Progress and development of Kermanshah province
Online ISSN
ISSN - 2783-0713

Basic Considerations in the Micro Site Selection of Urban Development Projects

Iraj jabbari
Associate Professor of Geomorphology, Razi University, Kermanshah, Iran.
(Corresponding Author). Iraj.jabbari@razi.ac.ir

Sohila rezaie
M A. hydrogeomorphology**,** Razi University, Kermanshah, Iran.
Sohilarezaie@gmail.com

Site selection methods are currently underdeveloped in many countries around the world. In our country, although these methods have taken on a scientific dimension, but many aspects of it are still not considered during the research process. An example of this was the selection of the National Central Laboratory at Razi University, which in this study tried to examine the results by accurately understanding the spatial processes and then to generalize the differences in the results and compare them with other researches in other fields. Therefore, the initial methodology of this research included the selection of 18 effective criteria based on existing standards for laboratory location, whose maps were generated through GIS, and by selecting target criteria and setting scoring criteria in GIS, location maps were produced in 5 classes. In the next step, the result was compared with the previous results of location and the causes of the disagreement were extracted and then by comparing the results with the published researches, the causes of differences were classified in the research results. The results show that there is a significant difference in the site selection in this study with previous university results; In this study, it is the best place to build a laboratory near the entrance of the university, while the previous choice was far from 600 m southeast of this place. This disagreement is due to the lack of attention to the spatial relationship between the selected location and the surrounding environment in determining the location criteria. The occurrence of such errors in research depends on the seriousness of the precise process of conducting research based on its applicability or scientificity.

Keywords: Site Selection, Geographic Information System (GIS), Hierarchical Analysis (AHP), Laboratory, Urban Development

---

Progress and development of Kermanshah province
Kermanshah Management and Planning Organization, 2021, Vol. 2, No. 1, pp 26-45.
Received: 29/06/2022 - **Accepted:** 06/08/2022

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه

پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه

شاپا الکترونیکی
ISSN – ۲۷۸۳-۰۷۱۳

ملاحظات اساسی در ریز مکان‌یابی پروژه‌های توسعه شهری

ایرج جباری
دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
(نویسنده مسئول) Iraj.jabbari@razi.ac.ir.
سهیلا رضایی
کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
Sohilarezaie@gmail.com

چکیده

روش‌های مکان‌یابی در حال حاضر در خیلی از کشورهای جهان توسعه زیادی نیافته است. در کشور ما هر چند که این روش‌ها جنبه علمی به خود گرفته است، ولی هنوز جنبه‌های زیادی از آن در طی فرایند تحقیق مورد توجه نمی‌باشد. نمونه آن انتخاب آزمایشگاه مرکزی ملی در دانشگاه رازی بود که در این تحقیق سعی گردید با درک دقیق فرایندهای فضایی نتایج بررسی شود و سپس اختلاف نتایج به بررسی و مقایسه با سایر تحقیقات در زمینه های دیگر تعمیم داده شود . از این‌رو روش‌شناسی اولیه این تحقیق شامل انتخاب ۱۸ معیار تأثیرگذار بر اساس استانداردهای موجود برای مکان‌یابی آزمایشگاه بود که نقشه‌های آن‌ها از طریق GIS تولید شد و با انتخاب معیارهای حذفی و تنظیم معیارهای امتیازدهی در GIS نقشه‌های مکان‌یابی در ۵ کلاس تولید شد. در مرحله بعدی نتیجه با نتایج قبلی مکان‌یابی مقایسه شد و علل مغایرت استخراج گردید و سپس با مقایسه نتایج با تحقیقات چاپ شده، علل تولید تفاوتها در نتایج تحقیقات طبقه‌بندی گردید. نتایج نشان‌دادند که تفاوت قابل توجهی در مکان انتخاب شده در این تحقیق با نتایج قبلی دانشگاه وجود دارد؛ به‌گونه‌ای که در این پژوهش بهترین محل برای ساخت آزمایشگاه نزدیک درب ورودی دانشگاه می‌باشد در حالی که انتخابهای قبلی در مسافت ۶۰۰ متری جنوب‌شرقی از این محل بود. این مغایرت به دلیل کم توجهی به روابط فضایی بین مکان انتخابی و محیط مجاور در تعیین معیارهای مکان یابی صورت گرفته است. بروز چنین خطاهایی در تحقیقات به جدیت در فرایند دقیق انجام تحقیق بر اساس کاربردی یا علمی بودن آن بستگی پیدا می‌کند.

کلید واژگان: مکان‌یابی، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، آزمایشگاه ، توسعه شهری

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه
فصلنامه پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه، دوره ۲، شماره ۱، ص ۲۶-۴۵

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۵/۱۵

۱- مقدمه

مکان‌یابی، فعالیتی است که قابلیت‌ها و توان‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی و ارتباط آن با سایرکاربری‌ها و تسهیلات شهری جهت انتخاب مکان مناسب برای کاربری خاص را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد (فرهادی، ۱۳۷۸:۱۸). مکان‌یابی در واقع یکی از عوامل مهم برنامه‌ریزی درامر توسعه منطقه‌ای به شمار می‌رود (آگهی و عبدی، ۱۳۸۸) که اولین‌بار توسط فان تانون در سال۱۸۳۶ در زمینه فعالیت‌های کشاورزی مطرح شد (جبل عاملی شهانقی، حسنوی و نصیری، ۱۳۸۸) و با کار لانهارد در سال‌های ۱۸۸۲ و ۱۸۸۵ در صنعت وارد شد (پژوم، بستانی و درگاهی، ۱۳۹۵).

اولین چارچوب علمی این نظریه به طور رسمی توسط آلفردوبر در سال ۱۹۰۹میلادی بسته شد و از آن زمان تاکنون مطالعات و پژوهش‌های متعدد و متنوعی در این خصوص انجام شده است (جبل عاملی، حسنوی و نصیری، ۱۳۸۸) که به حل مسائل گوناگون مکان‌یابی منجر شده است. باتوجه به شرایط متفاوت موجود در فضای هر مسئله از مدل‌های متفاوت چند معیاره استفاده می‌شود، این مدل‌ها توسط اصغرپور (۱۳۹۴) برحسب هدف به دو گروه کلی مدل‌های تک‌هدفه و مدل‌های چند هدفه تقسیم شده است که بر اساس آن در مدل‌های چند هدفه برای تصمیم‌گیری به طور همزمان چندین هدف جهت بهینه شدن مورد توجه قرار می‌گیرد. درآن مقیاس سنجش اهداف با یکدیگر متفاوت است، به‌گونه‌ای که مثلاً یک هدف حداکثر کردن سود و هدف دیگر حداقل استفاده از ساعات نیروی کار است. در این روش برحسب سطح دخالت تصمیم‌گیرنده شیوه‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود.

ولی مدل‌های چند شاخصه به جهت انتخاب گزینه برتر در فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف و مورد استفاده قرار می‌گیرند و به دو دسته مدل‌های جبرانی و غیر جبرانی تقسیم می‌شوند. مدل‌های جبرانی شامل روش‌هایی هستند که در آنها امکان مبادله در بین شاخص وجود دارد. یعنی تغییری کوچک در یک شاخص می‌تواند با تغییری مخالف در شاخص یا شاخص‌های دیگر جبران گردد. این مدل‌ها شامل سه گروه زیرگروه هماهنگ، سازشی و نمره‌گذاری است (شانیان، سعدی نژاد و داداش‌زاده، ۱۳۸۳). مناسب‌ترین روش‌های ارزیابی در این مدل‌ها عبارت‌اند ازساو[1]تخصیص خطی، الکتره، لینمپ، تاپسیس، ویکور، کوپراس، ام دی اس[2]، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (ای اچ پی) [3]، فرایند تحلیل شبکه (ان ای پی)[4]، آراس[5]و مورا [6] در این مدل‌ها بر اساس ماتریس تصمیم و اوزان معیارها به اولویت‌بندی و انتخاب گزینه بهینه پرداخته می‌شود.

1. Saw
2. MDS
3. AHP
4. NAP
5. ARAS
6. MOORA

مدل‌های غیر جبرانی شامل روش‌هایی است که در آنها امکان مبادله در بین شاخص‌ها وجود ندارد. به‌گونه‌ای که نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود در شاخص دیگر جبران نمی‌گردد؛ بنابراین هر شاخص دراین روش‌ها، به تنهایی مطرح است و مقیاسات بر اساس شاخص‌ها صورت می‌پذیرد. ویژگی این مدل‌ها سادگی آنهاست و با محدود بودن اطلاعات تطابق دارد (شانیان و همکاران،۱۳۸۳). مناسب‌ترین روش‌های ارزیابی در این مدل‌ها عبارت‌اند از: مدل لکسیکوگراف، ماکسی ماکس، ماکسی مین و پرموتاسیون که در این مدل‌ها معیارها مستقل از هم در فرایند تصمیم‌گیری بررسی می‌شوند در واقع هر شاخص جدا از سایر شاخص‌ها مبنای ارزیابی گزینه‌های رقیب قرار می‌گیرد.

این مدل‌ها گاهی به‌صورت تکی (حسامی و شیشه‌بری، ۱۳۹۴) و گاهی به‌صورت ترکیبی (فتحعلی و میر جلالی، ۱۳۸۸؛ جبل عاملی، شهانقی، حسنوی و نصیری، ۱۳۸۸) جهت مکان‌یابی در زمینه‌هایی مختلفی چون: گردشگری (عبد اله زاده فرد، ۱۳۹۶؛ مومنی، تقی‌پور جاوی و مستغاثی، ۱۳۹۲؛ بدری و وثوقی، ۱۳۹۳؛ فروزنده شهرکی، کهرم و لقایی، ۱۳۹۰؛ تقوایی و کیومرثی، ۱۳۹۰)؛ مراکز آموزشی (محمدی، پور قیومی و قنبری، ۱۳۹۱؛ سپهری، طهرانی نیک‌نژاد و زینی، ۱۳۸۰)؛ نواحی مستعد کشت (رزم‌جو، شهبازی، جعفرزاده و مقدم واحد، ۱۳۹۵؛ لشکری و رضایی، ۱۳۹۰)؛ ایستگاه‌های باران‌سنجی (کریمی حسینی، بزرگ حداد، هورفر و ابراهیمی، ۱۳۸۹)؛ کارخانه (عزیزی و رمضان‌زاده، ۱۳۹۰؛ نارنجی، فرقانی و ابراهیم گیل کلایه، ۱۳۹۰؛ آگهی و عبدی، ۱۳۸۸)؛ پارکینگ (محمدی، پور قیومی و زارعی، ۱۳۹۱)؛ دفع پسماند (طباطبایی و اقصایی، ۱۳۹۵؛ صفایی‌پور، مختاری چلچه، حسینی و سلیمانی راد، ۱۳۹۴؛ لطفی، زیاری و صادقی، ۱۳۸۹)؛ شعب مؤسسه مالی و اعتباری (خاتمی فیروزآبادی، اللهی رودپشتی و تقوی فرد، ۱۳۹۱) و مراکز بهداشتی- درمانی و آموزشگاهی (صدیقی، حسینی، محمدی، مهدوی، سمعی، صفادل، بتابی، جهانگیری و رستمی، ۱۳۹۴؛ یغفوری، کاشفی دوست و قادر مرزی، ۱۳۹۳؛ صحراییان، زنگی آبادی و خسروی، ۱۳۹۲؛ خاکپور، خدابخشی و پور ابراهیمی قوزلو، ۱۳۹۱؛ میکانیکی و صادقی،۱۳۹۱) و غیره به کار برده می‌شوند.

به‌واسطه قابلیت‌های روش‌های مکان‌یابی درارتقای کارآمدی مناطق مورد بررسی، آنها نقش غیرقابل انکاری در کیفیت ارائه خدمات مراکز مختلف را دارد (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۱، جبل عاملی، حسنوی و نصیری، ۱۳۸۸). ولی در خیلی از کشورها موضوع مکان یابی علمی هنوز جایگاه خود را پیدا نکرده است برای مثال در چین، روش‌های فعلی انتخاب سایت دفن زباله عمدتاً به ارزیابی و تجربه حرفه‌ای بستگی دارد که این نیز نه عینی است و نه علمی (یو ونگ[1] و همکاران، ۲۰۱۸). ولی در ایران تعداد طرح‌های پژوهشی اعلام شده ازسوی سازمان‌ها نشان می‌دهد که ضرورت انتخاب علمی مکان‌ها قبل از ساخت تأسیسات مراحل تکامل خود را پشت سر می‌گذارد.

1. Yue Wang

روش‌های مکان‌یابی عمدتاً بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (AHP) و تکنیک فازی برای ترتیب ترجیحی (بیسکیز[1] و همکاران ، ۲۰۱۵) ، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و منطقه‌بندی حساسیت (حافظی مقدس و حاجی زاده نامقی، ۲۰۰۹) ، GIS همراه با AHP، روش‌های ارزیابی چند معیاره (علوی و همکاران ، ۲۰۱۳ ؛ جواهری و همکاران، ۲۰۰۶ ؛ واسیلیویچ[2] و همکاران ، ۲۰۱۲) متکی هستند ولی یکی از ایرادهای اساسی به آنها توجه کم به منطق انتخاب معیارها و پیشنهاد ابزار تصمیم‌گیری ساختمان براساس معیارهای زیست محیطی است (روبیو و راموس[3]، ۲۰۱۷) در حالی که ارزیابی ریسک بهداشت محیطی باید مورد توجه قرار گیرد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۸) و این چیزی است که شپیرو[4] (۱۹۵۸) با طبقه‌بندی فعالیت‌ها به‌صورت مکان‌های خرده‌فروشی؛ عمده‌فروشی؛ مالی و اداری؛ زیرساخت‌ها؛ دولتی؛ مسکونی؛ آموزشی، تفریحی و فرهنگی و حمل‌ونقل عمومی زمینه را بر کاربر باز کرد تا مشخص شود وی به چه منظوری به دنبال مکان مناسب می‌گردد. با این تشخیص برای محققان مسیر تحقیق برای انتخاب مکانی با کمترین تهدید از سوی محیط و به‌ویژه زمین و از سوی دیگر کمترین آسیب به محیط در نتیجه فعالیت‌ها مشخص می‌شود و این موضوعی است که در مدیریت محیط مکرراً به آن توصیه می‌شود (روستایی و جباری، ۱۳۹۲ :۱۰). از این‌رو عوامل و شاخص‌های تعیین‌کننده نیز با توجه به کمترین ریسک مکان انتخابی، محیط و انسان صورت می‌گیرد.

علاوه بر این به نظر می‌رسد با کمبود اطلاعات یا بوروکراسی اداری، هزینه‌های تخصیصی کم به تولید مشکلات به‌ویژه زمانی که مکان‌یابی در مقیاس کوچک و محلی انجام می‌گیرد، حادتر نیز می‌گردد. از این‌رو، در این تحقیق سعی گردید با مقایسه دو تحقیق در مقیاس سطح دانشگاه مشکلات مشخص شده و با مقایسه آن با سایر تحقیقات مربوط به مکان‌یابی مشکلات ناشی از این روش‌ها بیشتر مشخص شود. یکی از دو تحقیق گفته شده مربوط به مکان‌یابی دانشگاه رازی بود که پیرو اعلام اختصاص بودجه در سال ۱۳۹۷برای تأسیس آزمایشگاه مرکزی ملی– منطقه‌ای در دانشگاه‌های غرب کشور بود که در طی یک هفته باید انجام و به وزارت متبوع ارسال می‌شد و دومین تحقیق نیز مربوط به تحقیق حاضر است که در آن سعی گردید با توجه به امکانات موجود و در سطح همان اطلاعات موجود در دانشگاه صورت گیرد.

۲- روش تحقیق

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه این تحقیق دانشگاه رازی می‌باشد. این دانشگاه در محدوده جغرافیایی ۴۷ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی و در دامنهٔ کوه طاق‌بستان قرارگرفته است. کوه‌های این منطقه

1. Beskese
2. Vasiljević
3. Casanovas-Rubio and Ramos
4. Shapiro

ازآهک ژوراسیک و کرتاسه تشکیل شده و تحت تأثیر چین‌خوردگی و شکستگی که در مجموعه زاگرس رورانده اتفاق افتاده است، سطوح پرتگاهی را ایجاد کرده‌اند. شرایط اقلیمی در این منطقه به‌صورت نیمه‌خشک و سرد با میانگین بارش ۴۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای ۱۰/۷۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که نتیجه آن تولید مواد ریز و درشت و تخلیه آن در پای‌کوه بوده که باعث ایجاد شیب بین صفر تا ۱۳۴/۰۸ درصد در این منطقه شده که جهت آن به سمت جنوب است. خاک‌هایی از نوع کالکریت ریگوسل با عمق کم تا نیمه‌عمیق با بافت سبک تا متوسط و همچنین لیتوسل با عمق بسیار کم متشکل از مارن گچی در دامنه کوه تشکیل شده است. دانشگاه رازی بر روی این سطح با مساحت ۱/۴۹۴/۰۹۴ مترمربع قرار گرفته است. امروزه این منطقه به دلیل داشتن چنین وضعیت اقلیمی، تخریب مواد را به‌صورت مکانیکی تجربه می‌کند و شست‌وشو بر روی دامنه‌ها مهمترین فرایند انتقال مواد به سمت پایین‌دست می‌باشد. همچنین جریان آب ۷ آبراهه بر روی این محدوده از پای کوه تنها گذرگاه‌های جریان آب و رسوب می‌باشند.

شکل ۱. نمایش دقیق محدوده دانشگاه رازی در گوگل ارث

۳- داده و روش‌کار

در این تحقیق نخست براساس چارچوب‌های مبتنی بر استانداردهای موجود و اصول علمی به مکان‌یابی موقعیت مناسب برای تأسیس آزمایشگاه پرداخته شد. در ابتدا عوامل تعیین‌کننده در موقعیت آن بر اساس ضوابط مکان‌یابی آزمایشگاه و شناخت شرایط جغرافیایی منطقه مورد مطالعه مشخص شد و استانداردهای موجود در این باره جست‌وجو و عوامل زیر که شامل ۱۸ معیار است به دست آمد که عبارت‌اند از: شیب، جهت شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، فاصله از گسل، مکانیک خاک، فاصله از آبراهه‌ها و خط‌القعرها، فاصله از تأسیسات خطرناک، فاصله از درب ورودی دانشگاه، فاصله ازخوابگاه دانشجویان، فاصله از راه‌های ارتباطی، فاصله از دانشکده برتر، فاصله از دانشکده‌های فنی مهندسی و شیمی، سرعت عملیات ساخت، فاصله از خطوط برق، فاصله از لوله‌های آب آشامیدنی، فاصله از خطوط تغذیه گاز و فاصله از خطوط جمع‌آوری فاضلاب.

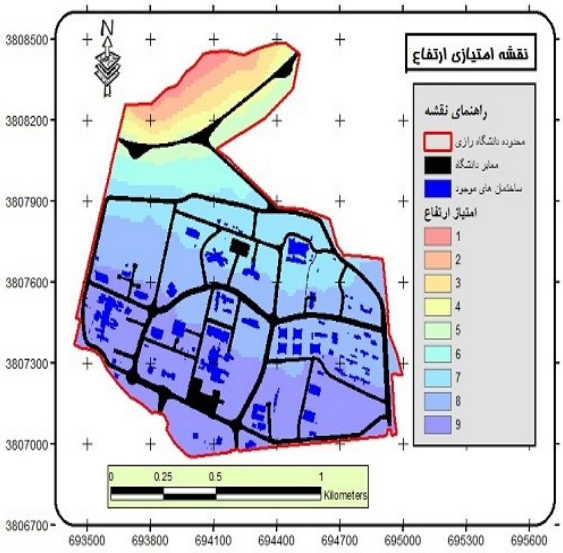
مرحله بعدی تحقیق تهیه لایه‌های اطلاعاتی برای هر یک از عوامل فوق‌الذکر بود، برای این منظور نخست محدوده دانشگاه که با عملیات نقشه‌برداری زمینی درمحیط نرم‌افزار اتوکد مشخص و ترسیم شده بود، به فرمت شیپ [1]تبدیل و در محیط آرک جی آی اس [2]فراخوانده شد.

سپس با بهره‌گیری از مدل رقومی ارتفاع ۳۱۲ متر در جی آی اس، نقشه‌های طبقات ارتفاعی، شیب به درصد، فاصله از خط‌القعر و جهت‌های جغرافیایی شیب به شکل رستری تولید شدند و برای شرکت دادن آنها در فرایند مکان‌یابی سه نقشه طبقات ارتفاعی، شیب و فاصله از خط‌القعر در ۹ کلاس و نقشه جهات جغرافیایی در۴ کلاس طبقه‌بندی شدند که بنا به اهمیت هریک از آنها به ترتیب برای معیار ارتفاع ضلع‌های جنوبی دانشگاه (شکل ۲ الف)، معیار شیب محدوده‌های مشخص شده با رنگ سفید که بیانگر میزان شیب ۰ تا ۶/۸۳ درصد است (شکل ۲ ب)، معیار فاصله از خط‌القعر، ضلع شمالی و جنوب شرقی دانشگاه (شکل ۲ ج) و برای معیار جهت شیب زاویه ۲۷۰ تا ۳۶۰ درجه از مبدأ شمال یعنی جهت غرب به شمال (شکل ۲ د)، مکان‌های مناسبی جهت احداث آزمایشگاه هستند.

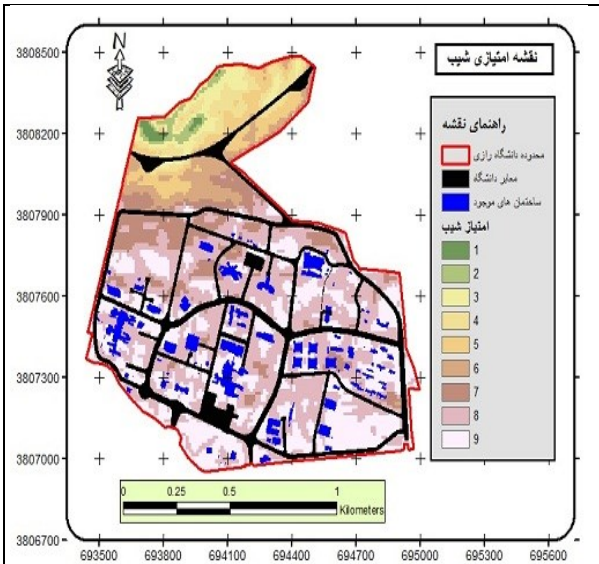
سپس به تهیه و پردازش نقشه‌های معیار گسل و مکانیک خاک با بهره‌گیری از نقشهٔ گسل در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰و نقشه خاک در مقیاس۱:۵۰۰۰۰۰ پرداخته شده و محدوده دانشگاه از آنها استخراج شده است که بنا به اهمیت هریک ازآنها به ترتیب برای معیار فاصله از گسل محدوده‌های مشخص شده با رنگ بنفش جهت احداث آزمایشگاه از کمترین امتیاز و تناسب برخوردارند (شکل ۲ ر) و برای معیار مکانیک خاک ضلع‌های شمالی محدوده دانشگاه که از خاک ریگوسل کالکریک ریگوسل تشکیل شده‌اند از این نظر مکان مناسبی جهت احداث آزمایشگاه هستند (شکل ۲ ز).

همچنین برای تولید نقشه‌های معیار فاصله از تأسیسات خطرناک، کاربری اراضی، فاصله از دانشکده‌های شیمی و فنی، فاصله از دانشکده برتر و فاصله از خط‌القعرها از فایل اتوکدی تأسیسات زیربنایی دانشگاه با دقت ۰/۵ متر تا ۱ متر استفاده شده است که به فرم شیپ تبدیل و در محیط جی آی اس فراخوانده شدند که بنا به اهمیت هریک از آنها به ترتیب برای معیار فاصله از تأسیسات خطرناک ضلع‌های شمالی و جنوب شرقی دانشگاه (شکل ۲ ژ)، برای معیار کاربری اراضی محدوده‌های مشخص شده، تحت عنوان اراضی آماده‌سازی شده (شکل۲ م)، برای معیار فاصله از دانشکده‌های شیمی و فنی مهندسی ضلع غربی و جنوبی دانشگاه (شکل ۲ ن) و همچنین برای معیار فاصله از دانشکده برتر ضلع غربی دانشگاه (شکل ۲ و) مکان‌های مناسبی جهت احداث آزمایشگاه هستند.

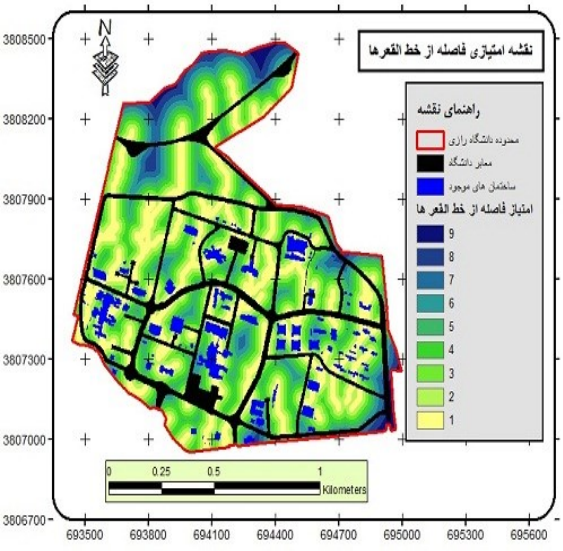
1. SHP
2. ARC GIS
3. Digital elevation model (DEM)



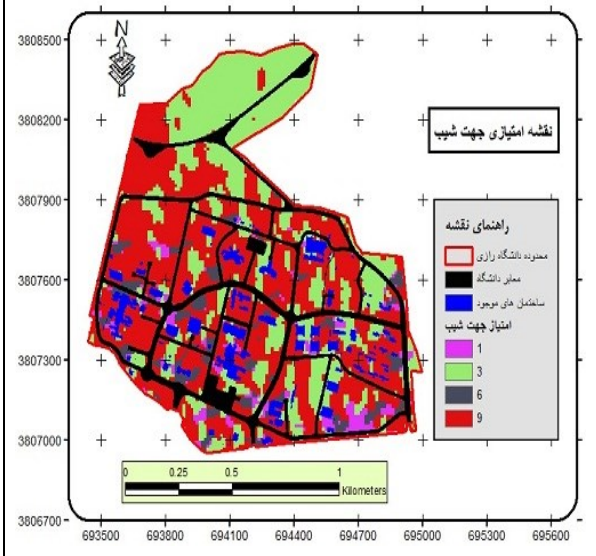
الف - نقشه امتیازی ارتفاع



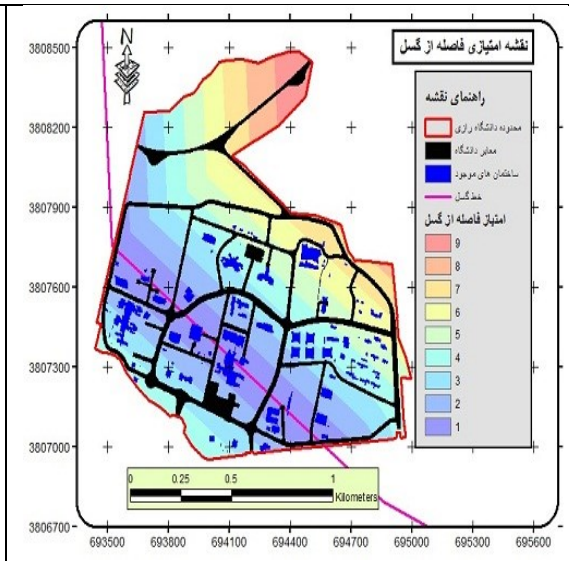
ب - نقشه امتیازی شیب



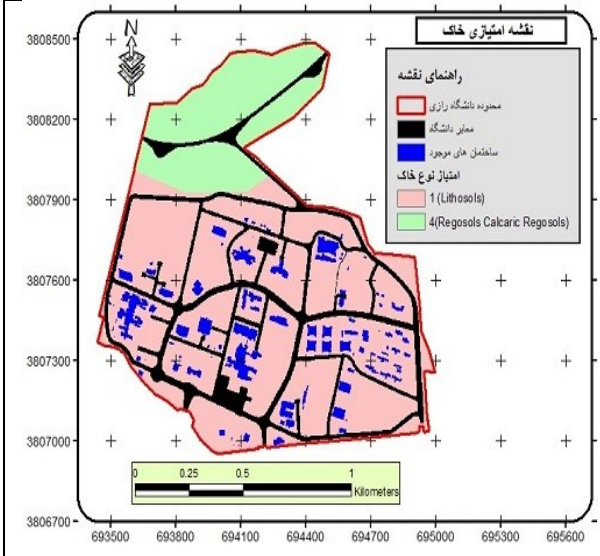
ج- نقشه امتیازی فاصله از خط‌القعر



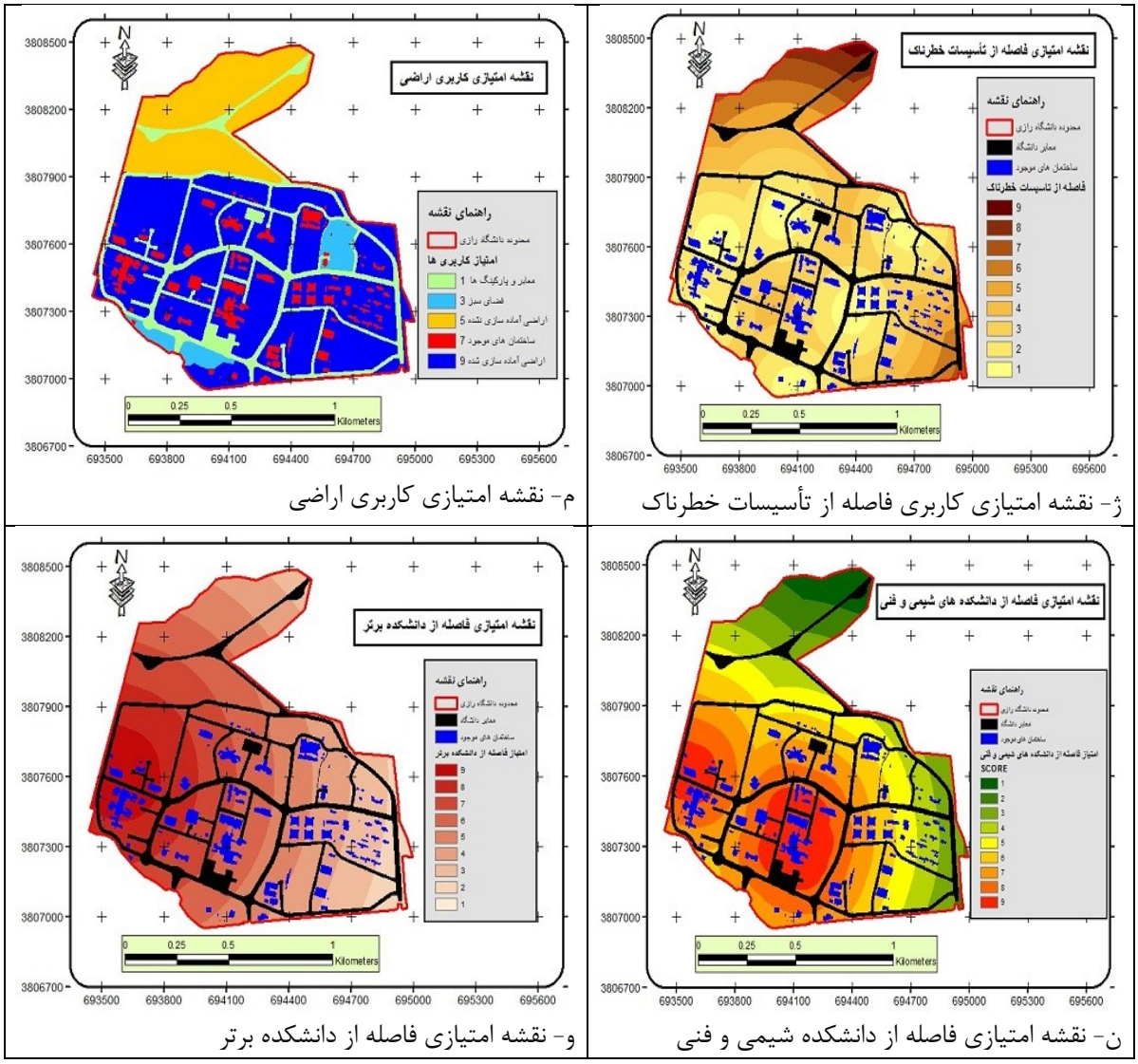
د- نقشه امتیازی جهت شیب



ر- نقشه امتیازی فاصله از گسل



ز- نقشه امتیازی مکانیک خاک



ژ- نقشه امتیازی کاربری فاصله از تأسیسات خطرناک

م- نقشه امتیازی کاربری اراضی

ن- نقشه امتیازی فاصله از دانشکده شیمی و فنی

و- نقشه امتیازی فاصله از دانشکده برتر

شکل۲. نقشه‌های امتیازی قطعات زمین برحسب معیارهای مکان‌یابی آزمایشگاه مرکزی

جهت ترکیب نقشه‌ها و مکان‌یابی مناسب لایه‌های مؤثر (معیارها) در مکان‌یابی، لایه‌ها با استفاده از قواعد تصمیم‌گیری به مقیاسی تبدیل شدند که بتوان آنها را با یکدیگر ادغام کرد (شهابی و همکاران ۱۲۳:۱۳۸۹ به نقل از حیدر زاده، ۱۳۸۲). بدین منظور از روش تحلیل سلسله مراتبی ای اچ پی (ساتی[1]، ۱۹۸۰) به شرح زیر استفاده شد: بر پایه اصل تجزیه در ای اچ پی؛ نخست نمودار سلسله مراتبی؛ هدف، معیارها و گزینه‌ها ایجاد شد. در گام دوم بنا بر اصل قضاوت مقایسه‌ای به مقایسه دوبه‌دو معیارها بر اساس مقیاس نه درجه‌ای ساتی (۱۹۷۷) (جدول ۱)، توسط افراد خبره و کارشناس در زمینه علوم و تجهیزات آزمایشگاهی (اساتید دانشکده‌های شیمی، فنی و مهندسی، نفت و ادبیات (جغرافیا) در قالب پرسشنامه پرداخته شد. بدین صورت که ۲۴ فقره پرسشنامه تهیه شده برای پاسخ‌گویی به دفاتر اساتید مذکور برده شد. تحویل پرسشنامه‌ها به نمونه‌ها بستگی به تمایل و رغبت آنها برای مشارکت در پژوهش داشت که پس از ارائه توضیحاتی در خصوص نحوه پرکردن پرسشنامه و اهمیت نتایج حاصل از این

1. Saaty

پژوهش، پرسشنامه‌ها برای پاسخ‌گویی به آنها تحویل داده می‌شد، پس از گذشت مدت زمان معین (۱ ساعت) تحویل گرفته شد.

در گام بعدی از این مرحله باید از صحت و دقت پاسخ‌گویی اطمینان حاصل می‌شد که این امر با کنارگذاشتن پرسشنامه‌های با پاسخ ناقص یا پاسخ‌های با نرخ ناسازگاری ضعیف میسر گردید. برای ارزیابی نرخ ناسازگاری اعداد حاصل از مقایسه زوجی در نرم‌افزار اکسپرت چویس[1] وارد گردید و پرسش‌نامه‌هایی که بیش از ۰/۱ نرخ ناسازگاری داشتند نشان می‌داد که پاسخ‌گو به‌درستی متوجه مقیاسات و سؤالات نشده است و بنابراین سازگاری مقیاسات مورد تأیید نیست. از این‌رو، پاسخ‌های حاصل از ۲۰ فقره پرسشنامه صحیح جهت محاسبه وزن نهایی هریک از معیارها و به‌دست‌آوردن نرخ ناسازگاری کلی (شاخصی که میزان سازگاری پاسخ داده و روش کارهای خبرگان به ارزیابی‌ها و مقیاسات زوجی را اندازه‌گیری می‌کند) وارد نرم‌افزار اکسپرت چویس شد (جدول ۲).

جدول۱. لیکرت ۹ درجه‌ای پرسشنامه ساتی[2] (۱۹۷۷)

درجه اهمیت	توضیح
۱	اهمیت برابر
۲	اهمیت برابر تا متوسط
۳	اهمیت متوسط
٤	اهمیت متوسط تا قوی
٥	اهمیت قوی
٦	اهمیت قوی تا اهمیت خیلی قوی
۷	اهمیت خیلی قوی
۸	اهمیت خیلی قوی تا اهمیت فوق‌العاده قوی
۹	اهمیت فوق‌العاده قوی

جدول۲. وزن معیارها مؤثر در مکان‌یابی آزمایشگاه در مدل AHP

پارامتر	شیب	جهت شیب	ارتفاع	کاربری اراضی	فاصله از گسل	مکانیک خاک	فاصله از خط‌القعرها	فاصله از تأسیسات خطرناک	فاصله از درب	نرخ ناسازگاری

1. Expert choice
2. Saaty

								ورودی دانشگاه		
وزن	۰.۱۳۰	۰.۰۰۸	۰.۰۶۵	۰.۰۳٤	۰.۱۳۲	۰.۱٦۳	۰.۱۸٦	۰.۰۹۱	۰.۰۲۱	۰.۰۹
پارامتر	فاصله از راه‌های ارتباطی	فاصله از دانشکده برتر	فاصله از دانشکده‌های فنی و شیمی	سرعت عملیات ساخت	فاصله از خطوط برق	فاصله از لوله‌های آب آشامیدنی	فاصله از خطوط تغذیه گاز	فاصله از خطوط جمع‌آوری فاضلاب	فاصله از خوابگاه دانشجویان	
وزن	۰.۰۳٤	۰.۰۳۲	۰.۰۲٤	۰.۰۳۹	۰.۰۰۵	۰.۰۰۹	۰.۰۱٤	۰.۰۲۳	۰.۰۱۸	

پس از مشخص‌شدن وزن معیارهای مورد استفاده در پژوهش، با استفاده از دستور روی هم‌گذاری وزن‌ها[1] در نرم‌افزار جی آی اس به تلفیق و روی‌هم گذاری کلیه لایه‌های اطلاعاتی تولید شده اقدام شد.

مرحلهٔ دوم در این تحقیق با هدف استخراج خطاهای تولید شده در این نقشه‌ها در صورت عدم آگاهی از روابط فضایی بود که در آن نقشه حاصل از این تحقیق با نتایج نقشه تهیه شده به وسیله غیرمتخصصین جغرافیا که قبلاً برای اهداف کاربردی تهیه شده بود، مقایسه شد و علل خطاهای موجود در نتیجه بررسی فرایند تهیه این نقشه‌ها به دست آمد.

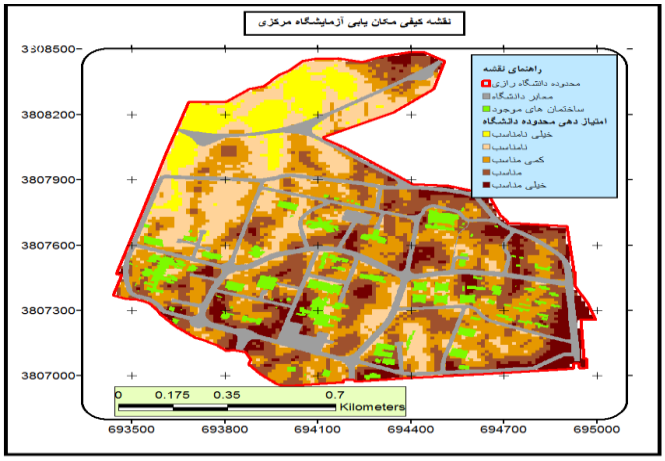
در مرحله سوم تطبیق خطاهای استخراج شده با خطاهایی که در مقیای متوسط و بزرگ تهیه می‌شوند بود که نتایج آن برای طبقه بندی علل وجود خطاها به کار گرفته شد.

۴- یافته‌ها و بحث

برونداد ترکیب و روی‌هم‌گذاری نقشه‌های معیار ۱۸ گانه، از روش جمع جبری در محیط جی آی اس، نقشه کلی و نهایی مکان‌یابی است که در ۵ کلاس تناسب شامل خیلی نامناسب، نامناسب، کمی مناسب، مناسب و خیلی مناسب طبقه‌بندی شده است (شکل ۳) که مساحت هریک از آنها در جدول ۳ به مترمربع بیان شده است. از آنجا که پهنه‌های خیلی مناسب (عالی) مشخص شده در شکل ۳ جهت احداث آزمایشگاه مرکزی در مدل ای اچ پی به‌صورت پراکنده در محدوده مورد مطالعه پخش شده‌اند و برخی پهنه‌ها به علت نداشتن حداقل مساحت مورد نیاز (۲۰۰۰ مترمربع) نمی‌تواند جهت احداث آزمایشگاه ارزش برنامه‌ریزی داشته باشد، بنابراین با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار جی‌آی‌اس به جداسازی پهنه‌های با مساحت بالای ۲۰۰۰ مترمربع اقدام شد (شکل ۴) و در نتیجه ۱۴ قطعه دارای حداقل مساحت مورد نیاز جهت احداث آزمایشگاه مرکزی مشخص شد که مساحت آنها از ۲۴۳۲ تا ۳۹۹۹۱ متر مربع متغیر است که موقعیت هر یک از این محدوده‌ها با شماره قطعه بر روی شکل ۴ مشخص شده و در جدول ۴ درباره مقدار مساحت و دلیل اولویت یافتن یا نیافتن هریک از قطعه‌ها صحبت شده است که در نهایت با توجه به

1. weighted Overlay

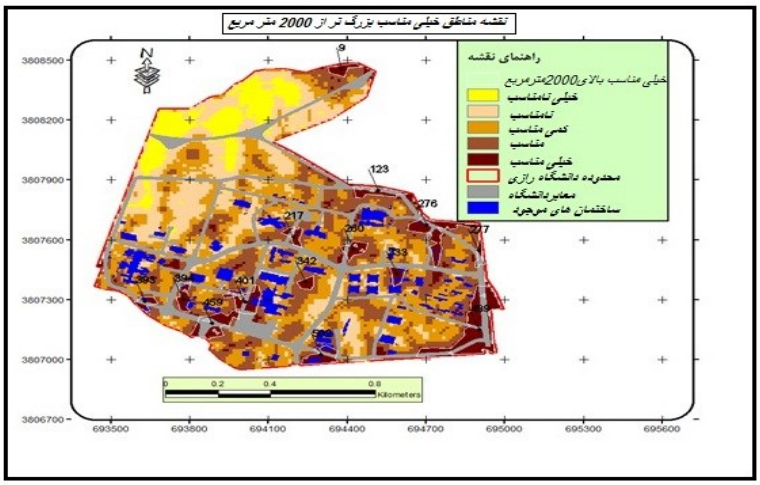
بررسی‌های صورت‌گرفته، قطعه شماره ۳۴۲ با مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۸ دقیقه و ۹۶ ثانیه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۱۱ دقیقه و ۲۹ ثانیه طول شرقی، به سبب نزدیکی به درب ورودی، نزدیکی به دانشکده‌هایی که از خدمات آزمایشگاهی بهره می‌برند، میزان دسترسی مناسب به جاده‌ها و عدم مجاورت با ساختمان‌ها و قرار نگرفتن در حریم آنها در اولویت اول جهت احداث آزمایشگاه قرار گرفت.



شکل۳. نقشه کیفی حاصل از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی

جدول۳. مقدار هریک از پهنه‌های مورد ارزیابی برای احداث آزمایشگاه مرکزی به مترمربع

پهنه	خیلی مناسب	مناسب	کمی مناسب	نامناسب	خیلی نامناسب
مساحت (مترمربع)	۱۵۲۹۷۵/۱۵	۳۸۲۱۹۳/۹	۵۱۱۸۸۱/٤	۳۳۲۵۰٦/٤	۱۱٤۵۳۷/٦۵



شکل٤. نقشه مناطق عالی بزرگ‌تر از ۲۰۰۰ مترمربع

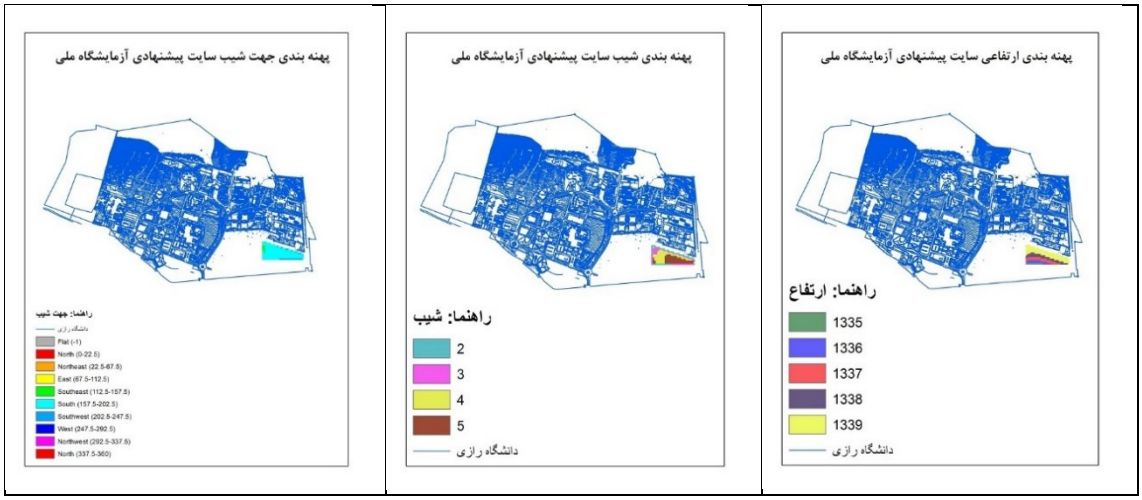
جدول٤. بررسی و انتخاب بهترین پهنه جهت احداث آزمایشگاه مرکزی

بررسی تناسب	مساحت (مترمربع)	شماره قطعه
به علت دوری از خدمات و درب ورودی که از نظر دسترسی‌ها حائز اهمیت است و نیز زمان‌بر بودن عملیات ساخت به نظر می‌رسد جهت احداث آزمایشگاه مقرون‌به‌صرفه نباشد و چون از دانشکده‌هایی که از آزمایشگاه بیشترین بهره را می‌برند دور است، همین امر باعث کاهش بهره‌وری آن برای دانشکده‌هایی داخل و خارج از محدوده دانشگاه می‌شود.	۳۹۸۳	۹
قسمتی از مساحت محدوده بر روی راه اصلی قرار گرفته است و علاوه بر این فاصله زیادی مابین این مکان تا درب ورودی و دانشکده‌هایی که بیشترین استفاده را از آزمایشگاه دارند، وجود دارد.	٦٥٦٨	۱۲۳
	۱٦۰۲۳	۲۷٦
	۲٤۳۲	۲۷۷
	۳۹۹۹۱	٤۸۹
دور بودن این محدوده از درب ورودی دانشگاه می‌تواند در زمان بروز حادثه مسئله‌ساز بوده و خسارت‌های زیادی را به بار آورد	٥۲٦۷	۲٦۰
این محدوده دارای محدودیتی مثل نزدیکی به تأسیسات خطرناک است اما باتوجه به مزایایی از قبیل راه‌های ارتباطی غنی، وجود فاصله مناسب با خوابگاه و ساختمان‌های مجاور، وجود فاصله تقریباً یکسان با دانشکده‌هایی که بیشترین استفاده را از آزمایشگاه دارند و نزدیکی به درب ورودی (جهت دسترسی‌ها و استفاده سایر دانشگاه‌ها) و همچنین ماهیت قابل پیشگیری حوادث ناشی از تأسیسات خطرناک که همان موتورخانه‌ها هستند، می‌توان از این محدودیت به نفع مزایای موجود چشم‌پوشی کرد، در واقع به نظر می‌رسد که این مکان نسبت به سایر اماکن موجود، بیشترین قابلیت و ظرفیت را جهت احداث آزمایشگاه مرکزی دارد.	۲۷٥٦	۳٤۲
این محدوده‌ها به علت اینکه در جانمایی بر روی نقشه در نزدیکی و حریم ساختمان‌ها و راه-های ارتباطی قرار گرفته است، برای احداث آزمایشگاه مناسب نیستند چرا که در مواقع بروز حادثه موجب آسیب دیدن ساختمان‌های مجاور و مختل شدن راه‌های ارتباطی می‌شود.	۸۲۱۷	٥۰۲
	۳۷۲۹	۳۳۳
	۳۸٦۳	۲۱۷
این محدوده باتوجه به اینکه در نزدیکی خط‌القعرها و گسل قرار دارد در مقابل حوادث غیرمترقبه بسیار آسیب‌پذیر است. علاوه بر این در جانمایی بر روی نقشه در نزدیکی ساختمان-ها قرار داشته و قسمتی از مساحت آن بر روی راه ارتباطی قرار گرفته است که این امر موجب آسیب به ساختمان‌های مجاور و مختل شدن راه‌های ارتباطی می‌شود.	۱۰۷۲۷	٤۰۱
این محدوده در نزدیکی خط‌القعر و آبراهه‌ها قرار دارد و تغییر دادن مسیر آبراهه عملاً امکان‌پذیر نیست و این امر عاملی برای بروز بحران در مواقع وقوع سیل می‌شود، به لحاظ مدیریت بحران	۱۳۷۷۰	٤٥۹

مکان مناسبی نیست. همچنین قسمتی از این محدوده بر روی فضای سبز قرار دارد که احداث آزمایشگاه بر روی این مکان به لحاظ تدابیر حفظ محیط‌زیست اقدامی ناکارآمد است.		
این محدوده در نزدیکی خط‌القعر و آبراهه‌ها قرار دارد و تغییردادن مسیر آبراهه امکان‌پذیر نیست و این امر عاملی برای بروز بحران در مواقع وقوع سیل می‌شود و به لحاظ مدیریت بحران مکان مناسبی نیست. همچنین این محدوده در نزدیکی ساختمان‌ها قرار دارد. این امر موجب آسیب به ساختمان‌های مجاور و افزایش احتمال بروز فاجعه می‌شود.	٤٨٩٩	٣٩٤
قسمتی از مساحت این محدوده بر روی راه ارتباطی و قسمتی از آن نیز بر روی فضای سبز قرار دارد که احداث آزمایشگاه بر روی این مکان به لحاظ تدابیر حفاظت محیط‌زیست و همچنین مدیریت بحران اقدامی ناکارآمد است.	٣٦٣٥	٣٩٣

یافتن مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقاتی که قبلاً صورت گرفته است تفاوت فاحشی را نشان داده و مشخص می‌شود که مکان انتخاب شده توسط محققان قبلی در ۶۰۰ متری جنوب شرق موقعیت انتخاب شده در این تحقیق قرار می‌گیرد (شکل ۵). بررسی علل وجود چنین تفاوتی نشان داد که تحقیق قبلی به منظور ارائه گزارش سریع تنها با تکیه بر سه پارامتر ارتفاع، شیب، جهت شیب صورت گرفته است (شکل ۶). در تهیه نقشه یادشده هیچ‌کدام از روش‌های شناخته شده مکان‌یابی استفاده نشده و علاوه بر این به نحوه استخراج نقشه‌ها و دقت داده‌های مورد استفاده اشاره‌ای نشده است. مجموع این عوامل موجب شده که مکان پیشنهادی توسط تحقیقات قبلی روابط فضایی موقعیت انتخابی با مسیر عبور چندین آبراهه و فاصله از درب ورودی به لحاظ دسترسی‌ها (بیمارستان، آتش‌نشانی، نیروی انتظامی و بهره‌مندی سایر دانشگاه‌ها) و نیز فاصله از دانشکده‌های شیمی و فنی مهندسی که حاکی ازعدم توجه به زمینه فعالیت آزمایشگاه (شیمی و مهندسی شیمی، کشاورزی و محیط‌زیست) می‌باشد؛ از نظر دور بماند.

شکل ۵. نقشه مکان‌های مناسب جهت احداث آزمایشگاه توسط دانشگاه و پژوهش حاضر



شکل٦. نقشه ارتفاع، شیب و جهت شیب که توسط تحقیقات قبلی به عنوان تنها عوامل تأثیر گذار برای تعیین مکان مناسب جهت تأسیس آزمایشگاه مرکزی در داخل محدوده دانشگاه مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

اگر همین نتایج حاصل از مقایسه بالا به تحقیقات دیگر در زمینه‌های مختلف گسترش داده شود، مشخص می‌شود که از نظر روش‌شناسی آنها باید ۴ مرحله مرور متون معیارهای انتخاب محل، نظام‌مندسازی معیارها، ایجاد معیارهای حذف وآستانه‌های آنها و تنظیم معیارهای امتیازدهی و رویکردی برای تعیین کمیت آنها را پشت سر بگذارند، شاید اصلی‌ترین عامل تعیین‌کننده جنبه علمی داشتن یا نداشتن مکان‌یابی، نوع معیارهای آن است. اغلب پژوهش‌های پیشین، اشاره‌ای به استانداردهایی که سازمان‌ها یا کارفرمایان (به پشتوانه تحقیقات علمی قبلی) الزامی دانسته‌اند نکرده و لایه‌ها بر اساس معیارهای مرسوم انتخاب شده است، در حالی که کارفرمایان سعی می‌کنند برای انتخاب معیارها روش‌های استانداردی را ارائه بدهند. اگر تحقیقات، نتیجه طرح‌های کاربردی نباشند، نه هزینه‌ها امکان تهیه لایه‌های تحقیقاتی دقیق را اجازه می‌دهد و نه فرصت پژوهشگران اجازهٔ تهیه لایه‌های اطلاعاتی با معیارهای استاندارد را می‌دهد. بنابراین، دقت نتایج به مقیاس تحقیق و هدف تحقیق از نظر کاربردی یا پژوهشی بودن بستگی پیدا می‌کند.

با توجه به اینکه روش تحلیل سلسله مراتبی، یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است (صحراییان و زنگی‌آبادی،۱۳۹۲) که برای تصمیم‌گیری‌های پیرامون انتخاب بهترین گزینه یا اولویت‌بندی کارآمد است (عرب عامری و همکاران، ۱۳۹۷)، دقت آن در مکان‌یابی نسبت به سایر مدل‌ها بیشتر است (حصادی، نادریان و ملکی، ۱۳۸۸)، و طیف وسیع کلاس‌بندی را ارائه می‌دهد (عرب عامری و همکاران، ۱۳۹۷) و همچنین در آن امکان به‌کارگیری همزمان معیارهای کمی و کیفی و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها فراهم است (زبردست، ۱۳۸۰، فرقانی و همکاران، ۱۳۸۷). ولی رکن اصلی این روش تکیه بر تجربیات و تخصص افرادی دارد که در فرایند انتخاب اولویت‌ها نقش اساسی دارند. بنابراین، انجام صحیح این روش به آمادگی و علاقه کامل افراد خبره نیاز دارد که همکاری صمیمی آنها در پاسخ‌های دقیق به پرسش‌های محقق نیاز به سنجش دارد. به نظر می‌رسد

این عامل نیز دقت مکان‌یابی‌های بهینه را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد که در اغلب تحقیقات در شیوه به کارگیری این عامل اشاره‌ای نمی‌گردد.

۵- نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش آشکار کردن نقاط ضعف و قوت مکان‌یابی‌های بهینه رایج بود که با نمونه قراردادن مکان‌یابی آزمایشگاه مرکزی که قبلاً نیز توسط دفتر فنی دانشگاه رازی صورت گرفته است، به این مهم پرداخته شد. نتایج نشان داد که تفاوت قابل توجهی در انتخاب مکان بین چیزی که در این تحقیق صورت گرفته و آن چیزی که قبلاً صورت گرفته است وجود دارد. ازآنجاکه مکان‌یابی در مقیاس کوچک، با داده‌هایی با دقت بیشتری نیاز دارد، مقایسه دو روش مکان‌یابی خطاها را بهتر آشکار کرد و نشان داد که عدم توجه به عوامل استاندارد بعداً می‌تواند ضعف روابط فضایی بین مکان‌های مجاور و مکان انتخابی را آشکار نموده و در صورت ساخت پروژه آن را با مشکل مواجه سازد، به عبارتی آن را در معرض مخاطرات محیطی قرار دهد، یا فعالیت آن به محیط آسیب برساند یا اینکه برای برقراری ارتباط با سایر عناصر، کاربران را متحمل صرف هزینه‌های اضافی نماید.

مقایسه این نتیجه با تحقیقات در مقیاس بزرگ نیز مشخص کرد که دقت در فرایند تحقیق مربوط به مکان‌یابی نیز به انگیزه تحقیق بستگی دارد. بر این اساس می‌توان دو گروه تحقیقات را در این رابطه از هم تفکیک کرد:

۱- پژوهش‌ها ممکن است با هدف کاربردی که اصلی‌ترین هدف است انجام گیرد. در این صورت ممکن است دو وضعیت رخ دهد. وضعیت اول اینکه نتایج تحقیقات الزام‌آور نیستند؛ به‌عبارتی دیگر مسئولیت خاصی در قبال نتایج پهنه‌بندی محقق ندارد و تنها برای ارزیابی اولیه و دریافت امتیاز صورت می‌گیرد مانند نمونه آزمایشگاه مرکزی که پژوهش‌های پیشین با ضرب‌الاجل تعیین‌شده چندروزه تنها با این هدف صورت گرفت و چنانکه مشاهده شد خطاها از بابت نوع و تعداد داده‌ها و به‌صورت آگاهانه رخ داد.

وضعیت دوم زمانی رخ می‌دهد که نتایج پژوهش‌ها حساس بوده و مسئولیت جدی را برای پژوهشگر ایجاد می‌کند؛ مانند مکان‌یابی پسماندهای جامد شهری که به سفارش سازمان‌ها صورت‌گرفته و تحت داوری قرار می‌گیرد. دراین صورت خطاهایی که ممکن است رخ دهد از نظر مقیاس داده‌هاست؛ به عبارتی لایه‌های انتخابی بر اساس نقشه‌ها و داده‌های قابل دسترسی که ممکن است، مقیاس نامناسبی داشته باشند مورد استفاده قرار گیرند که در این شرایط وظیفه محقق یافتن روش‌هایی برای ارتقا ارزش داده‌ها می‌باشد.

۲) هدف مکان‌یابی انجام پژوهش‌های دانشجویی است. از آنجا که در این صورت معمولاً منظور آموزش مراحل انجام یک مکان‌یابی است، توجه کمی به ارزش داده‌ها، مقیاس و حتی روش اولویت‌بندی می‌گردد. این تحقیقات زمانی ارزشمند می‌گردند که روش‌های خاص را برای اهداف خاص معرفی می‌کنند یا این‌که توجه محققین را به عوامل جدیدی برای یک نوع مکان‌یابی جلب می‌نمایند.

فهرست منابع:

اصغرپور محمدجواد (۱۳۹۴). **تصمیم‌گیری‌های چند معیاره**، چاپ چهاردهم، تهران، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

آگهی حسین؛ عبدی فارس (۱۳۸۸). **مکان‌یابی و ظرفیت‌سنجی کارخانه قند سوم استان کرمانشاه**، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۷ (۶۸): ۱۲۹-۱۵۳

بدری سیدعلی؛ وثوقی لیلا (۱۳۹۳). **مکان‌یابی نقاط گردشگری اسکی مورد مطالعه (استان اردبیل)**، تحقیقات جغرافیایی، ۲۴ (۲):۴۴-۲۵

پژوم مه‌لقا؛ سیستانی فائزه؛ دهداردرگاهی محمد (۱۳۹۵). **مروری بر روش‌های مکان‌یابی شهرها**، دومین کنفرانس بین‌المللی نوآوری در علوم و تکنولوژی.

تقوایی مسعود؛کیومرثی حسین(۱۳۹۰). **مکان‌یابی دهکده‌های گردشگری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل** SWOT **(نمونه موردی: ساحل دریاچه کافتر)**، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۷ (۲۵): ۱۴۳-۱۵۴

جبل‌عاملی محمدسعید؛ شهانقی کامران؛ حسنوی رضا؛ نصیری محمدرضا (۱۳۸۸). **ارائه مدل ترکیبی مکان‌یابی تسهیلات حساس**، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، شماره ۴ : ۷۶-۶۵

حسامی محمد؛ شیشه‌بری داود (۱۳۹۴). **توسعه سیاست‌های مکان‌یابی در افق برنامه‌ریزی بلندمدت (مطالعه موردی مکان‌یابی بیمارستان)**، تحقیق در عملیات در کاربردهای آن (ریاضیات کاربردی)، ۱۲ (۳):۸۳-۶۹

خاکپور براتعلی؛ خدابخشی زهرا؛ ابراهیمی قوزلو میر معظم (۱۳۹۱). **مکان‌یابی مراکز درمانی با استفاده از** GIS **و روش ارزیابی چند معیاری:** AHP **ناحیه دو شهر نیشابور**، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۰ (۱۹): ۱-۲۰

خاتمی فیروزآبادی علی؛ الهی‌رودپشتی سجاد؛ تقوی‌فرد محمدتقی (۱۳۹۰). **الگویی برای مکان‌یابی شعب مؤسسه مالی و اعتباری قوامین**، مجله علمی - پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین، ۲ (۱):۱۴۸-۱۲۹.

رزم‌جو مهلا؛ شهبازی فرزین؛ جعفرزاده علی‌اصغر؛ مقدم‌واحد محمد (۱۳۹۵). **مکان‌یابی پهنه‌های مستعد کشت گل محمدی (مطالعه موردی: ایستگاه تولید بذر گیاهان دارویی و صنعتی سراب)**، دانش آب‌وخاک (دانش کشاورزی)، ۲۶ (۱۱): ۲۱۲-۱۹۷.

روستایی شهرام؛ جباری ایرج (۱۳۹۲). **ژئومورفولوژی مناطق شهری**، چاپ ششم، سمت، تهران.

سپهری محمدمهدی؛ طهرانی‌نیک‌نژاد حسین؛ وزینی مصطفی (۱۳۸۰). **مکان‌یابی فضاهای جدید آموزشی با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح**، مدرس علوم‌انسانی، ۵ (۲): ۱۰۶-۸۵.

شانیان علی؛ سعدی‌نژاد سهیل؛ داداش‌زاده محمد (۱۳۸۳). **کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره** (MCDM) **در انتخاب راهبرد مناسب جهت اجرای پروژه فناوری اطلاعات**، مدیر ساز، ۱۵: ۱۰۲-۱۱۶.

شهابی هیمن؛ علایی مسعود؛ حسینی سیدمحمد؛ رحیمی عثمان (۱۳۸۹). **ارزیابی روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب وزنی در مکان‌یابی محل دفن مواد زائد شهری با تأکید بر عوامل ژئومورفولوژیک مطالعه موردی شهر سقز**، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، ۱۰ (۳): ۱۳۵-۱۱۵.

صحرائیان زهرا؛ زنگی‌آبادی علی (۱۳۹۲). **کاربرد روش AHP در مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر جهرم)**، امداد و نجات، ۵ (۲):۱۴-۲۹.

صحراییان زهرا؛ زنگی‌آبادی علی؛ خسروی فرامرز (۱۳۹۲). **تحلیل فضایی و مکان‌یابی مراکز بهداشتی - درمانی و بیمارستان با استفاده از GIS نمونه موردی: شهر جهرم**، فضای جغرافیایی، ۱۳ (۴۳): ۱۵۳-۱۷۰

صدیقی ژیلا؛ حسینی علی؛ محمدکاظم؛ مهدوی سعید؛ میراب‌سمیعی سیامک؛ صفادل نوش‌آفرین؛ بنایی وحید؛ جهانگیری کتایون؛ رستمی راحله (۱۳۹۴). **دسترسی جغرافیایی به مراکز آزمایشگاهی تشخیص پزشکی کشور ایران: طراحی مدل دسترسی (مکان‌یابی و تعداد آزمایشگاه‌ها)**، پایش، ۱۴(۵):۵۳۷-۵۳۳.

صفایی‌پور مسعود؛ مختاری‌چلچه صادق؛ حسینی سیدرضا؛ سلیمانی‌راد اسماعیل (۱۳۹۴). **مکان‌یابی محل دفع پسماندهای روستایی با استفاده از تلفیق مدل تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GHS (مطالعه موردی: شهرستان شهرکرد)**، پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، ۴ (۴): ۷۵-۵۷.

طباطبایی جواد؛ اقصایی هلن (۱۳۹۵). **مکان‌یابی محل بهینه دفع پسماند ساختمانی با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی، مطالعه موردی شهر اصفهان (۱۳۹۳)**، تحقیقات نظام سلامت، ۱۲ (۳): ۳۰۷-۳۱۴.

عبداله‌زاده‌فرد، علیرضا (۱۳۹۶). **مکان‌یابی شهرک صنایع‌دستی گامی در راستای تحقق توسعه گردشگری پایدار (نمونه موردی: شهر شیراز)**، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی (مجله پژوهشی علوم‌انسانی دانشگاه اصفهان)، ۲۲ (۲): ۹۹-۱۲۰.

عرب‌عامری علیرضا؛ سهرابی مسعود؛ رضایی خلیل؛ شیرانی کوروش (۱۳۹۷). **مکان‌یابی سد زیرزمینی با استفاده از تکنیک GIS و روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)** ، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۵۱:۱۲۴۱-۶۰.

عزیزی مجید؛ رمضان‌زاده مصطفی (۱۳۹۰). **شناسایی و ارزیابی شاخص‌های مؤثر و مکان‌یابی کارخانه تولید تخته فیبر سخت در استان مازندران**، صنایع چوب و کاغذ ایران، ۲ (۲): ۶۵-۸۱.

فتحعلی جعفر؛ میرجلالی فرشته‌السادات (۱۳۸۸). **مکان‌یابی فرودگاه استان سمنان با استفاده از روش‌های تاپسیس و مکان‌یابی مرکز**، پژوهشنامه حمل‌ونقل، ۶ (۴): ۳۵۰-۳۴۱.

فروزنده‌هرکی گوهر؛ کهرم اسماعیل؛ لقایی حسینعلی (۱۳۹۰). **مکان‌یابی طراحی دهکده گردشگری «دره عشق»**، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۳(۳): ۸۳-۹۹.

فرهادی رودابه (۱۳۷۸). **تجزیه و تحلیل توزیع مکانی و مکان‌یابی مدارس در منطقه ٦ تهران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران.

کریمی‌حسینی آزاده؛ بزرگ حداد امید؛ هورفر عبدالحسین؛ ابراهیمی کیومرث (۱۳۸۹). **مکان‌یابی ایستگاه‌های باران‌سنجی با استفاده از آنتروپی**، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۴(۱۱):۱-۱۲.

لشکری حسن؛ رضایی علی (۱۳۹۰). **مکان‌یابی نواحی مستعد کشت کلزا در سر پل ذهاب،** پژوهش‌های جغرافیا طبیعی، ۴۳(۷۸): ۴۸-۲۹.

لطفی حیدر؛ زیاری یوسف‌علی؛ صادقی بابک (۱۳۸۹). **بررسی مکان‌یابی دفع پسماندها با روش برنامه‌ریزی خطی در محیط GIS مطالعه موردی: نواحی از استان خراسان رضوی)،** جغرافیایی سرزمین، ۷ (۲۶): ۱۰۳-۱۱۸.

محمدی جمال؛ پورقیومی حسین؛ زارعی یاسر (۱۳۹۱). **مکان‌یابی پارکینگ‌های عمومی شهر کازرون،** جغرافیا، ۱۰(۳۴): ۲۳۲-۲۱۳.

محمدی جمال؛ پورقیومی حسین؛ قنبری محمد (۱۳۹۱). **تلفیق مدل هم‌پوشانی شاخص‌های (IO) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان‌یابی مراکز آموزشی (نمونه موردی، مدارس راهنمایی شهر کازرون)،** جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۳ (۱): ۱۲۸-۱۱۳.

مشکینی ابوالفضل؛ الیاس‌زاده سید نصرالدین؛ ضابطیان الهام (۱۳۹۱). **ارزیابی مکان‌یابی پروژه‌های مسکن مهر با رویکرد کالبدی زیست‌محیطی با استفاده از مدل سلسله مراتبی AHP،** فصلنامه علمی‌پژوهشی مطالعات شهری، شماره ۲: ۷۰-۵۷.

مؤمنی مهدی؛ تقی‌پورجاوی مسلم؛ مستغاثی شروین (۱۳۹۲). **مکان‌یابی بهینه مناطق نمونه گردشگری (مطالعه موردی: استان سیستان و بلوچستان)،** فصلنامه جغرافیایی فضای گردشگری، ۲(۸): ۱۱۳-۱۴۱

ملکی امجد؛ حصادی همایون؛ نادریان پروین (۱۳۸۸). **مکان‌یابی تغذیه مصنوعی آبخوان حوضه آبریز مرگ،** تحقیقات جغرافیایی، ۲۴(۱):۵۳-۷۸.

میکانیکی جواد؛ صادقی حجت‌اله (۱۳۹۱). **مکان‌یابی مراکز بهداشتی - درمانی (بیمارستان‌ها) شهر بیرجند، از طریق تلفیق فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و مقایسه زوجی در محیط GIS** ، آمایش محیط، ۵(۱۹): ۱۴۲-۱۲۱

نارنجی مسعود؛ فرقانی علی؛ پورابراهیم گیل کلایه علی(۱۳۹۰). **مدل اولویت‌بندی طرح‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از تصمیم‌گیری سلسله مراتبی در شرایط عدم قطعیت، مطالعه موردی: مکان‌یابی احداث کارخانه،** مهندسی صنایع (دانشکده فنی دانشگاه تهران)، ۴۵ (۲):۲۳۷ -۲۲۹.

یغفوری حسین؛ کاشفی‌دوست دیمن؛ قادرمرزی جمیل (۱۳۹۳). **تحلیلی بر الگوی پراکنش، توزیع مراکز درمانی و مکان‌یابی بهینه درمانگاه‌های جدید (نمونه موردی شهر پیرانشهر)،** آمایش محیط، ۷ (۲۵):۱۲۹-۱۴۸.

Alavi, N., Goudarzi, Gh., Babaei, A. A., Jaafarzadeh, N., and Hosseinzadeh, M., 2013. **Municipal solid waste landfill site selection with geographic information systems and analytical hierarchy process: a case study in mahshahr county, iran**. Waste Manage. Res. J. Int. Solid Wastes Public Cleans. Assoc. Iswa 31 (1), 98–105.

Alves, Cl. J. P., Silva, E. J., Müller, C., Borille,G. M. R., Guterres, M. X., Arraut, E. M., Peres, M. S., Santos, R. J. 2020, **Towards an objective decision-making framework for regional airport site selection**, Journal of Air Transport Management, Volume 89.

Beskese, A., Handan Demir, H., Kurtulus Ozcan, H., Eser Okten, H., 2015. **Landfill site selection using fuzzy ahp and fuzzy topsis: a case study for istanbul.** Environ. Earth Sci. 73 (7), 3513–3521.

Hafezi Moghaddas, N. and Hajizadeh Namaghi, H. 2009. **Hazardous waste landfill site selection in khorasan razavi province, northeastern iran.** Arabian Journal Geoscience. 4 (1), 103–113.

Javaheri, H., Nasrabadi, T., Jafarian, H., Roshan, Gh., 2006. **Site selection of municipal solid waste landfills using analytical hierarchy process method in a geographical information technology environment in giroft. Iran**. J. Environ. Health Sci. Eng. 3 (3), 177–184.

Saaty, T. (1980). **The Analytical Hierarchy Process, Planning Priority, Resiurce Allocation.** TWS Publications. USA.287.

Saaty, T.L. (1977). **A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. Journal of Mathematical Psychology**, 15, 234-281.

Shapiro, L. D. (1959). **Urban Land Use Classification, Land Economics**, Vol. 35, No. 2, pp. 149-155.

Vasiljević, T.Z., Srdjevic´, Z., Bajcˇetic´, R., and Miloradov, M. V., 2012. **Gis and the analytic hierarchy process for regional landfill site selection in transitional countries: a case study from serbia**. Environ. Manage. 49 (12), 2590–2598.

Yue Wang, Y., Li, J., Beidou Xi, D. A, Tang, J., Wang, Y., ang Yang Y. 2018, **Site selection for municipal solid waste landfill considering environmental health risks**, Resources, Conservation and Recycling,Volume 138, 40-46.