

## مدل سازی مکان دفن پسماند شهری در محیط QGIS (مطالعه موردی شهرستان زاهدان)

خدیجه صفری<sup>۱</sup>

سید علی جوزی<sup>۲\*</sup>

[jozi.1400@yahoo.com](mailto:jozi.1400@yahoo.com)

سحر رضایان<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۷

### چکیده

**زمینه هدف:** مدیریت پسماندها یکی از مهم ترین وظایف مدیریت شهری شهرها در سراسر دنیا است، از پیچیده ترین و پرهزینه ترین مشکلات مدیریت شهری نیز محسوب می شود. عدم مدیریت صحیح و عدم انتخاب جایگاه مناسب جهت دفن پسماند شهری، مشکلاتی را برای محیط زیست شهروندان ایجاد می کند.

**روش بررسی:** در این مقاله، روش ترکیبی با هدف مدل سازی مکان دفن پسماند شهری در محیط QGIS در شهرستان زاهدان ارائه شده است. ابتدا معیارهای مؤثر در انتخاب محل دفن با توجه به شرایط منطقه و با نظر خبرگان (پرسشنامه دلفی) بررسی و ۱۸ زیر معیار در دو گروه، معیار اکولوژیکی و معیار اجتماعی اقتصادی تعیین گردید. تمام مراحل، به جز تعیین وزن و بررسی ارتباطات داخلی معیارها در نرم افزار متن باز QGIS کدنویسی شده و سامانه مکان یابی محل دفن پسماند شهری در بستر متن باز، تدوین گردید.

**یافته ها:** به منظور ساخت پلاگین مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان زاهدان از نرم افزار QGIS 3.16 استفاده شده است. استفاده از نرم افزار متن باز برای تدوین و توسعه مدل های حرفی عددی در فرایند بررسی تناسب شایستگی اراضی برای کاربری محل دفن پسماند شهری امکان پذیر است، به طور کلی استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی امکان تحلیل مکانی، استفاده از آنالیز و ذخیره، تعریف توابع مختلف به منظور مکان یابی با معیارهای مختلف، اطلاعات توصیفی سازی داده های مکانی و غیر مکانی، را فراهم آورده است.

**بحث و نتیجه گیری:** نتایج به دست آمده در نرم افزار QGIS کاملاً با نتایج به دست آمده از اجرای فرآیند در نرم افزار ARC GIS مطابقت دارد. نرم افزار QGIS با هدف انتخاب سریع تر و هوشمند معیارهای مکان یابی دفن پسماند شهرستان زاهدان روش مناسبی شناخته شده است.

**واژه های کلیدی:** مدل سازی دفن پسماند، نرم افزار، QGIS، PLUGIN، شهرستان زاهدان.

۱- دانشجوی دکتری تخصصی محیط زیست، گروه مدیریت محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دانشگاه آزاد اسلامی، ایران.

۲- استاد تمام، گروه مهندسی محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشکده علوم و فنون دانشگاه آزاد اسلامی، ایران. \* (مسئول مکاتبات)

۳- دانشیار، گروه مهندسی محیط زیست، واحد شاهرود، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی، ایران.

## **Modeling of municipal waste landfill in QGIS environment (Case study of Zahedan city)**

**Khadije Safari**<sup>1</sup>

**Sayed Ali Jozi**<sup>2 \*</sup>

[jozi.1400@yahoo.com](mailto:jozi.1400@yahoo.com)

**Sahar Rezaeian**<sup>3</sup>

Admission Date: July 9, 2022

Date Received: June 7, 2022

### **Abstract**

**Background and Objective:** Waste management, which is one of the most important tasks of metropolitan urban management around the world, is also one of the most complex and costly problems of urban management. Precise principles of locating different activities in the city Due to the nature of urban problems are very much solved. Lack of proper management and not choosing the right location for landfilling municipal waste creates problems for the environment.

**Material and Methodology:** In this paper, method 3 is presented with the aim of modeling municipal landfills in QGIS environment in Zahedan city. First, the effective criteria in selecting the burial site according to the conditions of the region and with the opinion of experts (Delphi questionnaire) were examined and 18 sub-criteria were determined in two groups, ecological criteria and socio-economic criteria. All steps, except for determining the weight and examining the internal relationships of the criteria, were coded in the QGIS open source software and the location system of the municipal waste landfill was developed in the open source context.

**Findings:** QGIS 3.16 software was used to build a landfill for Zahedan landfill. It is possible to use open source software to develop numerical numerical models in the process of assessing the suitability of land for landfill use. In general, the use of geographic information systems, the possibility of spatial analysis, analysis and storage, definition Different functions have provided appropriate visual representation in order to locate with different criteria, descriptive information of spatial and non-spatial data.

**Discussion and Conclusion:** The results obtained in QGIS software are completely consistent with the results obtained from the implementation of the process in ARC GIS software. QGIS software is a suitable method with the aim of faster and smarter selection of landfill location criteria in Zahedan city.

**Keywords:** Waste landing modeling, software, PLUGIN, QGIS, Zahedan city.

---

1- PhD student in Environment, Department of Environmental Management, Faculty of Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran.

2- Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran. *\*(Corresponding Author)*

3- Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Shahroud Branch, Islamic Azad University, Iran.

## مقدمه

مدیریت پسماندها که یکی از مهم ترین وظایف مدیریت شهری کلان شهرها در سراسر دنیا است، از پیچیده ترین و پرهزینه ترین مشکلات مدیریت شهری نیز محسوب می شود. امروزه پسماند به یک مشکل جدی زیست محیطی هم در کشورهای توسعه یافته و هم در کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است (۱). در سال های اخیر کشورهای در حال توسعه شروع به بهبود سیستم مدیریت پسماندهای شهری خود نموده اند، اما پسماندهای تولیدی رو به افزایش این کشورها به دلیل رشد سریع شهرنشینی معمولاً به درستی مدیریت نمی شوند (۲). مدیریت پسماند شهرها جهت آسایش شهروندان، حفظ سلامتی و رفاه آنان و حفظ محیط زیست امری ضروری به شما می رود (۳). یکی از مشکلات عمده و بغرنج جوامع انسانی، تولید انواع مواد زائد جامد در کیفیت ها و کمیت های مختلف و دفع آن می باشد (۴). بنابراین لازم است که، مطالعات وسیعی برای برنامه ریزی، طراحی و مکان یابی محل دفن زباله های شهری، با توجه به فاکتورهای موثر در این راستا انجام گیرد (۳). در چنین شرایطی جهت مقابله با آثار سوء پسماندهای تولیدی، باید راهکارهای مناسبی را اتخاذ کرد که از جمله این راهکارها انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماندهای جامد شهری است که مهم ترین عامل در دفع بهداشتی مواد محسوب می شود (۵). تحقیقات زیادی در جهت مکان یابی مراکز دفن پسماندهای شهری انجام شده که در ذیل به آنها اشاره می شود. در سال ۲۰۲۱ مقاله ای توسط Javed Mallick در عربستان با هدف انتخاب محل دفن مناسب پسماند شهری، با استفاده از روش تصمیم گیری AHP (۱۰ زیر معیار) در محیط (Geographic Information Systems) مورد بررسی قرار گرفته است، که منطقه مورد مطالعه ۳،۶۷ درصد در محدوده مناسب و ۲۳،۹۱ درصد در محدوده خیلی مناسب قرار گرفت (۶). همچنین در سال ۲۰۱۹ توسط Ismail Kamdara و همکارانش جهت مکان یابی محل دفن مناسب در ترکیه، با ادغام تکنیک های یکپارچه از روش MCDM مانند AHP، فرایند تحلیل شبکه ای (Analytical Network Process)، و ترکیب خطی وزنی

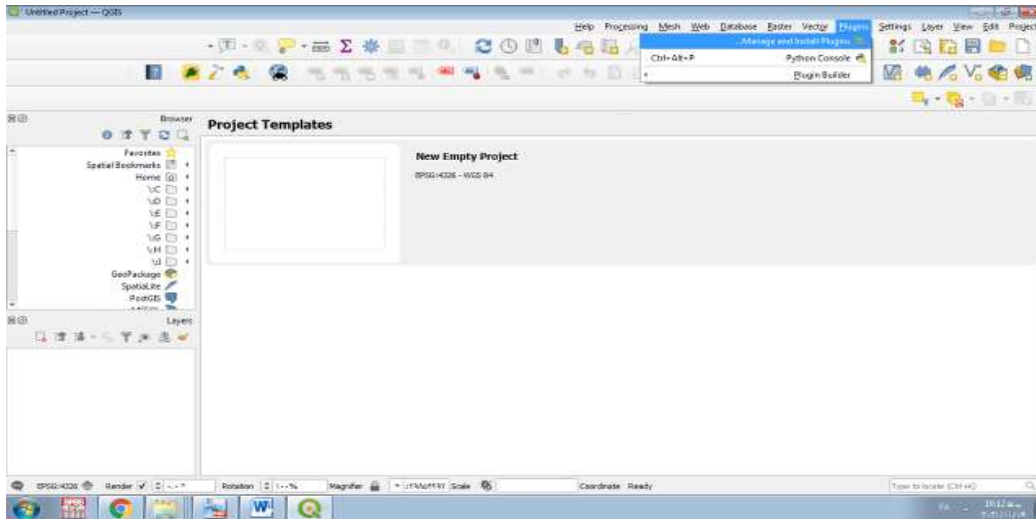
(Weight Linear Combination) بر اساس ۱۳ معیار (در ۳ گروه، مرفولوژی، زیست محیطی و اقتصادی و اجتماعی) استفاده که از میان گزینه های محل دفن، مناسب ترین گزینه انتخاب گردید (۷). و یا در سال ۲۰۱۹ توسط Temitope Ajibade و همکارانش با در نظر گرفتن کلیه فاکتورهای اساسی و معیارهای رتبه بندی با ادغام GIS و تجزیه و تحلیل تصمیمات چند معیار (MCDA) جهت مکان یابی محل دفن مناسب در نیجریه مطالعاتی انجام شده است (۸). همچنین حشیر کریمی و همکارانش در سال ۲۰۲۰ از تلفیق ارزیابی چند معیار AHP، سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و تکنیک های سنجش از دور برای دستیابی و تهیه لایه ها و نقشه ها جهت انتخاب محل دفن پسماندهای جامد پزشکی شهر کرمانشاه استفاده نمودند که نتایج نشان داد ۹۰ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه نامناسب و فقط ۱،۲ درصد از منطقه مورد مطالعه دارای نمره مناسب است (۹). در سال ۲۰۱۹ با استفاده از فرآیند سلسله مراتب تحلیلی (AHP) و (GIS) برای تصمیم گیری چند معیاره MCDM تعیین جهت انتخاب محل دفن پسماند شیراز، ۱۵ زیر معیار در دسته اجتماعی-اقتصادی انتخاب و وزن هر معیار بر اساس دانش متخصصین معرفی گردید (۱۰). شهرستان زاهدان در شمال استان سیستان و بلوچستان با مساحت ۳۰،۷۱۶ کیلومتر مربع واقع شده است. ارتفاع شهر از سطح دریا ۱۳۷۸ متر است. این شهر دارای تعداد ۲ مرکز شهری، ۳ بخش و ۶ دهستان است (۱۱). شهرستان زاهدان با تولید روزانه حدود ۵۰۰ تن پسماند دارای جمعیت ۵۹۲۹۶۸ نفر می باشد که باید به طور جدی نسبت به ساماندهی پسماندهای آن چاره اندیشی کرد. شهرستان زاهدان علی رغم وضعیت خاص جغرافیایی، دارای قابلیت توسعه جوامع انسانی می باشد. این مهم یکی از دلایل تشکیل مراکز جمعیتی بالایی در سطح استان است. که مشکلات حاصل از عدم ساماندهی مناسب پسماند و اثرات مخرب حاصل از رهاسازی غیراصولی پسماندها، عدم همکاری شهروندان و ارگان های مرتبط، نبود یا عدم اجرای موارد قانونی در بحث جرایم، نبود کارخانه های بازیافت در استان، فرسودگی ماشین آلات، عدم

آمدن پلاگین‌ها شامل؛ ایجاد فرصت برای برنامه نویسان به عنوان نقش سومی در توسعه نرم افزار و پشتیبانی راحت و آسان از ویژگی‌های جدید و سبک تر شدن حجم پلاگین‌ها و افزونه‌ها و کاهش حجم اپلیکیشن‌ها و به منظور جداسازی بخش سورس کد از برنامه به دلیل نامتناسب بودن لایسنس‌های برنامه و نیز افزایش توسعه پذیری نرم افزار به منظور نامحدود کردن یک نرم افزار یا برنامه از نظر امکانات، می‌باشد. بطور کلی می‌توان گفت؛ پلاگین (Plug-in) یا (Add-on) مولفه‌ای نرم افزاری است که قابلیت مشخصی را به یک برنامه کامپیوتری موجود اضافه می‌کند. پلاگین یا افزونه نوعی نرم افزار است که با زبان برنامه نویسی PHP نوشته می‌شود. افزونه یا پلاگین در حقیقت نوعی نرم افزار کوچک و کاربردی می‌باشد که به برنامه اصلی امکانات جانبی و مکملی را اضافه می‌کند (۱۴).

#### مواد و روش‌ها

در این مقاله به منظور ساخت پلاگین مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان زاهدان از نرم افزار QGIS 3.16 استفاده شده است. برای ساخت پلاگین در محیط نرم افزار QGIS ابتدا پلاگین "PLUGIN BUILDER" در نرم افزار QGIS فراخوانی و نصب گردید (۱۵). پس از نصب پلاگین PLUGIN BUILDER در محیط QGIS ساخت پلاگین مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان زاهدان انجام شده است. برای این منظور ابتدا نرم افزار QGIS را باز و در toolbar بالایی آیکون Plugins و سپس گزینه Manager and Install Plugins را انتخاب (شکل ۱) پس از انتخاب این گزینه (شکل ۲) نمایش داده خواهد شد، که در این صفحه می‌توان کلیه پلاگین‌ها را فراخوانی و نصب کرد.

حمایت مالی دولت و بخش خصوصی، نبود مکان دفن مناسب جهت پسماندها، تکمیل ظرفیت دفن فعلی و عدم توجه به مسائل محیط زیستی در انتخاب مکان دفن پسماندها طی سال‌های گذشته، بیش‌از پیش نمایان می‌گردد. با در نظر گرفتن نقاط ضعف در مدیریت پسماند در شهرستان زاهدان، نیاز به مکان یابی دفن پسماندها بیش از پیش مهم می‌باشد. ایجاد سیستمی منظم جهت ساماندهی پسماندها، یکی از نیازهای اولیه مراکز مسکونی کشورهای در حال توسعه برای حل مشکلات روزافزون مدیریت پسماند است (۱۲). در این مقاله ضمن شناسایی عوامل مؤثر در محدودیت مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان زاهدان، فاکتورهای تأثیرگذار اولویت بندی و معیارهای بهینه مکان یابی با در نظر گرفتن توان اکولوژیکی مشخص و در راستای واقعی شدن برنامه‌ریزی، بر مبنای متغیرهای موجود در مکان یابی دفن پسماند شهرستان زاهدان، نسبت به وزن دهی و اولویت‌بندی و ارزیابی معیارها و محدودیت‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، اقدام گردید (۱۳). کلیه فرایندهای ایم مقاله با استفاده طرح ریزی یک PLUGIN (افزونه) نرم افزاری در قالب محیط QGIS با هدف انتخاب سریع تر و هوشمند معیارهای مکان یابی دفن پسماند شهرستان زاهدان انجام شده است. افزونه‌ها برای اولین بار در دهه ۱۹۹۰ محبوبیت پیدا کرد. افزونه‌ها و پلاگین‌ها به تنهایی کاربردی ندارند بلکه افزونه و پلاگین زمانی کاربرد دارند که در کنار برنامه‌های اصلی اجرا شوند. پلاگین، یک ابزار کاربردی، کوچک و یا بزرگ است که وابسته به یک نرم افزار کاربر مثل؛ مرورگر می‌تواند باشد. Plugin جزئی از نرم افزار است که ویژگی خاصی به برنامه اضافه می‌کند. هنگامی که برنامه‌ای از Plugin پشتیبانی می‌کند به این معنی است که توانایی سفارشی سازی دارد. دلایل بوجود



شکل ۱- محیط نرم افزار QGIS و محل فراخوانی پلاگین ها

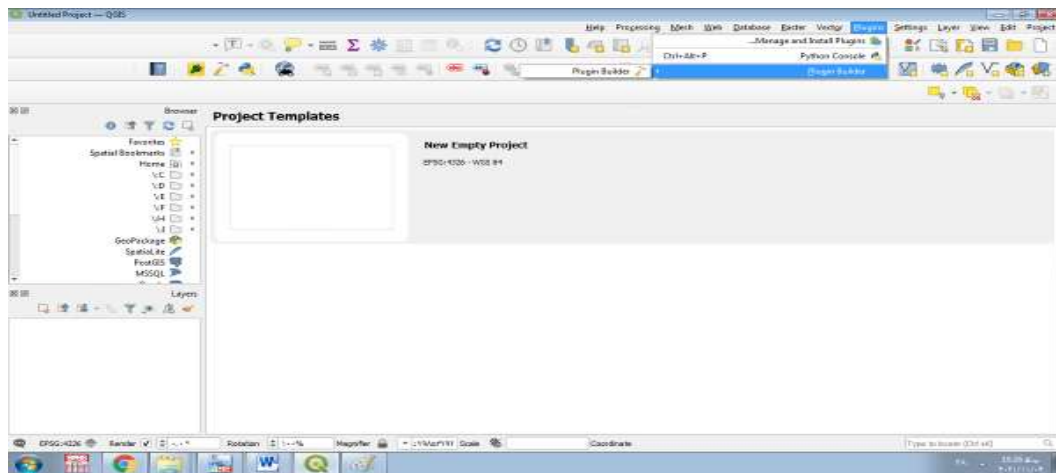
Figure 1. QGIS software environment and where plugins are called



شکل ۲- صفحه فراخوانی پلاگین در محیط QGIS

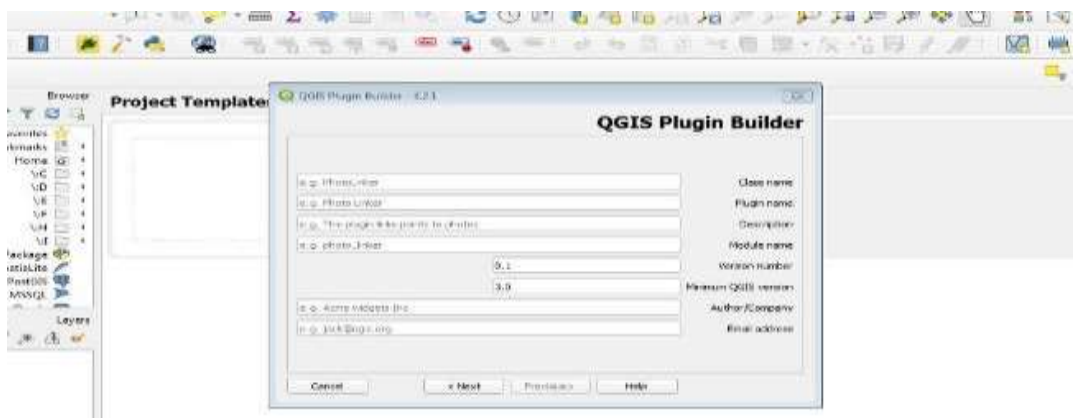
Figure 2. Plugin call page in QGIS

پس از نصب پلاگین BUILDER و انتخاب آن از قسمت پلاگین ها (شکل ۳) صفحه مربوط به پلاگین BUILDER برای ساخت پلاگین سفارشی باز می شود (شکل ۴).



شکل ۳- صفحه مربوط به **PLUGIN BUILDER** در محیط **QGIS**

Figure 3. **PLUGIN BUILDER** page in **QGIS**



شکل ۴- محیط **QGIS PLUGIN BUILDER**

Figure 4. **QGIS PLUGIN BUILDER**

نظر برای ذخیره سازی پلاگین (شکل ۵) را باز، که در این صفحه باید مسیر ذخیره سازی پلاگین را در کامپیوتر مشخص کرد.

سپس اطلاعات مورد نظر با توجه به مشخصات پلاگین سفارشی تکمیل می‌گردد. بعد از تکمیل اطلاعات درخواستی، صفحه مورد



شکل ۵- صفحه مسیر ذخیره سازی پلاگین ساخته شده در محیط **QGIS**

Figure 5. Plugin storage path page built in **QGIS**

در نهایت با انتخاب مسیر ذخیره سازی پلاگین و فشردن گزینه Ok، ساخت اولین مرحله پلاگین تکمیل می شود و صفحه (شکل ۶) مبنی بر تایید ساخت پلاگین ظاهر می گردد.

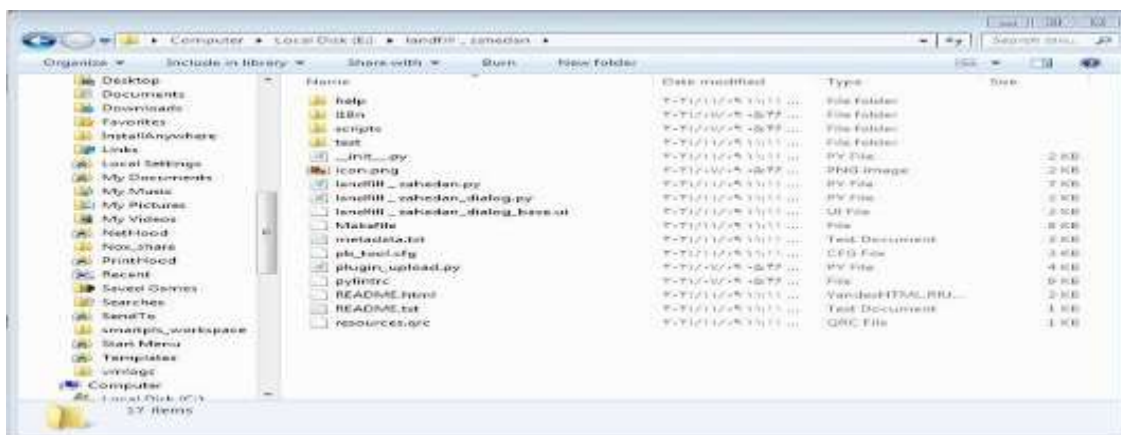


شکل ۶- گزارش تایید ساخته شدن پلاگین در نرم افزار QGIS

Figure 6. The confirmation report of the creation of the plug-in in QGIS software

باید این اطلاعات ویرایش شوند. ویرایش این اطلاعات با استفاده از زبان برنامه نویسی PYTHON انجام شده است.

شایان ذکر است پلاگین ساخته شده در محیط QGIS در قالب یک Folder ساخته شده است (شکل ۷). در این Folder کلیه قسمت های پلاگین وجود دارد، که برای پلاگین سفارشی مورد نظر

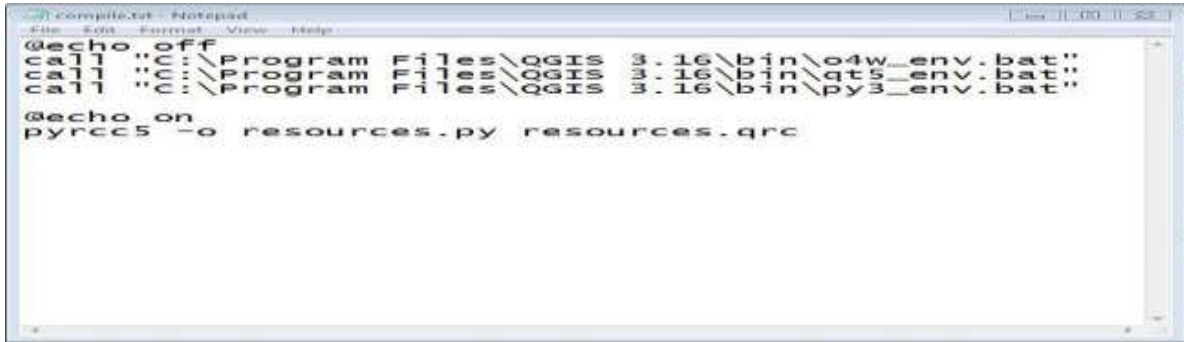


شکل ۷- Folder پلاگین ساخته شده در محیط QGIS

Figure 7. Plugin folder created in QGIS

یا هر محیط ویرایشگر متنی دیر استفاده شده است. با توجه به مسیر نصب برنامه QGIS در محیط کامپیوتر، دستوری مشابه (شکل ۸) در ویرایشگر متنی نوشته و ذخیره سازی می شود.

برای برقراری ارتباط بین پلاگین ساخته شده و محیط پایتون باید مراحل زیر انجام و برای این منظور ابتدا یک فایل Compile.bat برای راه اندازی پلاگین مورد نظر ایجاد گردد (شکل ۸). برای ایجاد این Compile.bat از محیط Notepad

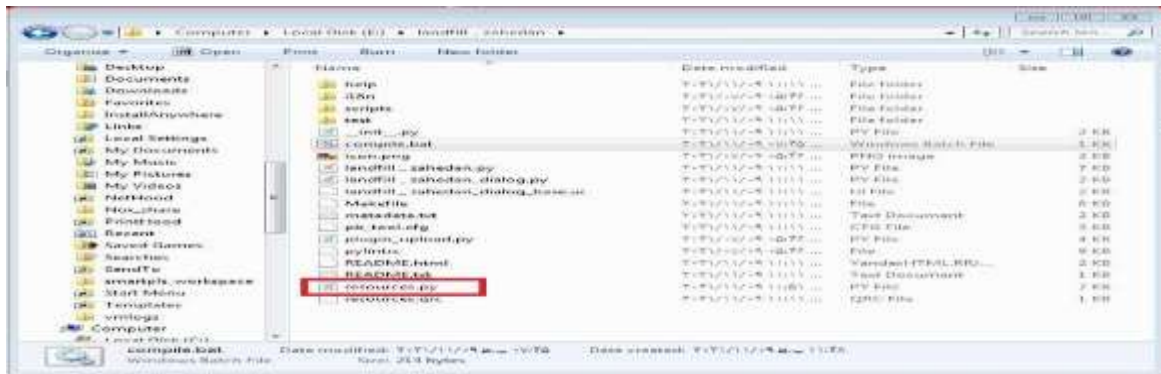


تصویر ۸- ایجاد Compile.bat و دستور آن در محیط Notepad

Figure 8. Creating Compile.bat and its command in Notepad

شود(شکل ۹). در نهایت پوشه پلاگین ساخته شده در مسیر ذخیره پلاگین های نرم افزار QGIS در کامپیوتر ذخیره می گردد.

پس از تهیه فایل Compile.bat آنرا در پوشه پلاگین ساخته شد در مرحله قبل (شکل ۷) کپی و با دوبر کلیک بر روی Compile.bat یک فایل به نام resources.py ایجاد می

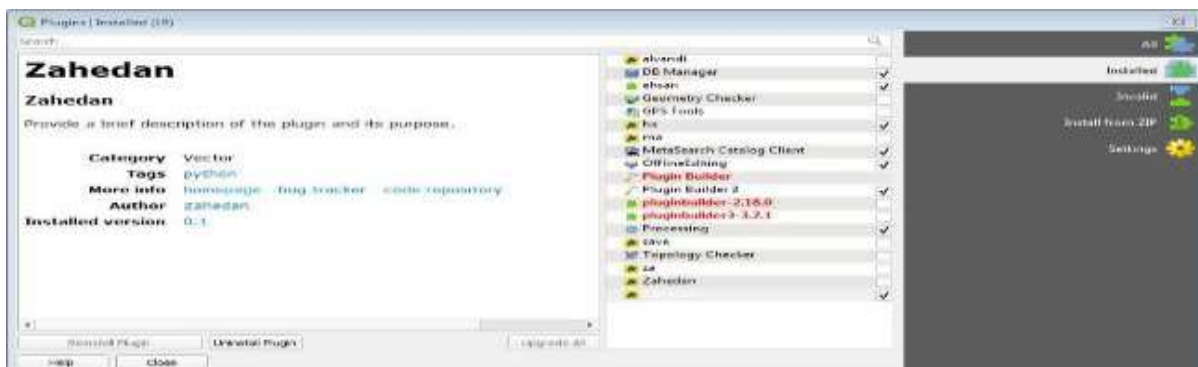


شکل ۹- اجرای Compile.bat در پوشه پلاگین ساخته شده

Figure 9. Running Compile.bat in the created plugin folder

مکان یابی محل دفن پسماند زاهدان را فراخوانی و نصب گردیده است(شکل ۱۰).

بعد از طی کردن مراحل قبل، نرم افزار QGIS را دوباره باز و از صفحه مربوط به نصب پلاگین ها، پلاگین تهیه شده مربوط به



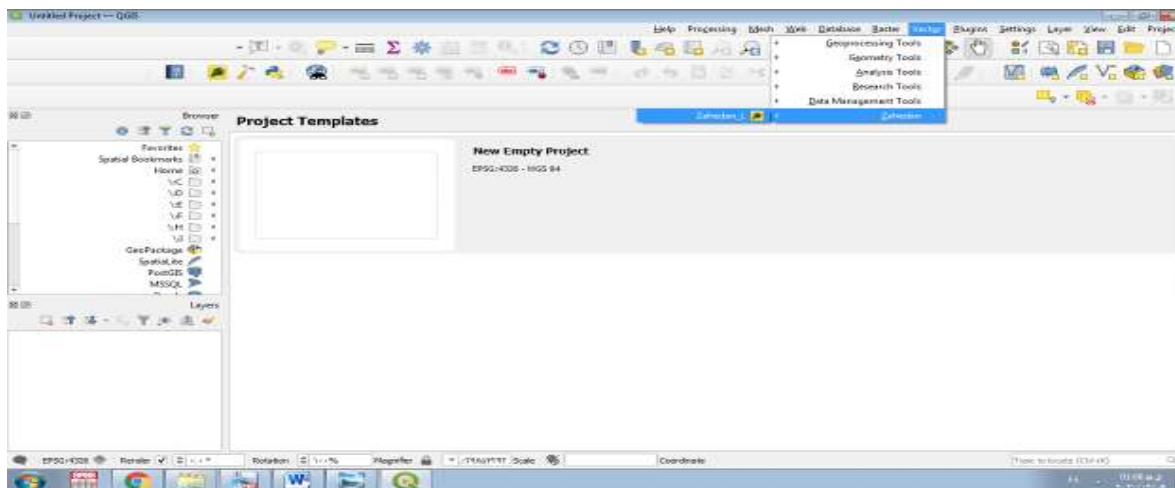
شکل ۱۰- نصب پلاگین مکان یابی دفن پسماند شهر زاهدان در محیط QGIS

Figure 10. Installation of Zahedan city waste disposal location plug-in in QGIS environment



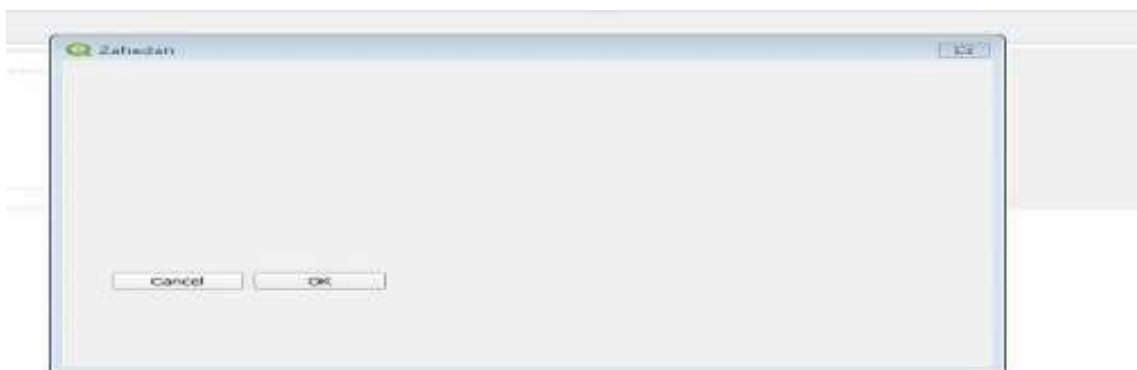
اولین تصویر ایجاد شده از محیط پلاگین مکان یابی محل دفن پسماند شهر زاهدان است. همانطور که مشاهده می شود می توان پلاگین های مختلفی ساخت.

با نصب پلاگین مکان یابی محل دفن پسماند، آیکون مربوط به آن در محیط QGIS ظاهر می شود (شکل ۱۱). با کلیک بر روی گزینه zahedan\_1 (شکل ۱۲) نمایش داده می شود. این شکل



شکل ۱۱- آیکون پلاگین zahedan\_1 در محیط QGIS

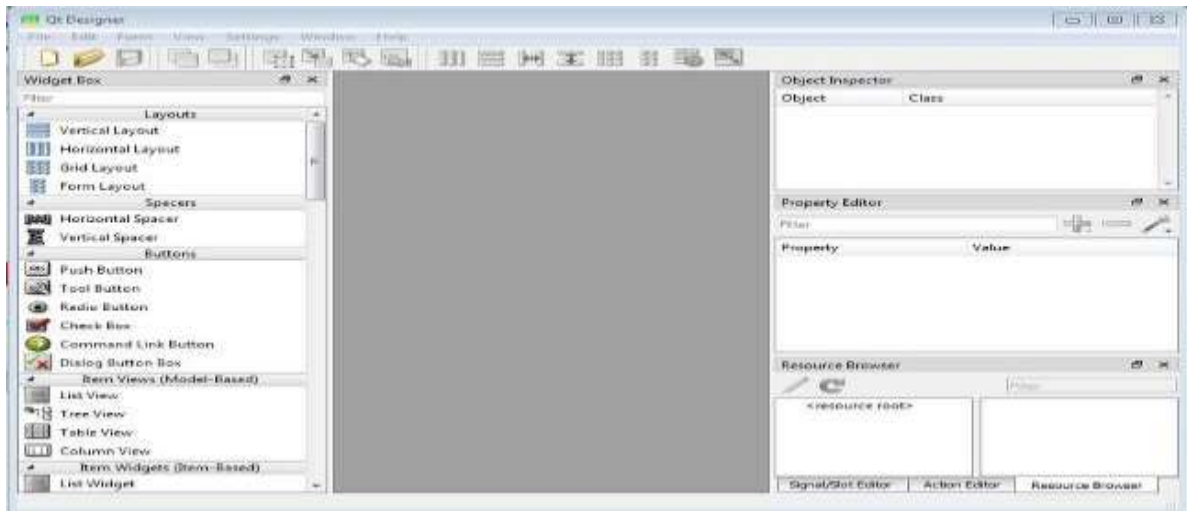
Figure 11. zahedan\_1 plugin icon in QGIS



شکل ۱۲- تصویر اولیه پلاگین مکان یابی محل دفن پسماند در محیط QGIS

Figure 12. The initial image of the waste landfill location plugin in the QGIS

در ادامه برای طراحی فرم کلی پلاگین تهیه شده از نرم افزار Qt Designer استفاده شد که در شکل زیر محیط نرم افزار Qt Designer ارائه شده است.

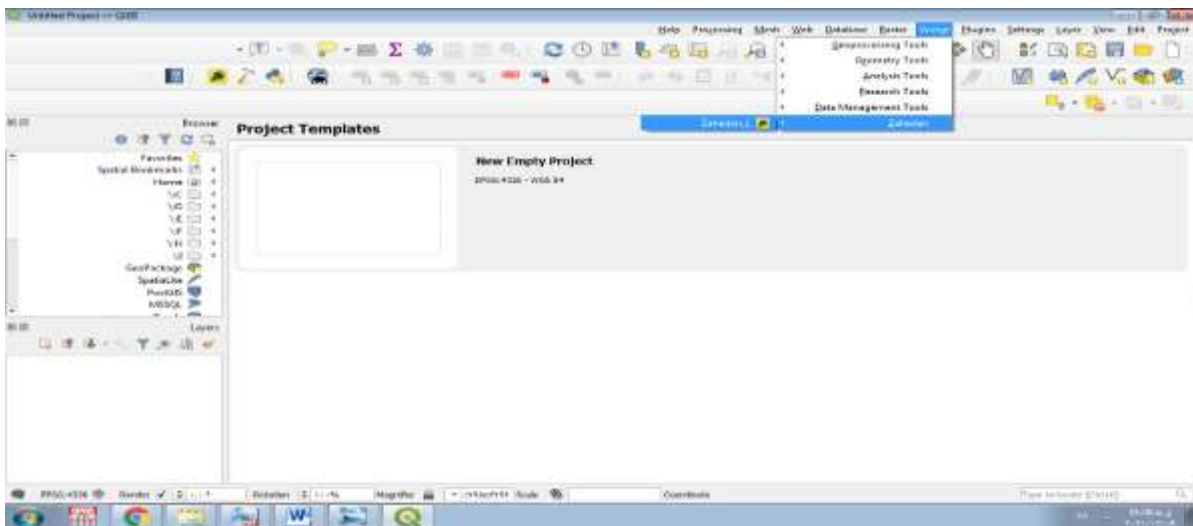


شکل ۱۳- محیط نرم افزار Qt Designer

Figure 13. Qt Designer software

نتایج در این مقاله پس از نصب پلاگین مکان یابی محل دفن پسماند، در محیط QGIS آیکون مربوط به آن ظاهر می شود. در شکل (۱۴) آیکون مربوط به پلاگین مکان یابی محل دفن پسماند شهر زاهدان در محیط QGIS نشان داده شده است. با انتخاب این پلاگین و اجرای آن، مکان یابی محل دفن پسماند انجام شده است.

در نهایت پس از انتخاب گزینه zahedan\_1 (پلاگین محل دفن پسماند شهری، شهرستان زاهدان)، صفحه مربوط به این پلاگین باز، که همان طرح اصلی ساخته شده در محیط نرم افزار Qt Designer است.



شکل ۱۴- آیکون پلاگین zahedan\_1 (مکانیابی محل دفن پسماند) در محیط QGIS

Figure 14 . Icon of the zahedan\_1 plugin (location of waste landfill) in the QGIS

یابی محل دفن پسماند شهر زاهدان ارائه شده است. در این صفحه کلیه معیارهای ارزیابی (اکولوژیکی و اقتصادی- اجتماعی) که توسط گروه خبره برای مکان یابی محل دفن پسماند شهر زاهدان تعیین شده است، انتخاب می شود.

پس از انتخاب گزینه zahedan\_1 (پلاگین محل دفن پسماند شهری)، صفحه مربوط به این پلاگین باز شده که همان طرح اصلی ساخته شده در محیط نرم افزار Qt Designer است. در (شکل ۱۵) صفحه پلاگین، انتخاب معیارهای ارزیابی، برای مکان



شکل ۱۵- محیط پلاگین دفن پسماند شهرستان زاهدان برای انتخاب معیارهای ارزیابی

Figure 15. Zahedan city's waste landfill plug-in environment for selecting evaluation criteria

معیارهای اکولوژیکی یا اقتصادی-اجتماعی اقدام نموده و سپس با استفاده از روش مقایسات جفتی، وزن معیارهای ارزیابی برآورد گردیده است.

در (شکل ۱۶) نیز صفحه وزن دهی معیارهای ارزیابی با استفاده از روش ANP، برای مکان یابی محل دفن پسماند شهر زاهدان ارائه شده است. در این صفحه ابتدا به انتخاب هر یک از زیر

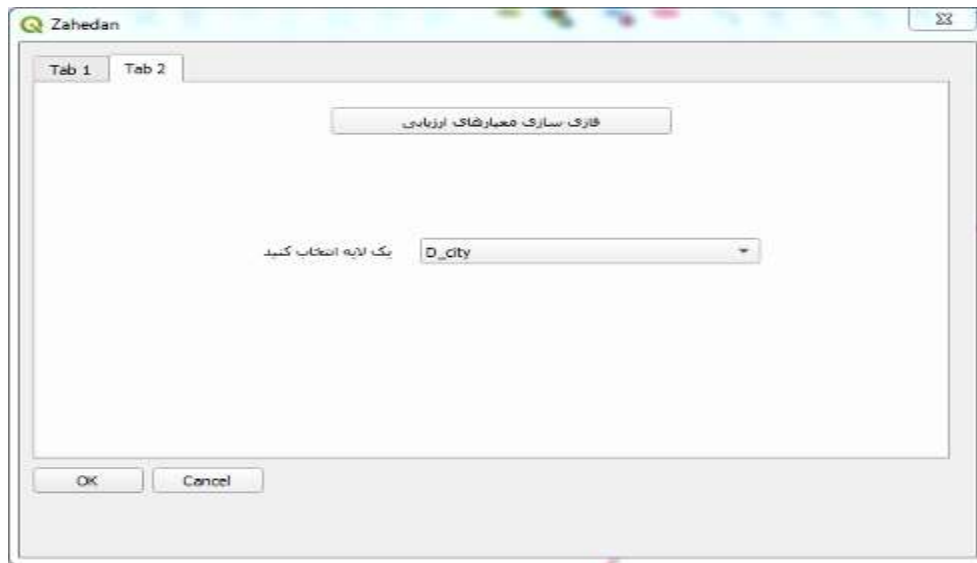


شکل ۱۶- محیط پلاگین دفن پسماند شهرستان زاهدان برای وزن دهی معیارهای ارزیابی

Figure 16. Zahedan city's waste landfill plug-in environment for weighting evaluation criteria

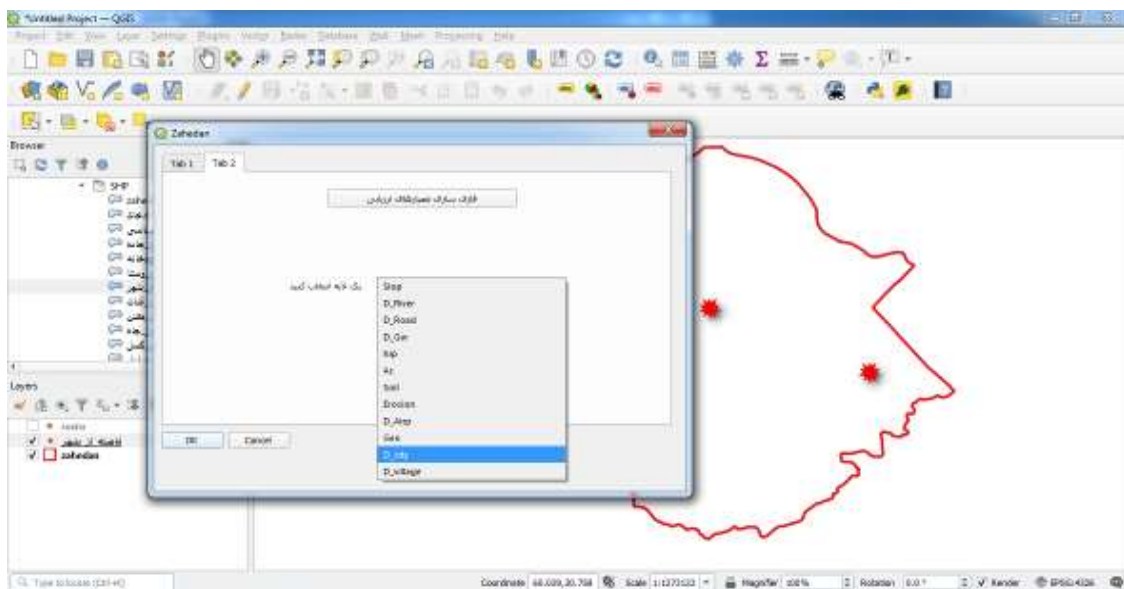
یک از معیارهای ارزیابی فازی سازی انجام شده است. به عنوان مثال در شکل زیر فازی سازی مربوط به معیار "فاصله از شهر" ارائه شده است.

در (شکل ۱۷) صفحه فازی سازی معیارهای ارزیابی با استفاده از جدول محدودیت‌ها، برای مکان یابی محل دفن پسماند شهر زاهدان ارائه شده است. در این صفحه ابتدا هر یک از معیارهای ارزیابی را انتخاب، سپس با استفاده از محدودیت‌های تعریف شده برای هر



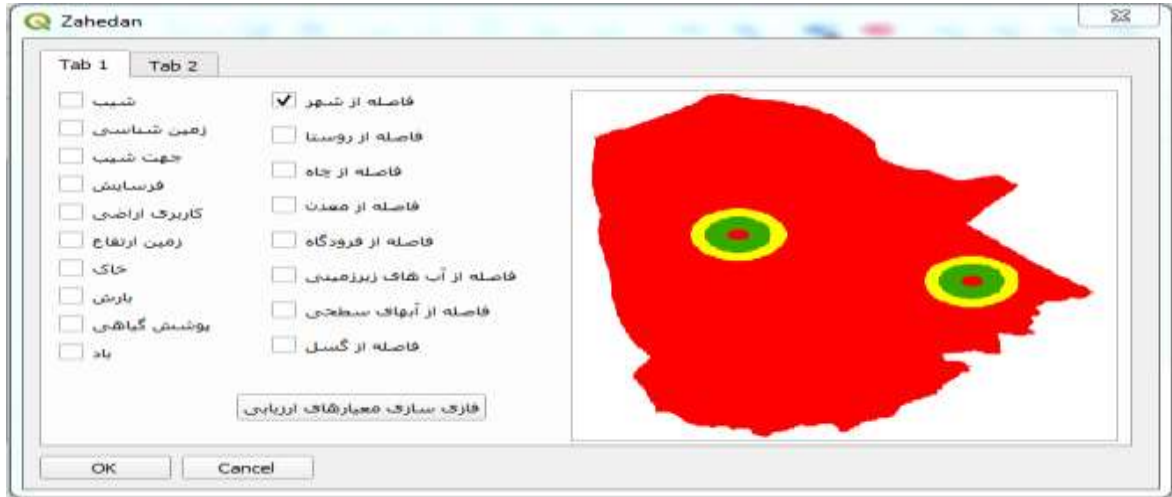
شکل ۱۷- محیط پلاگین دفن پسماند شهری برای انتخاب معیارهای ارزیابی به منظور فازی سازی

Figure 17. Urban waste landfill plug-in environment for selecting evaluation criteria for fuzzification



شکل ۱۸- محیط پلاگین دفن پسماند شهری برای فازی سازی معیارهای ارزیابی در محیط نرم افزار QGIS

Figure 18. Urban waste landfill plug-in environment for fuzzification of evaluation criteria in QGIS software



شکل ۱۹- محیط پلاگین دفن پسماند شهری برای فازی سازی معیارهای ارزیابی

Figure 19. Urban waste landfill plug-in environment for fuzzification of evaluation criteria

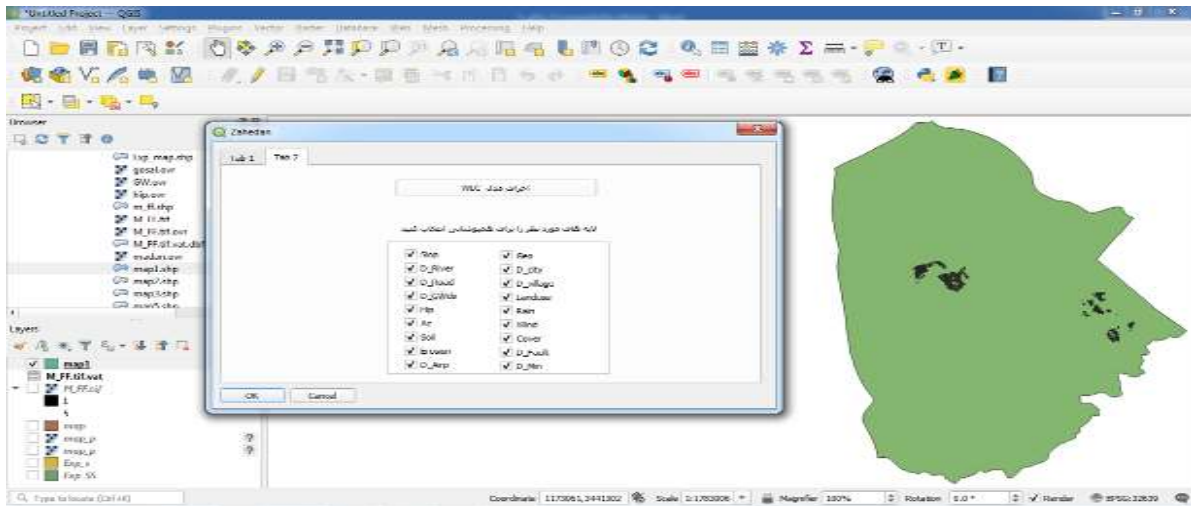
$$S = \sum_{i=1}^{11} w_i x_i$$

در ادامه با استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون کلیه لایه های معیارهای ارزیابی با استفاده از روش WLC (فرمول زیر) تلفیق شده، بدین صورت که وزن هر معیار ارزیابی (محاسبه شده با روش ANP) در ارزش معیار ارزیابی ضرب می شود، سپس امتیاز کلیه معیارهای ارزیابی با همدیگر جمع شدند و نقشه نهایی استخراج شد. در (شکل ۱۸) محیط پلاگین دفن پسماند شهری برای همپوشانی لایه ها با استفاده از روش WLC نمایش داده شده است.



شکل ۲۰- انتخاب معیارهای ارزیابی برای همپوشانی در محیط QGIS

Figure 20. Selection of evaluation criteria for overlay in QGIS environment



شکل ۲۱- انتخاب معیارهای ارزیابی برای همپوشانی در محیط QGIS

Figure 21. Selection of evaluation criteria for overlay in QGIS environment



شکل ۲۲- محیط پلاگین دفن پسماند شهری نقشه نهایی با روش WLC

Figure 22. Urban waste landfill plugin environment, final map with WLC method

### بحث و نتیجه گیری

همواره گریبانگیر بشر بوده است. انتخاب محل دفن نامناسب سبب آلودگی آب، خاک و هوای منطقه می شود (۱۹). مکان یابی محل دفن نیازمند تجزیه و تحلیل داده های مکانی، قوانین و معیارهای قابل قبول است (۲۰). مکان یابی محل دفن بهداشتی پسماندها نیازمند انجام مطالعات و اعمال مدیریت صحیح بوده و معیارهای متعددی در انتخاب مکان مناسب دفن تأثیرگذارند که عدم توجه به آنها موجب آلودگی شدید محیط زیست و صدمه به انسانها می شود. معیارها و شاخص های متعددی جهت

افزایش جمعیت و شهرنشینی، بهبود خدمات مدیریت پسماند را می طلبد که در صورت عدم مدیریت مناسب آن منجر به آلودگی آب، خاک و هوا می شود که خطرات بهداشت عمومی را به همراه دارد (۱۶). از جمله مراحل مدیریت پسماند، کاهش، بازیافت و تبدیل زائدات به مواد قابل استفاده می باشد (۱۷). در تمام این مراحل مقداری مواد باقی می ماند که لزوماً باید دفن شوند، لذا انتخاب محل دفن مناسب برای پسماندها مهمترین مرحله در مدیریت پسماند می باشد (۱۸). مشکل انتخاب محل دفن پسماند

پسماند شهری امکان پذیر می‌باشد، تمام مراحل تحقیق، به جز تعیین وزن و بررسی ارتباطات داخلی معیارها در نرم افزار متن باز QGIS کدنویسی شده و سامانه مکان یابی محل دفن پسماند شهری در بستر متن باز، تدوین شد. نتایج به دست آمده از استفاده از QGIS کاملاً با نتایج به دست آمده از اجرای فرآیند در نرم افزار ARC GIS مطابقت دارد. به طور کلی استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی می تواند امکان تحلیل مکانی و استفاده از امکان آنالیز و ذخیره، امکان تعریف توابع مختلف به منظور مکان یابی با معیارهای مختلف، اطلاعات توصیفی سازی داده های مکانی و غیر مکانی، نمایش بصری مناسب را فراهم نماید(۲۲). نرم افزارهای متن باز مانند QGIS در مقایسه با نرم افزارهای متن بسته مانند ARC GIS، دارای مزایای فراوانی می- باشند که از نقاط قوت این روش می توان گفت؛ کد اصلی آن بطور رایگان در اختیار استفاده کنندگان و تولید کنندگان قرار دارد. می توان آنها را به همان صورت دریافت شده استفاده کرد. می توان آنها را مطابق آنچه می خواهیم تغییر داد. توزیع مجدد آن آزاد است. هیچگونه تبعیض و تمیزی بین اشخاص و گروه های استفاده کننده وجود ندارد. اجازه نامه باید به هر کسی که یک کپی از برنامه را دریافت می کند، نیز اختصاص یابد، بدون اینکه آنها نیاز به توافق و هماهنگی با اجازه نامه ی دیگری داشته باشند(تحریم علمی در اینجا ممکن نیست)(۱۴). با توجه به یافته های تحقیق و با معرفی مکان های پیشنهادی جدید، در نرم افزار متن باز QGIS و با توجه به صرفه جویی در زمان و مزیت انتخاب سریع تر و هوشمند معیارهای مکان یابی دفن پسماند شهرستان زاهدان، این روش مناسب شناخته شده است، و پیشنهاد می گردد جهت مکان یابی محل های دفن پسماند شهری، شهرستان های دیگر استان از این نرم افزار استفاده شود.

#### تقدیر و تشکر

بدینوسیله نویسندگان مقاله از کلیه همکاران شهرداری زاهدان و سازمان مدیریت پسماند زاهدان و همچنین از همکاران حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، مراتب سپاس و تشکر را دارند. این مقاله منتج از رساله دکتری

انتخاب محل مناسب برای دفن پسماندها ارائه شده است، که هر یک محدودیت ها و شرایط خاصی را برای مکان یابی مطرح می‌سازد. به عبارت دیگر هر یک از معیارها براساس یکی از زمینه های علمی بنا شده اند، به گونه ای که مطالعات مکان یابی هویت چند بعدی و ساختار میان رشته ای پیدا کرده است(۲۱). در حال حاضر به دلیل جمعیت در حال رشد، مهاجرت و شرایط خاص اقلیمی، تولید سرانه پسماند به طرز چشمگیری در شهرستان زاهدان از ظرفیت فعلی محل دفن فراتر رفته، بنابراین شناسایی مناطق مناسب برای دفن پسماند در منطقه مورد مطالعه حائز اهمیت است. در اجرای مقاله انتخاب مکان مناسب جهت دفن بهداشتی پسماند در شهرستان زاهدان با توجه به جنبه های اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی و با در نظر گرفتن استانداردهای مختلف از جمله استانداردهای مربوط به سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت کشور و استانداردهای جهانی و همچنین با مرور منابع و مطالعات انجام شده در خصوص مکان یابی دفن پسماند در داخل و خارج از کشور و نیز با بررسی شرایط منطقه و عوامل تأثیرگذار با طراحی پرسشنامه به روش دلفی، ۱۸ زیر معیار تعیین گردید. به منظور توسعه پلاگین از ابزار "PLUGIN BUILDER" و زبان برنامه نویسی پایتون استفاده شده است. این پلاگین به عنوان یک تحقیق دانشجویی، قادر به مکان یابی محل دفن پسماند شهری می باشد. در ابتدا لایه های مطالعاتی (معیارهای ارزیابی) به محیط نرم افزار فراخوانی، و سپس وزن دهی معیارهای ارزیابی با استفاده از روش ANP انجام شده و در ادامه فازی سازی معیارهای ارزیابی در دستور کار قرار گرفته است. در نهایت نیز با استفاده از روش WLC همپوشانی و تلفیق معیارهای ارزیابی به منظور مکان یابی محل دفن پسماند انجام گردید. یکی از نوآوری ها و امتیازات تحقیق حاضر استفاده از نرم افزار متن باز است که تاکنون در شهرستان زاهدان کسی موفق به استفاده از این نرم افزار جهت مکان یابی محل دفن پسماندها نشده است، که نتایج این مقاله برای اولین بار جهت بهره برداری ارائه می گردد. استفاده از نرم افزار متن باز برای تدوین و توسعه مدل های حرفی عددی در فرایند بررسی تناسب شایستگی اراضی برای کاربری محل دفن

- Warangkana Jutidamrongphand.2019. Municipal solid waste landfill siting using an integrated GIS-AHP approach: A case study from Songkhla, Thailand. ScienceDirect. Resources, Conservation & Recycling. 149 220–235.
8. Ajibade, F. O, Olajire, O. O, Ajibade, T. F, Nwogwu, N. A, Lasisi, K. H, Alo, A. B, ... & Adewumi, J. R. 2019. Combining multicriteria decision analysis with GIS for suitably siting landfills in a Nigerian State. Environmental and Sustainability Indicators3, 100010.
  9. Karimi, H, Herki, B. M, Gardi, S. Q, Galali, S, Hossini, H, Mirzaei, K, & Pirsaeheb.2020. Site selection and environmental risks assessment of medical solid waste landfill for the City of Kermanshah-Iran. International Journal of Environmental Health Research, 1-13.
  10. Pasalari, P , P Nabizadeh Nodehi. R, Hossein Mahvi. A , Yaghmaeian . K , Charrahi . 2019. Landfill site selection using a hybrid system of AHP-Fuzzy in GIS environment: A case study in Shiraz city, Iran. ScienceDirect. MethodsX 6 1454–1466.
  11. Statistical Yearbook of Sistan and Baluchestan Province.
  12. Pendashteh A, Ghavidel A. 2015. (Proposing waste management methods in rural areas of Guilan province). Journal of Environmental Science and Technology. 17 (1), 115-123.
  13. Safari. K.1400. Presenting a Conceptual Model of Land Suitability Evaluation for Locating Municipal Landfill (Case Study of Zahedan County). Ph.D Thesis for receiving Environmental Management -

تخصصی مدیریت محیط زیست می باشد. و دارای کد اخلاق به شناسه اخلاق IR.IAU.TNB.REC.1400.050 می باشد.

## References

1. Alavi Moghadam. M.R. Mokhtarani N. MokhtaraniB. 2018. MuicipalSolid Waste Mangement In City Iran Waste Mangement .doi: 10.1016/j.wasman. 08.02.029.
2. Aliani H, BabaieKafaky S, Saffari A, Monavari SM. 2017. Land evaluation for ecotourism development—an integrated approach based on FUZZY, WLC, and ANP methods. Int J Environ Sci Technol 14(9): 1999-2008. doi: 10.1007/s13762-017-1291-5.
3. Nasiri, Behrooz; Yarmoradi, Zahra; Abbasnejad, Javad. 1396. Location of landfill in Mako city by fuzzy and Boolean method. Geographical Planning Quarterly, Volume 7, Number 24, pp. 98. (In Persian)
4. Fatai, Ibrahim; Al Sheikh, Ali. 1388. Locating municipal solid waste landfills using GIS and hierarchical analysis process. Journal of Environmental Sciences, Volume 6, Number 3, pp. 158-145. (In Persian)
5. Shamsai Fard, Khodamrad; 2003. Location of Sanitary Landfill for Municipal Solid Waste Using Geographic Information System, Case Study: Boroujerd. End of Master's Name: Supervisor: Dr. Mohammad Soleimani, Teacher Training University, Tehran. (In Persian)
6. Mallick, J.2021. Municipal Solid Waste Landfill Site Selection Based on Fuzzy-AHP and Geoinformation Techniques in Asir Region Saudi Arabia. Sustainability. 13, 1538.
7. Ismail Kamdara, Shahid Alib, Adul Bennuic, Kuaanan Techatod, e,



- geographic information systems. Environmental geology, 49(3), pp.376-388.
19. Environmental Protection Organization. 1380. Instructions for locating landfills for sanitary engineering of waste. Water and Soil Pollution Survey Office. (In Persian)
  20. Afzali, A. Zarandi, A. 1398. Feasibility study of establishing a common landfill for solid waste in Khomeini Shahr and neighboring cities using Fuzzy Logic. Environmental Science and Technology, Volume 21, Number One, April. (In Persian)
  21. Bemani, A. mozaffari, M. Erfani, M. 2021. Investigation on Thresholds of Criteria Affecting Site Selection of Municipal Landfills. Human and Environment, No. 59, Winter 2021, pp. 47-60. (In Persian)
  22. Chen, Y. J., Khan S. 2016. Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. Environmental Modeling & Software 25 (12), 1582.
  - Environmental Management. Islamic Azad University North Tehran Branch. (In Persian)
  14. Karimi, Saeed 2014. Textbook of GIS application in environment. Tehran School of Environment Publications. (In Persian)
  15. Soroudi, Mona. 2018. Land suitability assessment of Tehran Province for landfill siting. Islamic Azad University Science And Research Branch. (In Persian)
  16. Moghaddas, N.H. and Namaghi, H.H. 2011. Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi Province, Northeastern Iran. Arabian journal of geosciences, 4(1-2), pp.103-113.
  17. Management and Planning Organization. 1380. Design, implementation, maintenance and operation of sanitary landfills for municipal waste. Deputy for Support Affairs, Center for Scientific Documents and Publications. (Persian)
  18. Şener, B., Süzen, M.L. and Doyuran, V. 2006. Landfill site selection by using