

## Site selection of rural waste landfill using the AHP model and GIS software (Case study: the central part of Ejroud city)



Mohammad Jafari<sup>1\*</sup>, Ali Jafari<sup>2</sup>, Roghayeh Shahbazi<sup>3</sup>

1. M.S.c., Department of Geography, Department of Education of Zanjan Province, Zanjan, Iran

2. B.Sc., Emergency and Disaster Management Center of Iran University of Medical Science, Tehran, Iran

3. B.Sc., Zanjan University of Medical Sciences, Razi Hospital of Mahneshan City, Zanjan, Iran

### Abstract

**Background and Aims:** Site selection and management of a landfill site is one of the main pillars of sustainable development. Selection of an appropriate site for the burial of rural wastes is of utmost importance in rural areas. At present there is no coherent management in the field of rural wastes. Selecting the right place for landfilling requires considering several complex factors and thus the need for use of spatial information technologies and their incorporation to other managing and planning issues are raised

**Materials and Methods:** In this study, nine important affecting parameters in locating the waste burial site including the slope, aspect, elevation, distance to the rural points, distance to the channels, distance to the roads, distance to the faults, erosion, and land use were considered to assess the appropriate site for burial of the rural wastes of the central part of Ejroud city. The identified parameters were compared by incorporating the Analytic Hierarchy Analysis (AHP) method in a pairwise manner and the corresponding weight of each factor, which indicates the effect of that factor, was calculated utilizing the Expert Choice software. All stages of this research were conducted ethically.

**Results:** Through the incorporation of weight layers obtained in the ArcGIS environment, the final locating map for burial of the rural wastes in the study area was prepared and categorized into 5 classes (completely inappropriate, inappropriate, intermediate, appropriate and completely appropriate).

**Conclusion:** The results showed that the appropriate and completely appropriate zones with 251.1 and 158.1 square kilometers had respectively the highest prefer ability for burial of the wastes in this categorization. Totally, about 41.8% of the total area of the town, was prioritized for the waste burial plans.

**Keywords:** Site selection, Rural solid waste, AHP model, GIS software, Ejroud town.

**Cite this article as:** Jafari M, Jafari A, Shahbazi R. Site selection of rural waste landflil using the AHP model and GIS software (Case study: the central part of Ejroud city). Journal of Health in the Field 2018; 6(2);29-39.

**Corresponding Author:** Department of Geography, Department of Education of Zanjan Province, Zanjan, Iran

**Email:** m.jafaigeo@yahoo.com

**DOI:** <https://doi.org/10.22037/jhf.v6i2.19410>

**Received:** 11. Dec. 2017

**Accepted:** 27. Aug. 2018

## مکان‌یابی محل دفن پسماندهای روستایی با استفاده از مدل (PHA) و نرم‌افزار GIS (مطالعه موردی: بخش مرکزی شهرستان ایجرود)



محمد جعفری\*<sup>۱</sup>، علی جعفری<sup>۲</sup>، رقیه شهبازی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد، گروه جغرافیا، آموزش و پرورش زنجان، زنجان، ایران  
 ۲- کارشناس، مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران  
 ۳- کارشناس پرستاری، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، بیمارستان رازی شهرستان ماهنشان، زنجان، ایران

### چکیده

**زمینه و اهداف:** مکان‌یابی و مدیریت صحیح محل دفن پسماند، به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود. تعیین مکان مناسب جهت دفن پسماند، یکی از مسائل مهم در مناطق روستایی است. انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماند، مستلزم در نظر گرفتن عوامل پیچیده متعددی است که ضرورت استفاده از فناوری‌های اطلاعات مکانی و تلفیق آن با سایر امور مدیریتی و برنامه ریزی مطرح می‌شود.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه به منظور ارزیابی مکان مناسب جهت دفن پسماندهای روستایی در بخش مرکزی شهرستان ایجرود از ۹ پارامتر مهم و تاثیرگذار در مکان‌یابی دفن پسماند از قبیل شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، فاصله از نقاط روستایی، فاصله از آبراه‌ها، فاصله از راه‌ها، فاصله از گسل‌ها، فرسایش و کاربری اراضی استفاده شد. پارامترهای شناسایی شده با به کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به صورت زوجی مقایسه و وزن هر یک از عوامل که مبین میزان تاثیر آنهاست، با نرم افزار Expert choice محاسبه گردید. تمامی مراحل این تحقیق با رعایت موازین اخلاقی و پژوهشی انجام شد.

**یافته‌ها:** با تلفیق لایه‌های وزنی به دست آمده در محیط Arc GIS، نقشه نهایی مکان‌یابی بهینه دفن پسماندهای روستایی در محدوده مطالعاتی در ۵ کلاس (کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب) طبقه بندی شد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج تحقیق نشان داد که پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب، به ترتیب با ۲۵۱/۱ و ۱۵۸/۱ کیلومتر مربع به ترتیب بالاترین ارجحیت را برای دفن پسماند دارا بوده و در مجموع با داشتن ۴۱/۸ درصد، مساحت کل محدوده شهرستان در اولویت طرح‌های دفن پسماند قرار می‌گیرند.

**کلیدواژه‌ها:** مکان‌یابی، پسماند روستایی، مدل AHP، تکنیک GIS، شهرستان ایجرود

**روش ارجاع به مقاله:** جعفری محمد، جعفری علی، شهبازی رقیه. مکان‌یابی محل دفن پسماندهای روستایی با استفاده از مدل (PHA) و نرم افزار (GIS) مطالعه موردی: بخش مرکزی شهرستان ایجرود. مجله بهداشت در عرصه، دوره ۶ شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۲۹-۳۹

\*نویسنده مسئول: ایران، زنجان، سازمان آموزش و پرورش استان زنجان، گروه جغرافیا

Email: m.jafarigeo@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۲۰  
 تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۵

## مقدمه

در حال حاضر در زمینه پسماندهای روستایی، مدیریت منسجمی وجود ندارد و پسماندهای روستایی که زمانی ترکیبات آن‌ها به طور عمدۀ طبیعی بود و به سرعت تجزیه و جذب محیط می‌شد، اکنون تبدیل به پسماندهای غیرقابل تجزیه با ماندگاری طولانی شده و برای مدت زمان طولانی در محیط روستا باقیمانده و چهره‌ای زشت به روستاها داده و انواع آلودگی‌های هوا، آب و خاک را به دنبال دارد [۱].

مکان‌یابی و مدیریت صحیح دفن پسماند به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود. از آنجایی که در مورد انتخاب مکان دفن پسماند به ویژه در روستاها هیچ گونه مطالعات اولیه‌ای که ضامن حفاظت از منابع محیط زیست و بهداشت باشد، تا به حال صورت نگرفته است و متأسفانه رهاسازی پسماند و فاضلاب در معابر و ریختن در رودخانه‌ها و مسیل‌ها، عمدۀترین روش‌های دفع پسماند محسوب می‌شود، در این صورت، مکان‌یابی بهینه و اصولی دفن بهداشتی پسماند بدون در نظر گرفتن معیارهای طبیعی، انسانی و اقتصادی، امری اجتناب‌ناپذیر است [۲].

در کشور ایران، دفن به عنوان آسانترین و ارزانترین گزینه مدیریت مواد زاید، همواره مورد توجه بوده است؛ اما به علت عدم وجود قوانین و مقررات محدودکننده در مورد نحوه ساخت و بهره برداری این محل‌ها، در عمل به صورت گودال‌های کنترل نشده زباله در آمده‌اند [۳]. بنابراین این واقعیت که نظام مدیریت پسماند، در شرایط بحرانی و به دور از وضعیت مطلوب قرار دارد، برکسی پوشیده نیست [۴]. انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماند، مستلزم در نظر گرفتن عوامل متعددی است که با توجه به گستردگی و پیچیدگی عوامل موثر در مکان‌یابی، ضرورت استفاده از فناوری‌های اطلاعات مکانی و تلفیق آن با سایر امور مدیریتی و برنامه ریزی مطرح می‌شود. امروزه محققین زیادی از قابلیت‌های (Geographic Information System: GIS) برای مکان‌یابی محل دفن پسماندها استفاده می‌کنند [۵]. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، به دلیل توانایی آن در مدیریت حجم عظیمی از داده‌های مکانی، یک روش بسیار مطلوب است. با استفاده از این فن‌آوری و با در نظر گرفتن تمامی پارامترها، به طور همزمان سبب صرفه جویی در زمان و هزینه‌های مالی می‌شود [۶]. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از گسترده‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری است. انتخاب مکان بهینه دفن پسماند که یکی از مهمترین پیامدهای مدیریت مواد زاید است، نیاز به تصمیم‌گیری چند معیاره دارد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است، منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل

مواجه می‌سازند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش تاکنون در علوم بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است [۷]. موضوع مکان‌یابی محل دفن پسماندهای روستایی به منظور مدیریت بهتر مواد زاید جامد و کاهش مشکلات زیست محیطی در مناطق مختلف جهان و کشور همواره مورد توجه بوده است. تاکنون کوشش‌های زیادی در زمینه مکان‌یابی دفن مواد زاید جامد با استفاده از ابزار GIS انجام شده است که در ادامه به برخی از این مطالعات اشاره می‌شود.

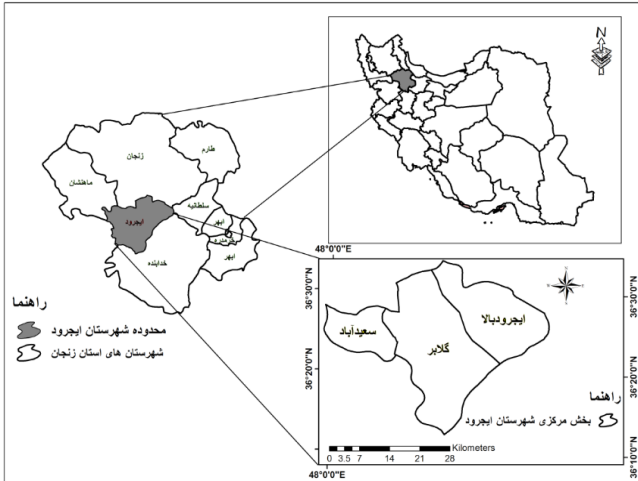
گوینا و همکاران (۲۰۰۹) با توجه به عوامل زیست محیطی و اقتصادی و با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌هایی را برای دفن پسماند در شهر پکن شناسایی و ارائه نموده‌اند [۸]. یاهایا و همکاران (۲۰۱۰)، مکان بهینه برای دفن پسماند در شهر ایبادان نیجریه با استفاده از AHP و GIS بررسی نموده و در نهایت دو مکان مناسب برای این منظور معرفی کرده‌اند [۹].

چانگ و همکاران (۲۰۰۸)، در تحقیقی برای مکان‌یابی پسماند، معیارهای تصمیم‌گیری چند معیاره را در محیط GIS به کار بردند. این مطالعه در منطقه هارلینگن در جنوب تگزاس که به سرعت در حال رشد است، صورت گرفته است. در این تحقیق، با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره و وزن دهی به لایه‌ها و سپس تلفیق آن‌ها، مناطق مناسب برای دفن پسماند به ۵ طبقه تقسیم شدند [۱۰]. راشد حسن و همکاران (۲۰۰۹)، در شهرداکا در بنگلادش، مکان‌یابی محل دفن زباله برای دوره‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۵ را با استفاده از GIS و AHP مطالعه نموده‌اند [۱۱]. سنر و همکاران (۲۰۱۰)، با استفاده از GIS و AHP برای حوضه آبخیز سنیر کنت ترکیه و در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف طبیعی و انسانی به مکان‌یابی محل دفن پسماند برای این حوضه اقدام نموده‌اند [۱۲].

ماهامید و تاوابا (۲۰۱۰)، در پژوهشی برای مکان‌یابی جایگاه‌های دفن زباله با کمک سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در فلسطین، عنوان داشته‌اند که مناسب‌ترین مکان‌های دفن بر پایه معیارهای محیطی، اراضی جنگلی همراه با بافت خاک رسی و شیب کمتر از ۵ درصد هستند [۱۳]. میکائیل اجاید (۲۰۱۲)، با استفاده از روش‌های RS و GIS و با به کارگیری معیارهای نوع خاک، کاربری اراضی، مسیرهای حمل و نقل، میزان بارش و پهنه‌های آبی، مبادرت به مکان‌یابی و مدیریت زباله در نیجریه نمودند [۱۴]. ایبستو و مینال (۲۰۱۳)، با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و GIS و با به کارگیری تحلیل تصمیم چند معیاری به مکان‌یابی دفن زباله در شهرک بهیر واقع در شمال غربی اتیوپی اقدام کرده و نقشه نهایی را در چهار سطح با مطلوبیت بالا، متوسط، پایین و غیرمناسب مدل سازی نمودند [۱۵].

یمانی و علیزاده (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی بهینه دفن پسماندهای جامد شهری منطقه هشتمگرد به روش فرایند تحلیل

محدود گردیده، مساحت شهرستان بالغ بر ۱۸۲۹ کیلومتر مربع می‌باشد که در ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی نصف‌النهار گرینویچ و ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی خط استوا قرار دارد.



شکل ۱- موقعیت بخش مرکزی شهرستان ایجرود در استان و کشور

### مبانی نظری فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بوده که اولین بار توسط توماس ال ساعتی (۱۹۸۰) ارائه گردید [۲۱، ۲۰]. این روش براساس مقایسه‌های زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران و تصمیم‌گیران می‌دهد. این تکنیک یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. گام اول در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی است که در آن اهداف، معیارها و ارتباط بین آن‌ها نشان داده می‌شود. گام‌های بعدی محاسبه ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، محاسبه ضریب اهمیت گزینه‌ها، محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها را شامل می‌شود [۱۷].

**الف) تدوین ساختار سلسله مراتبی برای مکان‌یابی دفن پسماند**  
این مرحله مهمترین بخش فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد. ساختار سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مساله پیچیده واقعی می‌باشد که در راس آن هدف کلی و در سطوح بعدی، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها قرار دارند [۲۲]. در این پژوهش جهت تدوین ساختار سلسله مراتبی دفن پسماند روستایی در بخش مرکزی شهرستان ایجرود از ساختار زیر که شامل (هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها) می‌باشد، استفاده شده که به شکل سطوح زیر است (شکل شماره ۲).

سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با استفاده از پارامترهای ژئومورفولوژی پرداختند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که نواحی کاملاً مناسب برای دفن پسماند در قسمت شرقی و جنوبی منطقه در حوالی روستای محمدآباد افشار و نواحی کاملاً نامناسب برای دفن پسماند در ناحیه غربی منطقه می‌باشد [۱۷].

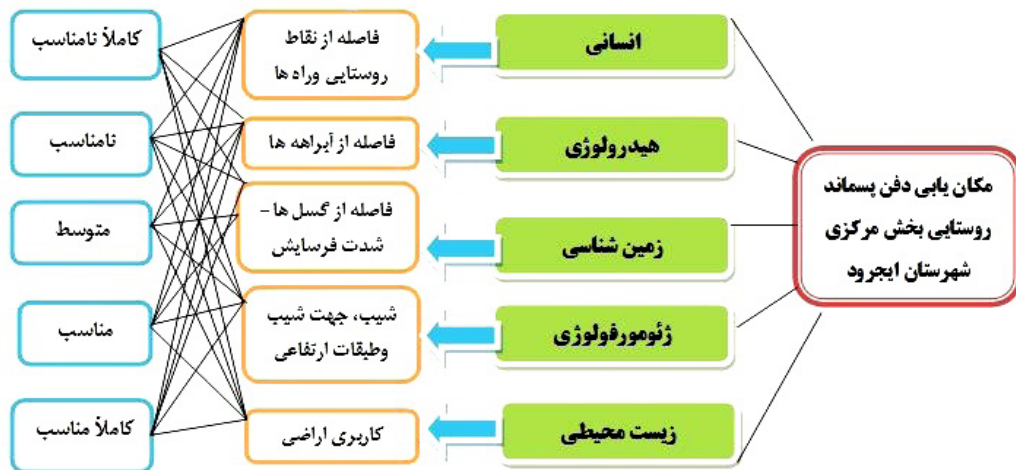
لذا با توجه به لزوم تعیین مکان دفن مناسب برای روستاها، هدف از انجام این پژوهش، مکان‌یابی محل مناسب دفن پسماندهای روستایی در بخش مرکزی شهرستان ایجرود با استفاده از تحلیل پارامترهای انسانی، زیست محیطی، هیدرولوژیکی، زمین شناسی و ژئومورفولوژی منطقه از طریق سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

هدف از انجام این پژوهش، تعیین پهنه‌های مناسب دفن پسماند روستایی بخش مرکزی شهرستان ایجرود می‌باشد. بدین منظور ابتدا مبانی نظری و تئوریک پژوهش براساس مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و مراجعه به سازمان‌ها و ارگان‌های مربوطه انجام گرفت. سپس معیارها و زیرمعیارهای مورد استفاده به منظور مکان‌یابی بهینه پسماند روستایی در بخش مرکزی شهرستان ایجرود شناسایی و در پنج گروه اطلاعاتی از قبیل زمین شناسی، هیدرولوژی، ژئومورفولوژی، زیست محیطی و عوامل انسانی و براساس ضوابط مکان‌یابی انتخاب شدند. زیرمعیارهای به کار رفته در این پژوهش عبارتند از: فاصله از نقاط روستایی، فاصله از آبراهه‌ها، فاصله از راه‌های ارتباطی، شدت فرسایش، طبقات شیب، جهت شیب و توپوگرافی، فاصله از گسل‌ها و کاربری اراضی. لایه‌های تهیه شده از زیرمعیارها در محیط نرم افزار ArcGis 10.3 مورد پردازش و تحلیل فضایی قرار گرفتند. جهت وزن دهی و تعیین اهمیت نسبی هر یک از لایه‌های اطلاعاتی در مکان‌یابی محل دفن پسماند از مدل AHP و نرم افزار Expert Choice استفاده شد. بعد از وزن دهی لایه‌های انتخابی، برای اینکه کلیه لایه‌ها با هم جمع شوند، اقدام به تبدیل لایه‌های وکتوری به رستری شد که این عملیات توسط ابزارهای Arc GIS انجام و در نهایت نقشه نهایی مکان‌یابی بهینه دفن پسماندهای روستایی در محدوده مطالعاتی، در ۵ کلاس مطابق شکل ۱۲ تهیه شد.

### معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان ایجرود به عنوان یکی از شهرستان‌های استان زنجان در مسیر جاده زنجان- بیجار و در فاصله ۳۵ کیلومتری از مرکز استان واقع شده است. این شهرستان از شمال به شهرستان زنجان از شرق به خدابنده از جنوب به استان کردستان از غرب به شهرستان ماهنشان



شکل ۲- ساختار سلسه مراتبی مکان یابی دفن پسماند روستایی در بخش مرکزی شهرستان ایجرود

می شود [۲۳]. در این مرحله مطابق جدول (۱)، هر سطح نسبت به عنصر خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مورد مقایسه قرار می گیرد.

(ب) وزن دهی به عوامل موثر در مکان یابی دفن پسماند این مرحله، دومین گام در فرایند تحلیل سلسله مراتبی می باشد. در واقع مقایسه زوجی به عنوان اساس فرایند سلسله مراتبی شناخته

جدول ۱- وزن دهی به عوامل براساس ارجحیت به صورت مقایسه زوجی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)	
۹	Extremely preferred	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم یا کاملاً مطلوب
۷	strongly preferred Very	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	Strongly preferred	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	Moderately preferred	کمی مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب
۱	Equally preferred	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲،۴،۶،۸		ترجیح بین فواصل قوی

نرمالیزه عوامل موثر در مکان یابی دفن پسماند در منطقه مطالعاتی به شرح جدول (۴ و ۲) و اشکال (۳ الی ۱۲) می باشد.

### ج) ماتریس مقایسه دوتایی

پس از تشکیل ساختار سلسله مراتبی در مورد مساله، تصمیم گیری به منظور اهمیت نسبی معیارها در هر مرحله از سلسله مراتبی از مقایسه دوجه دو استفاده می شود. این روش در بردارنده یکسری مقایسات دو به دو به منظور ساختن ماتریس تناسب می باشد. این ماتریس، تعدادی مقایسه دوتایی را به عنوان ورودی دریافت و اوزان مورد نظر را به عنوان خروجی تولید می کند. تمامی مراحل این تحقیق با رعایت موازین اخلاقی و پژوهشی انجام شد.

### یافته ها

نتایج حاصل از وزن دهی به زیرمعیارها، ماتریس مقایسه زوجی و

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی و بردار وزن زیر معیارها

زیر معیارها	فاصله از نقاط روستایی	فاصله از راه ارتباطی	فاصله از آبراهه‌ها	شیب	جهت شیب	طبقات ارتفاعی	کاربری اراضی	فرسایش	فاصله از گسل‌ها	بردار وزن
فاصله از نقاط روستایی	۱	۲	۲	۲	۲	۴	۴	۵	۸	۰/۲۵۰
فاصله از راه ارتباطی	۰/۵	۱	۲	۲	۳	۵	۶	۶	۷	۰/۱۹۶
فاصله از آبراهه‌ها	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۳	۳	۵	۶	۷	۰/۱۷۳
شیب	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۲	۳	۵	۵	۰/۱۴۳
جهت شیب	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۵	۱	۲	۳	۳	۵	۰/۰۸۴
طبقات ارتفاعی	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۳	۴	۰/۰۶۲
کاربری اراضی	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۵	۱	۲	۴	۰/۰۴۴
فرسایش	۰/۲	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۲	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۵	۱	۲	۰/۰۲۹
فاصله از گسل‌ها	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۱	۰/۰۲۰
جمع	۳/۴۹	۵/۱۵	۶/۶۵	۹/۷۳	۱۳/۳۶	۱۸/۰۸	۲۴/۷۵	۳۱/۵	۴۳	۱

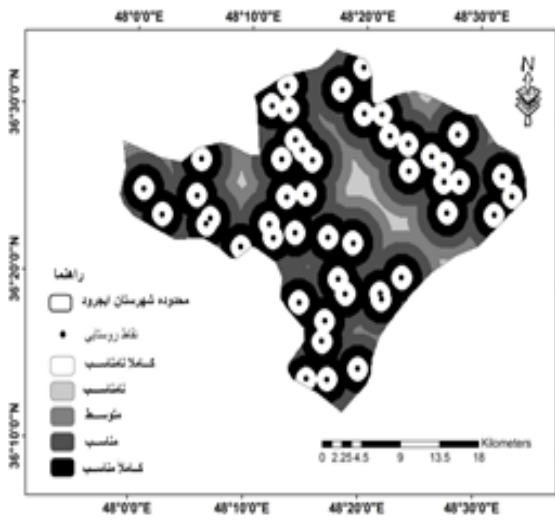
ضریب ناسازگاری: ۰/۰۵ سازگاری ماتریس زیر معیارها قابل قبول است.

جدول ۳- ماتریس داده‌های طبقات زیر معیارها

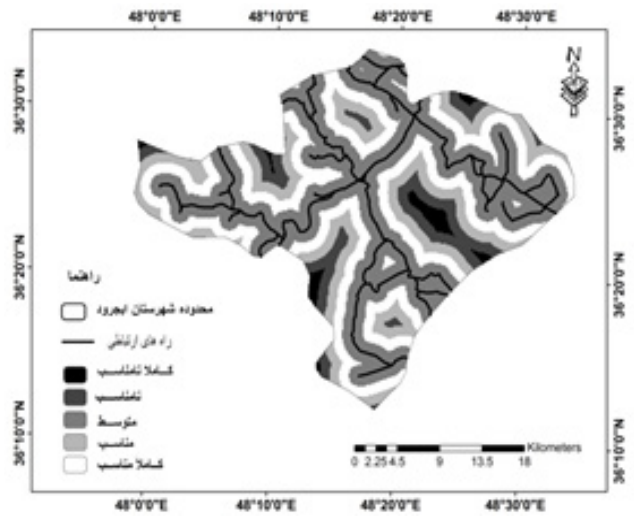
شدت فرسایش	فاصله از گسل‌ها (Km)	طبقات ارتفاعی (M)	شیب (درصد)	فاصله از آبراهه (Km)	فاصله از راه ارتباطی (Km)	فاصله از نقاط روستایی (Km)	امتیاز
IX/VII/II	۰-۵	۲۱۶۰ <	۳۶ >	۰-۲/۲	۴/۸-۵/۸	۰-۱/۵	۱
VI	۵/۲-۱۰/۵	۲۰۰۱-۲۱۵۰	۲۲-۳۶	۲/۲-۴/۴	۳/۶-۴/۸	۵/۵-۶/۶	۲
V	۱۰/۶-۱۵/۷	۱۸۶۰-۲۰۰۰	۱۲-۲۲	۴/۴-۶/۶	۲/۴-۳/۶	۴/۵-۵/۵	۳
IV	۱۵/۸-۲۱	۱۷۰۱-۱۸۵۰	۶-۱۲	۶/۶-۸/۸	۱/۲-۲/۴	۳-۴/۵	۴
III	۲۱/۱ <	۱۵۸۰-۱۷۰۰	۰-۶	۸/۸-۱۱/۲	۰-۱/۲	۱/۵-۳	۵

جدول ۴- ادامه ماتریس داده‌های طبقات زیر معیارها

امتیاز	کاربری اراضی	جهت شیب
۱	بستر آبراهه - ذخایر سطحی آب - مناطق صنعتی - شهر و روستا	شمال و شمال غربی
۲	مراعات متراکم - زراعت آبی - مخلوط زراعت آبی و باغ - مخلوط باغ و مجتمع درختی	غرب و شمال شرقی
۳	مراعات نیمه متراکم - زراعت دیم - مخلوط دیم و مرتع	جنوب غربی
۴	مراعات کم تراکم	شرق
۵	اراضی بایر فرسوده شور صخره‌ای	مسطح، جنوب و جنوب شرقی



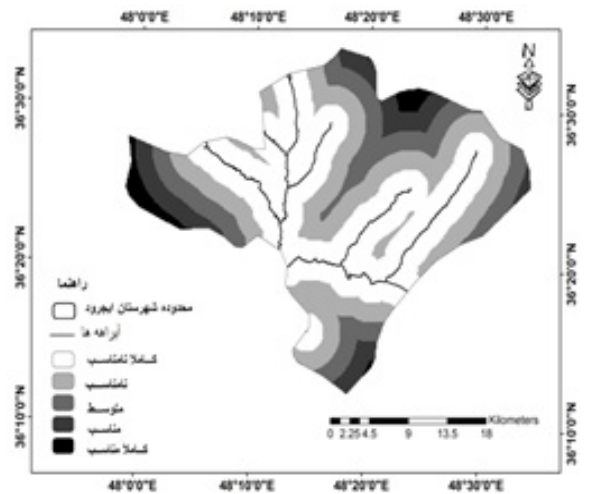
شکل ۴- رتبه بندی فاصله از مناطق روستایی



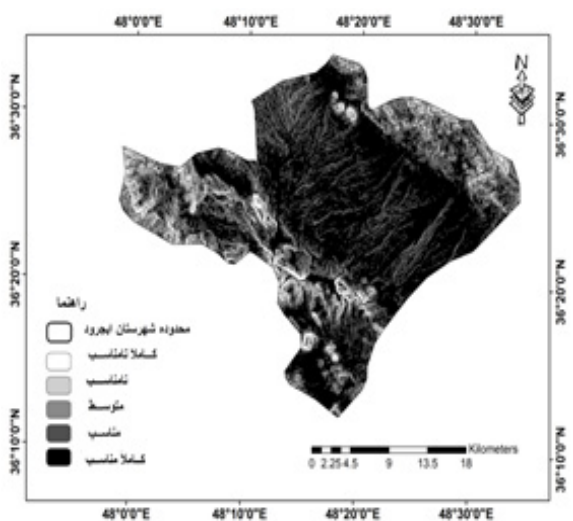
شکل ۳- رتبه بندی فاصله از راهها



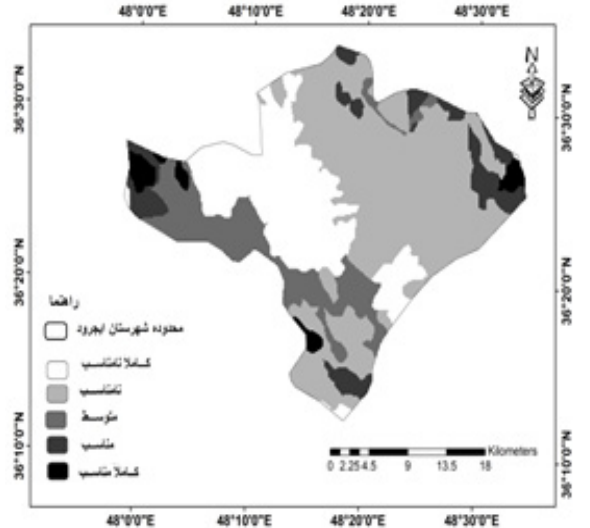
شکل ۶- رتبه بندی جهت شیب



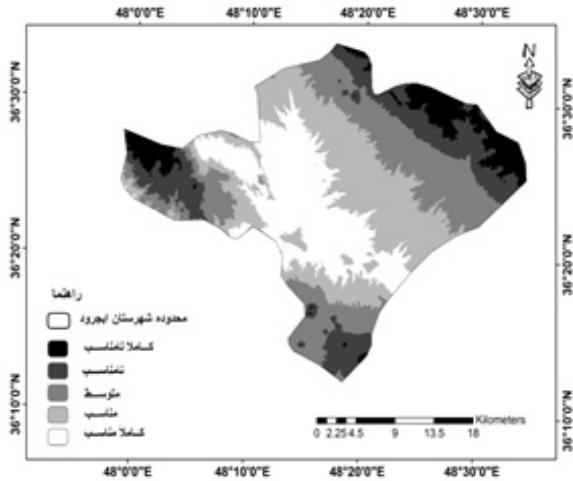
شکل ۵- رتبه بندی فاصله از آبراهه ها



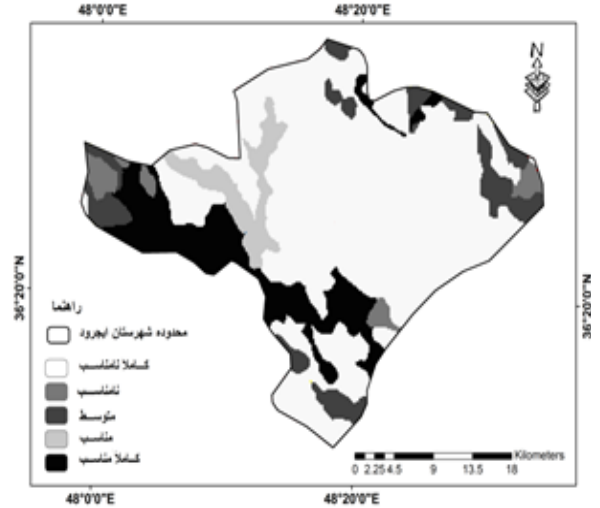
شکل ۸- رتبه بندی طبقات شیب به درصد



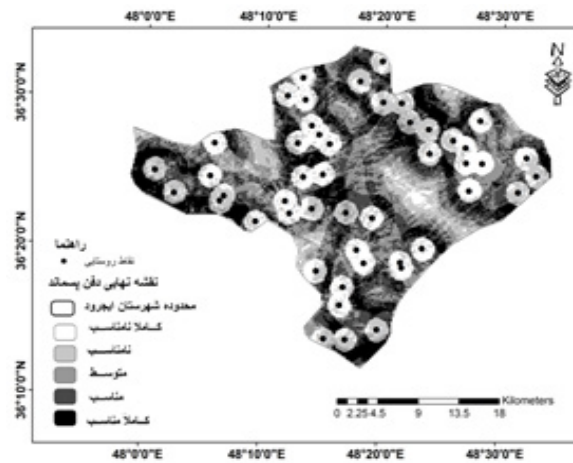
شکل ۷- رتبه بندی شدت فرسایش



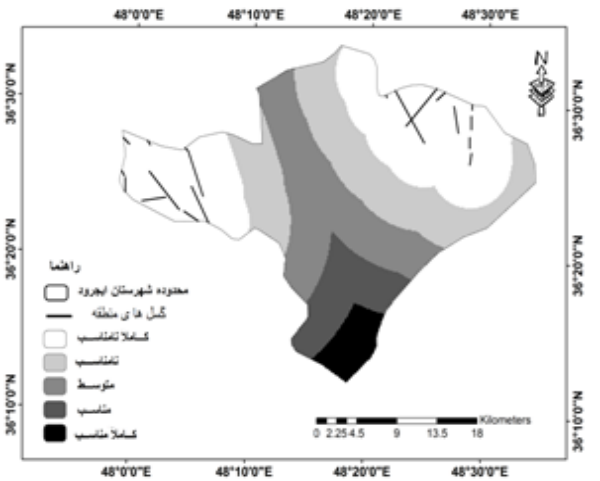
شکل ۱۰- رتبه بندی از طبقات ارتفاعی



شکل ۹- رتبه بندی کاربری اراضی



شکل ۱۲- نقشه نهایی مکان‌های بهینه برای دفن پسماند روستایی محدوده



شکل ۱۱- رتبه بندی فاصله از گسل‌ها

### شیب

شیب یکی از معیارهای اصلی در مکان‌یابی دفن پسماند محسوب می‌شود. نقشه شیب از روی توپوگرافی منطقه استخراج شد. در این پژوهش بالاترین امتیاز به شیب ۶-۰ درصد و کمترین امتیاز برای شیب‌های بالای ۳۶ درصد در نظر گرفته شد. با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه و شیب حاصل از آن می‌توان گفت از مجموع ۹۷۸ کیلومتر مربع وسعت منطقه، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۲۵ و ۳۷ درصد برای دفن پسماندها در اولویت قرار گرفتند.

### جهت شیب

شیب یکی از معیارهای اصلی در مکان‌یابی دفن پسماند محسوب می‌شود. نقشه شیب از روی توپوگرافی منطقه استخراج شد. در این پژوهش، بالاترین امتیاز به شیب ۶-۰ درصد و کمترین امتیاز برای

### بحث

انتخاب مکان مناسب دفن پسماند و مدیریت پسماند شهری و روستایی برای کشورهای در حال توسعه، یکی از مشکلات عمده‌ای است که در اکثر مواقع با آن روبرو هستند. در نتیجه ایجاد یک راهبرد ملی برای حفاظت از منابع طبیعی و جلوگیری از آلودگی محیط زیست بسیار مهم و ضروری است. مکان‌یابی محل دفن بهداشتی پسماندها نیازمند انجام مطالعات و اعمال مدیریت صحیح بوده و معیارهای متعددی در انتخاب مکان مناسب تأثیر می‌گذارند که عدم توجه به آن‌ها موجب آلودگی شدید محیط زیست و صدمه به انسان می‌شود. با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژیکی، انسانی و هیدرولوژیکی محدوده مطالعاتی، می‌توان گفت که پارامترهای مورد استفاده در مکان‌یابی دفن پسماند متفاوت است.



داده شده است. براساس نتایج حاصل از جدول امتیاز وزنی (جدول شماره ۴) و نقشه فاصله از راه‌های ارتباطی، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۱۸ و ۸ درصد برای دفن پسماندها در اولویت قرار گرفته‌اند.

### فاصله از گسل

گسل‌ها دارای جابه‌جایی قائم، با ایجاد اختلاف سطح، باعث ایجاد تغییرات و ناپایداری محیط می‌شوند. مکان‌های پیشنهادی برای دفن پسماند، بهتر است فاصله زیادی با گسل‌های منطقه داشته باشد و در صورت امکان هم‌جوار فعالیت گسل‌ها نباشد. گسل‌های فعال در بخش‌هایی از شمال شرق و غرب منطقه قرار دارد. بر اساس نتایج حاصل از جدول امتیاز وزنی (جدول شماره ۴)، پراکندگی گسل‌ها در سطح منطقه، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۲۳ و ۷ درصد برای دفن پسماندها به خود اختصاص دادند.

### کاربری ارضی

یکی دیگر از موضوعاتی که باید در انتخاب محل دفن پسماند به آن توجه کرد، بحث کاربری ارضی است. کاربری مستقر در یک منطقه، نباید باعث مزاحمت و مانع اجرای فعالیت‌های دیگر گردد؛ از طرفی در مکان‌یابی محل دفن پسماند باید دقت نمود که محل مورد نظر دارای کاربری با ارزشی چون اراضی مرغوب کشاورزی، جنگل و تالاب نباشد. محل دفن انتخابی باید فاصله کافی و مناسب را از تمامی اراضی که کاربری خاصی دارند، حفظ کند. براساس نتایج حاصل از جدول امتیاز وزنی (جدول شماره ۴) و نقشه کاربری اراضی، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب برای دفن پسماندها به ترتیب با ۲۱ و ۳ درصد در اولویت قرار گرفتند. در این پژوهش، اراضی بایر و مراتع کم تراکم، ارزش بیشتری نسبت به اراضی کشاورزی، باغات و مراتع متراکم و دیگر مناطق به خود اختصاص داده‌اند.

### شدت فرسایش

مکان‌هایی برای دفن پسماند در نظر گرفته می‌شوند که کمترین فرسایش پذیری را دارا هستند. مناطقی با فرسایش پذیری شدید (کلاس VI، VII، IX)، نامناسب‌ترین مکان جهت دفن پسماند می‌باشند و مناطقی با فرسایش پذیری کم (کلاس III، IV) جهت دفن پسماند بسیار خوب می‌باشند. براساس نتایج حاصل از جدول امتیاز وزنی (جدول شماره ۴) و نقشه شدت فرسایش خاک، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۱۳ و ۵ درصد برای دفن پسماندها در اولویت قرار گرفته‌اند.

در مطالعه حاضر، مهم‌ترین عوامل مؤثر در فرآیند مکان‌یابی دفن پسماند مد نظر قرار گرفت و پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی هر یک

شیب‌های بالای ۳۶ درصد در نظر گرفته شد. با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه و شیب حاصل از آن می‌توان گفت از مجموع ۹۷۸ کیلومتر مربع وسعت منطقه، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۲۵ و ۳۷ درصد برای دفن پسماندها در اولویت قرار گرفتند.

### ارتفاع

مناطق پست و گود مثل دره‌های تنگ، با تلاق‌ها و گودال‌ها از نظر توپوگرافی بسیار مناسب هستند. با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه و مسطح بودن آن، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۳۰ و ۲۳ درصد از مجموع مساحت منطقه را برای دفن پسماندها به خود اختصاص دادند. لذا در این پژوهش، مناطق پست اولویت بیشتری را نسبت به مناطق مرتفع صعب العبور دارا می‌باشند.

### فاصله از نقاط روستایی

اهمیت مراکز جمعیتی در مکان‌یابی محل دفن پسماند از دو دیدگاه قابل بررسی می‌باشد: نخست به لحاظ حفظ بهداشت و سلامت انسان‌ها و از سوی دیگر به منظور کاهش هزینه حمل و نقل، نباید فاصله زیادی تا مجتمع‌های زیستی (شهر و روستا) داشته باشد. لایه فاصله از نقاط روستایی بر اساس جدول (۳) طبقه‌بندی و امتیاز دهی و نتایج حاصل در شکل شماره (۳) نشان داده شده است.

### فاصله از آبراهه‌ها

محل انتخابی دفن پسماند باید فاصله مناسبی از رودخانه‌های دائمی و فصلی داشته باشد تا در صورت انتشار احتمالی، موجب آلوده شدن آب نشود. جهت جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و عدم نفوذ آن به زمین، لازم است تا حدامکان محل دفن پسماند از آبهای سطحی فاصله داشته باشد. براساس نتایج حاصل از جدول امتیاز وزنی (جدول شماره ۴) و پراکندگی رودخانه‌ها در سطح منطقه، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۱۰ و ۴ درصد برای دفن پسماندها در اولویت قرار گرفته‌اند.

### فاصله از راه‌های ارتباطی

فاصله از جاده برای محل دفن پسماند به دلیل سهولت حمل و نقل و رفت و آمد کارکنان دارای اهمیت است. مکان‌هایی که برای دفن زباله انتخاب می‌شود، حتی المقدور بایستی دارای راه‌های اصلی و جاده ارتباطی مناسب باشد، در غیر این صورت لازم است، قبل از شروع عملیات دفن زباله، راه‌های ارتباطی مناسب برای محل دفن پسماند احداث نمود. در این پژوهش برای مناطق با فاصله‌های کم‌تر از جاده، اولویت بیشتری در نظر گرفته شد و به تناسب افزایش فاصله از جاده، ارزش مناطق برای دفن پسماند نامناسب تشخیص

و غربی این شهرستان، بهترین مکان‌های پیشنهادی جهت دفن پسماندهای روستایی انتخاب شدند [۱۶]. جعفری و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماند روستایی با استفاده از مدل AHP و نرم افزار GIS در شهرستان ماهنشان را بررسی نمودند. برای این منظور از ۸ لایه اطلاعاتی موثر در این امر استفاده کردند. با تلفیق لایه‌های وزنی بدست آمده، نقشه نهایی مکان‌یابی دفن پسماند روستایی در محدوده مطالعاتی در ۵ کلاس (کاملاً مناسب، مناسب، متوسط، نسبتاً نامناسب و کاملاً نامناسب) طبقه بندی شد [۱۸].

### نتیجه‌گیری

مکان‌یابی محل دفن بهداشتی پسماندها نیازمند انجام مطالعات و اعمال مدیریت صحیح بوده و معیارهای متعددی در انتخاب مکان مناسب تاثیر می‌گذارند که عدم توجه به آن‌ها موجب آلودگی شدید محیط زیستی و صدمه به انسان می‌شود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که روش AHP یک روش انعطاف پذیر، روان و به راحتی قابل اجرا برای مکان‌یابی محل دفن پسماند می‌باشد و تلفیق آن با ابزارهای قدرتمند GIS از کارایی بالای برخوردار است. با توجه به ویژگی‌های زمین شناسی، ژئومورفولوژیکی، انسانی و هیدرولوژیکی محدوده مطالعاتی، می‌توان گفت که پارامترهای مورد استفاده در مکان‌یابی دفن پسماند متفاوت است. این پژوهش مهمترین عوامل موثر در فرایند مکان‌یابی دفن پسماند را مدنظر قرارداده و پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، هر یک از معیارهای ذکر شده مطابق شکل (۲) و بدست آوردن امتیاز وزنی آن‌ها با نرم افزار Expert choice، لایه‌های وزن دار شده در محیط GIS مورد همپوشانی قرار گرفتند و در نهایت نقشه نهایی مکان‌یابی دفن پسماند در ۵ کلاس (کاملاً نامناسب، نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب) برای منطقه مطالعاتی مطابق شکل (۱۲) مشخص گردید. در این میان، پهنه‌های مناسب و کاملاً مناسب به ترتیب با ۲۵۱/۱ و ۱۵۸/۱ کیلومترمربع به ترتیب بالاترین ارجحیت را برای دفن پسماند دارا بوده و در مجموع با داشتن ۴۱/۸ درصد مساحت کل محدوده شهرستان در اولویت طرح‌های دفن پسماند قرار می‌گیرند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از واحد آمار و اطلاعات استانداری استان زنجان به خاطر در اختیار گذاشتن داده‌های تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

از معیارهای ذکر شده مطابق شکل ۲ و به دست آوردن امتیاز وزنی آن‌ها با نرم‌افزار Expert choice، لایه‌های وزن دار شده در محیط GIS مورد همپوشانی قرار گرفتند و در نهایت نقشه نهایی مکان‌یابی دفن پسماند در ۵ کلاس (کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب) برای منطقه مطالعاتی مطابق شکل ۱۱ مشخص شد. وزن نهایی پهنه‌های پیشنهادی جهت دفن پسماند از مجموع حاصلضرب لایه زیرمعیار در وزن آن با ابزارهای ArcGIS بدست آمد و مکان‌های پیشنهادی برای دفن پسماند در هر کلاس مشخص شد. نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، مناطق کاملاً نامناسب ۱۳/۷۴ درصد از میزان مساحت منطقه و مناطق کاملاً مناسب ۱۳/۵۶ درصد از میزان مساحت منطقه مورد نظر را به خود اختصاص داده است. جدول شماره ۵، درصد پهنه بندی دفن پسماند روستایی در هر کلاس را در بخش مرکزی شهرستان ایجرود نشان می‌دهد.

جدول ۵- پهنه‌های پیشنهادی دفن پسماند روستایی در بخش مرکزی

شهرستان ایجرود و مساحت آن‌ها		
کلاس	مساحت به Km <sup>2</sup>	مساحت به درصد
کاملاً نامناسب	۱۶۴/۷۸۷	۱۷/۰۴
نامناسب	۱۹۱/۱۷۳	۱۹/۷۷
متوسط	۲۰۱/۷۲۲	۲۰/۸۵
مناسب	۲۵۱/۱۶۹	۲۵/۹۸
کاملاً مناسب	۱۵۸/۱۴۰	۱۶/۳۶

نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه نیکزاد و همکاران (۱۳۹۶)، صفایی پور و همکاران (۱۳۹۴) و جعفری و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت داشت [۱۹-۱۶].

نیکزاد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی دفن پسماند با استفاده از منطق فازی در GIS و مدل تحلیل فرایند شبکه‌ای فازی و با به کارگیری معیارهایی از قبیل فاصله از جاده، شیب، ارتفاع، کاربری، میزان بارش، فاصله از گسل، فاصله از مناطق حفاظت شده، زمین شناسی و فاصله از شهر و روستا را برای یک دوره زمانی ۲۰ ساله بررسی کرده و مکان‌های مناسب دفن پسماند در شهرستان علی‌آباد را مشخص نمودند [۱۹].

صفایی پور و همکاران (۱۳۹۴)، در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماندهای روستایی با استفاده از تلفیق مدل تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GIS (مطالعه موردی: شهرستان شهرکرد) را بررسی نمودند. برای این منظور از ۱۲ لایه اطلاعاتی دخیل در امر مکان‌یابی دفن پسماند استفاده کردند. پس از ترکیب لایه‌های فوق، سه سایت پیشنهادی مشخص شده بر روی نقشه نهایی واقع در مناطق شرقی

## References

- 1- Anabestani A, Javanshiri M. Locating of suitable burial place of hysteresis in rural settlements (Case study: Villages of Khaf County). *Journal of Geography and Environmental Hazards* 2013; 2(6):103-22.
- 2- Faraji S, Salmani H, Fereydooni M, Karimzade F, Rahimi H. Rural hygiene landfill location by using Analytical Network Process model (Case study: Rural regions of Ghouchan). *Journal of Spatial Planning (Modarres Quarterly)* 2010; 14(1):127-49.
- 3- Abdoli MA, Ghiyasi Nejad H. The strategic mining regulations on minimum coverage required in the case of solid waste landfills in the country. *Journal of Environmental Studies* 2006; 32(40):9-18 (In Persian).
- 4- Hadiani Z, Ahadnejad M, Kazemizade S, Shahali A. Location of solid urban landfill by using fuzzy logic in GIS environment. *Journal of Geographical Space* 2011; 12(30):116-33 (In Persian).
- 5- Pourahmad A, Habibi K, Zahraie M, Nazari Adli S. Using fuzzy algorithms and GIS for urban equipment location, Case Study: Landfill of Babolsar City. *Journal of Environmental Studies* 2007; 33(42):31-42 (In Persian).
- 6- Goudarzi L, Akhondali AM, Zarei H. Identification of sites suitable for artificial recharging using GIS and AHP techniques (Case study: Oshtorinan Plain). *RS & GIS for Natural Resources* 2013; 4(2):53-67 (In Persian).
- 7- Jafari HR, Rafiee Y, Ramezani Mehrian M, Nasiri H. Urban Landfill Site Selection Using AHP and SAW in GIS Environment (Case Study: Kohkiluyeh-o-Boyer-Ahmad Province, Iran). *Journal of Environmental Studies* 2012; 38(1):131-40 (In Persian).
- 8- Wang G, Qin L, Li G, Chen L. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: a case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management* 2009; 90(8):2414-21.
- 9- Yahaya S, Ilori C, Whanda S, Edicha J. Landfill site selection for municipal solid waste management using geographic information system and multicriteria evaluation. *American Journal of Scientific Research* 2010; 10:34-49.
- 10- Chang N-B, Parvathinathan G, Breeden JB. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management* 2008; 87(1):139-53.
- 11- Hasan MR, Tetsuo K, Islam SA. Landfill demand and allocation for municipal solid waste disposal in Dhaka city—an assessment in a GIS environment. *Journal of Civil Engineering (IEB)* 2009; 37(2):133-49.
- 12- Şener Ş, Sener E, Karagüzel R. Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 2011; 173(1-4):533-54.
- 13- Mahamid I, Thawaba S. Multi Criteria and Landfill Site Selection Using Gis: A Case Study From Palestine. *Open Environmental Engineering Journal* 2010; 3:33-41.
- 14- Oyinloye MA. Using GIS and Remote Sensing in urban waste disposal and management: A focus on Owo LGA, Ondo State, Nigeria. *European International Journal of Science and Technology* 2013; 2(7):106-18.
- 15- Ebistu TA, Minale AS. Solid waste dumping site suitability analysis using geographic information system (GIS)

and remote sensing for Bahir Dar Town, North Western Ethiopia. *African Journal of Environmental Science and Technology* 2013; 7(11):976-89.

16- Safeepour M, Mokhtari Chelche S, Hosseini SR, Soleymanirad I. Locating the Rural Waste Landfills by Using Integrating Multi-Criteria Decision-Making Model in GIS Environment (Case Study: Shahrekord County). *Journal of Research and Rural Planning* 2016; 4(4):57-75 (In Persian).

17- Yamani M, Alizadeh S. Site locating landfill in Hashtgerd area by using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS). *Geographical Data* 2016; 24(96):79-90 (In Persian).

18- Jafari M, Jafari A. Locating an appropriate landfill for rural wastes using the AHP model and GIS software (Case study: Mahneshan town). *Journal of Research in Environmental Health* 2016; 2(3):245-54 (In Persian).

19- Nikzada V, Amiri M, Moarab Y, Foroughi N. Using Fuzzy Logic Analysis and Fuzzy ANP (FANP) method in GIS for landfill site selection (Case Study: Aliabad City). *Geography and Environmental Hazards* 2017; 6(21), 67-87 (In Persian).

20- Mirabadi M, Abdi AH. Landfill locate in Bukan by Boolean logic and Analytical Hierarchy Process (AHP). *Journal of Environmental Science and Technology* 2017; 19(1):149-68 (In Persian).

21- Saaty TL. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill; 1980.

22- Ramasht M, Hatami Fard R, Mosavy SH. Site selection of municipal solid waste disposal using AHP Model and GIS technique (Case Study: Kouhdasht City). *Geography and Planning* 2013; 17(44):119-38 (In Persian).

23- Sadr Mosavy M, Moosakhani K, Abazrlou Sh AS. Optimal municipal solid waste landfill site selection using Analytical Hierarchy Model AHP (Case study: Zanjan city). *Journal Management System* 2012; 6(20):65-87 (In Persian).