مقیاس و در اصطلاح فازی شود. بی مقیاس کردن به معنی کمی کردن ارزش هر شاخص نسبت به هدف که این کمی کردن در بازه‌ای از ۰ و ۱ انجام شد. عدد یک بیانگر مطلوبیت شاخص نسبت به هدف است و عدد ۰ بیانگر عدم مطلوبیت شاخص نسبت به هدف است. جدول ۳ نتایج مربوط به استانداردسازی شاخص‌ها نسبت به هدف را نشان می‌دهد. در این جدول نقاط کنترل a، b، c و d ارزش‌های فازی شاخص‌ها نسبت به هدف را نشان می‌دهند. نقطه کنترل a ارزش نامطلوب یا معادل صفر و نقطه کنترل d ارزش مطلوب یا معادل ۱ می‌باشد.

1 - Weighted Linear Combination

جدول ۳- توابع عضویت فازی و نقاط کنترل برای هر یک از شاخص‌ها در گروه‌های معیار

Table 3. Membership Functions and Control Points for each one of Indicators for Indicators Group

معیار	شاخص	کد	نقاط کنترل				تابع عضویت
			a	b	c	d	
محیط‌زیستی	اقلیم	I ۱	خیلی مرطوب			خشک	تعریف شده - کاربر
	زمین‌شناسی	I ۲	ژیپس - مارن			سنگ آهک – ماسه	تعریف شده - کاربر
	توپوگرافی	I ۳	کوه - صخره			اراضی مسطح	تعریف شده - کاربر
	کاربری و پوشش	I ۴	حفاظتی			اراضی بایر - مرتع	تعریف شده - کاربر
	مخاطرات طبیعی	I ۵	خیلی زیاد			خیلی کم	خطی - کاهنده
	آب در دسترس	I ۶	خیلی کم			خیلی زیاد	خطی - افزاینده
اقتصادی	فاصله - راه	I ۷	۳۰۲۸۹			۰	خطی - کاهنده
	فاصله - تاسیسات	I ۸	۱۹۳۲۶			۰	خطی - کاهنده
	فاصله - شهر	I ۹	۱۲۳۷۴			۰	خطی - کاهنده
	مالکیت	I ۱۰	خصوصی			ملی	تعریف شده - کاربر
اجتماعی	تراکم جمعیت	I ۱۱	خیلی کم			خیلی زیاد	خطی - کاهنده
	نرخ بیکاری	I ۱۲	خیلی کم			خیلی زیاد	خطی - کاهنده
	اشتغال غالب	I ۱۳	کشاورزی			خدماتی	تعریف شده - کاربر

وزن‌دهی شاخص‌ها در گروه معیار محیط‌زیستی

نتایج مربوط به اولویت‌بندی شاخص‌ها در گروه معیار محیط-زیستی نشان داد شاخص اقلیم و آب دارای بیشترین وزن نسبت به این معیار اصلی می‌باشد در بین شش شاخص شناسایی شده در این گروه معیار، شاخص توپوگرافی کمترین وزن را دارد (جدول ۴).

جدول ۴- وزن‌دهی شاخص‌ها در گروه معیار محیط‌زیستی

Table 4. Weighting for Indicators in Environmental Criteria Group

شاخص	اقلیم	آب	مخاطرات	زمین-شناسی	کاربری و پوشش	توپوگرافی	وزن
اقلیم	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	$(1, \frac{1}{2}, 2)$	$(2, \frac{5}{2}, 3)$	$(\frac{7}{2}, 4, \frac{9}{2})$	$(\frac{9}{2}, 5, \frac{11}{2})$	۰/۲۷
آب		(1, 1, 1)	$(1, \frac{1}{2}, 2)$	$(2, \frac{5}{2}, 3)$	$(\frac{7}{2}, 4, \frac{9}{2})$	$(\frac{9}{2}, 5, \frac{11}{2})$	۰/۲۷
مخاطرات			(1, 1, 1)	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$	$(\frac{7}{2}, 4, \frac{9}{2})$	۰/۲۲
زمین‌شناسی				(1, 1, 1)	$(1, \frac{3}{2}, 2)$	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	۰/۱۲
کاربری و پوشش					(1, 1, 1)	$(1, \frac{3}{2}, 2)$	۰/۰۷
توپوگرافی						(1, 1, 1)	۰/۰۵

وزن‌دهی شاخص‌ها مربوط به معیار اقتصادی

نتایج اولویت‌بندی شاخص‌ها مربوط به معیار اقتصادی نشان داد شاخص فاصله از مراکز جمعیتی (شـهر) دارای بیشـترین وزن و شاخص فاصله از راه‌های ارتباطی دارای کمتـرین وزن در رابطـه با معیار اقتصادی است (جدول ۵).

جدول ۵- وزن‌دهی شاخص‌ها در گروه معیار اقتصادی

Table 5. Weighting for Indicators in Economic Criteria Group

	فاصله - شهر	فاصله از تاسیسات	مالکیت	فاصله از راه	وزن
فاصله - شهر	(1, 1, 1)	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$	۰/۴۵
فاصله از تاسیسات		(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	$(1, \frac{3}{2}, 2)$	۰/۲۰
مالکیت			(1, 1, 1)	$(1, \frac{3}{2}, 2)$	۰/۲۰
فاصله از راه				(1, 1, 1)	۰/۱۵

وزن‌دهی شاخص‌ها مربوط به معیار اجتماعی

نتایج اولویت‌بندی شاخص‌ها مربوط به معیار اجتماعی نشان داد شاخص تراکم جمعیت دارای بیشترین وزن و شاخص اشتغال غالب منطقه دارای کمترین وزن در رابطه با این معیار است (جدول ۶).

جدول ۶- وزن‌دهی شاخص‌ها در گروه معیار اجتماعی

Table 6. Weigthing for Indicators in Social Criteria Group

	تراکم جمعیت	نرخ بیکاری	اشتغال غالب	وزن
تراکم جمعیت	(1, 1, 1)	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$	۰/۵۵
نرخ بیکاری		(1, 1, 1)	$(1, \frac{3}{2}, 2)$	۰/۲۶
اشتغال غالب			(1, 1, 1)	۰/۱۹

تلفیق شاخص‌ها برای دستیابی به معیارهای هدف

پس از تهیه نقشه‌های مربوط به شاخص‌ها در هر یک از گروه-های معیار اصلی با استفاده از وزن‌های به دست آمده از جداول ۴، ۵ و ۶ نقشه‌های مربوط به هر یک شاخص‌ها با هم تلفیق شده نقشه نهایی دارای دامنه ارزش ۰ و ۱ است. در واقع ارزش صفر نشان دهنده محدوده‌های کاملا نامناسب به منظور توسعه صنایع از نظر آن معیار است و همچنین ارزش یک نشان دهنده پهنه‌های کاملا مناسب برای برنامه‌ریزی به منظور توسعه صنایع از نظر معیار مورد نظر است (شکل ۳). در مورد تلفیق شاخص‌ها برای دستیابی به معیارهای اصلی از یک رابطه تلفیق خطی وزن‌دار (WLC) استفاده شد در این رابطه هر یک از شاخص‌ها در گروه‌های معیار بر اساس وزن مربوطه وارد یک معادله خطی شده و نقشه معیارهای اصلی حاصل شد. رابطه ۳، ۴ و ۵ معادله خطی به دست آمده از مدل تلفیق برای دستابی به معیارهای اصلی (ویژگی‌های محیط‌زیستی ویژگی‌های اقتصادی و ویژگی-های اجتماعی) را نشان می‌دهد.

(۳)

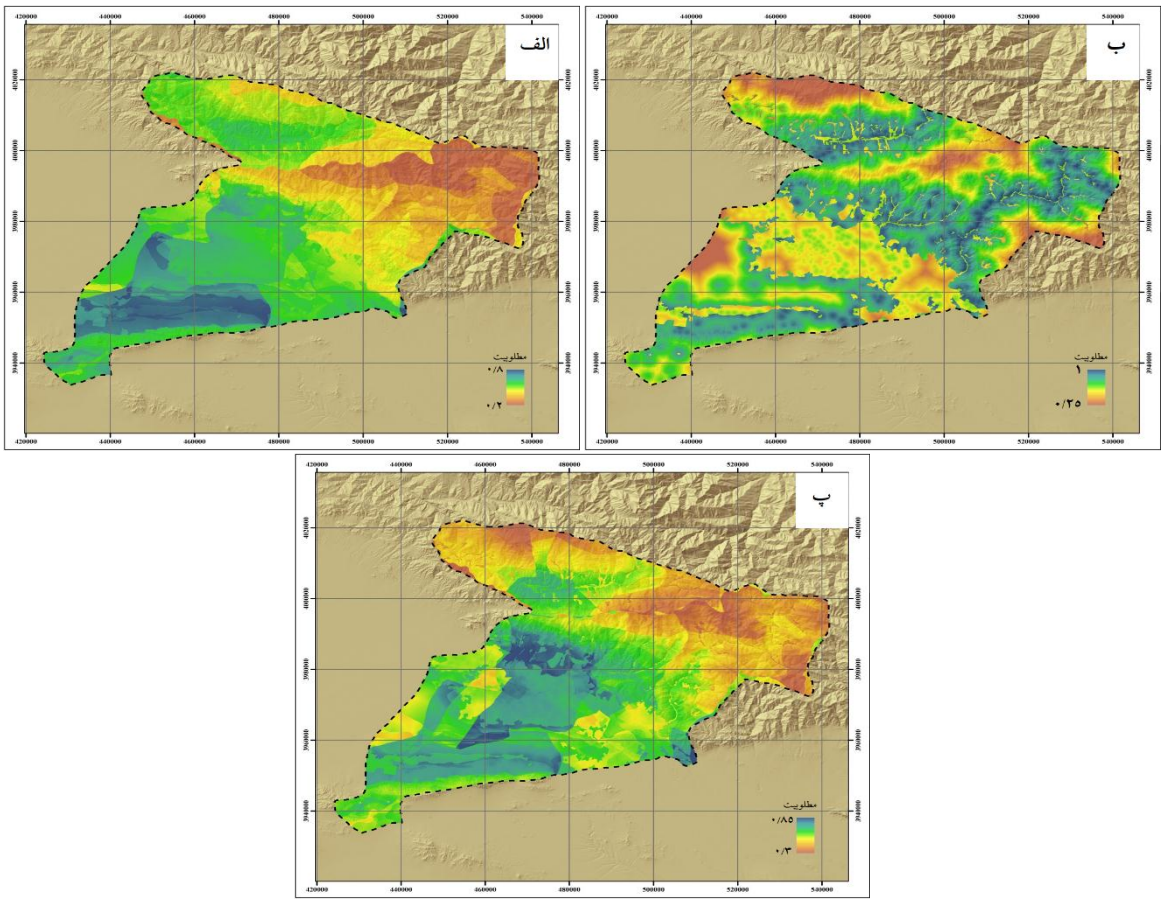
ویژگی‌های محیط‌زیستی= (۰/۲۷) * اقلیم + (۰/۲۷) * آب + (۰/۲۲) * مخاطرات محیط‌زیستی + (۰/۱۲) * زمین‌شناسی+ (۰/۰۷) * کاربری و پوشش‌گیاهی + (۰/۰۵) * توپوگرافی

(۴)

ویژگی‌های اقتصادی = (۰/۴۵) * فاصله (شهر) + (۰/۲۰) * فاصله (تاسیسات) + (۰/۲۰) * مالکیت + (۰/۱۵) * فاصله (راه)

(۵)

ویژگی‌های اجتماعی و مردم محلی = (۰/۵۵) * تراکم جمعیت + (۰/۲۶) * نرخ بیکاری + (۰/۱۹) * اشتغال غالب



شکل ۳- نقشه مربوط به مطلوبیت معیارهای الف (محیط‌زیستی)، ب (اقتصادی) و پ (اجتماعی)

Figure 3. Mapping for Desirability of Indicators: A(Environment), B(Economy), C(Social)

وزن‌دهی معیارها نسبت به هدف

نتایج اولویت‌بندی معیارهای هدف نشان داد معیار محیط‌زیستی دارای بیشترین وزن می‌باشد پس از آن معیار ویژگی‌های اجتماعی و در نهایت کمترین وزن مربوط به معیار اقتصادی می‌باشد (جدول ۷).

جدول ۷- وزن‌دهی شاخص‌ها در گروه معیار اجتماعی

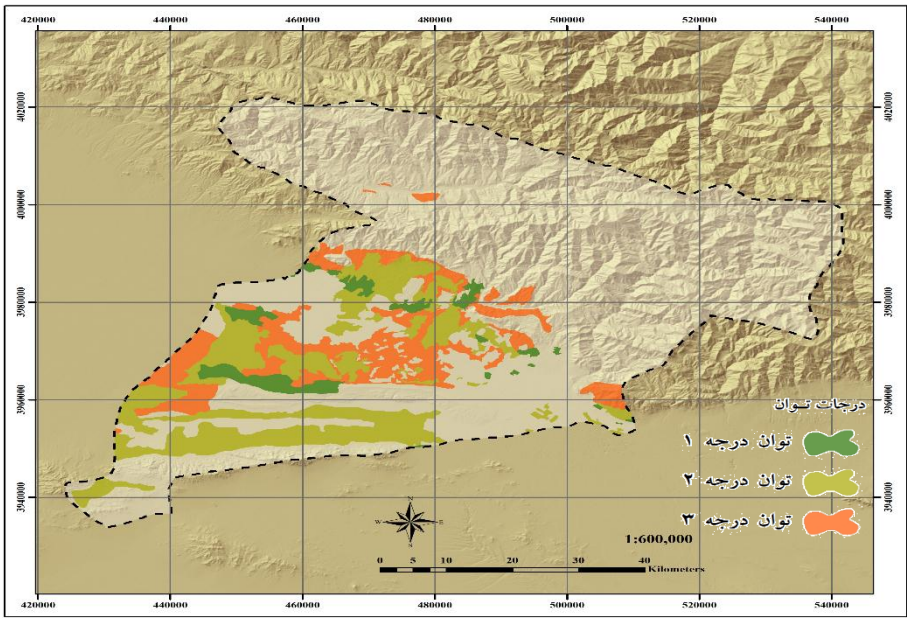
Table 7. Weigthing for Indicators in Social Criteria Group

	محیط‌زیستی	اجتماعی	اقتصادی	وزن
محیط‌زیستی	(1, 1, 1)	$(1, \frac{3}{2}, 2)$	$(\frac{5}{2}, 3, \frac{7}{2})$	۰/۵۰
اجتماعی		(1, 1, 1)	$(\frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2})$	۰/۳۵
اقتصادی			(1, 1, 1)	۰/۱۵

تلفیق معیارها به منظور شناسایی مناطق مستعد توسعه صنعتی

پس از تهیه نقشه‌های مربوط به هر یک از معیارها با استفاده از وزن‌های به دست آمده از جدول ۷ نقشه‌های مربوط به هر یک معیارها با هم تلفیق شده نقشه نهایی دارای دامنه ارزش ۰ و ۱ است. در واقع ارزش صفر نشان دهنده محدوده‌های کاملا نامناسب به منظور توسعه صنایع از نظر هر سه معیار (محیط-زیستی، اجتماعی و اقتصادی) است و همچنین ارزش یک نشان دهنده پهنه‌های کاملا مناسب برای برنامه‌ریزی به منظور توسعه صنایع مورد نظر است. در مورد تلفیق معیارها برای دستیابی به پهنه‌های مستعد توسعه صنعتی نیز از یک رابطه تلفیق خطی استفاده شد. رابطه ۶ معادله خطی به دست آمده از مدل تلفیق برای دستابی به پهنه‌های مستعد توسعه صنعتی را نشان داد. با توجه به این موضوع که تصمیم‌گیری با استفاده از نقشه نهایی بسیار پیچیده است در نتیجه با استفاده از نظرات کارشناسی و همچنین روش‌های آماری نقشه درجات توسعه صنعتی در محدوده استان البرز تهیه شد (شکل ۴).

(۶) توسعه صنایع= (۰/۵۰) * محیط‌زیستی + (۰/۳۵) * اجتماعی + (۰/۱۵) * اقتصادی



شکل ۴- درجات توان برای توسعه صنایع در محدوده استان البرز

Figure 4. Mapping for Degrees of Ability for Industrial Development in Alborz Province

اولویت‌بندی گروه‌های صنعتی در عرصه‌های دارای توان برای توسعه صنعتی

در این مبحث نتایج مربوط به اولویت‌بندی پهنه‌ها برای هر یک از گروه‌های صنایع بررسی شد. در این بخش گزینه‌ها گروه‌های صنایع است. با استفاده از روش تاپسیس سلسله مراتبی فازی وزن نهایی در رابطه با استقرار هر یک از گروه‌های صنایع در پهنه‌های دارای توان برای توسعه صنعتی شناسایی شد. در این تحقیق در گام اول با استفاده از ارزش‌های فازی تعریف شده در جدول ۸، ماتریس ارزیابی برای مکانیابی توسعه گروه‌های صنایع تنظیم شد. این ماتریس در واقع وزن هر یک از شاخص‌ها در رابطه با هر یک از گروه‌های صنایع را نشان می‌دهد (جدول ۷). سپس با استفاده از تحلیل تاپسیس فازی (رابطه ۷)، گزینه‌ها (گروه‌های صنعتی) از نظر اولویت در پهنه‌های دارای توان برای توسعه صنعتی رتبه‌بندی شد. بر اساس نتایج تحقیق بیشترین میزان توان برای توسعه گروه‌های صنعتی در محدوده تحقیق مربوط به گروه صنایع تبدیلات محصولات کشاورزی و مواد غذایی می‌باشد. در تمامی سطوح دارای توان به منظور توسعه صنعتی در محدوده استان البرز پتانسیل احداث صنایع تبدیلات محصولات کشاورزی و مواد غذایی وجود دارد. پس از آن صنایع نساجی سلولز و چرم دارای بیشترین پتانسیل است به طوری که که تنها در ۱۵ درصد از سطوح دارای توان برای توسعه صنعتی پتانسیل توسعه صنایع نساجی سلولز و چرم وجود ندارد. سومین اولویت در رابطه با توسعه صنایع در محدوده استان البرز توسعه صنایع شیمیایی است. این گروه صنایع نیز در سطوح قابل توجهی از استان البرز دارای پتانسیل برای توسعه است (حدود ۵۵ درصد از عرصه‌های دارای توان برای توسعه صنایع) و در نهایت گروه صنایع کانی فلزی، کانی غیر فلزی، ابزار و ماشین‌آلات دارای کمترین پتانسیل برای توسعه در محدوده استان البرز است (شکل ۵) این گروه صنایع در سطحی معادل ۲۰ درصد از عرصه‌های دارای توان توسعه صنعتی در استان البرز پتانسیل توسعه دارند (جدول ۷).

جدول ۸- اولویت بندی گزینه های مناسب برای توسعه گروه‌های صنعتی

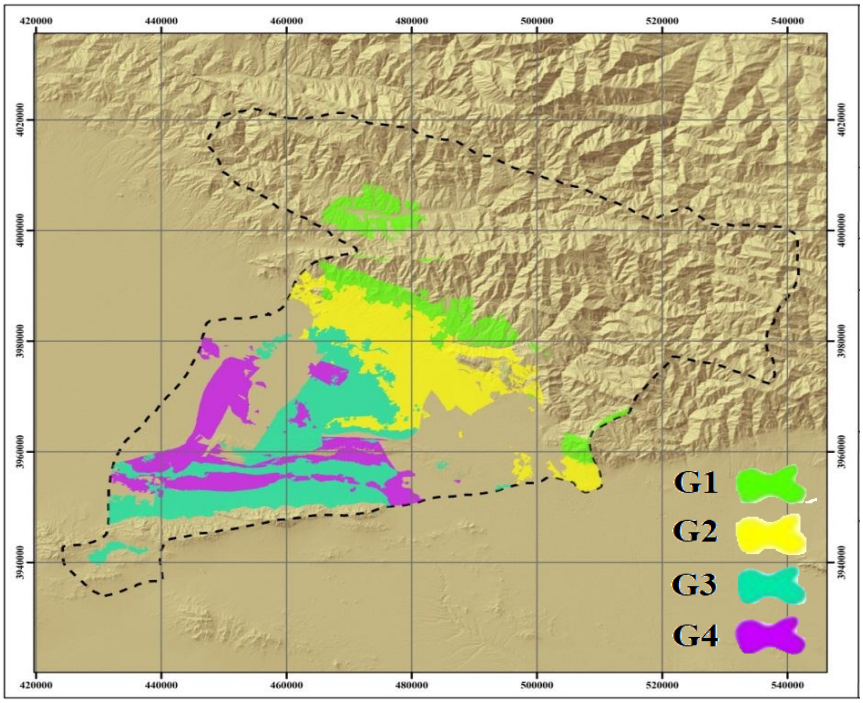
Table 8. Priorities for Optimal Options for Industrial Development Groups

گزینه	مساحت (هکتار)	درصد نسبت به سطوح دارای توان	C_i^+	رتبه بندی
G1	۱۵۸۵۴۲/۵۱۸	۱۰۰	۰/۵۸۵۷	۱
G2	۱۳۳۷۱۸/۶۳۸	۸۵	۰/۴۲۳۸	۲
G3	۸۷۸۱۱/۸۰۴	۵۵	۰/۸۱۳۸	۳
G4	۳۲۷۲۵/۶۴۵	۲۰	۰/۳۴۰۱	۴
G1: صنایع غذایی و کشاورزی؛ G2: صنایع غذایی و کشاورزی - نساجی، سلولز و چرم؛ G3: صنایع غذایی و کشاورزی - نساجی، سلولز و چرم - صنایع شیمیای؛ G4: صنایع غذایی و کشاورزی - نساجی، سلولز و چرم - شیمیای - فلزی، کانی، ابزار و ماشین سازی				

جدول ۹- ماتریس ارزیابی برای مکانیابی توسعه صنایع که از نقشه‌های استاندارد شده با رویکرد فازی استخراج شده است

Table 9. Matrix for Evalouation of Site Selection Industries Development, Adaption from Fuzzy Standard Maps

صنایع	I ۱	I ۲	I ۳	I ۴	I ۵	I ۶	I ۷	I ۸	I ۹	I ۱۰	I ۱۱	I ۱۲	I ۱۳
G1	>۰.۹	>۰.۸	>۰.۹	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۵۸	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۵۸	>۰.۸	>۰.۵۸
G2	>۰.۹	>۰.۵۸	>۰.۴	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۵۸	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۴	>۰.۵۸	>۰.۸	>۰.۴
G3	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۹	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۵۸	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۹	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۵۸
G۴	>۰.۹	>۰.۸	>۰.۹	>۰.۹	>۰.۹	>۰.۹	>۰.۹	>۰.۹	>۰.۹	>۰.۹	>۰.۸	>۰.۸	>۰.۹



شکل ۵- توسعه گروه‌های صنایع در محدوده استان البرز

Figure5.Industrial Groups Development in Alborz Province

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه اثر بخشی این رویکرد به منظور شناسایی عرصه‌های مستعد توان را به وضوح نشان داد. در مطالعه حاضر تعیین وزن شاخص‌ها و معیارها و میزان تاثیرپذیری هر یک از آن‌ها بر استقرار صنایع با توجه به نظرات کارشناسی محاسبه شد. معیارها و شاخص‌های موثر در ماتریس پرسشنامه‌ای برای این منظور تهیه و امتیازدهی شد. استفاده از روش FAHP این امکان را فراهم کرد که نظرات کارشناسان مختلف تا حد زیادی به یکدیگر نزدیک شود. در اغلب مطالعات انجام گرفته در رابطه با شناسایی مناطق برای توسعه کاربری‌ها مدل تصمیم‌گیری AHP می‌باشد (۸). در برخی از مطالعات منطق تصمیم‌گیری به منظور شناسایی مناطق مستعد توسعه صنایع بولین است (۹). در برخی از مطالعات روش تصمیم‌گیری وزن‌دهی به منظور اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌ها به منظور توسعه صنایع استفاده شده است (۱۰). در بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری و مهندسی عدم قطعیت وجود دارد که می‌توان خیلی ساده از تئوری مجموعه‌های فازی برای حل آن استفاده نمود. در حالی که کمی سازی و تحلیل کمی این مسائل توسط تئوری قطعیت پیچیده است. از فواید AHP می‌توان به سادگی محاسبات، ساده بودن روابط بین هدف، معیارها و گزینه‌ها و سادگی درک و بکارگیری داده‌های کمی و کیفی اشاره نمود. گرچه هدف از AHP جمع نمودن نظرات کارشناسی است ولی AHP معمولی یا سنتی بازگوکننده تفکر انسانی نیست (۳). بنابراین فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) یک مدلی از AHP توسعه یافته است. در تحقیق حاضر با استفاده از روش تصمیم‌گیری تاپسیس فازی مناطق مناسب برای توسعه چهار گروه صنعتی متفاوت شناسایی شد این در حالی است که در اکثر مطالعات انجام گرفته در رابطه با مکانیابی صنایع کمتر به این موضوع توجه شده است نتایج مطالعه نشان داد محدوده استان البرز پتانسیل بالایی در جهت توسعه صنایع غذایی و تبدیلی محصولات کشاورزی کشاورزی دارد در رابطه با گروه-های صنایع شیمیایی و صنایع فلزی، کانی، ابزار و ماشین سازی پتانسیل منطقه تحقیق کم است.

References

1. Jahangiri, M., Ghaderi, R., Haghani, A. and Nematollahi, O., 2016. Finding

the best locations for establishment of solar-wind power stations in Middle-East using GIS: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 66, pp.38-52. (in Persian)

2. Lu, Y., Cui, P. and Li, D., 2016. Carbon emissions and policies in China's building and construction industry*: evidence from 1994 to 2012 . Building and Environment, pp.94-103.*
3. Provotorov, A., Privezentsev, D. and Astafiev, A., 2015. Development of methods for determining the locations of large industrial goods during transportation on the basis of RFID. Procedia engineering, 129, pp.1005-1009.
4. Kahraman, C., Cebeci, U. and Ruan, D., 2004. Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey. International journal of production economics, 87(2), pp.171-184.
5. Eastman, J.R., 2003. IDRISI Kilimanjaro: guide to GIS and image processing.
6. Chang, D.Y., 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European journal of operational research, 95(3), pp.649-655.
7. Malczewski, J., 1999. GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons.
8. Borna, 1396. Industries site selection by AHP and GIS.Case study:Khozestan province. GIS Scientific research quarterly "Sepehr" 26(103), pp.175-161. (In Persian)
9. Yasouri, 1392.Survey for site selection of Industries and Industrial Estates in Mashhad province. Landuse planning Journal.5(2). pp.261-288. (In Persian)
10. Raeisei, M, and Safiyanian, E,. 1389.Site selection by Geography criteria. case study: Range of 50 Km of Isfahan). Geography research journal.25(4). pp.115-134. (In Persian)
11. Akbarpour et al,.1393. Analyzing for Alterant industries for Regional stability. case study: Hashtroud city. Geography and Environment stability journal. 13(4). pp.29-42. (In Persian)
12. Dorijani, 1390.Evaloation for effective indicators for site selection of Furniture Industries. by AHP. wood & paper journal.2(2). pp.135-145. (in Persian)
13. Chukwuma, E.C., 2019. Facility location allocation modelling for bio-energy system in Anambra State of Nigeria: Integration of GIS and location model. Renewable Energy, 141, pp.460-467.
14. Erbaş, M., Kabak, M., Özceylan, E. and Çetinkaya, C., 2018. Optimal siting of electric vehicle charging stations: A GIS-based fuzzy Multi-Criteria Decision Analysis. Energy, 163, pp.1017-1031.
15. Escavy, J.I. and Herrero, M.J., 2013. The use of location–allocation techniques for exploration targeting of high place-value industrial minerals: A market-based prospectivity study of the Spanish gypsum resources. Ore Geology Reviews, 53, pp.504-516.
16. Queiruga, D., Walther, G., Gonzalez-Benito, J. and Spengler, T., 2008. Evaluation of sites for the location of WEEE recycling plants in Spain. Waste management, 28(1), pp.181-190.
17. Puente, M.C.R., Diego, I.F., Santa María, J.J.O., Hernando, M.A.P. and de Arróyabe Hernáez, P.F., 2007. The development of a new methodology

based on GIS and fuzzy logic to locate sustainable industrial areas. In Proceedings of 10th AGILE International Conference on Geographic Information Science. Aalborg University, Denmark.

18. Rhim, H., Ho, T.H. and Karmarkar, U.S., 2003. Competitive location, production, and market selection. European journal of operational Research, 149(1), pp.211-228.
19. Rikalovic, A., Cosic I. and Lazarevic, D., 2014. GIS based multi-criteria analysis for industrial site selection. Procedia Engineering, 69, pp.1054-1063.
20. Yang, B.D., Lv, J., Yang, Y.J., Chen, F. and Liu, G.J., 2017. Evolution of industrial land location in Xuzhou city since Chinese reform and opening-up. Procedia engineering, 198, pp.1137-1148.