Spatial Planning
Vol. 11, No. 2, Ser (41) 2021

Optimal Allocation of Land Uses in Mobarakeh City by Using the MOLA Method

Reza Peykanpour Fard [1], Ali Lotfi [2*], Hossein Moradi [2], Saeid Pourmanafi [2]

1- MSc, Faculty of Natural Resources Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
(*Corresponding Author Email: lotfi@cc.iut.ac.ir)

Abstract

Statement of the Problem: Land use planning is a systematic assessment of the environmental potential for different uses, the purpose of which is to select and adopt the best possible use according to socio-economic conditions. Approaches to spatial planning are evolving as societies become more complex. he Issues related to spatial planning in assessing the potential of different uses are different in nature due to some possible contradictions among them.

Objectives: The purpose of the present study was to allocate agricultural, urban, and industrial land uses in Mobarakeh city, taking into account the interference among other land uses for the optimal layout of land uses.

Methods: In order to standardize and determine the weight of ecological, physical, and socio-economic criteria and sub-criteria specified for each user, the AHP model was used. After evaluating the potential of the area for the intended land uses obtained by the WLC method, all land uses were integrated by using the MOLA method. In the last step, the best areas for each land use were identified by the TOPSIS method.

Results: The results of the present study showed that all the mentioned areas, after the integration of land uses, include pixels whose usefulness in weighted linear combination maps were more than 0.98, 0.86, and 0.9 in agricultural, industrial, and urban land uses, respectively. In addition, by considering the constant weight of three land uses, Mobarakeh city has the sufficient capability to develop approximately 1100 hectares for each land use in the future.

Innovations: Considering the history of research related to land use planning in Mobarakeh city, it seems that the present study is one of the pioneering ones in the optimal allocation of lands to eliminate conflicts caused by different land uses in Mobarakeh city.

Keywords: Land Potential Assessment, Multi-objective Land Allocation, Weighted Linear Combination, Mobarakeh County.

2476-3357/ © 2021. Published by University of Isfahan This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses BY-NC-ND 4.0)
Doi: http://dx.doi.org/10.22108/sppl.2021.125702.1544

برنامه‌ریزی فضایی
سال یازدهم، شماره دوم، (پیاپی ٤١)، تابستان ١٤٠٠
تاریخ وصول: ٩٩/٠٨/١٢ تاریخ پذیرش: ٩٩/١١/٢١
صص: ١٦٢ -١٤٣

مقاله پژوهشی

تخصیص بهینهٔ کاربری‌های اراضی شهرستان مبارکه با استفاده از روش MOLA

رضا پیکانپور فرد [١]، علی لطفی [*٢]، حسین مرادی [٢]، سعید پورمنافی [٢]

١- کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
٢- استادیار، دانشکدهٔ مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

طرح مسئله: آمایش سرزمین، ارزیابی سامانمند توان محیط‌زیست برای کاربری‌های مختلف و هدف آن، انتخاب و اتخاذ بهترین کاربری ممکن با توجه به شرایط اقتصادی- اجتماعی است. رویکردها در برنامه‌ریزی فضایی همگام با پیچیده‌ترشدن جوامع دگرگون می‌شوند. واقعیت این است که در ارزیابی توان کاربری‌های مختلف با توجه به تضاد بین آنها، مسائل مرتبط با برنامه‌ریزی فضایی سرشتی متفاوت دارند.**هدف:** هدف این پژوهش، تخصیص کاربری‌های کشاورزی، شهری و صنعتی در شهرستان مبارکه با در نظر گرفتن تداخل حاصل از سایر کاربری‌ها برای چیدمان بهینهٔ کاربری‌هاست.

روش: به‌منظور استانداردسازی و تعیین وزن معیارها و زیرمعیارهای اکولوژیک، فیزیکی و اقتصادی- اجتماعی مشخص‌شده برای هر کاربری از مدل AHP استفاده شد و پس از ارزیابی توان منطقه برای کاربری‌های مدنظر که با استفاده از روش WLC به‌دست آمد، تمام کاربری‌ها با استفاده از روش MOLA تلفیق شد. در آخرین مرحله بهترین مناطق برای هر کاربری با روش TOPSIS تشخیص داده شد.

نتایج: نتایج این پژوهش نشان می‌دهد تمام مناطق پیشنهادی پس از تلفیق کاربری‌ها شامل آن دسته از پیکسل‌هایی است که مطلوبیتشان در نقشه‌های ترکیب خطی وزن‌دار در کاربری کشاورزی از ٠/٩٨، در کاربری صنعتی از ٠/٨٦ و در کاربری شهری از ٠/٩ بیشتر بوده است؛ همچنین با توسعهٔ حدوداً ١ درصد هر کاربری براساس مساحت شهرستان مبارکه، هر کاربری توان لازم را برای توسعهٔ حدوداً ١١٠٠هکتاری در آینده دارد.

نوآوری: با توجه به سابقهٔ پژوهش‌های مرتبط با برنامه‌ریزی کاربری اراضی در شهرستان مبارکه به نظر می‌رسد این پژوهش، یکی از پژوهش‌های پیشگام در تخصیص بهینهٔ اراضی برای از بین بردن تعارضات حاصل از کاربری‌های مختلف در شهرستان مبارکه است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی توان سرزمین، تخصیص چندهدفهٔ اراضی، ترکیب خطی وزن‌دار، شهرستان مبارکه.

* نویسندهٔ مسئول lotfi@cc.iut.ac.ir

2476-3357/ © 2021. Published by University of Isfahan This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses BY-NC-ND 4.0)

Doi: http://dx.doi.org/10.22108/sppl.2021.125702.1544
Dor: 20.1001.1.22287485.1400.11.2.6.1

مقدمه

منابع کرۀ زمین به دو بخش قابل تفکیک است؛ منابع طبیعی یا اکولوژیک و منابع انسانی یا اقتصادی- اجتماعی؛ درواقع انسان از منابع اکولوژیک بهره‌برداری می‌کند تا نیازهای منابع انسانی را برطرف کند؛ بر این اساس برنامه ریزی برای تعیین میزان و نوع بهره برداری باید برمبنای توان سرزمین و همچنین میزان تناسب و نیاز جوامع انسانی باشد.

محیط‌زیست توان اکولوژیک محدودی برای استفادۀ انسان دارد (ایران‌پور، ۱۳۹۲: ۳). امروزه یافتن مکان‌های مناسب برای ایجاد فعالیت در یک حوزۀ جغرافیایی معین جزو مراحل مهم پروژه‌های اجرایی به‌ویژه در سطح کلان و ملی به شمار می‌رود. مکان‌های انتخابی باید در حد امکان شرایط لازم را چه ازلحاظ توان اکولوژیک و چه ازلحاظ اقتصادی-اجتماعی داشته باشند (فتحی، ۱۳۹۵: ۳).

وربرگ و همکاران[1] (۱۹۹۹) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیده‌اند که ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین، یکی از اساسی‌ترین مؤلفه‌ها برای توسعۀ پایدار است که به‌دنبال سنجش توان طبیعی سرزمین براساس خصوصیات فیزیکی، اکولوژیک و اقتصادی- اجتماعی آن انجام می‌شود؛ درواقع شناخت جامع و دقیق امکانات، توان‌ها و محدودیت‌ها، کلید دستیابی به توسعۀ پایدار و استفادۀ بهینه از منابع است. با توجه به معیارهای گوناگون و متفاوت فیزیکی، اکولوژیک و اقتصادی- اجتماعی، دستیابی به توان طبیعی سرزمین بدون استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط بسیار سخت و پیچیده است (عسکریان عمران و پهلوانی، ١٣٩٤: ۹۰). برای دستیابی به این شناخت در طول سه دهۀ گذشته، پیشرفت فناوری‌های نقشه‌برداری ازجمله سامانۀ موقعیت‌یابی جهانی[2] و سامانۀ اطلاعات جغرافیایی[3] این فرصت را برای ما فراهم کرده است تا دنیای فیزیکی آسان‌تر و دقیق‌تری در مقایسه با گذشته داشته باشیم (Farnaghi and Mansourian, 2020: 1). پژوهشگران مختلفی مانند وانگ و همکاران[4] (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیده‌اند که برای برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای و مدیریت منابع تصمیمات متفاوتی گرفته می‌شود و تمام آنها به‌نحوی با اطلاعات مکانی مرتبط هستند. تا پیش از به وجود آمدن رایانه برای برنامه‌ریزی از اطلاعات مکانی موجود در نقشه استفاده می‌شده است؛ از طرفی در مطالعۀ مالچوفسکی[5] (۲۰۰٦) سامانۀ اطلاعات جغرافیایی، مجموعه‌ای متشکل از اطلاعات تصویری (نقشه‌ها) و اطلاعات توصیفی و رقومی مربوط به عوارض زمین است. این دو گروه از اطلاعات رابطۀ منسجمی دارند. در سامانۀ اطلاعات جغرافیایی، پدیده‌های (عوارض) روی زمین و اطلاعات مربوط به آن پدیده‌ها یکجا و به‌صورتی منسجم جمع شده‌اند؛ درنتیجه این نرم‌افزار کاربر را با اطلاعات بسیار زیاد و پیچیده‌ای روبه‌رو می‌کند.

به‌منظور حل مسئلۀ انتخاب از بین گزینه‌های متعدد با معیارهای زیاد، از تکنیک‌های مختلفی استفاده می‌شود؛ یکی از روش‌های متداول، استفاده از روش سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره[6] است. روش سیستم تصمیم‌گیری

[1] Verburg et al.
[2] Global Positioning System (GPS)
[3] Geographic Information System (GIS)
[4] Wang et al.
[5] Malczewski
[6] Multi Criteria Decision Making (MCDM)

چندمعیاره یک روش شناختی ارائه می‌دهد که به‌طور همزمان از معیارهای تصمیم‌گیری دربارهٔ سود و هزینهٔ اطلاعات و نظرات تصمیم‌گیرندگان برای حذف گزینه‌های کم‌اهمیت از لیست گزینه‌های دیگر استفاده می‌کند (Emovon and Oghenenyerovwho, 2020: 1). روش‌های ترکیبی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی[1] براساس تشابه به راه‌حل ایدئال[2] بیشتر برای ارزیابی و انتخاب بهترین گزینه استفاده می‌شوند (Chatterjee and Stević, 2019: 72). روش TOPSIS، یکی از روش‌های ارزیابی چندمعیاره است که در مطالعات مختلفی استفاده شده است؛ برای نمونه نسترن و همکاران (۱۳۸۹) توسعهٔ پایدار مناطق شهری اصفهان را با این روش تحلیل و اولویت‌بندی کرده‌اند. رویکرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای ارائهٔ تصمیم در مسائل مربوط به چندین معیار استفاده می‌شود و به پژوهشگران در طیف وسیعی از برنامه‌ریزی‌ها کمک می‌کند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۸: ٤٩).

بارکوسکی و همکاران[3] (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای با روش تخصیص چندهدفهٔ اراضی[4]، ایجاد راه‌حل بهینه در تخصیص مکانی برای کاربری‌های چندگانه و اغلب ناسازگار را بررسی کرده‌اند؛ آنها به این نتیجه رسیده‌اند که این روش با واردسازی نقشه‌های مطلوبیت برای هر نوع کاربری خاص، مدل عملیاتی تکرارشونده را برای ترکیب نقشه‌های رتبه‌بندی‌شده براساس وزن هریک از آنها انجام می‌دهد؛ نتیجهٔ این امر، تولید نقشهٔ نهایی تخصیص کاربری اراضی است که در آن شرط مساحت برای هر گزینهٔ کاربری اعمال شده است؛ به بیان دیگر در این رویکرد فرایند اختصاص کاربری‌ها براساس تناسب انجام می‌شود و برای مناطق متعارض که در آنها چند کاربری توان مناسب یا زیاد داشته باشند، براساس روش نزدیکی به نقطهٔ ایدئال کاربری نهایی استخراج خواهد شد (شفیعی‌زاده، ۱۳۹۸: ۱٤۱).

موحد و ناصری (۱۳۹٦) در مقاله‌ای دربارهٔ مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با استفاده از مدل منطق فازی در شهرستان مریوان به این نتیجه رسیده‌اند که امروزه استفاده از داده‌های مکانی و تحلیل فضایی درست آنها، برای بهره‌گیری در مکان‌یابی مناسب شهرک‌های صنعتی مهم است. برای این کار آنها به‌منظور ارزیابی، مدل‌سازی و پیش‌بینی نواحی مناسب برای شهرک صنعتی از مدل منطق فازی استفاده کرده‌اند.

محمودزاده و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعهٔ کاربرد روش چندهدفهٔ تخصیص زمین با رویکرد آمایش سرزمین در شهرستان همدان با تهیهٔ نقشه‌های پایهٔ منابع اکولوژی پایدار ازجمله نقشهٔ شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب و... برای تجزیه‌وتحلیل و جمع‌بندی این داده‌ها اقدام کرده‌اند؛ این تجزیه‌وتحلیل و جمع‌بندی با استفاده از توابع سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و تخصیص اراضی چندهدفه به‌منظور مدیریت کاربری‌های متضاد مانند کاربری کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، کاربری شهری و مرتع‌داری انجام شده است؛ همچنین در مطالعهٔ ارزیابی توان اکولوژیکی شهر مجلسی در شهرستان مبارکه، توان اکولوژیکی ناحیه برای کاربری‌های کشاورزی، حفاظت، توریسم، توسعهٔ شهری و صنعتی ارزیابی شد. هدف از این ارزیابی، دستیابی به جانمایی شهر جدید برای آمایش سرزمین در اطراف مجتمع صنعتی فولاد مبارکه بوده است (مخدوم، ۱۳۷۸: ۲٥٦).

[1] Analytic Hirarchy Process (AHP)
[2] Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
[3] Bartkowski
[4] Multi Objective Land Allocation (MOLA)

در این پژوهش با اقتباس از مقالات یادشده، مشکل تعارضات کاربری‌های مختلف در شهرستان مبارکه حل شده است. با توجه به گذر بخشی از رودخانهٔ زاینده‌رود از شهرستان مبارکه، این شهرستان ازلحاظ کشاورزی مهم است؛ از طرفی وجود صنایع مختلفی ازجمله مجتمع فولاد مبارکهٔ سپاهان در آن باعث به وجود آمدن تضادهای مختلفی بین این دو کاربری به همراه کاربری شهری شده است. هدف پژوهش حاضر، با فرض اینکه شهرستان مبارکه توان توسعه را برای کاربری‌های موجود در خود دارد، پاسخ به این پرسش است که آیا در نظر گرفتن تضاد حاصل از کاربری‌های مختلف تأثیری در جانمایی بهتر کاربری‌های متضاد دارد یا خیر. در این زمینه با هدف تخصیص کاربری های کشاورزی، شهری و صنعتی در شهرستان مبارکه با در نظر گرفتن تداخل حاصل از سایر کاربری ها به‌منظور چیدمان بهینهٔ کاربری‌ها و بهینه‌سازی آنها برای سال‌های آتی درزمینهٔ تفکر توسعهٔ پایدار اقدام و در آخر بهترین لکه‌ها برای هر کاربری مشخص شد.

مبانی نظری پژوهش

آمایش سرزمین به‌مثابهٔ بخشی از فرایند برنامه‌ریزی کاربری اراضی، عبارت از تنظیم رابطهٔ انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین به‌منظور بهره‌برداری درخور و پایدار از جمیع امکانات انسانی و فضایی برای بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان است (مخدوم، ۱۳۷۸: ١٦). مدیریت کاربری زمین مستلزم ارزیابی درست توان بالقوهٔ اراضی درزمینهٔ خدمات مورد نیاز جامعه است. فرایند اختصاص کاربری شامل فعالیت‌های گوناگونی مانند توسعهٔ شهری، صنعتی، گردشگری، حفاظت و... است که هرکدام از این کاربری‌ها در تخصیص عرصه‌های مطلوب با هم رقابت می‌کنند (شفیعی‌زاده، ۱۳۹۸: ۱۳۹).

هدف اساسی از مدیریت و برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، توزیع فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، جمعیتی و ظرفیت‌های آشکار و پنهان با توجه به تحولات و دگرگونی‌های زمان و نیازهاست که عمدتاً با دیدی درازمدت و به‌منظور بهره‌برداری بهینه از امکانات آن و همچنین هویداکردن نقش و مسئولیت خاص هر منطقه براساس توانمندی‌ها و قابلیت‌های آن به‌طور هماهنگ با دیگر مناطق صورت می‌گیرد (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۸: ٢١٤). براساس پژوهش‌های پژوهشگران مختلف ازجمله مخدوم (۱۳۷۸) برای رسیدن به توسعهٔ پایدار و درخور نخستین گام، شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌ها، امکانات و محدودیت‌های منطقه ازنظر منابع اکولوژیک پایدار شامل توپوگرافی، خاک، زمین، پوشش گیاهی و منابع اکولوژیک ناپایدار شامل منابع آب، اقلیم، حیات‌وحش و... است. پس از آنکه منابع شناسایی‌شدهٔ محیط‌زیست تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی شد، تازه سرزمین آمادهٔ ارزیابی است. نوع استفاده از سرزمین را استعداد طبیعی (توان اکولوژیک) معلوم می‌دارد و توان اقتصادی به‌صورت مکمل است و این دو، هدف استفاده از سرزمین را مشخص می‌کند؛ درواقع در کار ارزیابی محیط، آخرین معیاری که در عمل در نظر گرفته می‌شود، اقتصاد است.

کشورهای مختلف در آمایش سرزمین با توجه به ساختارهای محیطی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی خود شیوه‌ها و ابزارهای خاصی را درزمینهٔ سازماندهی فضایی سرزمین خود به کار گرفته‌اند. تجربه‌های آنها نشان می‌دهد

الگوبرداری محض و کورکورانه از کشوری خاص نمی‌تواند زمینه‌ساز دستیابی به توسعهٔ پایدار و همه‌جانبه (آمایش سرزمین) باشد. از آنجا که خاستگاه آمایش قارهٔ اروپاست، سیستم برنامه‌ریزی فضایی کشورهای آسیایی صاحب تجربه در این زمینه از نظام‌های اروپایی الهام گرفته است که با توجه به مقتضیات و چالش‌های اجتماعی، اقتصادی، محیطی، سیستم حکومتی و الگوی حاکم بر هر کشور به‌ندرت به سیستم‌های اروپایی شبیه و بیشتر ترکیبی از رویکردهای مختلف است؛ برای نمونه نظام موفق برنامه‌ریزی کرهٔ جنوبی ترکیبی از دو رویکرد برنامه‌ریزی اقتصاد منطقه‌ای و شهرسازی است. سیستم برنامه‌ریزی فضایی کرهٔ جنوبی، آمیزه‌ای از تجربه‌های برگرفته از نظام برنامه‌ریزی دو کشور آلمان و هلند بوده و سعی کرده است مقولات اقتصادی- اجتماعی را به‌موازات مباحث کالبدی و شهرسازی در نظر گیرد (توفیق، ۱۳۸٤: ۳۳۱-۳۵۸).

از آنجا که آمایش و ساماندهی سرزمین و فضای جغرافیایی در ایران برمبنای نظریه‌های سرمایه‌داری طراحی شده است، مناطق و استان‌های کشور در مقایسه با یکدیگر به‌طور نامتعادل توسعه یافته‌اند. پیامدهای درازمدت این‌گونه طرح‌ها باعث می‌شود سرمایه به سمتی متمایل شود که ممکن است هیچ‌گونه رابطه‌ای با نیاز یا شرایط طبیعی آن منطقه نداشته باشد. با توجه به اصل توسعهٔ پایدار باید تصمیم‌گیری‌ها در برنامه‌ریزی فضایی با هماهنگی انجام شود و دستگاههای اجرایی برای همهٔ طرح‌های برنامه‌ریزی فضایی در همهٔ سطوح با ایفای نقش‌های مشورتی و اجرای قوانین حقوقی مساعدت کنند (تقوایی و همکاران، ۱۳۹٦: ۸)؛ درنتیجه آمایش سرزمین نقشی بسیار مهم و کلیدی در کاهش تضاد این‌گونه طرح‌ها و نابرابری‌ها دارد.

روش‌شناسی پژوهش

روش‌های گردآوری اطلاعات در این پژوهش، مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی و استفاده از مقالات مرتبط و شبکهٔ جهانی اطلاعات[1] بوده است. مراحل انجام کار در این پژوهش به‌طور کلی بر سه گام اساسی استوار است؛ تمام زیربخش‌های این سه گام در مدل مفهومی موجود در شکل ۱ آورده شده است.

شکل- ۱: مدل مفهومی کلی روش کار

[1] Internet

معیارها و زیرمعیارهای استفاده‌شده

در جدول ۱، معیارها و زیرمعیارهای شاخص‌های فیزیکی، اکولوژیک و اقتصادی- اجتماعی برای کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و شهری و در جدول ۲، حدود معیار و نوع تابع استفاده‌شده در آنها مشخص شده است؛ با استفاده از نظر خبرگان و مرور منابع مختلفی ازجمله کتاب‌های شالودهٔ آمایش سرزمین، قانون، مقررات، ضوابط و استانداردهای محیط‌زیست انسانی و گزارش آمایش سرزمین و سند راهبردی توسعهٔ استان اصفهان مشخص شده است؛ همچنین پنج زیرمعیار دیگر هم در مرحلهٔ تصمیم‌گیری برای هر کاربری ایجاد شد که عبارت‌اند از: نزدیکی به منابع آب، اندازهٔ لکه‌ها که براساس کیلومترمربع در نرم‌افزار ARC GIS محاسبه شد، یکپارچگی لکه‌هایی که با استفاده از نرم‌افزار Idrisi tersest به‌دست آمد، لایهٔ دوری از مناطق داغ زیستی[1] و لایهٔ دسترسی به خطوط ارتباطی.

جدول- ۱: معیارها و زیرمعیارهای مربوط به کاربری‌های بررسی‌شده

معیارها	زیرمعیارها	شاخص‌های کاربری صنعتی	شاخص‌های کاربری شهری	شاخص‌های کاربری کشاورزی
فیزیکی	توپوگرافی	شیب	شیب	شیب
	زمین‌شناسی	گسل	گسل	-
	خاک‌شناسی	بافت خاک	بافت خاک	شوری خاک
				عمق خاک
				قابلیت کشت اراضی
				فرسایش خاک (پسیاک)
				زهکش خاک
				بافت خاک
	منابع آب	رودخانه	رودخانه	-
		چاه، چشمه و قنات		
اکولوژیک	پوشش زمین	مرتع درجه سه	مرتع درجه سه	مرتع درجه سه
		مرتع درجه دو	مرتع درجه دو	مرتع درجه دو
		مرتع درجه یک	مرتع درجه یک	مرتع درجه یک
		مناطق کشاورزی	مناطق کشاورزی	مناطق کشاورزی
		زمین بایر	زمین بایر	زمین بایر
		شوره‌زار	شوره‌زار	
	مناطق چهارگانه	منطقهٔ حفاظت‌شده	منطقهٔ حفاظت‌شده	منطقهٔ حفاظت‌شده
اقتصادی- اجتماعی	راههای ارتباطی	راه اصلی	راه اصلی	-
		راه فرعی	راه فرعی	
		راه‌آهن		
	کاربری اراضی	شهرها	شهرها	مناطق انسان‌ساز
		روستاها	روستاها	مزارع
		صنایع و معادن	صنایع و معادن	

[1] Hot Spot

جدول- ۲: حدود شاخص‌های مربوط به کاربری‌های بررسی‌شده

نوع شاخص	نوع تابع	حدود معیارهای کاربری صنعتی	نوع تابع	حدود معیارهای کاربری شهری	نوع تابع	حدود معیارهای کاربری کشاورزی
شیب	فازی- کاهشی	۰° تا ۹° = ۱، ۰<x<۱ = ۹° <x، ۰ = x	فازی- کاهشی	۰° تا ۹° = ۱، ۰<x<۱ = ۹° <x، ۰ = x	رتبه‌ای	۰° تا ۸° = ۱، ۸° <x، ۰ = x
گسل	فازی- افزایشی	۰ تا ۲(km)= ۰، ۲ تا ۱۰= ۱ = x>۱۰، ۰<x<۱	فازی- افزایشی	۰ تا ۲(km)= ۰، ۲ تا ۱۰= ۱ = x>۱۰، ۰<x<۱	-	-
شوری خاک	-	-	-	-	رتبه‌ای	۱=۴(ds/m) <x، ۰/۸= ۸-۴، ۰/۶= ۱۶-۸، ۰/۳= ۳۲-۱۶، ۰=۳۲<x
عمق خاک	-	-	-	-	رتبه‌ای	۱=۱۲۰(m) <x، ۰/۸= ۸۰-۱۲۰، ۰/۶= ۵۰-۸۰، ۰/۴= ۲۵-۵۰، ۰/۲= ۱۰-۲۵، ۰= x<۱۰
توان کشت اراضی						براساس کلاس‌های مناسب
فرسایش خاک						براساس کلاس‌های مناسب
زهکش خاک						براساس کلاس‌های مناسب
بافت خاک	رتبه‌ای	براساس کلاس‌های مناسب	رتبه‌ای	براساس کلاس‌های مناسب		براساس کلاس‌های مناسب
رودخانه	فازی- افزایشی	۰ تا ۲(km)= ۰، ۲ تا ۱۰= ۱ = x>۱۰، ۰<x<۱	فازی- کاهشی	۰ تا ۵(km)= ۱>x>۰، ۵<x= ۰	-	-
چاه، چشمه و قنات		۰ تا ۲(km)= ۰، ۲ تا ۵= ۱ = x>۵، ۰<x<۱	-	-		
مرتع درجه سه	رتبه‌ای	تراکم ۰ تا ۳۰٪= ۱	رتبه‌ای	تراکم ۰ تا ۳۰٪= ۱	رتبه‌ای	۱
مرتع درجه دو		تراکم ۳۰ تا ۶۰٪= ۰/۵		تراکم ۳۰ تا ۶۰٪= ۰/۵		۰/۸
مرتع درجه یک		تراکم ۶۰ تا ۱۰۰٪= ۰		تراکم ۶۰ تا ۱۰۰٪= ۰		۰
مناطق کشاورزی		۰		۰		۱
زمین بایر		۱		۱		۱
شوره‌زار		۱		۰/۸	-	-
منطقهٔ حفاظت‌شده	فازی- افزایشی	۰ تا ۱(km)= ۰، ۱ تا ۳= ۱ = x>۳، ۰<x<۱	فازی- افزایشی	۰ تا ۱(km)= ۰، ۱ تا ۳= ۱ = x>۳، ۰<x<۱	رتبه‌ای	۰
راه اصلی	فازی- متقارن	a= ۰(km)، b= ۳، c= ۴، d= ۷	فازی- کاهشی	۰ تا ۵(km)= ۱>x>۰، ۵<x= ۰	-	-
راه فرعی		a= ۰(km)، b= ۱، c= ۲، d= ۳		۰ تا ۱۰(km)= ۱>x>۰، ۱۰<x= ۰		
راه‌آهن		a= ۰(km)، b= ۳، c= ۴، d= ۷	-	-		
شهرها	فازی- افزایشی	۰ تا ۲/۵(km)= ۰، ۲/۵ تا ۵= ۱ = x>۵، ۰<x<۱	فازی- کاهشی	۰ تا ۲/۵(km)= ۱، ۲/۵ تا ۵= ۱>x>۰، ۵<x= ۰	-	-
روستاها		۰ تا ۱/۵(km)= ۰، ۱/۵ تا ۳= ۱ = x>۳، ۱>x>۰		۰ تا ۵(km)= ۱، ۵ تا ۱۰= ۱>x>۰، ۱۰<x= ۰		
صنایع و معادن	فازی- کاهشی	۰ تا بیشترین فاصله (km)= ۱>x>۰	فازی- افزایشی	۰ تا ۲/۵(km)= ۰، ۲/۵ تا ۵= ۱>x>۰، ۵<x= ۱		
مناطق انسان‌ساز	-	-	-	-	رتبه‌ای	۰
مزارع					فازی- کاهشی	۰ تا بیشترین فاصله (km)= ۱>x>۰

گام اول: ایجاد نقشه‌های مطلوبیت اراضی

پس از استانداردسازی و وزن‌دهی شاخص‌های هر کاربری برای به‌دست‌آوردن مطلوبیت اراضی آنها از روش ترکیب خطی وزن‌دار[1] استفاده شده است. در این روش وزن هر فاکتور استانداردشده در وزن مرتبط با آن ضرب می‌شود، سپس فاکتورها با یکدیگر جمع می‌شوند. زمانی که وزن‌ها محاسبه شد، تصویر بار دیگر در لایه‌های محدودیت ضرب می‌شود تا مناطق نامطلوب از محاسبه خارج شوند. تصویر نهایی به‌صورت مناطق مطلوب بین ۰ تا ۱ قرار می‌گیرد و هرچه به ۱ نزدیک‌تر باشد، مطلوبیت بیشتر است؛ معادلهٔ روش ترکیب خطی وزن‌دار به‌صورت زیر است:

$$S = \sum_{n}^{i=1} W_i \cdot X_i \times C_j \qquad (۱)$$

در این معادله، S: تناسب برای هر کاربری، Wi: وزن فاکتور i که با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی تعیین می‌شود، Xi: فاکتور i شامل فاکتورهای بررسی‌شده و Cj: لایه‌های محدودیت است که شامل نقشه‌های بولین[2] هستند (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۹۰: ٢٢٦).

گام دوم: تلفیق مناطق مطلوب کاربری‌های کشاورزی، شهری و صنعتی

روش تخصیص چندهدفهٔ اراضی، رویهٔ پشتیبان تصمیم‌گیری با هدف ایجاد راه‌حل بهینه در تخصیص مکانی به کاربری‌های چندگانه و اغلب ناسازگار است. در این روش با واردسازی نقشه‌های مطلوبیت برای هر نوع کاربری خاص، مدل عملیاتی تکرارشونده برای ترکیب نقشه‌های رتبه‌بندی‌شده براساس وزن هریک از آنها انجام شد؛ نتیجهٔ آن، تولید نقشهٔ نهایی تخصیص کاربری اراضی است که در آن شرط مساحت برای هر گزینهٔ کاربری اعمال شده است (کامیاب و همکاران، ١٣٩٤: ٣٤). با توجه به هدف نهایی این پژوهش که تلفیق و حل تعارضات کاربری‌های مختلف برای توسعهٔ پایدار و آمایش سرزمین است، وزن‌های کاربری‌های مختلف یکسان و برابر ۱ در نظر گرفته شد؛ همچنین در مطالعات پیشین مانند پژوهش ولی و همکاران (۱۳۹۸) که دربارهٔ تغییرات کاربری‌های مختلف در بازهٔ ۳۰ساله (۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ میلادی) در شهرستان مبارکه بوده، پیشرفت مساحت هر کاربری حدوداً برابر ۱ برآورد شده است؛ درنتیجه در این پژوهش نیز با اقتباس از پژوهش یادشده، پیشرفت مساحت کاربری‌های مدنظر برابر ۱ درصد از مساحت کل شهرستان مبارکه در نظر گرفته شده است.

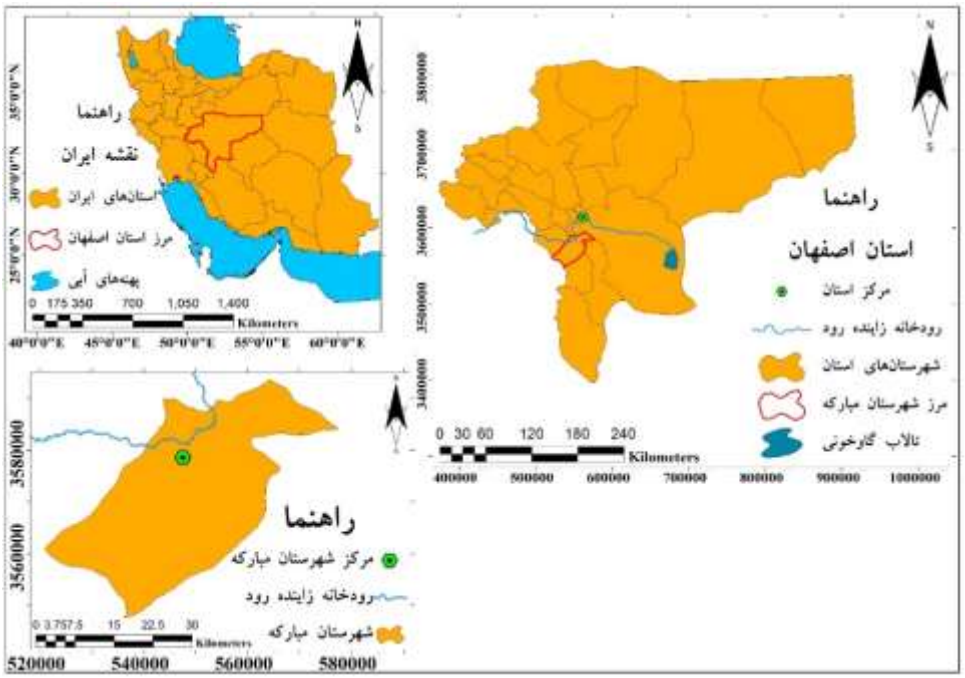
[1] Weighted Linear Combination (WLC)
[2] Boolean

گام سوم: انتخاب بهترین لکهٔ هر کاربری با استفاده از روش TOPSIS

در آخرین مرحله، بهترین لکه برای هر کاربری با استفاده از روش TOPSIS انتخاب شد. روش TOPSIS، یکی از روش‌های ارزیابی چندمعیاره است که هوانگ و یون۱ (۱۹۸۱) ایجاد کردند. در این روش گزینه‌ای مناسب است و اولویت بیشتری دارد که کمترین فاصله را با راه‌حل ایدئال مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایدئال منفی داشته باشد (مهری و سلمان ماهینی، ۱۳۹۵: ۱۲۵).

معرفی محدودهٔ پژوهش

شهرستان مبارکه، یکی از شهرستان‌های بسیار مهم صنعتی و کشاورزی در استان اصفهان، شامل کارخانه‌های فولاد مبارکهٔ سپاهان، سیمان سپاهان، قند نقش جهان و پلی اکریل ایران است. مرکز این شهرستان، شهر مبارکه است. این شهرستان در فاصلهٔ ۵۰کیلومتری جنوب غربی اصفهان واقع شده و در موقعیت ۳۲ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۵۱ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۵۱ درجه و ٤٨ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع این شهرستان از سطح آب‌های آزاد ۱٦۷۰ متر و شیب عمومی زمین منطقه از سمت جنوب به شمال و از غرب به شرق و میانگین دمای این منطقه ۱۲ درجهٔ سانتی‌گراد است. این شهرستان درمجموع ۱۰۹٤۰۰ هکتار از مساحت استان اصفهان را شامل می‌شود که در شکل ۲ قابل مشاهده است. جمعیت این شهرستان حدوداً برابر با ۲۰٤٤۳٦ نفر است (ولی و همکاران، ۱۳۹۸: ۷۸).



شکل- ۲: موقعیت جغرافیایی شهرستان مبارکه در اصفهان و ایران

[1] Hwang and Yoon

یافته‌های پژوهش

تهیهٔ نقشهٔ پوشش و کاربری اراضی منطقهٔ پژوهش

به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ پوشش اراضی شهرستان مبارکه از داده‌های رقومی سری دوم لندست[1] ۸ در تاریخ ۱۳۹۸/۰۲/۰٦ استفاده شد. دلیل استفاده از این تصاویر، تصحیح‌شده‌بودن آنها ازلحاظ رادیومتریک، هندسی، اتمسفری و توپوگرافیک است. برای ایجاد شاخص پوشش گیاهی[2] با بهره‌گیری از برنامهٔ ENVI ۵/۳ از تصویر رنگی کاذب دو باند ٤ (قرمز) و ۵ (مادون قرمز نزدیک) استفاده و پس از تهیهٔ نقشه، نوع پوشش با بهره‌گیری از رفتار طیفی پدیده‌ها تقسیم‌بندی شد. برای ایجاد نقشهٔ کاربری‌های انسانی از شاخص شهری ماهوارهٔ لندست و موتور Google earth engine استفاده شد. صحت نقشهٔ پوشش و کاربری اراضی با واقعیت زمینی با استفاده از برنامهٔ ENVI ۵/۳ و ۳۸۸ نقطهٔ تعلیمی در Google earth بررسی شد و ضریب کلی[3] آن، ۹۵ درصد و ضریب کاپای[4] آن، ۰/۹۲ به دست آمد که ضرایب مطمئنی هستند. میزان مساحت برحسب هکتار و درصد مساحت هر کاربری در جدول ۳ آورده شده است.

جدول- ۳: مساحت کاربری اراضی و پوشش زمین در شهرستان مبارکه با استفاده از تصویر ماهواره‌ای

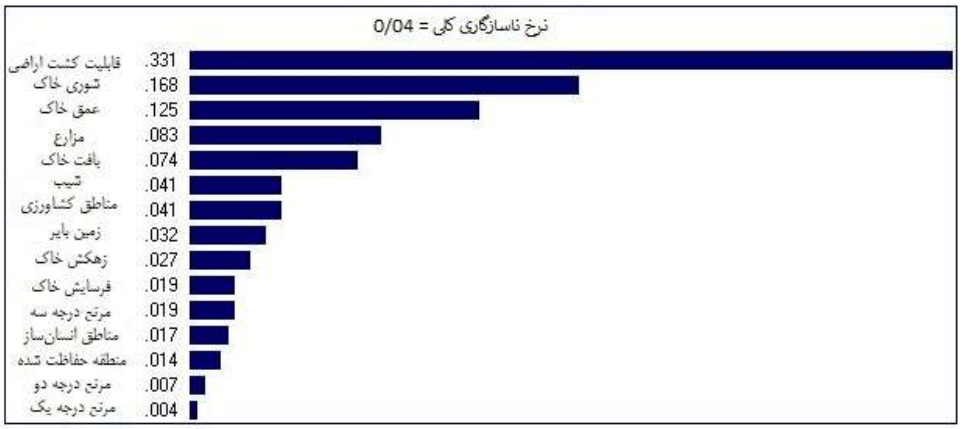
نوع کاربری	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
مناطق کشاورزی	٤٣٦٠	٤
مرتع درجه ۱	۱۸۷۱	۱/۷
مرتع درجه ۲	۲۷٤۵	۲/۵
مرتع درجه ۳	٦٢٦٨	۵/۷۳
شوره‌زار	۸۹٤٦	۸/۱۷
اراضی لخت	۸۱۸۰۰	۷٤/۸
اراضی ساخت‌وساز شده	۳٤۱۰	۳/۱
جمع کل	۱۰۹٤۰۰	۱۰۰

ضریب اهمیت زیرمعیارها به روش AHP

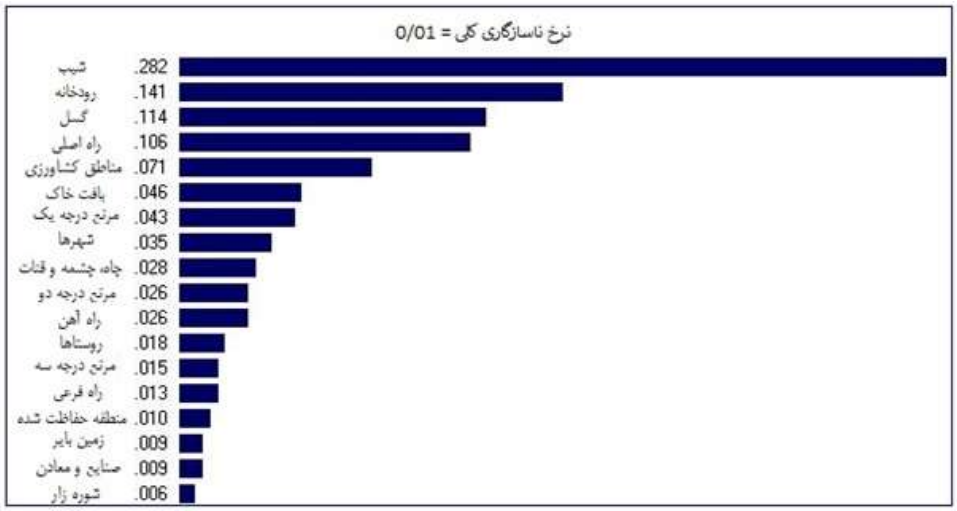
وزن‌های مربوط به معیارها و زیرمعیارها را ۱۰ نفر از خبرگان مشخص کردند. روش AHP را توماس ال ساعتی[5] (۱۹۸۰) توسعه داده است. این روش شامل یک ماتریس است که در سطر و ستون ماتریس، فاکتورها بررسی می‌شوند و اهمیت فاکتور موجود در سطر نسبت به فاکتور موجود در ستون با ارزش‌هایی در محدودهٔ بین ۱ تا ۹ مشخص می‌شود و هرچه از ۱ به ۹ نزدیک‌تر می‌شویم، اهمیت فاکتور بیشتر می‌شود (سالمی و همکاران، ۱۳۹۸:

[1] Landsat
[2] Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
[3] Overall Accuracy
[4] Kappa coefficient
[5] Thomas L. Saaty

٤٠). در این ماتریس نمایهٔ توافق[1] باید کمتر از ۰/۱ باشد تا محاسبات قبول شوند (مددی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۸). پس از محاسبهٔ وزن اولیهٔ معیارها و زیرمعیارها، این وزن‌ها به بستهٔ نرم‌افزاری Expert choice وارد و وزن نهایی هریک از معیارها و زیرمعیارها برآورد شد. در شکل‌های ۳، ٤ و ۵ وزن‌های مربوط به کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و شهری به ترتیب دیده می‌شود. طبقه‌بندی نقشه‌ها براساس نوع کاربری، شرایط طبیعی منطقه، نظرات کارشناسان و مطالعات صورت‌گرفته در راستای این مطالعه انجام شد و به ترتیب اهمیت آنها به‌صورت خطی بین ۰ و ۱ نمره‌دهی شده‌اند؛ به‌طوری که هرچه یک زیرمعیار عدد بزرگ‌تری داشته باشد، شاخص مهم‌تری برای آن کاربری است؛ همچنین جمع تمام وزن‌های تعلق‌گرفته به هر کاربری برابر یک است.

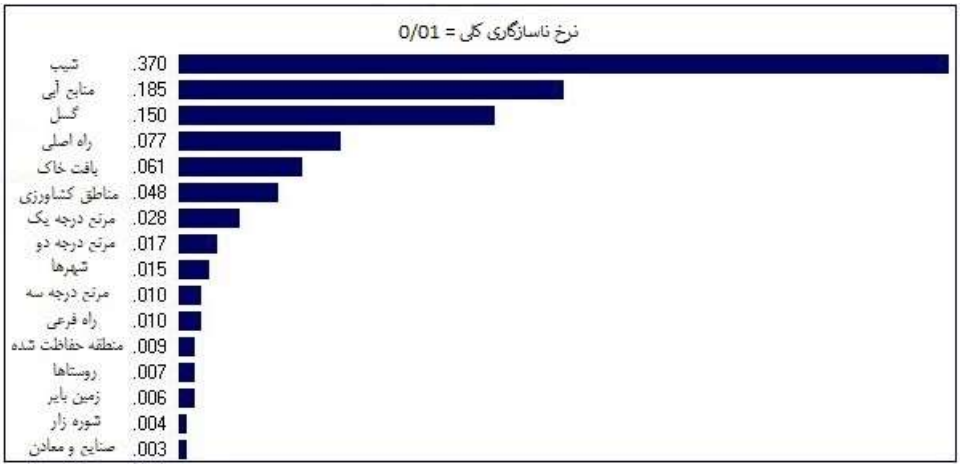


شکل- ۳: خروجی وزن‌دهی زیرلایه‌ها در کاربری کشاورزی



شکل- ٤: خروجی وزن‌دهی زیرلایه‌ها در کاربری صنعتی

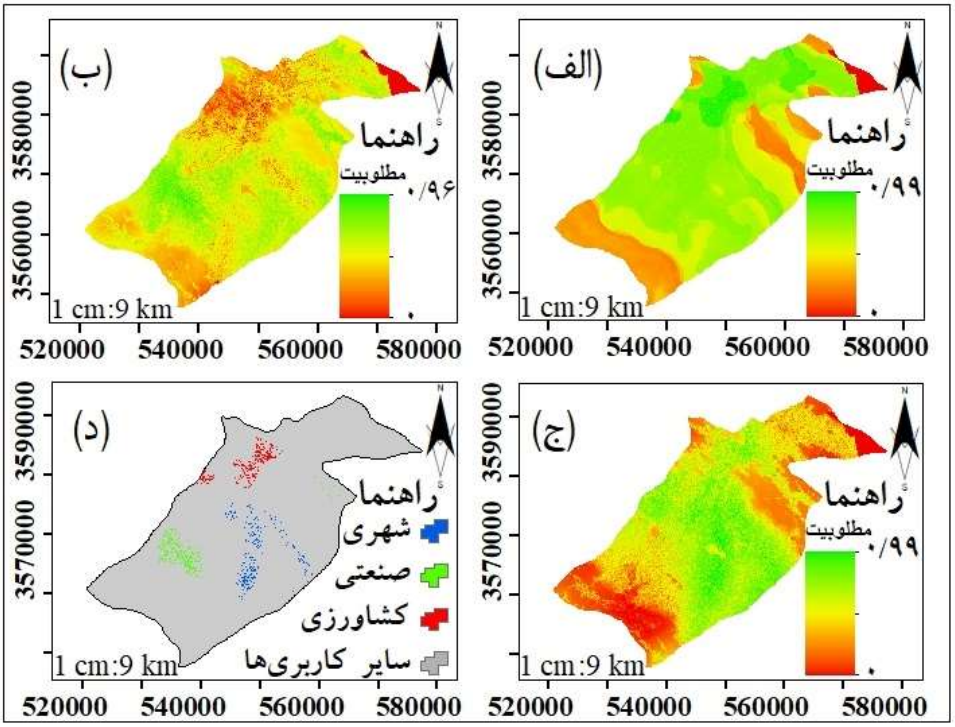
[1] Consistency Ratio



شکل- ٥: خروجی وزن‌دهی زیرلایه‌ها در کاربری شهری

چیدمان کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و شهری

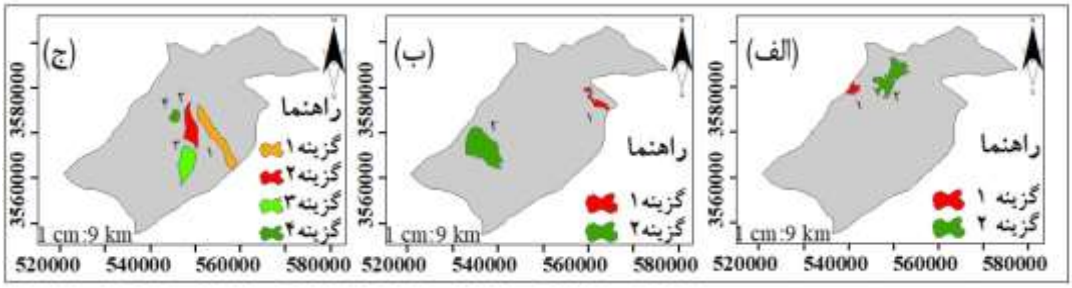
شکل‌های ٦-الف، ٦-ب و ٦-ج نقشهٔ مطلوبیت نهایی کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و شهری را به ترتیب در منطقهٔ پژوهش بین ۰ تا ۱ نشان می‌دهند. مساحت‌های مورد نیاز برای توسعهٔ هر کاربری تقریباً ۱ درصد از مساحت کل منطقهٔ مطالعه‌شده در نظر گرفته شد (حدوداً ۱۲۱٦۰ پیکسل). با توجه به اینکه مساحت هر پیکسل ۹۰۰ مترمربع است، درنتیجه مساحت توسعهٔ هر کاربری حدوداً ۱۱۰۰ هکتار است. نتیجهٔ حاصل از تلفیق کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و شهری با استفاده از روش MOLA در شکل ٦-د آورده شده است. نتایج روش MOLA حاکی است تمام مناطق پیشنهادی پس از تلفیق کاربری‌ها شامل آن دسته از پیکسل‌هایی هستند که مطلوبیت آنها در نقشه‌های مطلوبیت حاصل از WLC برای کاربری کشاورزی از ۰/۹۸، برای کاربری صنعتی از ۰/۸٦ و برای کاربری شهری از ۰/۹ بیشتر بوده است؛ این در حالی است که اگر صرفاً هر کاربری بدون در نظر گرفتن تضاد بین آنها مکان‌یابی می‌شد، به احتمال زیاد این اعداد بیشتر از حالت یادشده به ۱ نزدیک بودند؛ اما بدون درنظرگیری تضاد بین کاربری‌ها پیشرفتی درزمینهٔ تفکر توسعهٔ پایدار محقق نمی‌شود.



شکل- ٦: الف. نقشهٔ مطلوبیت اراضی کشاورزی، ب. نقشهٔ مطلوبیت اراضی صنعتی، ج. نقشهٔ مطلوبیت اراضی شهری، د. تلفیق کاربری‌ها

اولویت‌بندی بهترین گزینه برای هر کاربری

برای به‌دست‌آوردن ضریب اهمیت هریک از معیارها (نزدیکی به منابع آب، اندازهٔ لکه‌ها، یکپارچگی لکه‌ها، دوری از مناطق مهم زیستی و دسترسی به خطوط ارتباطی) در ارزیابی توان کشاورزی، صنعتی و شهری از مقایسهٔ زوجی استفاده شد. در نقشهٔ نهایی اولویت‌بندی گزینه‌های کشاورزی، دو گزینه شناسایی شد؛ وزن گزینهٔ اول ۰/٤۲ و گزینهٔ دوم ۰/۵۸ به دست آمد که در شکل ۷-الف دیده می‌شود. در نقشهٔ نهایی اولویت‌بندی گزینه‌های صنعتی (شکل ۷-ب)، دو گزینه شناسایی شد که وزن گزینهٔ اول ۰/۳۷ و گزینهٔ دوم ۰/٦۳ به دست آمد. در نقشهٔ نهایی اولویت‌بندی گزینه‌های شهری، ٤ گزینه شناسایی شد که وزن گزینهٔ اول ۰/۱۸، گزینهٔ دوم ۰/۱٦، گزینهٔ سوم ۰/۳۳ و گزینهٔ چهارم ۰/۳۳ به دست آمد (شکل ۷-ج).



شکل- ۷: الف. نقشهٔ اولویت‌بندی گزینه‌های کشاورزی، ب. نقشهٔ اولویت‌بندی گزینه‌های صنعتی، ج. نقشهٔ اولویت‌بندی گزینه‌های شهری

جمع‌بندی یافته‌های پژوهش

نتایج ارزیابی توان شهرستان مبارکه نشان داد از مجموع ۱۰۹٤۰۰ هکتار منطقه، ۷۷۳۹ هکتار، ۱۲۵۸ هکتار و ١٤٥٧ هکتار به ترتیب توان لازم را برای کاربری‌های کشاورزی، صنعتی و شهری دارند. همان‌طور که گفته شد در این پژوهش با اقتباس از پژوهش ولی و همکاران (۱۳۹۸)، میزان توسعه برای هر کاربری ۱ درصد از مساحت کل شهرستان مبارکه در نظر گرفته شد که برابر با ۱۱۰۰ هکتار برای هر کاربری است؛ درنتیجه منطقهٔ مطالعه‌شده توان لازم را برای اختصاص این مقدار از زمین در خود برای هر کاربری دارد. در این پژوهش با اختصاص ۱۱۰۰ هکتار برای هر کاربری و با در نظر گرفتن تعارضات حاصل از سایر کاربری‌ها، بهترین مناطق برای هر کاربری مشخص شد که در این‌گونه مناطق هیچ‌گونه تداخلی بین کاربری‌های مختلف وجود ندارد؛ اما اگر این تعارضات در نظر گرفته نمی‌شد یا به بیانی ارزیابی توان هر کاربری بدون نگاه آمایشی و مدیریتی در راستای توسعهٔ پایدار انجام می‌گرفت، حدود ٤۰۰ هکتار از کاربری‌های کشاورزی و شهری با یکدیگر تداخل داشتند.

نتیجه‌گیری

افزایش جمعیت و پیشرفت تکنولوژی باعث شده است تقریباً در تمام شهرها و شهرستان‌های ایران کاربری‌های متضاد دیده شوند؛ درنتیجه نمی‌توان با یک مکان‌یابی برای یک کاربری به بهترین لکه برای توسعهٔ آن دست یافت و باید تأثیرات دیگر کاربری‌ها نیز بر یکدیگر دیده شوند؛ برای نمونه در مطالعهٔ فتحی و همکاران (۱۳۹۵) پژوهشگران برای مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان سلسله در استان لرستان از روش‌های MCE و الگوریتم تکاملی استفاده کرده‌اند. در دیگر پژوهش بررسی‌شده در حوزهٔ مکان‌یابی مناطق صنعتی مشخص شد نویسندگان با استفاده از رویکرد انتگرال فازی سایت‌های صنعتی را انتخاب کرده‌اند. نتایج حاصل از مطالعهٔ آنها نشان داد این روش فرایند انتخاب را برای تصمیم‌گیرندگان آسان می‌کند و در واقعیت هم روش مؤثری است (Kuo et al., 2013: 306). در این دو مطالعه پژوهشگران از معیارهای معمول اکولوژیک، فیزیکی و اقتصادی- اجتماعی صرفاً برای مکان‌یابی مناطق صنعتی بدون در نظر گرفتن تأثیرات متقابل (تعارضات) این نوع کاربری با دیگر کاربری‌ها استفاده کرده‌اند؛ به بیانی تعارضات کاربری صنعتی با سایر کاربری‌های موجود در منطقه دیده نشده است؛ اما وجه تشابه پژوهش صورت‌گرفته با دو پژوهش بررسی‌شده در حوزهٔ مکان‌یابی مناطق صنعتی این بود که برای مکان‌یابی این مناطق از روش‌های MCE و منطق فازی استفاده شده است.

در پژوهش‌های مربوط به مکان‌یابی مناطق شهری دو مقاله بررسی شد؛ در پژوهش اول، مناسب‌بودن کاربری زمین برای توسعهٔ شهری در شهر پکن تجزیه و تحلیل شده و برای تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های مختلف از روش ارزیابی چندمعیاره (MCE) و برای وزن‌دهی به آنها از روش میانگین وزنی منظم (OWA) استفاده شده است (Liu et al., 2014: 170). در دیگر مطالعهٔ بررسی‌شده که دربارهٔ تحلیل تصمیم چندمعیاره برای نقشه‌برداری مناسب زمین در یک منطقهٔ روستایی در جنوب ایتالیا بوده است، پژوهشگران با استفاده از روش‌های ترکیبی خطی وزنی (WLC) و میانگین وزنی منظم (OWA) مکان‌های مناسب را شناسایی کرده‌اند (Romano et al., 2015: 131). در هر دو این

پژوهش‌ها برخلاف پژوهش حاضر، مبحث تعارضات کاربری‌های مختلف با یکدیگر دیده نشده است؛ همچنین در پژوهش حاضر فقط از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) استفاده شده است که دلیل استفاده از آن، همگن‌بودن شاخص‌های استفاده‌شده و حذف شاخص‌های ناهمگن با منطق بولین است که در معادلهٔ این روش وجود دارد.

در دو مطالعهٔ دیگر نیز که در آنها به مکان‌یابی اراضی کشاورزی اشاره شده است، پژوهشگران همانند پژوهش حاضر با استفاده از نرم‌افزار (GIS) اراضی مناسب را مکان‌یابی کرده‌اند (Memarbashi et al., 2017: 396; El Baroudy, 2016: 96). در این دو پژوهش نیز تداخل حاصل از دیگر کاربری‌ها دخیل نشده است؛ درنتیجه با این رویکرد (نادیده‌گرفتن تعارضات دیگر کاربری‌ها) گامی مؤثر در مسیر توسعهٔ پایدار برداشته نمی‌شود؛ در حالی که یافته‌های پژوهش کریم‌زادهٔ مطلق و همکاران (۱۳۹۹) که دربارهٔ تخصیص کاربری اراضی پایدار با استفاده از ارزیابی چندمعیاره در شهر اصفهان بوده، مؤید این موضوع است که در نظر گرفتن تعارضات بین کاربری‌ها و دخیل‌کردن فاکتورهای اقتصادی- اجتماعی نتایج بهتری را نسبت به ارزیابی توان یک منطقه بدون در نظر گرفتن تعارضات حاصل از دیگر کاربری‌ها نشان می‌دهد؛ درنتیجه در پژوهش حاضر با اقتباس از پژوهش یادشده برای تخصیص کاربری‌های کشاورزی، شهری و صنعتی در شهرستان مبارکه اقدام شد.

براساس نتایج پژوهش، تکنیک‌های ارزیابی چندمعیاره و تخصیص اراضی با در نظر گرفتن تعارضات حاصل از کاربری‌های مختلف، روشی کارآمد برای برنامه‌ریزی سرزمین درزمینهٔ دستیابی به توسعهٔ پایدار است؛ همچنین ارزیابی تناسب اراضی گویای این نکته است که چه مقدار توسعه برای هر نوع کاربری با توان سرزمین هماهنگی دارد؛ ضمن آنکه بهبودهای یادشده در این پژوهش ارتباطی به زمان، مکان یا پارامترهای اقلیمی منطقه ندارد و قابلیت استفاده در هر منطقه‌ای از زمین را برای هر نوع مکان‌یابی در راستای آمایش سرزمین دارد. مطالب بیان‌شده نشان می‌دهد به‌منظور دستیابی به توسعهٔ پایدار و درخور یا به بیانی برنامه‌ریزی سیمای سرزمین پایدار بهتر است در عوض ارزیابی توان یک کاربری خاص در یک منطقه، آن کاربری با دیگر کاربری‌های موجود در منطقه تلفیق شود تا نتایج بهتری با کمترین خسارت به محیط‌زیست به دست آید.

پیشنهادها

۱. یکی از محدودیت‌ها در این پژوهش، استفاده‌نکردن از مؤلفه‌های فیزیکی پویای سرزمین ازجمله فاکتور آلودگی هوا به دلیل هزینه‌بربودن نمونه‌برداری آلودگی هوای حاصل از صنایع منطقه است؛ بنابراین پژوهش‌های آتی می‌توانند اثرگذاری آلودگی هوای محیط را بر ارزیابی توان سرزمین و چیدمان کاربری‌ها (آمایش سرزمین) در منطقه تحلیل کنند.

۲. براساس یافته‌های پژوهش حاضر، شهرستان مبارکه ازنظر اکولوژیک، فیزیکی و اقتصادی- اجتماعی توان لازم را برای توسعهٔ کاربری‌های کشاورزی، شهری و صنعتی دارد؛ اما باید به‌منظور جلوگیری از تمرکز بیش از حد تسهیلات و امکانات برای توسعهٔ این سه کاربری، توان منطقه برای کاربری گردشگری و توریسم نیز ارزیابی و سپس تسهیلات و امکانات لازم برای این نوع کاربری در نظر گرفته شود.

۳. پیشنهاد می‌شود نتایج حاصل از ارزیابی توان منطقه با مطالعات و نقشه‌های کاربردی دستگاههای اجرایی مانند نقشهٔ قابلیت اراضی وزارت جهاد کشاورزی، موقعیت صنایع و مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی صورت‌گرفته توسط وزارت صنعت و معدن و همچنین موقعیت فعلی شهرهای منطقه و مکان‌یابی شهرهای جدید (شهر جدید مجلسی) مقایسه و نقاط قوت آنها تجمیع شود.

٤. یکی از مشکلات اساسی درزمینهٔ کاربست نتایج مطالعات ارزیابی توان و آمایش سرزمین، اجرانشدن آنها توسط دستگاههای ذی‌ربط است. پیشنهاد می‌شود فرایند ارزیابی توان با مشارکت فعالانهٔ سازمان‌های مختلف مانند جهاد کشاورزی، صنعت و معدن و مسکن و شهرسازی صورت گیرد تا نتایج آن کاربردی‌تر شود.

۵. یافته‌های این پژوهش شامل ارزیابی توان، تخصیص اراضی و در انتها مشخص‌کردن بهترین لکه برای کاربری‌های کشاورزی، شهری و صنعتی است؛ برای نمونه هیچ نوع صنعت مشخصی برای این لکه‌ها مشخص نشده است. پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های بعدی علاوه بر نگاه دقیق‌تر و مشخص‌کردن کاربری دقیق هر لکه، مبحث ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست را نیز بررسی کنند تا آثار منفی آن بر زمین شناسایی و در گام بعد کاسته شود.

٦. برنامه‌ریزی و آمایش سرزمین، فعالیتی فرابخشی است و به هماهنگی بخش‌های مختلف نیاز دارد. حمایت دولت و برنامه‌ریزی واقعی در این زمینه همراه با تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در مناطق مجاز برای هر کاربری به پیشرفت هرچه بیشتر و بهتر منطقه درزمینهٔ توسعهٔ پایدار و درخور محیط منجر می‌شود.

منابع

۱- ایران پور، امید، (۱۳۹۲)، **ارزیابی توان سرزمین به منظور کاربری کشاورزی با استفاده از ارزیابی چندمعیاره**، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، استاد راهنما: سفیانیان، علیرضا، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکدهٔ منابع طبیعی.

۲- تقوایی، مسعود، بیک‌محمدی، حسن، زالی، نادر، کسایی، میترا، (۱۳۹٦)، **تحلیل موانع و عوامل مؤثر در اجرای طرح‌ها و برنامه‌ریزی آمایشی استان تهران**، نشریهٔ آمایش سرزمین، سال ۹، شمارهٔ ۱، تهران، ۱-۲۷.

۳- توفیق، فیروز، (۱۳۸٤)، **آمایش سرزمین، تجربهٔ جهانی و انطباق آن با وضع ایران**، نشر مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، چاپ اول، تهران، ٥٥٦ صفحه.

٤- دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکدهٔ منابع طبیعی، (۱۳۹۱)، **آمایش سرزمین و سند راهبردی توسعهٔ استان اصفهان با عنوان گزارش ارزیابی توان محیطی سرزمین**، ۲۰٦ صفحه.

۵- رحیمی، هادی، ماهینی، عبدالرسول، کامیاب، حمیدرضا، (۱۳۹۸)، **مقایسهٔ روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در آمایش سرزمین به روش اختصاص چندهدفهٔ زمین**

(MOLA)، نشریهٔ سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال ۱۰، شمارهٔ ۲، بوشهر، ۶۲-۴۸.

۶- سالمی، مهدی، سیاحی، زهرا، جوزی، سید علی، (۱۳۹۸)، **ارزیابی توان منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ میش‌داغ برای کاربری گردشگری با روش‌های ANP، AHP، PROMETTEE در محیط GIS**، محیط‌زیست و توسعه، سال ۱۰، شمارهٔ ۱۹، تهران، ۳۵-۴۶.

۷- سلمان ماهینی، عبدالرسول، کامیاب، حمیدرضا، (۱۳۹۰)، **سنجش از دور سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی**، انتشارات مهر مهدیس، چاپ دوم، تهران، ۵۹۶ صفحه.

۸- شفیعی‌زاده، محمد، (۱۳۹۸)، **برنامه‌ریزی سیمای سرزمین در منطقهٔ ساحلی مکران**، رسالهٔ دکتری، استاد راهنما: مرادی، حسین، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکدهٔ منابع طبیعی.

۹- عسکریان عمران، حسین، پهلوانی، پرهام، (۱۳۹۴)، **استفاده از زنجیرهٔ مارکوف، MOLA و فیلتر همسایگی به‌منظور توسعه و افزایش کارایی رگرسیون منطقی در پیش‌بینی تغییرات چندگانهٔ کاربری اراضی؛ مطالعهٔ موردی: شهر تهران**، نشریهٔ علمی‌پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، سال ۳، شمارهٔ ۲، تهران، ۸۹-۱۰۹.

۱۰-فتحی، محسن، (۱۳۹۵)، **مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان سلسله در استان لرستان با استفاده از روش‌های MCE و الگوریتم تکاملی**، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، استاد راهنما: سفیانیان، علیرضا، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکدهٔ منابع طبیعی.

۱۱-کامیاب، حمیدرضا، سلمان ماهینی، عبدالرسول، شهرآیینی، محمد، (۱۳۹۴)، **ارتقای روش MOLA با توجه به معیارهای سیمای سرزمین و بهره‌گیری از الگوریتم ژنتیک**، آمایش سرزمین، سال ۷، شمارهٔ ۱، تهران، ۲۹-۴۸.

۱۲-کریم‌زادهٔ مطلق، زینب، لطفی، علی، پورمنافی، سعید، (۱۳۹۹)، **مدل‌سازی تخصیص کاربری اراضی پایدار در اصفهان بزرگ با استفاده از ارزیابی چندمعیاره در محیط GIS**، نشریهٔ جغرافیا و پایداری محیط، سال ۱۰، شمارهٔ ۲، کرمانشاه، ۲۱-۳۵.

۱۳-محمد شاعری، علی، رحمتی، علیرضا، (۱۳۹۱)، **قانون، مقررات، ضوابط و استانداردهای محیط‌زیست انسانی**، انتشارات حک، چاپ اول، تهران، ۳۳۲ صفحه.

۱۴-محمودزاده، حسن، پناهی، سودابه، هریسچیان، مهدی، (۱۳۹۸)، **کاربرد روش چندهدفهٔ تخصیص زمین با رویکرد آمایش سرزمین؛ مطالعهٔ موردی: شهرستان همدان**، نشریهٔ تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال ۱۹، شمارهٔ ۵۲، تهران، ۲۱۱-۲۳۴.

۱۵-مخدوم، مجید، (۱۳۷۸)، **شالودهٔ آمایش سرزمین**، انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ سوم، تهران، ۲۸۹ صفحه.

١٦-مددی، عقیل، پیروزی، الناز، پرستار، سمیه، (۱۳۹۸)، **پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضهٔ آبخیز آق‌لاقان‌چای با استفاده از مدل ANP**، پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱۰، شمارهٔ ۲۰، تهران، ٢١-٣٤.

۱۷-موحد، علی، ناصری، فرزین، (١٣٩٦)، **مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با استفاده از مدل منطق فازی؛ مورد شناسایی: شهرک صنعتی مریوان**، فصلنامهٔ جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، سال ۷، شمارهٔ ۲۳، سیستان و بلوچستان، ۱۸۳-۱۹۸.

۱۸-مهری، آزاده، سلمان ماهینی، عبدالرسول، (۱۳۹۵)، **مقایسهٔ کارایی روش‌های TOPSIS رس‌تری و MOLA در آمایش سرزمین؛ مورد شناسایی: حوضهٔ آبخیز حبله‌رود**، فصلنامهٔ جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، سال ٦، شمارهٔ ۱۹، سیستان و بلوچستان، ۱۲۳-١٤٢.

۱۹-نسترن، مهین، ابوالحسنی، فرحناز، ایزدی، ملیحه، (۱۳۸۹)، **کاربرد تکنیک تاپسیس در تحلیل و اولویت‌بندی توسعهٔ پایدار مناطق شهری؛ مطالعهٔ موردی: مناطق شهری اصفهان**، مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۱، شمارهٔ ۲، اصفهان، ۸۳-۱۰۰.

۲۰-ولی، عباسعلی، موسوی، سید حجت، عباسی، هاجر، (۱۳۹۸)، **تحلیل و ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی مبارکه در راستای تحقق توسعهٔ پایدار**، جغرافیای اجتماعی شهری، سال ٦، شمارهٔ ۲، کرمان، ۷۳-٨٦.

۲۱-اراضی مبارکه در راستای تحقق توسعهٔ پایدار، جغرافیای اجتماعی شهری، سال ٦، شمارهٔ ۲، کرمان، ۷۳-٨٦.

22- Bartkowski, B., Beckmann, M., Drechsler, M., Kaim, A., Liebelt, V., Müller, B., Witing, F., Strauch, M., (2020). **Aligning agent-based modelling with multi-objective land-use allocation: Identification of policy gaps and feasible pathways to biophysically optimal landscapes**, Frontiers in Environmental Science, Vol 8, No 103, Switzerland, Pp 1-15.

23- Chatterjee, P., Stević, Ž., (2019). **A two-phase fuzzy AHP-fuzzy TOPSIS model for supplier evaluation in manufacturing environment**, Operational Research in Engineering Sciences Theory and Applications, Vol 2, No 1, England, Pp 72-90.

24- El Baroudy, A.A., (2016). **Mapping and evaluating land suitability using a GIS-based model**, Catena, Vol 140, Netherlands, Pp 96-140.

25- Emovon, I., Oghenenyerovwho, S., (2020). **Application of MCDM method in material selection for optimal design: A review**, Results in Materials, Vol 7, England, Pp 1-21.

26- Farnaghi, M., Mansourian, A., (2020). **Blockchain, an enabling technology for transparent and accountable decentralized public participatory GIS**, Cities, Vol 105, England, Pp 1-12.

27- Kuo, Y.C., Lu, S.T., Tzeng, G.H., Lin, Y.C., Huang, Y.S., (2013). **Using fuzzy integral approach to enhance site selection assessment a case study of the optoelectronics industry**, Procedia Computer Science, Vol 17, England, Pp 306-313.

28- Liu, R., Zhang, ke., Zhijiao, Z., Borthwick, Alistair G.L., (2014). **Land-use suitability analysis for urban development in Beijing**, Journal of Environmental Management, Vol 145, England, Pp 170-179.
29- Malczewski, J., (2006). **GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature**, International journal of Geographic Information Science, Vol 20, No 7, England, Pp 703-726.
30- Memarbashi, E., Azadi, H., Barati, A.A., Mohajeri, F., Van Passel, S., Witlox, F., (2017). **Land-Use Suitability in Northeast Iran: Application of AHP-GIS Hybrid Model**, Journal of Geo-Information, Vol 6, No 12, Switzerland, Pp 396-400.
31- Romano, G., Sasso, P.Dal., Trisorio Liuzzi, G., Gentile, F., (2015). **Multi-criteria decision analysis for land suitability mapping in a ruralarea of Southern Italy**, Land Use Policy, Vol 48, Canada, Pp 131-143.
32- Verburg, P., Veldkamp, A., De Koning, G., Kok, K., Bouma, J., (1999). **A spatial explicit allocation procedure for modeling the pattern of land use change based upon actual land use**, Ecological modeling, Vol 116, No 1, Netherlands, Pp 45-61.
33- Wang, G., Qin, L., Li, G., Chen, L., (2009). **Landfill site selection using spatial information technologies and AHP (A case study in Beijing-china)**, Journal of Environmental Management, Vol 90, No 8, England, Pp 2414-2421.