مکان‌یابی خاکچال پسماند شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی (مطالعه موردی: شهر پره سر)

سینا شریفی سنگده[1]، محمد حسین آق‌خانی*[2]، محمد طبسی زاده [3]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد؛sharifi.sina@mail.um.ac.ir
[2]استاد گروه مکانیک بیوسیستم کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛aghkhani@um.ac.ir
[3]استادیار گروه مکانیک بیوسیستم کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛tabasizadeh@um.ac.ir

۱- چکیده

این پژوهش به منظور مکان‌یابی زیست‌محیطی خاکچال پسماند شهر پره‌سر به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و نیز مدل فازی صورت پذیرفته است. بدین منظور، در گام اول، پارامترهای موثر در امر مکان یابی خاکچال مواد زاید شناسایی شدند. در گام بعد با رقومی سازی و وزن‌دهی به ۱۴ لایه همچون فاصله از جاده و محدوده قانونی شهر ، کاربری اراضی، فرودگاه، عوارض مصنوع (روستا، تاسیسات و تجهیزات شهری، معادن)، گسل، قابلیت اراضی، روند توسعه فیزیکی شهر پره‌سر، آب‌های سطحی، تراکم جمعیتی، خاکشناسی، جهت شیب، پوشش گیاهی،.... بر اساس مدل منطقی(Fuzzy-AHP) تلفیق شدند. در نهایت بعد از پردازش مدل‌ها و داده‌ها به کمک تابع فازی gamma و عدد ۰/۹ در نهایت منطقه‌ای در شعاع ۱۹کیلومتری شهر پره سر با ۱۲۱هکتار مساحت در محدوده جنوب غرب که دارای توان پذیرش پسماند به مدت ۱۵سال را دارا می باشد، مکان‌گزینی گردید.

کلمات کلیدی: پره سر؛ تحلیل سلسله مراتبی؛ خاکچال، فازی

Site Selection for Municipal Solid Waste by GIS & FAHP Logic (Case Study: Parehsar City)

Sina sharifi sangdeh[1], Mohammad hossein aghkhani[2], Mohammad tabasizadeh[3]

1-Master student of agricultural mechanization, Faculty of agriculture, Department of biosystem mechanical engineering, Ferdowsi University of Mashhad(sharifi.sina@mail.um.ac.ir)
2-Professor of mechanical engineering, Department of biosystem mechanical engineering, Ferdowsi University of Mashhad (Aghkhani@um.ac.ir)
3-Assitant Professor of mechanical engineering, Department of biosystem mechanical engineering, Ferdowsi University of Mashhad (tabasizadeh@um.ac.ir)

ABSTRACT

This research was carried out to locating of MSW in the city of Parehsar using an analytic hierarchy process as well as a fuzzy model. For this purpose, in the first step, effective parameters for locating the MSW were identified. In the next step, by digitizing and weighting to 14 layers such as distance from the road and the legal area of the city, land use, airport, artifacts (villages, facilities and equipment, mines), faults, land suitability, physical development of the city of Parehser, waters Surface, population density, slope direction, vegetation cover, ... based on fuzzy logic were used to combine these data. Finally, after processing the models and data with the help of the gamma fuzzy function and the number of 0.9 land located in a 19 km radius of the Parehsar city with 121 hectares of land in the Southwest area with 15-year waste reception capability.

Keywords: AHP; Fuzzy; Landfill; Parehsar

* محمد حسین آق‌خانی ، دانشگاه فردوسی، ۰۹۱۵۳۱۱۴۱۰۶

۲- مقدمه

توسعه روزافزون مناطق شهری و افزایش بی‌رویه جمعیت در آنها باعث تولید حجم زیادی از انواع پسماندهای شهری شده است؛ به طوری‌که چگونگی دفع و معدوم سازی این زباله‌ها تبدیل به یک دغدغه مهم در مدیریت محیط‌زیست شهری گردیده است(abdoli, et al., 2016). در کشور درصد بالایی (۷۱٪) از پسماندهای شهری مربوط به ضایعات غذایی بوده(Nasiri, 2008) که درحقیقت عدم استفاده از این مقدار زباله‌های شهری بدان معناست که حجم زیادی از محصولات تولیدی در بخش کشاورزی، نابود شده است؛ با وجود افزایش تمایل به کاهش تولید مواد زاید در منبع و استفاده مجدد و بازیافت مواد زاید، دفن بهداشتی مواد زاید به عنوان معمول‌ترین روش دفع محسوب می‌شود (Federica, et al., 2017). دفن شامل تخلیه، پخش در زمین، متراکم سازی و پوشاندن سریع پسماندها با مواد پوششی مانند خاک به منظور جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی و مخاطرات بهداشتی است؛ مکان انتخابی برای انجام عملیات دفن بهداشتی باید به گونه‌ای باشد که مخاطرات بهداشتی عمومی و آثار زیان‌بار بر محیط زیست به حداقل برسد و بتوان آن را با حداقل هزینه مورد استفاده قرار داد(Amanpour, et al., 2014)بنابراین باید جنبه‌های بهداشتی و ایمنی، زیست‌محیطی و شرایط اجتماعی منطقه مورد بررسی دقیق قرار گرفته و از میان گزینه‌های مختلف، بهترین مکان انتخاب گردد؛ از همین رو مدیریت صحیح و دفع اصولی پسماندها، اصلی‌ترین نگرانی در جهان، بخصوص در کشورهای توسعه‌یافته می‌باشد (Rodrigues, et al., 2018). شناسایی بهترین محل خاکچال پسماند نیاز به یک فرآیند ارزیابی گسترده دارد؛ این محل باید با الزامات قانونی و مقررات دولتی مطابق باشد و نیز هزینه‌های اقتصادی زیست‌محیطی بهداشتی و اجتماعی را به حداقل برساند؛ حداکثراطلاعات موجود در روش انتخاب محل باید شناسایی شود و اطمینان حاصل شود که نتیجه این فرآیند توسط اکثر ذی‌نفعان قابل قبول است؛ بنابراین مکان دفن پسماند نیاز به پردازش انواع داده‌های مکانی دارد و باید معیارها و عوامل بسیاری به دقت سازماندهی و تحلیل شوند(Abdoli, et al.,2016) . مکان‌یابی پسماند شهری به دلیل تاثیر بسزایی که در اقتصاد اکولوژی و بهداشت محیط منطقه دارد یک مسئله حیاتی در فرآیند برنامه‌ریزی شهری است و ارزیابی آن نیاز به متخصصان مختلف در زمینه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی از جمله علوم خاک، مهندسی هیدرولوژی و توپوگرافی و ... دارد؛ سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به دلیل توانایی مدیریت حجم بالایی از داده‌ها با منابع متفاوت، در دفن بهداشتی پسماند شهری بسیار مناسب می‌باشد؛ سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزار قدرتمندی برای تحلیل‌های فضایی که قابلیت ضبط، ذخیره و پرس‌وجو، آنالیز، نمایش و خروجی اطلاعات جغرافیایی را داراست و قادر است تا بسیاری از محدودیت‌های اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و زیست‌محیطی را شبیه‌سازی و مدیریت کند (Kapilan et al., 2018). از جمله مسائل قابل تحلیل به کمک GIS بررسی آلودگی‌های زیست‌محیطی، تغییرات آب‌وهوایی، جهات گسترش شهرها، دفن زباله‌های خانگی و صنعتی، تخریب جنگلها و... می‌باشد (Anonyms, 1380). منطق فازی یکی از پرکاربردترین اصول کاربردی در GIS نامیده می‌شود(Vincent, 2003) . مهمترین نقص منطق فازی یکسان در نظر گرفتن وزن لایه های اطلاعاتی مورد استفاده، بدون توجه به اهمیت ضریب شاخص آنها می باشد(Isalou et al., 2012) . با کاربرد منطق Fuzzy در کنار تکنیک AHP علاوه بر در نظر گرفتن مزیت‌های هر دو روش مانند، ارائه یک ساختار قابل درک بین تصمیم‌گیری چند معیاره با مجموعه‌ای از داده‌های کمی وکیفی، وجود ساختار مرتبه‌ای و مستقل قابل فهم، کاهش ضریب ناسازگاری و تولید اشکال دارای اولویت، معایب منطق و اصول فوق رفع شده است. منطق Fuzzy-AHP می‌تواند بیشترین انعطاف در قضاوت و واقعی‌ترین و بهترین رابطه بین معیارها و متغیرها را ارائه دهد (Khan et al.,2003). منطق Fuzzy-AHP با استفاده از وزن‌های محاسبه شده در Expert choice این قدرت را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد که مکان‌یابی محل‌های مناسب را با توجه به اهمیت معیارها انجام دهد؛ این روش یک ساختار قابل درک بین تصمیم گیری چندمعیاره با مجموعه‌ای از داده‌های کمی و کیفی، وجود ساختار مرتبه‌ای و مستقل قابل فهم وتولید اشکال دارای اولویت را ارائه و در نهایت ضریب ناسازگاری را کاهش می دهد. منطق F-AHPتفکرات بشری را در استفاده از اطلاعات تقریبی و نامطمئن برای تصمیم‌گیری بازتاب داده و می‌تواند بیشترین انعطاف در قضاوت و واقعی‌ترین و بهترین رابطه بین معیارها و متغیرها را ارائه کند(Chitsazan, et al., 2013). تحقیقات پیرامون مکان‌یابی بسیاری صورت گرفته است؛ محققین با بکارگیری منطق فازی و مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی(F-AHP) و فرآیند تحلیل شبکه (F-ANP) موفق به مکانیابی خاکچال شهر کهک برای یک دوره زمانی ۲۰ ساله شدند (Pourghasemi, et al., 2012). محققان مکان یابی خاکچال پسماند شهری بردسکن را انجام دادند و نتایج نشان داد که نقاطی از شهر ظرفیت پذیرش خاکچال برای مدت ۱۵ سال را دارد (Khorram et al., 2015). بدین منظور هدف اصلی پژوهش حاضر مکان‌یابی بهینه محل دفن پسماندهای شهر پره‌سر با استفاده از ترکیب روش فازی- تحلیل سلسله مراتبی و بهره‌گیری از نرم افزار GIS میباشد.

۳- مواد و روش پژوهش

مطالعه حاضر مربوط به شهر پره‌سر در شمال ایران و دربخش شمالی استان گیلان است که در طول شرقی ۳۶درجه و ۳۷دقیقه و عرض شمالی ۴۹درجه و ۳ دقیقه واقع شده است. میزان جمعیت شهر طبق آخرین برآورد سازمان آمار ۸۴۲۳ نفر بوده است.(Anonyms, 1395) این شهر دارای اقلیم معتدل و مساحتی بالغ بر۳۵۶کیلومتر مربع دارد. در این تحقیق با استفاده ۱۴ لایه اطلاعاتی نظیر فاصله از جاده و محدوده قانونی شهر، کاربری اراضی، عوارض مصنوع (روستا، تاسیسات و تجهیزات شهری، معادن)، گسل، قابلیت اراضی، روند توسعه فیزیکی شهر ، آب‌های سطحی، تراکم جمعیتی، خاکشناسی، جهت شیب، پوشش گیاهی در ۵ شاخص اصلی برای تعیین خاکچال شهری استفاده شد. نمودار سلسله مراتبی در شکل (۱)آمده است. مواد و داده‌های لازم جهت انجام این تحقیق به شرح زیر می باشد.

-نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ، تهیه شده از سازمان زمین شناسی استان گیلان.
-نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱ :۲۵۰۰۰ (جهت تهیه مدل رقومی ارتفاع یا استخراج (DEM) و استخراج نقشه شیب).
-داده‌های مربوط به شبکه هیدروگرافی و آب های زیر زمینی تهیه شده از اداره آب منطقه ای استان گیلان.
-نقشه مناطق اکولوژیکی و مناظر طبیعی، تهیه شده از اداره محیط زیست استان گیلان.
-نقشه خاک منطقه (قابلیت اراضی از منظر کشت)، تهیه شده از اداره جهاد کشاورزی شهرستان رضوانشهر.
-نقشه اقلیم (باران) ، تهیه شده از اداره هواشناسی استان گیلان.
-نقشه گسل‌ها از سازمان زمین شناسی استان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
-نقشه مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰

برای مکان‌یابی خاکچال پسماند شهر پره سر باید حداقل مساحت مورد نیاز جهت ایجاد خاکچال محاسبه شود بدین منظور محاسبه حداقل مساحت زمین مورد نیاز برای دفن بایستی به عواملی از جمله متوسط نرخ رشد جمعیت، تولید سالانه پسماند، جرم مخصوص مواد فشرده و ارتفاع و شکل خاکچال توجه شود.(Anonyms, 1380) .

با استفاده از اعداد فازی و تکنیک F-AHP مقایسات زوجی بین شاخص ها بین ۱۷ کارشناس صورت گرفت. حال بسته به شرایط، نظرات کارشناسان همیشه نمی تواند قطعی و دقیق باشد که این عدم قطعیت را می‌توان با منطق فازی نشان داد. کارشناسان با توجه به تجربیات و مطالعات خود مقایسات زوجی بین شاخص ها ومؤلفه‌ها را با استفاده از روش F-AHP انجام دادند تا وزن نهایی آنها بدست آید. جهت اجماع نظر کارشناسان از مقایسات زوجی پاسخ‌دهندگان میانگین هندسی گرفته شد. در مرحله بعد از سطرهای هر جدول مقایسات زوجی، میانگین هندسی صورت گرفت. سپس میانگین‌های هندسی، نرمال‌سازی شدند. با ترکیب اوزان وزن گزینه‌ها و وزن معیارها محاسبه شد. در گام بعد، اوزان فازی، دی‌فازی شدند. در مرحله بعدی تعدادی از لایه‌ها هم در نرم افزار Idrisi استانداردسازی شدند و نقشه‌های فازی آنها تهیه شدند. در گام بعد با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و به کار گیری مولفه ها در لایه های اطلاعاتی نقشه ها به ۵ روش ۱- And ۲- Or ۳- Product ۴- Sum ۵- Gamma به منظور مکان‌یابی دقیق رویهم گذاری شدند. سپس نقشه‌های مناسب به چهار طبقه مناطق کاملا نامناسب، مناطق نا مناسب، مناطق مناسب و مناطق کاملا مناسب تقسیم بندی شدند. در آخر مناطق کاملا مناسب با روش Gamma و با مقدار ۰/۹ برای بازه زمانی ۱۵ سال مکان‌یابی شدند.

جدول ۱- مقدار عددی قضاوت ها

Table 1. Numerical value of votes

The importance of the parameters relative to each other	numerical value
Equal importance	1,1,1
Equal to little more importance	1,1.5,1.5
A little to most importance	1,1,2
A most importance	3,3.5,4
High importance	3,4,4.5
High to very high importance	3,4.5,5
very high importance	5,5.5,6
Very high to absolute importance	5,6,7
Absolute importance	5,7,9

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

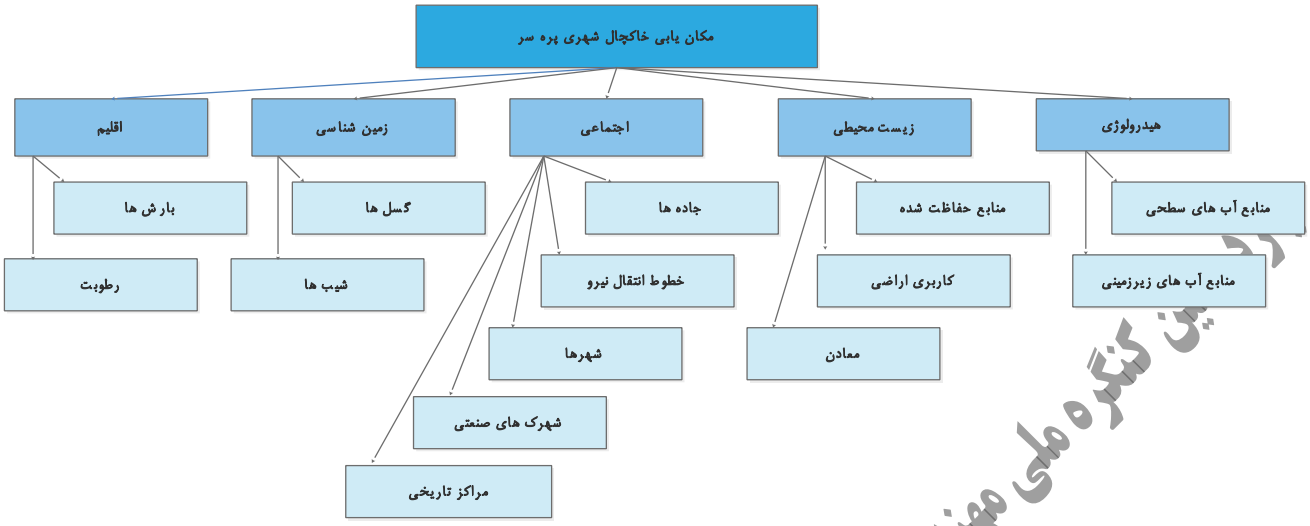

Figure 1. AHP structure to landfill locating in Parehsar city

شکل ۱- ساختار AHP برای تعیین خاکچال زباله در شهر پره سر

جدول ۲- حد آستانه، نوع و نام تابع فازی جهت استاندارد سازی در منطق فازی

Table 2.Threshold, type and name of fuzzy function for standardization in fuzzy logic

Layer name	Threshold values		Fuzzy function name	Fuzzy function type
	b or d	a or c		
Distance from protected areas (m)	3000	500	J-Shape	increasing
Distance from water source (m)	1000	300	J-Shape	increasing
Slope (%)	45	5	Linear	decreasing
Distance from fault (m)	1000	100	Linear	increasing
Distance from power and electricity lines (m)	1500	100	Linear	increasing
Distance from population centers (m)	1000	500	Linear	increasing
Distance from underground water depth (m)	60	10	Linear	increasing
Rainfall (mm)	500	350	Linear	decreasing
Distance from surface waters (m)	3000	250	Linear	increasing
Distance from industrial town (m)	3000	2000	Linear	increasing
Moisture (%)	35	5	Linear	decreasing
Distance from mines and historical centers (m)	3000	500	Linear	increasing
Distance from the road (m)	1000	250	near	increasing- decreasing
Distance from the city (km)	5 to 10	3	near	increasing- decreasing

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

جدول ۴- وزن شاخص ها
Table 5. Weight of the indexes

Indexes	The final weight of the sub-indexes
Hydrology	0.389
environmental	0.266
Geology	0.163
social	0.126
Climate	0.056

نرمال سازی میانگین های هندسی هر سطر از رابطه (۱) محاسبه شد. اوزان نهایی نیز از رابطه (۲) بدست آمد.

$$r_{ij} = w_i = \frac{z_i}{\sum_{i=1}^{n} z_i} \quad (۱)$$

$$U_i = \sum_{i=1}^{m} r_{ij} w_i \quad \forall_i \quad (۲)$$

در رابطه (۱) و (۲) z_i ، مقدار میانگین هندسی سطرها، w_i مقدار نرمال‌شده میانگین هندسی و U_i مقدار ترکیب‌شده وزن گزینه‌ها(نسبت به معیار) و وزن معیارها می‌باشد.

۴- نتایج و بحث

وزن نهایی شاخص‌ها در جدول (۴) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود جدول زیر اهمیت بالای شاخص هیدرلوژی و زیست‌محیطی را نشان می‌دهد که در مجموع بیش از نیمی از وزن کل را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول۳- توابع عضویت فازی
Table. 3 Fuzzy Membership Functions

Function name	Mathematical equation
And	$\mu_{combination} = MIN(\mu_{A,}\mu_{B,}...)$
Or	$\mu_{combination} = MAX(\mu_{A,}\mu_{B,}...)$
Product	$\mu_{combination} = \prod_{i=1}^{n} \mu_i$
Sum	$\mu_{combination} = 1 - \prod_{i=1}^{n}(1-\mu_i))$
Gamma	$\mu_{combination} = (FuzzySum)^{\gamma} \times (Fuzzy\,\mathrm{Pr}oduct)^{1-\gamma} \quad \gamma \in [0,1]$

وزن نهایی زیر شاخص ها در جدول (۵) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود جدول زیر اهمیت بالای مؤلفه‌های مناطق حفاظت شده، شهر و منابع آب سطحی را نشان می‌دهد که در مجموع بیش از نیمی از وزن کل را به خود اختصاص داده اند.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

جدول ۵- وزن زیرشاخص ها

Table 6. Weight of the sub-indexes

Sub-indexes	The final weight of the sub-indexes
Protected area	0.256
city	0.243
Surface Water resource	0.111
Groundwater resource	0.063
Fault	0.061
Slope	0.060
Road	0.053
Rainfall	0.050
Power transfer line	0.046
Historical Center	0.019
Industrial Park	0.016
Land use	0.014
Moisture	0.005
mine	0.003

با توجه به اینکه به موازات رشد جمعیت ، میزان پسماند تولیدی نیز افزایش می‌یابد، می‌توان نرخ رشد جمعیت را برابر نرخ رشد تولید پسماند در نظر گرفت. میزان رشد جمعیت طبق آخرین سرشماری۲/۴۳ درصد بوده است(Anonyms, 1395). جمعیت شهر پره سر در ۱۵ سال آینده (طبق رابطه(۳)) با ۱۲۰۷۴ برابر خواهد بود. میزان سرانه پسماندهای عادی شهر پره سر ۸۹۰ گرم در روز می باشد و با توجه به تولید روزانه پسماند در شهر پره‌سر که معادل ۸/۲ تن می‌باشد و با توجه به اطلاعات بدست آمده از سازمان مدیریت پسماند و شهرداری استان گیلان، در شهر پره‌سر برای مجموع وزن پسماند ۱۵ سال آینده ۱۱۲۴۴۷ تن خواهد بود.

$$p_t = p_0(1+r)^t \qquad (۳)$$

P_t= میزان جمعیت سال مورد نظر

P_0= جمعیت حال حاضر

r= نرخ رشد جمعیت

t= دوره طرح یا تعداد سالهایی که قرار است طرح کاربرد داشته باشد(Chitsazan, et al., 2013) .

اما اگر شکل خاکچال را از دو هرم ناقص به طور معکوس بهم چسبیده در قاعده مربع شکل، تشکیل شده است، در نظر بگیریم، ضلع (B)در سطح زمین، ارتفاع بالای سطح زمین (Ha)و ارتفاع زیر سطح زمین (Hb) می باشد و با دانستن حجم کل مورد نیاز در ۱۵ سال طراحی، از رابطه (۴) مساحت مورد نیاز در سطح زمین(B2) ۱۲۱ هکتار محاسبه گردید.(Chitsazan, et al., 2013)

$$v = \frac{1}{5}Ha\left[B^2 + \frac{8}{11}Ha(Ha - 0.535B)\right] \qquad (۴)$$

دیدگاه‌های مختلفی برای مدل‌های تلفیقی وجود دارد که طبقه‌بندی آنها به تمایز بین تصمیم‌گیری‌های قطعی و تصمیم‌گیری‌های همراه با عدم قطعیت، مربوط می شود. در این بخش، تلفیق فازی مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه به دلیل اثر مختلف معیارها مکان‌یابی خاکچال پسماند از جمله : اثر افزایشی، اثر کاهشی و اثر افزایشی- کاهشی، عملگر گامای فازی به عنوان مدل منتخب جهت ارزیابی و تعیین مدل تلفیقی مناسب انتخاب شد. جهت انجام عملیات تلفیق فازی و عملیات مکان‌یابی محل‌های دفن به کمک تابع Gamma و عدد۰/۹ نقشه نهایی به ۴ کلاس کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب تقسیم گردید.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

در مجموع با در نظر گرفتن نقش عوامل متعدد در امر مکان‌یابی خاکچال پسماند شهری، یک مکان برای دفن مواد زائد شهر از نظر معیارهای مختلف هیدرولوژی، زیست‌محیطی، اجتماعی، زمین‌شناسی و اقلیم به روش(Fuzzy-AHP) استخراج گردید. شکل (۲) نقشه بهترین مناطق مکان‌یابی شده دفن زباله شهر پره‌سر را نشان می‌دهد. با توجه به کلیه معیارهای اصلی و فرعی ذکر شده با مساحت بیش از۱۲۱ هکتار در منطقه جنوب غرب(که۰/۲ ٪ از مساحت کل شهر را به خود اختصاص داده است) به عنوان مکان پیشنهادی و نهایی دفن زباله برای شهر پره‌سر شناخته شد. زیرا با استناد به جدول (۴) و با توجه به شکل(۲) بدلیل اهمیت بالای شاخص هیدرولوژی، این مکان با توجه به فاصله ازآب‌های سطحی بیش از ۱۰۰۰ متر و عمق آب زیرزمینی بیش از ۳۰ متر از نظر استانداردهای لازم در امرمکان‌یابی از شرایط بسیار مطلوب‌تر و بهتری نسبت به دیگرجایگاه‌های بدست آمده برخوردار است. از نظر عوامل زیست‌محیطی، به دلیل در نظر گرفتن با فاصله بهتر از سایر مکان‌ها و فاصله ۳ کیلومتری منابع حفاظتی و معادن و کلیه شرایط دخیل در امر مکان‌یابی این منطقه در شرایط بهینه و مطلوب قرار گرفته است. همچنین از لحاظ کاربری اراضی در طبقه مراتع کم تراکم و بدور از زمین‌های کشاورزی قرار گرفته است. این محل از نظر زمین‌شناسی، از شیب کمتر از ۲۰ درصد برخوردار است. همچنین این مکان از نظر گسل نیز بدور از گسل‌های اصلی و فرعی است. از نظر جهت توسعه شهر در آینده نیز با توجه به طرح جامع و تفصیلی شهر ازموقعیت عالی برخوردار می‌باشد. زیرا در خلاف جهت توسعه آتی شهر قرار گرفته است. از نظر قابلیت دسترسی به محل دفن اولویت اول در شکل(۲) نمایش داده شده است، که از نظر استانداردهای لازم در امر مکان‌یابی از شرایط خوبی برخوردار می‌باشد. با توجه به مساحت نیز این جایگاه، جوابگوی۱۵سال آینده برای دفن زباله شهر پره‌سر می‌باشد.

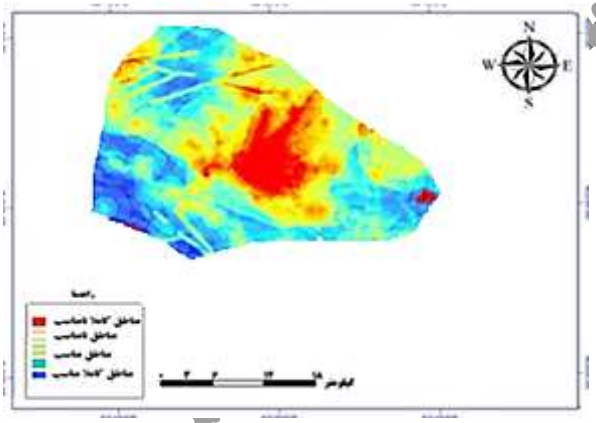

Figure 2. Final map of locations by gamma function
شکل ۲- نقشه نهایی مناطق مکان‌یابی شده به کمک تابع گاما

۵- نتیجه گیری

یافته‌های این تحقیق، توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی را به کمک (F-AHP) را در الگوسازی و کمک به مکان‌یابی مکان‌های دفع زباله را با معیارهای مختلف زیست‌محیطی، اجتماعی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی و اقلیم نشان داد. نتایج بدست آمده از این تحقیق و نتایج بدست آمده توسط (Afzali, et al., 2014) با بکارگیری ترکیب روشهای تحلیل سلسله مراتبی- منطق فازی این استنباط می‌شود که این مطالعه یک روش مکان‌یابی مناسب را نشان می‌دهد و به خودی خود یک تصمیم نیست. در تصمیم‌گیری نهایی باید علاوه بر در نظرگرفتن جنبه‌های مختلف، بررسی میدانی محل‌های پیشنهادی برای دفن نیز انجام گیرد. این روش می‌تواند ضمن حذف مناطق نامناسب، به مسئولین در فعالیت‌های مرتبط با مدیریت مواد زاید جامد و دفع یاری رساند.

۶-تشکر و قدردانی

انجام این پژوهش بدون مساعدت آقای دکتر آق‌خانی مقدور نبود. بدین وسیله از همراهی ایشان نهایت تشکر بعمل می‌آید.

۷-فهرست منابع

Abdoli, M. A., & Hasanian, H. (2016).*solid waste management in the world cities*. (Vol. 1): Tehran municipality, Tehran, Iran. (Persian).

Afzali, A., Mirghaffari, N., & Safianian, A. (2014). Use of Geographic Information System and Analytic Hierarchy Process for Municipal solid waste landfill site selection: A case study of Najafabad, Iran. *Applied Ecology, 2*(6), 27-38(Persian).

Amanpour, S., Saedi, J., & Soleimani Rad, E. (2014). Locating urban landfill, the city of Kermanshah Case Study. *Management System*, *11*(27).55-64. (Persian).

Anonyms (1380). Environmental Protection Agency of Iran. Guidance on the location of MSW landfills.

Anonyms (1395). Plan and Budget Organization. Statical Center of Iran. Available from https://www.amar.org.ir/english/Population-and-Housing-Censuses. (Persian).

Chitsazan, M., Dehghani, F., Mirzaei, Y., Rastmanesh, F., & Goodarzi, L. (2013). Landfill site selection using geographic information system (case study: Ramhormoz city, Iran). *Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science*, *4*(1), 39-55.

Federica, C., Idiano, D.A., & Massimo, G. (2017). Sustainable waste management: Waste to energy plant as an alternative to landfill. *Energy Conversion and Management*, *131*, 18-31.

Isalou, A. A., Zamani, V., Shahmoradi B., & Alizadeh, H. (2012). Landfill site selection using integrated fuzzy logic and analytic network process (F-ANP). *Environmental Earth Science*, *68*(6), 1-11.

Khan, Z., & Anjaneyulu, Y. (2003). Selection of hazardous waste dumpsites based on parameters affecting soil adsorption capacity a case study. *Environmental Geology*, *43*, 986-990.

Kapilan, S., & Elangovan, K. (2018). Potential landfill site selection for solid waste disposal using GIS and multi-criteria decision analysis (MCDA). *Central South University*, *25*(3), 570-585.

Khorram, A., Yousefi, M., Alavi, A., & Farsi, J. (2015). Convenient Landfill Site Selection by Using Fuzzy Logic and Geographic Information Systems: A Case Study in Bardaskan, East of Iran. *Health* Scope, *4*(1), 1-9. (Persian)

Nasiri, C. (2008). Feasibility of biogas plant in Saveh. *4th national Congress on Waste Management*. 1-12 (Persian).

Pourghasemi, H. R., Biswajeet, P., & Candan, G. (2012). Application of fuzzy logic and analytical hierarchy process (AHP) to landslide susceptibility mapping at Haraz watershed, Iran. *Natural Hazards*, *63*, 965-996. (Persian)

Rodrigues, A. P., Fernandes, M. L., Rodrigues, M. F. F., Bortoluxzi, S. C., Gouvea Da Costa, S., & Pinheiro De Lima, E. (2018). Developing criteria for performance assessment in municipal solid waste management. *Cleaner Production,186* ,748-757.

Vincent, B. R. (2003). A Perspective on the Fundamentals of Fuzzy Sets and their Use in Geographic Information Systems. *Transactions in GIS*, *7*(1), 3–30.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران