

## کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان‌یابی جایگاه دفن پسماند شهر سمنان

محمد پناهنده<sup>۱</sup>، بهروز ارسطو<sup>۲</sup>، آریامن قویدل<sup>۳</sup>، فاطمه قنبری<sup>۴</sup>

نویسنده مسئول: رشت، ضلع غربی باغ محتشم، پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی [Ghanbari.fa@gmail.com](mailto:Ghanbari.fa@gmail.com)

پذیرش: ۸۸/۰۹/۲۳

دریافت: ۸۸/۰۶/۰۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** مکان‌یابی جایگاه‌های مناسب دفن پسماند از اقدامات مهم در فرایند مدیریت جامع پسماندهای جامد شهری است. در فرایند مکان‌یابی می‌بایست معیارهای مختلفی مورد ملاحظه قرار گیرد، بنابراین کاربرد روش‌هایی که قادر به تامین معیارهای مورد نظر باشند، ضروری است. بدین منظور در بررسی حاضر ابزار GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مورد استفاده قرار گرفته است.

**روش بررسی:** در این راستا نخست از هر یک از فاکتورهای موثر اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی نقشه‌سازی به عمل آمد و در مرحله بعد هر یک از لایه‌های تهیه شده رتبه‌بندی گردید، به صورتی که رتبه‌های پایین بیانگر عدم تناسب و یا تناسب کم‌تر و رتبه‌های بالا بیانگر تناسب بیشتر بودند.

**یافته‌ها:** ادغام نقشه‌های رتبه‌بندی شده با لحاظ وزن‌های به دست آمده در فرایند AHP، محدوده مورد مطالعه را به پهنه‌هایی در غالب نامناسب، مناسب و بسیار مناسب تفکیک نموده است.

**نتیجه‌گیری:** پهنه‌های دارای قابلیت بسیار مناسب می‌تواند در اولویت اول تصمیم‌گیری قرار گرفته و در صورت لزوم مکان‌های مناسب نیز می‌تواند در توسعه آتی در دستور کار قرار گیرد.

**واژگان کلیدی:** پسماند، مکان‌یابی، مدل سلسله مراتبی، GIS، سمنان

۱- کارشناس ارشد مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، عضو هیات علمی و مدیر گروه فرآوری پسماند پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی

۲- کارشناس ارشد منابع طبیعی، عضو هیات علمی سازمان جهاد کشاورزی سمنان

۳- کارشناس ارشد علوم محیط‌زیست، عضو هیات علمی پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی

۴- کارشناس ارشد مدیریت محیط‌زیست، کارشناس پژوهشی پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی

## مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت شهری و توسعه مناطق شهری، افزایش مصرف مواد دارای پسماند تجزیه ناپذیر و بسیاری دیگر از مناسبات زندگی ماشینی و مدرن باعث رویکرد جدید مدیران شهری شده است و چگونگی دفع و معدوم سازی پسماند یکی از دغدغه های اساسی در مدیریت محیط زیست شهری در آمده است (۱). تولید پسماند یکی از مهم ترین منابع تهدیدکننده سلامت و محیط زیست جهانی است (۲). هدف از طراحی و اجرای سیستم مدیریت پسماندهای شهری رفع مشکل شهر و در نهایت کمک به سلامت و بهداشت و آسایش شهروندان است. در حال حاضر دفن پسماندها عمده ترین روش دفع در بسیاری از کشورها و نیز ایران می باشد (۳). کاربرد این روش، به ویژه در اشکال تلنبار در مقایسه با دیگر گزینه ها، به دلیل ارزان بودن و ساده ترین نحوه مدیریت موجب گردیده که بدون برنامه ریزی های اصولی، دفع پسماندها اغلب در مکان های غیر آماده و کنترل نشده صورت گیرد (۴). در صورتی که دفن بهداشتی جزو غیرقابل اجتناب سیستم مدیریت پسماند محسوب می گردد (۵). این عملیات، فرایندی با مراحل حساس و نیازمند دقت نظر و مطالعات تخصصی و طراحی در مراحل مکان یابی، آماده سازی و اعمال مدیریت صحیح در مرحله بهره برداری است (۶). غالباً تمامی اثرات زیان بار و مهمی که در طول ارزیابی اثرات محیط زیستی نمایان می شوند باید در طول فرایند مکان یابی مورد توجه قرار گیرند (۷). به جرات می توان گفت که مکان یابی صحیح می تواند بیش از نیمی از نگرانی های موجود در محل دفن را مرتفع سازد (۸). در مکان یابی محل دفن بایستی به عواملی چون توپوگرافی و زمین شناسی محل، هیدرولوژی منطقه، شرایط اقلیمی، سطح زمین مورد نیاز، خاک پوششی، سطح آب زیرزمینی، موقعیت توسعه شهری، خصوصیات زباله دفنی، کاربری زمین های مجاور، فاصله آب های سطحی از محل دفن، قیمت زمین و طول عمر جایگاه دفن توجه داشت (۹). دفن بهداشتی پسماندهای شهری مانند هر پروژه مهندسی دیگر به اطلاعات

پایه و برنامه ریزی دقیق نیازمند است. انتخاب فاکتورهای متعدد سبب تعدد لایه های اطلاعاتی شده و تلاش برای یافتن راه حلی مناسب برای تحلیل بر روی تعداد زیاد لایه های اطلاعاتی و اخذ نتیجه صحیح، تصمیم گیران را به طور ناخودآگاه به سمت و سوی استفاده از سیستمی سوق می دهد که علاوه بر دقت بالا از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات در حد بالایی قرار داشته باشد. از جمله رویکردهایی که مورد استقبال زیاد قرار گرفته استفاده از مدل تصمیم گیری در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. در میان مدل های تصمیم گیری، مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) توسط متخصصین پروژه های مختلف به کار رفته است (۱۰-۱۲). اساس کار این مدل تعیین ترتیب الویت معیارها و تعیین کارشناسی وزن معیارهاست. در این راستا ترتیب الویت معیارهای گوناگون توسط متخصصین مختلف ارایه شده است. به منظور مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان سمنان از نرم افزار ARC GIS و مدل تصمیم گیری AHP با ترتیب الویت معیارهای فاصله از گسل، اماکن سکونتی و جمعیتی، راه ها، مناطق حفاظت شده، آب های زیرزمینی، شیب و توپوگرافی، سنگ شناسی، کاربری اراضی و آب های سطحی، استفاده شده است. شهرستان سمنان با مساحتی برابر ۲۲۱۹۱ کیلومتر مربع بین ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۱ دقیقه عرض شمالی و از ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرق واقع شده است. طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵، جمعیت این شهرستان دارای ۱۹۱۶۱۸ نفر می باشد (۱۳). محل دفن پسماندهای شهر سمنان در ۲۰ کیلومتر جنوب شرقی این سمنان و در مسیر جاده پایگاه نیروی هوایی واقع شده است. طرح جامع مدیریت پسماند برای این شهر در حال انجام است. براین اساس مکان یابی محل دفن پسماندهای شهر سمنان می تواند در جهت نیل به هدف مدیریت پسماندها حرکت نماید. مقاله حاضر حاصل نتایج مطالعات مکان یابی طرح جامع مدیریت پسماند شهرستان سمنان است.

## مواد و روش ها

براساس هدف و روش کار تعریف شده، برای مکان یابی جایگاه دفن پسماند، لایه های اطلاعاتی ذیل تهیه و مورد استفاده قرار گرفته اند:

نقشه های توپوگرافی شهرستان سمنان در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ با تصحیح و بازبینی

مدل رقومی ارتفاع DEM حاصل از نقشه های توپوگرافی نقشه شیب در کلاس های مورد نظر مطابق با اهداف طرح نقشه کاربری اراضی، جاده های ارتباطی و مناطق حفاظت شده

نقشه گسل های استخراجی از نقشه زمین شناسی لایه اطلاعاتی مکان ها و مراکز شهری و روستایی و لایه آب های سطحی و زیرزمینی استخراج شده از نقشه های مرکز آمار ایران

لایه صنایع و معادن استخراج شده از اطلاعات سازمان صنایع و معادن استان سمنان

برای انجام این پروژه از نرم افزار Auto desk Map برای تصحیح و آماده سازی لایه ها و از نرم افزارهای ILWIS و Arc GIS برای انجام تحلیل های فضایی استفاده شده است.

فرایند مکان یابی شامل مراحل زیر بوده است:

تهیه داده های رقومی مورد نیاز با استفاده از بسته نرم افزاری GIS

- مشخص نمودن پارامترهای موثر در مکان یابی

- کاربرد روش سلسله مراتبی تحلیلی AHP جهت تعیین وزن نسبی پارامترهای موثر

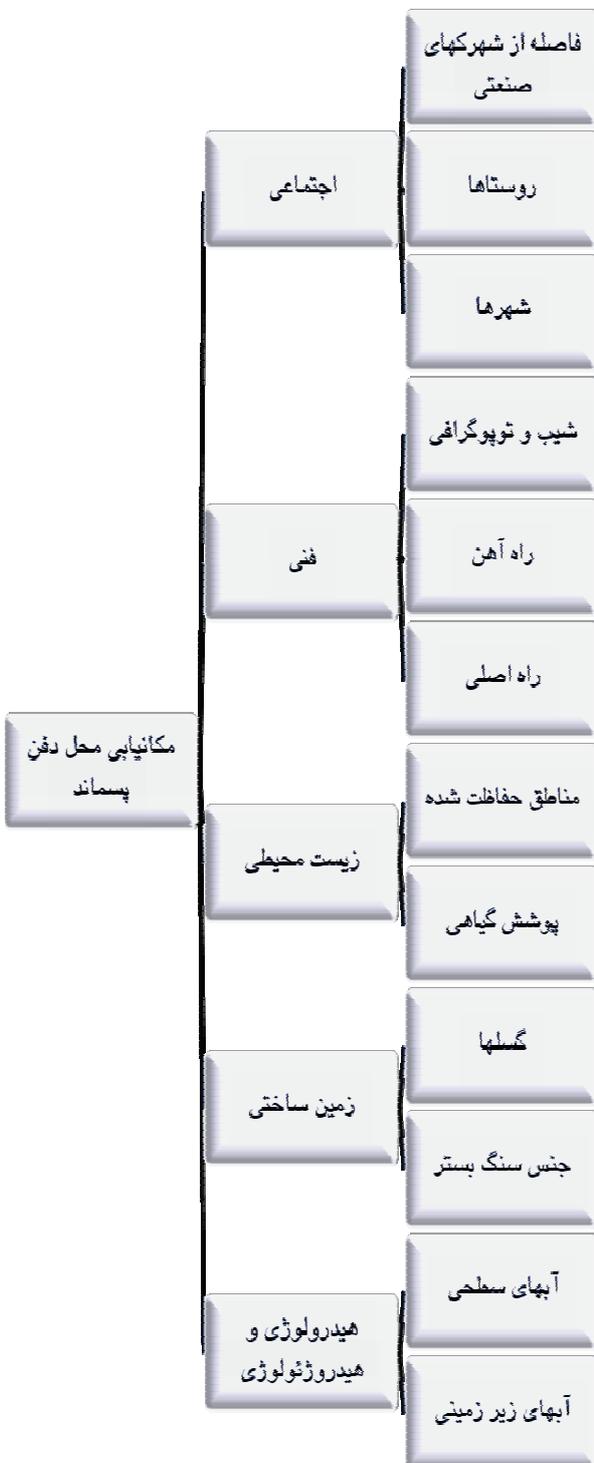
- وزن دهی ساده برای شناسایی شاخص مناسب بودن

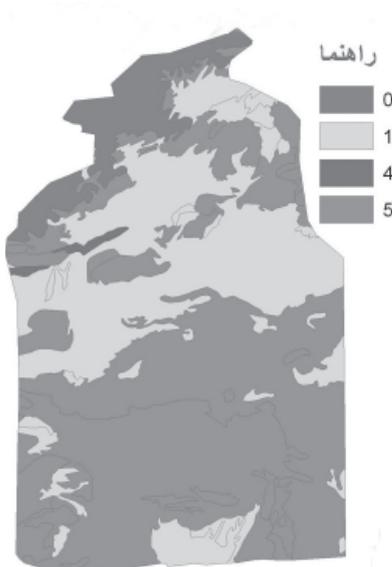
- تعیین مناطق مناسب جهت دفن پسماند.

امتیاز دهی پارامترهای مختلف بین ۰ تا ۵ انتخاب شده است با این توضیح که از ۰ به ۵ از نامناسب ترین تا خیلی مناسب می باشد.

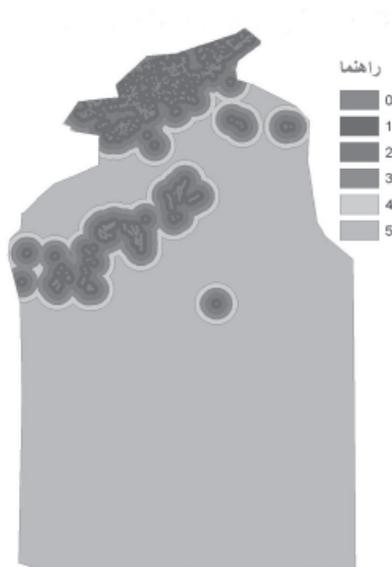
## یافته ها

پارامترهای موثر در مکان یابی محل دفن پسماند در پنج گروه مورد شناسایی قرار گرفتند:

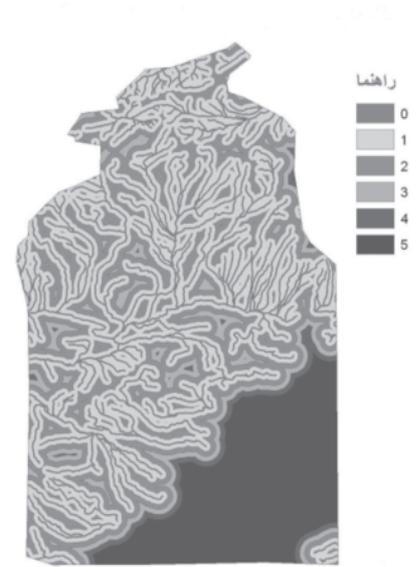




شکل ۳: رتبه بندی واحدهای زمین شناسی



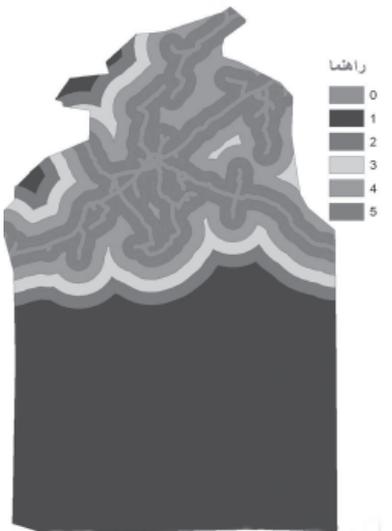
شکل ۲: رتبه بندی فاصله از چاه ها و قنات ها



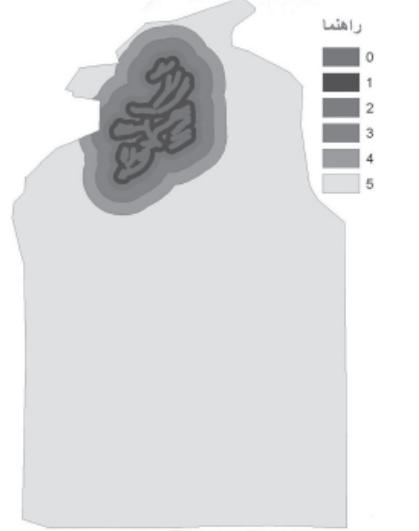
شکل ۱: رتبه بندی فاصله از منابع آب های سطحی



شکل ۶: رتبه بندی طبقات شیب



شکل ۵: رتبه بندی فاصله از جاده



شکل ۴: رتبه بندی فاصله از گسل ها

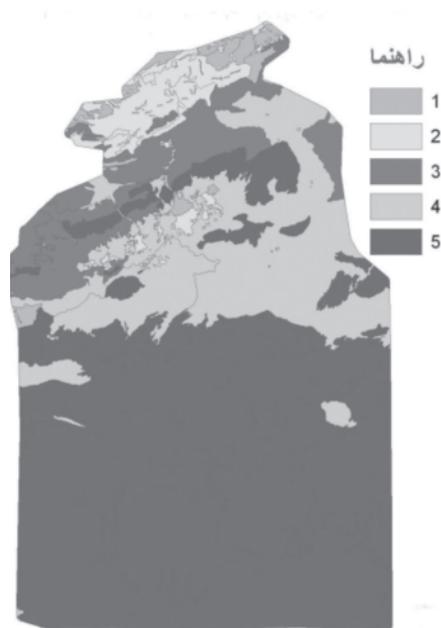
جدول ۱: امتیاز دهی فاصله از منابع آب

امتیاز	فاصله از منابع آب (سطحی)	فاصله از منابع آب (زیرزمینی)
۰	۰ - ۲۰۰	۰
۱	۲۰۰ - ۴۰۰	۲۰۰ - ۵۰۰
۲	۴۰۰ - ۶۰۰	۴۰۰ - ۲۰۰۰
۳	۶۰۰ - ۸۰۰	۶۰۰ - ۴۰۰۰
۴	۸۰۰ - ۱۰۰۰	۸۰۰ - ۶۰۰۰
۵	بیش از ۱۰۰۰	بیش از ۸۰۰۰

جدول ۱ تا ۷ امتیاز دهی پارامترها را نشان می دهد که نقشه فواصل (نقشه های ۵-۱) نقشه شیب (نقشه ۶)، نقشه کاربری اراضی (نقشه ۷) و رتبه بندی براساس آنها تهیه گردیده است.

جدول ۳: امتیاز دهی فاصله از گسل ها

امتیاز	فاصله از گسل اصلی (متر)
۰	۱۰۰۰-۰
۱	۳۰۰۰-۱۰۰۰
۲	۵۰۰۰-۳۰۰۰
۳	۱۰۰۰۰-۵۰۰۰
۴	۱۵۰۰۰-۱۰۰۰۰
۵	بیش از ۱۵۰۰۰



شکل ۷: رتبه بندی کاربری اراضی

جدول ۲: امتیاز دهی واحدهای زمین شناسی

امتیاز	جنس سنگ بستر
۵	شیل - مارن - رس
۴	شیست - توف رسی - سنگ های تبخیری - پهنه های رسی گلی - لس ریزدانه
۳	سنگ های آذرین و دگرگونی با شکستگی کم - لس سیلتی
۲	دشت سیلابی با سنگ کف نفوذپذیر
۱	ماسه سنگ - آهک - دولومیت - نهشته های دامنه ای - کنگلومرا - مخروط افکنه - آبرفت های عهد حاضر

جدول ۴: امتیاز دهی فاصله از مراکز مسکونی

امتیاز	فاصله از مناطق شهری (متر)	فاصله از روستاها (متر)	فاصله از شهرک های صنعتی (متر)
۰	کمتر از ۳۰۰۰	کمتر از ۵۰۰	کمتر از ۲۰۰۰
۱	بیش از ۳۵۰۰۰	بیش از ۶۰۰۰	بیش از ۴۰۰۰۰
۲	۳۵۰۰۰-۳۰۰۰۰	۶۰۰۰-۵۰۰۰	۴۰۰۰۰-۳۰۰۰۰
۳	۳۰۰۰۰-۲۵۰۰۰	۵۰۰۰-۴۰۰۰	۳۰۰۰۰-۲۰۰۰۰
۴	۲۰۰۰۰-۲۵۰۰۰	۴۰۰۰-۳۰۰۰	۲۰۰۰۰-۱۰۰۰۰
۵	۱۵۰۰۰-۲۰۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۵۰۰۰۰-۱۰۰۰۰

با توجه به استفاده از روش فرایند سلسله مراتبی به عنوان یکی از متداول ترین روش های تصمیم گیری (۱۱) روش وزن دهی فاکتورهای تصمیم گیری در مورد محل دفن پسماند روش مقایسه دو به دو (Pairwise comparisons) توسعه یافته توسط (Saaty, ۱۹۹۷) می باشد. در روش Saaty وزن از طریق ماتریس مقایسه های دو به دو در میان فاکتورها محاسبه می شود. جهت مکان یابی، فرم وزن دهی بین ده نفر از کارشناسان توزیع گردید و پس از مرور ویژگی های منطقه وزن های نهایی تعیین گردید.

### بحث و نتیجه گیری

با توجه به ویژگی های اکولوژیک و اقتصادی اجتماعی محدوده مطالعاتی و اهداف طرح ریزی شده پارامترهای مورد استفاده در مکان یابی جایگاه های دفن بهداشتی پسماند متفاوت خواهد بود. نتایج بررسی های مختلف بیانگر آن است که اغلب سه پارامتر زمین شناسی، هیدرولوژی و ویژگی های اقتصادی اجتماعی توسط متخصصین و سازمان ها (۱۴ و ۱۵) مورد استفاده قرار گرفته است که در مطالعه حاضر نیز این پارامترها مورد توجه قرار گرفته اند.

انتخاب نوع پارامتر موثر در پهنه بندی قابلیت احداث لندفیل تابعی از شرایط محدوده مطالعاتی است که این موضوع بر وزن دهی پارامترها تاثیر مستقیم دارد به گونه ای که در وزن های اختصاص داده شده به پارامترها در مطالعات مختلف تفاوت های زیادی مشاهده می شود (۱۲). در یک بررسی ترتیب اولویت پارامترهای فاصله از مناطق شهر و روستایی، آب های سطحی، زمین شناسی

جدول ۵: امتیاز دهی فاصله از جاده و راه آهن

امتیاز	فاصله از راه آهن (متر)	فاصله از راه های اصلی (متر)
۰	کمتر از ۱۰۰۰	۰
۱	بیش از ۵۰۰۰۰	بیش از ۲۰۰۰۰
۲	۲۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰-۲۰۰۰۰
۳	۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰-۱۰۰۰۰
۴	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰
۵	۱۰۰۰-۵۰۰۰	۱۰۰۰-۵۰۰۰

جدول ۶: امتیازدهی طبقات شیب

امتیاز	شیب زمین (درصد)
۰	بیش از ۴۰
۱	۰-۳۵
۲	۳۰-۳۵
۳	۲۵-۳۰
۴	۲۰-۲۵
۵	کمتر از ۲۰

جدول ۷: امتیاز دهی کاربری اراضی

امتیاز	نوع پوشش گیاهی (کاربری زمین)
۵	بدون پوشش گیاهی و بیرون زدگی سنگی
۴	مرتع کم تراکم
۳	مرتع نیمه متراکم - زراعت دیم
۲	مرتع متراکم - زراعت آبی و باغات - بیشه زار و درختچه زار
۱	جنگل - بستر رودخانه - مناطق مسکونی

جدول ۸: ماتریس نرمال مقایسه معیارها و ضریب اهمیت

معیارها	آب سطحی	کاربری	یشب	بیزمن شناسی	آب زیرزمینی	مناطق حفاظت شده	جاده ها و راه آهن	شهر، روستا، صنعتی	گسل
بیمزان اهمیت	۰/۳۸	۰/۴۳	۱/۶۵	۵۷/۰	۰/۹۵	۱/۹۸	۱/۵۲	۱/۵۹	۹۳/۱

ترکیب پارامترها با وزن‌های اختصاص داده شده، پهنه‌هایی را در قالب عرصه‌های بسیار نامناسب، نامناسب، نسبتاً مناسب، مناسب، بسیار مناسب تفکیک نموده و طی تطابق با وضعیت موجود کاربری‌های سرزمین، مکان‌های فعلی دفن پسماند منطبق بر پهنه‌های مناسب می‌باشد. بنابراین موضوعی که در دستورکار برنامه‌ریزان می‌بایست قرار گیرد، طراحی مهندسی جایگاه‌های فعلی و تبدیل آنها به یک جایگاه دفن بهداشتی می‌باشد.

### منابع

1. Monavari, Masoud, Environmental Impact Assessment of Landfill, Environmental Impact Assessment Guideline, No 17, United Nations Development Programme and Environment. 2001.
2. Leao, S., Bishop, I., Evans, D. Spatial Temporal model for Demand and Allocation of Waste Landfills in Growing Urban Region. Computers, Environ. Urban. 2004. 28: 353-385
3. Monavari, Masoud, Solid Waste Landfill Site Selection, Human Environment Office, Iran Department of Environment, Tehran. 1991.
4. Kharbanda, O.P., Stallworthy, E.A. Waste Management Towards A Sustainable Society, Gower, England. 1990
5. Tchobanoglouse, G., Theisen, H., Vigil, S. A., Integrated Solid Waste Mangement Issues. MacGraw-Hill, Inc, 1993.
6. Javaheri, H., Nasrabadi, T., Jafarian, M.H., Rowshan, G.R., Khoshnam, H., 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., 2006. 3 (3) 177-184.
7. Ball, Jarrod, Landfill Site Selection, Tenth International Waste Management Symposium S. Margherita di Pula, Cagliari. Italy 3-7 October 2005

و کاربری اراضی، تاسیسات زیربنایی و راه‌ها برگزیده شده است (۱۵) و در مطالعه دیگر (۱۶) ترتیب اولویت پارامترهای عمق آب زیرزمینی، زمین‌شناسی، نفوذپذیری وزن غیر اشباع انتخاب شده است. در مطالعه حاضر به دلیل ویژگی‌های سرزمینی، عدم حساسیت منابع آبی و عدم تنوع در ژئومورفولوژی سرزمین، ترتیب الویت معیارهای فاصله از گسل، اماکن سکونتی و جمعیتی، راه‌ها مناطق حفاظت شده، آب‌های زیرزمینی، شیب و توپوگرافی، گسل‌شناسی، کاربری اراضی آب‌های سطحی به‌کار برده شده است.

8. Heydarzadeh, Nima, Criteria of solid waste landfill site selection, Municipalities and Rural Management Organization. 2003
9. Abdoli, M.A., Takdastan, A., Raeesi, Ts., Study of site selection criteria for adjustment of non-sanitary landfill in Iran, Iranian Information and Documentation Center. 2007.
10. Saaty, T.L., A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. J. Match. Psychology, 15 : 234-281., 1997.
11. Zhou, P., Ang, B.W., Poh, K.L., Decision Analysis in Energy and Environmental Modeling. An Update. Energy 31: 2604-2622. 2006.
12. Sener, M., Landfill Site Selection by Using Geographic Information system. M.Sc. Thesis, METU, 114 p., 2004.
13. Statistics Center of Iran, Statistical Yearbook of Semnan. 2007.
14. EPA (Ireland), Landfill Manual on Site Selection. (2006). [http://www.EPA.gov/epaower/non\\_www/muncpl/landfill/haz\\_idu.html](http://www.EPA.gov/epaower/non_www/muncpl/landfill/haz_idu.html).
15. Khan, Z., Anjaneyulu, Y., Selection of Hazardous Waste Dumpsite Based on Parameters Effecting Soil Adsorption. Environmental Geology, 2003. (43): 86-90. Yesilnacar, M.I., Cetin, H., Site Selection for Hazardous Waste, A case Study from GAP area., Turkey. 2005

## **Use of Analytical Hierarchy Process Model (AHP) in Landfill Site Selection of Semnan Town**

**Panahandeh M.<sup>1</sup>, Arastou B.<sup>2</sup>, Ghavidel A.<sup>3</sup>, \*Ghanbari F.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Member of Research Board and Manager of Waste Group, Environmental Research Institute of Jahad-e-Daneshgahi

<sup>2</sup>Member of Research Board of Jahad-e- Keshavarzi Organization

<sup>3</sup>Member of Research Board, Environmental Research Institute of Jahad-e-Daneshgahi

<sup>4</sup>Expert of Environmental Research Institute of Jahad-e-Daneshgahi

Received 23 August 2009; Accepted 14 December 2009

### **ABSTRACT**

**Backgrounds and Objectives:** Landfill site selection is an important action in integrated solid waste management process. Difference criteria should be paid attention in site selection, so using of special methods are necessary to assimilate the criteria. In this research, GIS software and Analytical Hierarchy Process were used.

**Materials and Methods:** First of all, maps were built in considering to economical, social and environmental factors, in next step, each layer, was graded. Low grade showed non coordination or less coordination and high grade showed more coordination.

**Results:** Assimilate of graded map in AHP process, separates area into unsuitable, suitable and very suitable parts.

**Conclusion:** Very suitable parts can have high priority in decision making and also suitable parts can have high priority for development projects in future.

**Key words:** solid waste, site selection, Analytical Hierarchy Process, GIS, Semnan Town

---

\*Corresponding Author: *Ghanbari,fa@gmail.com*

*Tel:* +98 131 3232413 *Fax:* +98 131 3242006