Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره شانزدهم، شماره ویژه ۹۳

مکان یابی محل دفن پسماند با استفاده از منطق فازی در GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) (ناحیه مورد مطالعه : شهرستان مینودشت)

وحید نیک زاد[1*]
vahid.Nikzad@ut.ac.ir
یاسرمعرب[۲]
محمدجواد امیری[۳]
نگارفروغی[٤]

تاریخ دریافت:۹۳/۷/۱۲ **تاریخ پذیرش:۹۳/۱۱/۸**

چکیده

زمینه و هدف: مکان‌یابی مناسب پسماندهای شهری از به وجود آمدن معضلات زیست محیطی در شهرها جلوگیری می‌کند. این تحقیق با هدف شناسایی مکان بهینه جهت دفن پسماند در شهرستان مینودشت با استفاده از روش منطق فازی در GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) است که براساس میزان جمعیت تخمینی در ۲۰ سال آینده و مساحت مورد نیاز برای دفع پسماند آن‌ها صورت می‌گیرد.

روش بررسی: انتخاب مکان مناسب برای دفن پسماند نیازمند در نظر گرفتن عوامل متعددی است که با توجه به گستردگی و پیچدگی عوامل موثر در مکان‌یابی، ضرورت استفاده از فناوری‌های اطلاعات مکانی و تلفیق آن با سایر امور مدیریتی و برنامه‌ریزی مطرح می‌شود. به این منظور، به کارگیری سیستمی یکپارچه متشکل از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) ابزار مناسبی برای مکان‌یابی دفن پسماند می‌باشند.

یافته‌ها: در این تحقیق برای تعیین مکان‌های مناسب دفن پسماند شهرستان مینودشت از معیارهای فاصله از جاده، شیب، ارتفاع، کاربری، میزان بارش، فاصله از گسل، فاصله ازآب‌های سطحی، فاصله از مناطق حفاظت شده، زمین‌شناسی، فاصله از شهر و فاصله از روستا استفاده شد. نقشه‌های مربوط به هر یک از لایه‌ها در محیط Idrisi استانداری سازی و به صورت فازی تهیه شد در ادامه برای وزن‌دهی و تلفیق لایه‌ها از فرایند تحلیل سلسه مراتب فازی (FAHP) و GIS استفاده شد

نتایج: در نهایت نقشه‌های نهایی به پنج روش gamma ، And ،Or ،Sum و Product تهیه شد. سپس نقشه‌های مناسب مکان‌یابی دفن پسماند انتخاب شدند و هر کدام از آن‌ها به چهار طبقه مناسب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف طبقه بندی شد و طبقه مناسب روش‌های انتخابی لکه بندی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی محیط زیست دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران *(مسئول مکاتبات).
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی محیط زیست دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

www.SID.ir

Archive of SID

شدند. روش‌های که میزان مساحت لکه‌های آن‌ها از میزان مساحت لازم برای دفن پسماند برای جمعیت تخمینی ۲۰ سال آینده شهرستان مینودشت کمتر بود، حذف شدند. در نهایت روش‌های And و gamma با عدد ۰/۹ مکان مناسب دفن پسماند برای یک دور زمانی ۲۰ ساله را مشخص کردند.

واژه های کلیدی: مکان‌یابی، GIS، FAHP، مینودشت، محل دفن پسماند.

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و شهرنشینی، مقامات شهری را برای مدیریت پسماندهای جامد شهری به چالش کشیده است. این افزایش جمعیت و شهرنشینی، بهبود خدمات مدیریت پسماند را می‌طلبد. همچنین رشد سریع جمعیت و شهرنشینی از یکسو منجر به افزایش استفاده از منابع غیر قابل تجدید و از سوی دیگر منجر به تخلیه نامناسب پسماندهای سمی و فاضلاب که بشر به عنوان یکی از عوامل اصلی چالش‌های زیست محیطی با آن روبه رو می‌باشد، شده است. روش نا مناسب دفن پسماند منجر به آلودگی آب، خاک و هوا می‌شود که خطرات بهداشتی عمومی را به همراه دارد(۱، ۲). در سال‌های اخیر مفهوم مدیریت یکپارچه پسماند و استراتژی‌های کاهش ضایعات رو به رشد است. یکی از مؤلفه‌های تشکیل دهندهٔ مدیریت پسماند، جمع آوری پسماند است. جمع آوری و حمل پسماند بنا بر ضرورت و امکانات به شیوه‌های متفاوتی انجام می‌گیرد که شیوهٔ استفاده از ایستگاه انتقال پسماند از رایج ترین روش‌ها درکشور ما است(۳، ۴). مواد زائد در ابتدا برای استفاده مجدد و بازیافت در نظر گرفته می‌شوند و مابقی در مکان‌های دفن پسماند ریخته می‌شوند(۵). بنابراین باید بهترین مکان‌های دفن پسماند با روش‌های ترکیبی و جدید شناسایی شود تا کمترین آسیب و تخریب را در محیط زیست شهرهایمان داشته باشیم.

مبانی نظری

پسماند جزء جدایی ناپذیر زندگی بشر می‌باشد. افزایش بی‌رویه استفاده از مواد تجزیه ناپذیر و سایر مصنوعات زندگی ماشینی یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های فکری مدیریت محیط زیست از جهت دفع پسماندها را ایجاد کرده است(۶). بنابراین شناسایی بهترین مکان دفن پسماند نیاز به یک فرآیند ارزیابی گسترده دارد. این مکان باید با الزامات قانونی و مقررات دولتی مطابقت داشته باشد و همچنین هزینه‌های اقتصادی، زیست محیطی، بهداشتی و اجتماعی را به حداقل برساند. حداکثر اطلاعات موجود در روش انتخاب سایت 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. مکان‌یابی پسماند شهری به دلیل تاثیر بسزایی که در اقتصاد، اکولوژی و بهداشت محیط منطقه دارد یک مسئله حیاتی در فرآیند برنامه ریزی شهری است و ارزیابی آن یک فرآیند پیچیده‌ای است که نیاز به متخصصان مختلف در زمینه-های اجتماعی و زیست محیطی از جمله علوم خاک، مهندسی، هیدروژئولوژی، توپوگرافی، جامعه شناسی و اقتصاد دارد(۷، ۸). به طور کلی مکان‌یابی محل دفن پسماند یک فرآیند دشوار و طولانی است که به دو مرحله‌ی اساسی تقسیم می‌شود: مرحله اول شناسایی سایت‌های بالقوه از طریق غربالگری مقدماتی و مرحله دوم ارزیابی توان آن‌ها براساس ارزیابی اثرات زیست محیطی، امکان‌سنجی اقتصادی و طراحی مهندسی و محاسبه‌ی هزینه‌ها می‌باشد (۹). در حال حاضر از تکنیک‌های مختلفی در فرآیند مکان‌یابی دفن پسماند استفاده می‌شود (۱۰). در واقع امروزه فرآیند مکان‌یابی دفن پسماند به تجزیه و تحلیل‌های پیچیده فضایی بستگی دارد که با توسعه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) همراه است. پیشرفت‌های اخیر در زمینه تصمیم گیری، باعث بهبود چشمگیر در توانایی‌های GIS در تجزیه تحلیل مکانی شده است. سیستم های اطلاعات جغرافیایی(GIS)، ابزار قدرتمندی برای تحلیل‌های فضایی هستند که قابلیت ضبط، ذخیره، پرس و جو، آنالیز، نمایش و خروجی اطلاعات جغرافیایی را دارند. به این ترتیب آن‌ها تاثیر شگرفی در فرآیند تصمیم‌گیری فضایی دارند(۱۱، ۱۲). همچنین روش‌های تصمیم گیری چند معیاره (MCDA) توانایی ترکیب نظر کارشناسان با اطلاعات واقعی را دارند . این روش‌ها معیارهای مختلف را ارزیابی کرده و همه نتایج ممکن و اهداف متناقض ناشی از تجزیه و تحلیل را شامل می‌شوند (۱۳) و AHP یکی از این روش‌ها می‌باشد. تحلیل سلسله مراتبی یک رویکرد سیتماتیک تصمیم‌گیری است که اولین بار توسط ساعتی در ۱۹۸۰ مطرح شد(۱۴). این روش فرآیندی ساده ، قوی و منعطف است و برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای مختلف وجود دارد و در انتخاب بین گزینه‌ها با مشکل مواجه هستند، مورد استفاده قرار می-گیرد(۱۵). در واقع یک مسئله به سلسله مراتبی از مسائل فرعی که قابل درک و بررسی باشد، تجزیه می‌شود. بنابراین GIS به همراه AHP ابزارهای قدرتمند برای حل مشکل مکان‌یابی دفن پسماند هستند(۱۶).

در زمینه مکان‌یابی دفن پسماند با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تاکنون تحقیقات متعددی صورت گرفته لذا از این میان در سطح جهان می‌توان به، Jahn Bennet در سال 2004 اشاره کرد که گزارشی حاکی از پیشرفت سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در شهر رم، برای

www.SID.ir

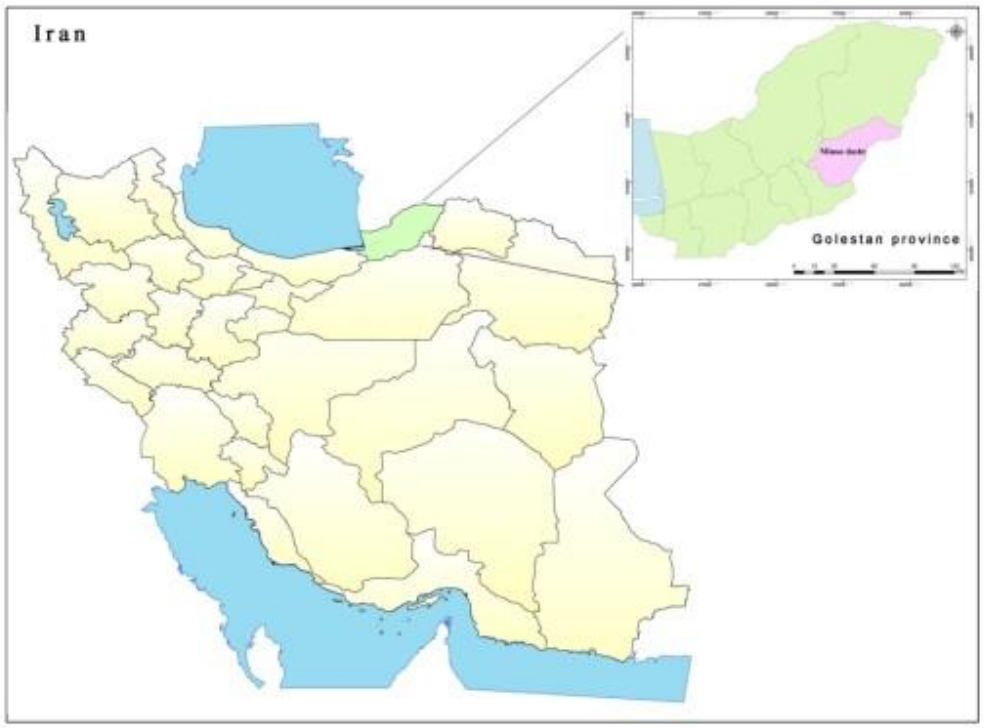
Archive of SID

مدیریت و دفن مواد زائد جامد ارائه داد. این گزارش نشان می‌دهد ابتدای شروع این روند از دهه 1990 میلادی بوده و پیشرفت کندی داشته است، اما پس از چند سال و به خصوص در سال 2003 و با کمک نقشه‌های پشتیبانی اینترنتی، اطلاعات موجود برای سیستم اطلاعات جغرافیایی به موضوع مهمی برای کارکنان واحد خدماتی شهرداری و عموم شهروندان رمی تبدیل شد(۱۷). همچنین در زمینه مکان‌یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری، موسوی و همکاران در ۱۳۹۲ با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP به مکان‌یابی دفن پسماند در شهرستان زنجان پرداختند که چند معیار و زیر معیار را ارزیابی کرده و سپس مناسب‌ترین مکان را در بین گزینه‌های پیشنهادی انتخاب کردند(۱۸). زامورانو و همکارانش نیز در اسپانیا با استفاده ازGIS نقاط بهینه جمع‌آوری پسماند و مسیرهای بهینه‌ی خودروهای انتقال پسماند را به منظور کاهش مصرف سوخت ارائه دادند (۱۹). همچنین شکریزفرد و همکاران در شیراز به محاسبهٔ همزمان بهترین مسیر حمل پسماند شهری و مکان‌یابی بهینه‌ی ایستگاه‌های انتقال پسماند پرداختند . برای این منظور برنامهٔ غیرخطی باینری تهیه کردند که تابع هدف مدل مربوطه نیز حداقل کردن مجموع هزینه‌های حمل پسماند به محل ایستگاه‌های انتقال است (۲۰).

مهم‌ترین هدف از انجام این مطالعه، شناسایی مکان بهینه جهت دفن پسماند در شهرستان مینودشت با استفاده از روش منطق فازی در GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) است که براساس میزان جمعیت تخمینی در ۲۰ سال آینده و مساحت مورد نیاز برای دفع پسماند آن‌ها صورت می‌گیرد. تا کمکی برای برنامه ریزان و تصمیم‌گیران شهرستان مینودشت استان گلستان باشد.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان مینودشت در شمال ایران و استان گلستان واقع شده است. این شهرستان در عرض جغرافیای ۳۷ درجه و ۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱ دقیقه شرقی قرار گرفته و براساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰، دارای جمعیت ۷۵۶۵۹ نفر می-باشد(۲۱).



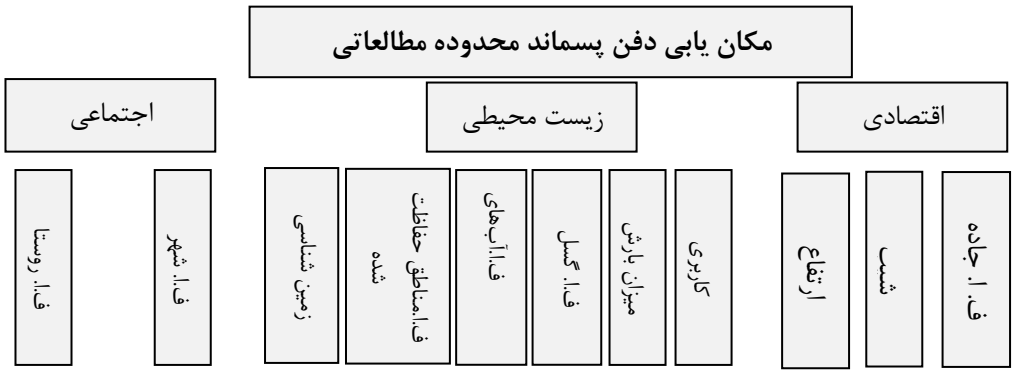
شکل ۱- موقعیت شهرستان مینودشت

www.SID.ir

Archive of SID

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی بوده و از لحاظ انجام آن تحلیلی-توصیفی است. در این پژوهش، براساس تحقیقات انجام شده ۱۱ لایه اطلاعاتی؛ کاربری، میزان بارش، فاصله از گسل، فاصله از آب‌های سطحی، فاصله از مناطق حفاظت شده، زمین شناسی، فاصله از جاده، شیب، ارتفاع، فاصله از روستا و فاصله از شهر به عنوان لایه‌های اطلاعاتی در سه شاخص زیست محیطی ، اقتصادی و اجتماعی برای مکان‌یابی دفن پسماند مورد استفاده قرار گرفت. ساختار سلسله مراتبی شاخص‌ها و مولفه‌ها در نمودار ۱ آورده شده است. سپس براساس اعداد فازی مندرج در جدول ۱ و با استفاده از تکنیک FAHPمقایسات زوجی بین شاخص‌ها و مولفه‌ها توسط کارشناسان صورت گرفت. همچنین برخی داده‌ها همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده در نرم افزار Idrisi استاندارد سازی شدند و نقشه‌های فازی آن‌ها تهیه شد. همچنین دو لایه کاربری زمین و زمین شناسی بر اساس نظر کارشناسان وزن‌دهی شدند(در جدول ۴ وزن طبقات کاربری و در جدول ۵ وزن طبقات زمین شناسی آورده شده است). در ادامه با هم پوشانی لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و اعمال وزن شاخص‌ها و مولفه‌ها در لایه‌ها، نقشه‌ها به پنج روش ۱- gamma ۲- And ۳- Or ۴- Sum ۵- Product جهت انجام عملیات مکان‌یابی و رسیدن به مناطق مناسب جهت دفن پسماند رویهم گذاری شد. سپس نقشه‌های مناسب مکان‌یابی دفن پسماند انتخاب شدند و هر کدام از آن‌ها به چهار طبقه مناسب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف طبقه بندی شد و طبقه مناسب روش‌های انتخابی لکه بندی شدند. روش‌های که میزان مساحت لکه‌های آن‌ها از میزان مساحت لازم برای دفن پسماند برای جمعیت تخمینی ۲۰ سال آینده شهرستان مینودشت کمتر بود، حذف شدند. در نهایت روش‌های And و gamma با عدد ۰/۹ مکان مناسب دفن پسماند برای یک دور زمانی ۲۰ ساله را مشخص کردند.



نمودار۱- ساختار سلسله مراتبی مکان یابی دفن پسماند شهرستان مینودشت

جدول۱-عبارات فازی و طیف اعداد فازی

عبارات کلامی	اعداد فازی	ترجیح زیاد	(۴/۵،۴،۳)
ترجیح برابر	(۱،۱،۱)	ترجیح زیاد تا خیلی زیاد	(۵،۴/۵،۳)
ترجیح کم تا متوسط	(۱/۵،۱/۵،۱)	ترجیح خیلی زیاد	(۶،۵/۵،۵)
ترجیح متوسط	(۲،۲،۱)	ترجیح خیلی زیاد تا کاملا زیاد	(۷،۶،۵)
ترجیح متوسط تا زیاد	(۴،۳/۵،۳)	ترجیح کاملا زیاد	(۹،۷،۵)

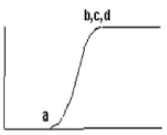
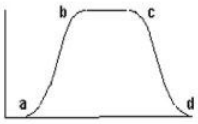
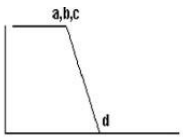
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ - نقاط کنترل و نوع تابع فازی جهت استاندارد سازی نقشه های معیار در منطق فازی

شاخص	مولفه‌ها	نوع تابع	نقاط کنترل			
			d	c	b	a
اجتماعی	فاصله از روستاها (m)	S شکل افزایشی			۲۰۰۰	۵۰۰
	فاصله از شهرها (m)	S شکل متقارن	۳۰۰۰۰	۷۰۰۰	۵۰۰۰	۲۰۰۰
اقتصادی	فاصله از جاده ها (m)	S شکل متقارن	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰
	ارتفاع (m)	خطی کاهشی	۳۷۰۰	۰		
	شیب (D)	خطی کاهشی	۳۰	۶		
زیست محیطی	میزان بارش (mm)	خطی کاهشی	۵۰۰	۳۵۰		
	فاصله از گسل (m)	S شکل افزایشی			۵۰۰۰	۱۰۰۰
	فاصله از آب های سطحی (m)	S شکل افزایشی			۵۰۰۰	۱۰۰۰
	فاصله از مناطق حفاظت شده (m)	S شکل افزایشی			۵۰۰۰	۱۰۰۰

جدول ۳ - شکل و فرمول توابع فازی

نوع تابع	شکل تابع فازی	فرمول تابع فازی
S شکل افزایشی		$\mu = \cos^2 \alpha$ $\alpha = (1 - (x - point\ a)/(point\ b - point\ a)) * pi/2$ When $x > point\ b, \mu = 1$
S شکل متقارن		$\mu = \cos^2 \alpha$ $\alpha = (1 - (x - point\ a)/(point\ b - point\ a)) * pi/2$ $\alpha = (x - point\ c)/(point\ d - point c) * pi/2$ When $point\ b < x < point\ c, \mu = 1$
خطی کاهشی		$\mu = (1 - (x - point\ c) * (1/(point\ d - point\ c)))$ When $x < point\ c, \mu = 1$ When $x > point\ d, \mu = 0$

منبع:(۲۲)

جدول ۴- وزن طبقات کاربری زمین

کاربری	ارزش
جنگل	۰/۲۵
زمین زراعی	۰/۵
مرتع	۰/۷۵
بایر	۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵– وزن طبقات زمین شناسی

نوع	Js	Jsc	K1l	K2l1	K2l2	Kab-ad	Kat	Kig	Ksh	Ksn
ارزش	۰/۴۱	۰/۴	۰/۳۱	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۵۵	۰/۳۷	۰/۳۹	۰/۶	۰/۴۱
Ktr	Pd	Pech	Pep	Pr	Qal	Qcf	Ql	Qm	Sn	TRe
۰/۳۴	۰/۱۷	۰/۴۱	۰/۹۲	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۲۶	۰/۳۴
Ur1c	Cm	Cs	Dcg	Deg	Dkh	Dkn	E1m	E2s	Ek	Ekh
۰/۵۹	۰/۳۸	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۳۷	۰/۱۵	۰/۴۹	۰/۴۱
Jd	Qs	Jcb	Urm	Kuig	lmet	PZ1vib	Jmz	Jl	TRe1	Ksr
۰/۳	۰/۶۷	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۲۹

بحث و یافته‌ها

گام اول: مقایسات زوجی شاخص‌ها و مولفه‌ها

در این پژوهش برای انجام مقایسه دوتایی از روش شناخته شده‌ای FAHP استفاده شده است. در AHP مقایسه‌های دوتایی توسط اعداد قطعی بیان می‌شود (۲۳). حال بسته به شرایط، نظرات کارشناسان همیشه نمی‌تواند قطعی و دقیق باشد که این عدم قطعیت را می‌توان با منطق فازی نشان داد(۲۴). به همین دلیل نویسندگان در این پژوهش از روش FAHP که محدوده‌ای از ارزش‌ها را، برای بیان عدم قطعیت در نظر می‌گیرد (۲۵) و تصمیم ساز را قادر می‌سازد تا نظر خود را در قالب کلی به صورت خوشبینانه، بدبینانه، متوسط، کاملا مربوط و نظیر آن بیان کند(۲۶) استفاده کرده‌اند. باید گفت کارشناسان با توجه به تجربیات و مطالعات خود مقایسات زوجی بین شاخص‌ها و مولفه‌ها را با استفاده از روش FAHP انجام دادند تا وزن نهایی آن‌ها بدست آید. در جدول‌های ۶ تا ۹ مقایسات زوجی شاخص-ها و مولفه‌ها نشان داده شده است.

جدول۶- مقایسات زوجی شاخص ها با استفاده از تلفیق فازی در مدل تحلیل سلسله مراتبی

شاخص‌ها	زیست محیطی	اقتصادی	اجتماعی	میانگین هندسی
زیست محیطی	(۱، ۱، ۱)	(۴، ۳/۵، ۳)	(۲، ۲، ۱)	(۲، ۱/۹۱۳، ۱/۴۴۲)
اقتصادی	(۰/۳۳۳، ۰/۲۸۶، ۰/۲۵)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳۳، ۰/۲۸۶۰، ۰/۲۵۰)	(۰/۴۸۱، ۰/۴۳۴، ۰/۳۹۷)
اجتماعی	(۱، ۰/۵، ۰/۵)	(۴، ۳/۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۱/۵۸۷، ۱/۲۰۵، ۱/۱۴۵)
CR^g =۰/۰۳۷ CR^m =۰/۰۵۵ سازگار				

جدول۷- مقایسات زوجی مولفه‌ها زیست محیطی با استفاده از تلفیق فازی در مدل تحلیل سلسله مراتبی

زیست‌محیطی	کاربری	باران	گسل	آب‌سطحی	منطق‌حفاظت شده	زمین‌شناسی	میانگین‌هندسی
کاربری	(۱، ۱، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۶، ۵/۵، ۵)	(۴، ۳/۵، ۳)	(۷، ۶، ۵)	(۵، ۴/۴، ۳)	(۴/۳۵۳، ۳/۸۴۶، ۳/۲۲۵)
باران	(۰/۲، ۰/۱۴۳، ۰/۱۱۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۰/۵، ۰/۵)	(۰/۳۳۳، ۰/۲۸۶، ۰/۲۵)	(۱، ۰/۵، ۰/۵)	(۰/۳۳۳، ۰/۲۸۶، ۰/۲۵)	(۰/۳۷۸۰/،۰/۳۴۷۰/،۰/۵۳)
گسل	(۰/۲، ۰/۱۸۲، ۰/۱۶۷)	(۲، ۲، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۰/۵، ۰/۵)	(۱،۲،۲)	(۱،۱،۱)	(۰/۸۴۵۰/،۰/۶۶۱۰/،۰/۹۶۳)
آب‌سطحی	(۰/۲۸۶، ۰/۲۵۰، ۰/۳۳۳)	(۵،۵،۳۳)	(۲،۲،۱)	(۱،۱،۱)	(۲،۲،۱)	(۲،۲،۱)	(۰/۴۱۴۱/،۰/۹۵۳۱/،۰/۴۸۴)
منطق حفاظت شده	(۰/۱۶، ۰/۱۴۳۰، ۰/۲۷)	(۲،۲،۱)	(۱، ۰/۵، ۰/۵)	(۱، ۰/۵، ۰/۵)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۰/۵، ۰/۵)	(۰/۵۸۹۰/،۰/۵۱۱۰/،۰/۵۸)

www.SID.ir

Archive of SID

زمین‌شناسی	(۰/۲۲۲۰/،۲۵ ۰/،۳۳۳)	(۳۳/،۵،۴)	(۱ ،۱ ،۱)	(۰/۵۰/،۵،۱)	(۱،۲،۲)	(۱ ،۱ ،۱)	(۰/۸۳۳۰/،۹۷۸۱/،۱ ۷۸)
$CR^g = ۰/۰۵$ $CR^m = ۰/۰۲۱$ سازگار							

جدول۸- مقایسات زوجی مولفه‌ها اقتصادی با استفاده از تلفیق فازی در مدل تحلیل سلسله مراتبی

اقتصادی	فاصله از جاده	ارتفاع	شیب	میانگین هندسی
فاصله از جاده	(۱،۱،۱)	(۳۳/،۵،۴)	(۳،۴۴/،۵)	(۲/۰۸۲/،۴۱۲/،۶۲۱)
ارتفاع	(۰/۲۵۰/،۲۸۶۰/،۳۳۳)	(۱،۱،۱)	(۱۱/،۵۱/،۵)	(۰/۶۳۰/،۷۵۴۰/،۷۹۴)
شیب	(۰/۲۲۲۰/،۲۵۰/،۳۳۳)	(۰/۶۶۷۰/،۶۶۷،۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۵۲۹۰/،۵۵۰/،۶۹۳)
$CR^g = ۰/۰۰۶$ $CR^m = ۰/۰۰۸$ سازگار				

جدول۹ - مقایسات زوجی مولفه‌ها اجتماعی با استفاده از تلفیق فازی در مدل تحلیل سلسله مراتبی

اجتماعی	فاصله از روستا	فاصله از شهر	میانگین هندسی
فاصله از روستا	(۱،۱،۱)	(۰/۵۰/،۵،۱)	(۰/۷۰۷۰/،۷۰۷،۱)
فاصله از شهر	(۱،۲،۲)	(۱،۱،۱)	(۱۱/،۴۱۴۱/،۴۱۴)

گام دوم : مراحل به‌دست آوردن وزن شاخص‌ها و مؤلفه‌ها با تحلیل سلسله مراتبی فازی

با استناد به نظر کارشناسان و با استفاده از روش FAHP وزن شاخص‌ها و مولفه‌ها در جدول‌های ۱۰ و ۱۱ طی ۵ مرحله بدست آمد. این مراحل به شرح زیر می‌باشد(۲۷)

مرحله اول: جهت اجماع نظر کارشناسان، از مقایسات زوجی پاسخ دهندگان میانگین هندسی گرفته می‌شود.

مرحله دوم؛ محاسبه میانگین هندسی سطرها: در این مرحله از سطرهای هر جدول مقایسه زوجی با توجه به رابطه ۱ میانگین هندسی گرفته می‌شود.

رابطه ۱

$$\tilde{Z} = \left[\prod_{j=1}^{n} \tilde{t}_{ij}\right]^{\frac{1}{n}} \qquad \forall i$$

مرحله سوم؛ نرمالایز کردن میانگین‌های هندسی: در این مرحله مقادیر به دست آمده از مرحله دوم نرمالیزه می‌شود. مقادیر z_i را برای هر ماتریس با مجموع z_i طبق رابطه ۲ نرمالایزه می شود.

رابطه ۲

$$r_{ij} = w_i = \frac{z_i}{\sum_{i=1}^{n} z_i}$$

مرحله چهارم: ترکیب اوزان: با ترکیب وزن گزینه‌ها (نسبت به معیارها) و وزن معیارها با توجه به رابطه ۳، اوزان نهایی محاسبه می شود:

رابطه ۳

$$U_i = \sum_{i=1}^{n} r_{ij} w_i \qquad \forall_i$$

مرحله پنجم: دیفازی کردن: دراین مرحله اوزان فازی به‌دست آمده، طبق رابطه ۴ دیفازی می‌شوند.

رابطه ۴

$$Crisp(U_i) = \frac{(u_i + 2 \times u_m + u_r}{4}$$

جدول۱۰ - وزن شاخص‌های مورد استفاده در مکان یابی دفن پسماند

شاخص‌ها	وزن نهایی فازی	وزن قطعی نهایی شاخص‌ها
زیست محیطی	(۰/۳۵۵۰/،۵۳۹۰/،۶۷)	۰/۵۲۵
اقتصادی	(۰/۰۹۸۰/،۱۲۲۰/،۱۶۱)	۰/۱۲۶
اجتماعی	(۰/۲۸۱۰/،۳۳۹۰/،۵۳۲)	۰/۳۷۳

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۱ - وزن مولفه‌های مورد استفاده در مکان یابی دفن پسماند

زیرشاخص‌ها	وزن نهایی فازی	وزن قطعی نهایی زیرشاخص‌ها
کاربری	(۰/۱۲۲۰،۰/۲۵۷۰،۰/۴۴۷)	۰/۲۷۱
باران	(۰/۰۱۳۰،۰/۰۲۵۰،۰/۰۵۴)	۰/۰۳
گسل	(۰/۰۲۵۰،۰/۰۵۷۰،۰/۰۹۹)	۰/۰۵۹
آب سطحی	(۰/۰۳۶۰،۰/۰۹۵۰،۰/۱۵۲)	۰/۰۹۴
مناطق حفاظت شده	(۰/۰۱۹۰،۰/۰۳۹۰،۰/۰۸۸)	۰/۰۴۷
زمین شناسی	(۰/۰۳۲۰،۰/۰۶۵۰،۰/۱۲۱)	۰/۰۷۱
فاصله از جاده	(۰/۰۴۹۰،۰/۰۷۹۰،۰/۱۳)	۰/۰۸۵
ارتفاع	(۰/۰۱۵،۰/۰۲۵۰،۰/۰۳۹)	۰/۰۲۶
شیب	(۰/۰۱۳۰،۰/۰۱۸۰،۰/۰۳۴)	۰/۰۲۱
فاصله از روستا	(۰/۰۸۲۰،۰/۱۱۳۰،۰/۳۱۲)	۰/۱۵۵
فاصله از شهر	(۰/۱۱۷۰،۰/۲۲۶۰،۰/۴۴۱)	۰/۲۵۲

گام سوم: محاسبه زمین مورد نیاز جهت دفن پسماند شهرستان مینودشت

جهت محاسبه مساحت زمین مورد نیاز برای دفن پسماند، عواملی همچون نرخ تولید زباله، جمعیت، دانسیته مواد فشرده شده در محل دفن مورد نیاز می‌باشند (۲۸). زمین مورد نیاز برای دفن زباله، به علت تغییرات جمعیتی برای یک دوره‌ی ۲۰ ساله در نظر گرفته می-شود، لذا جهت برآورد آن از فرمول محاسبه‌ی جمعیت آتی به شرح زیر استفاده شد(۲۹).

$$P_t = P_0 (1+ r)^t$$

P_t: میزان جمعیت سال مورد نظر

P_0: جمعیت حال حاضر هنگام محاسبه

r: نرخ رشد جمعیت

t: دوره طرح یا تعداد سال‌هایی که قرار است طرح کاربرد داشته باشد.

همچنین طبق تحقیقات انجمن علمی آمریکا در مورد فضای مورد نیاز برای دفن بهداشتی فرمول تجربی زیر ارائه شده است (۳۰) :

$$V = (R/D)(1-P/100)+ CV$$ رابطه ۲

V: فضای مورد نیاز در طول سال به ازای هر نفر (m^3)

R: سرانه زباله تولیدی هر نفر در سال (kg/year)

CV: حجم خاک پوششی مورد نیاز (m^3)

P: درصد کاهش حجم زباله در اثر فشردگی

D: دانسیته متوسط زباله (kg/m^3)

ابتدا میزان جمعیت با در نظر گرفتن نرخ رشد ۱.۹ درصد براساس سرشماری جمعیت سال ۱۳۹۰(۸) و با فرض ثابت بودن آن، برای سال جاری و سپس برای یک دوره ۲۰ ساله، با استفاده از رابطه ۱ برآورد گردید.

$$P_{۱۳۹۳} = P_{۱۳۹۰}. (1+r)^۳$$

جمعیت سال ۱۳۹۳ شهرستان مینودشت

$$P_{۱۳۹۳} = ۷۵۶۵۹ * (۱+۰/۰۱۹)^۳ = ۸۰۰۵۴$$

شهرستان مینودشت جمعیت ۲۰ سال آینده

$$P_{۱۳۹۴} + P_{۱۳۹۵} + P_{۱۳۹۶} + \ldots + P_{۱۴۱۳} = ۱۹۶۲۴۳۰$$

در ادامه بر اساس رابطه ۲ حجم مورد نیاز زباله تولید شده توسط هر نفر در طول سال محاسبه گردید. با در نظر گرفتن حجم خاک پوششی به زباله با نسبت ۱ به ۴ رابطه ۲ به صورت زیر تغییر کرد.

$$V = (R/D)(۱-P/۱۰۰)+CV \rightarrow V = ۱/۲۵ (R/D)(۱-P/۱۰۰)$$

$$R = ۳۶۵ * ۰/۷۵ = ۲۷۳.۷۵ \quad kg/year$$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۲- جدول اطلاعاتی پسماند شهرستان مینودشت

سرانه زباله تولیدی هر نفر در سال (kg/year)	۲۷۳/۷۵
درصد کاهش حجم زباله در اثر فشردگی	٪۴۰
دانسیته متوسط زباله (kg/m^3)	۲۴۳

منبع: (۳۱)

$V = ۱/۲۵ (۲۷۳.۷۵/۲۴۳) (۱-۴۰/۱۰۰) = ۰/۸۴۵ m^3$

فضای مورد نیاز برای زباله تولیدی در طول سال به ازای هر نفر

$۰/۸۴۵ * ۱۹۶۲۴۳۰ = ۱۶۵۸۲۵۳/۳۵ \ m^3$

فضای مورد نیاز برای زباله تولیدی در طول ۲۰ سال (مینودشت)

جهت محاسبه سطح زمین مورد نیاز برای دفن پسماند تولیدی در طول ۲۰ سال آینده، دفن پسماند به روش ترانشه‌ای، با عمق ۴ متر صورت می‌گیرد. همچنین فاصله بین ترانشه‌ها برابر با عرض آن‌ها در نظر گرفته شده است. با این مفروضات، سطح مفید، ۵۰ درصد کل محدوده تعیین شده را تشکیل می‌دهد.

$۱۶۵۸۲۵۳/۳۵ / ۴ = ۴۱۴۵۶۳/۳۳۷۵ \ m^2$

سطح مفید مورد نیاز برای دفن زباله تولیدی در طول ۲۰ سال (مینودشت)

$۴۱۴۵۶۳/۳۳۷۵*۲ = ۸۲۹۱۲۶/۶۷۵ \ m^2$

کل مساحت مورد نیاز برای دفن زباله تولیدی در طول ۲۰ سال(مینودشت)

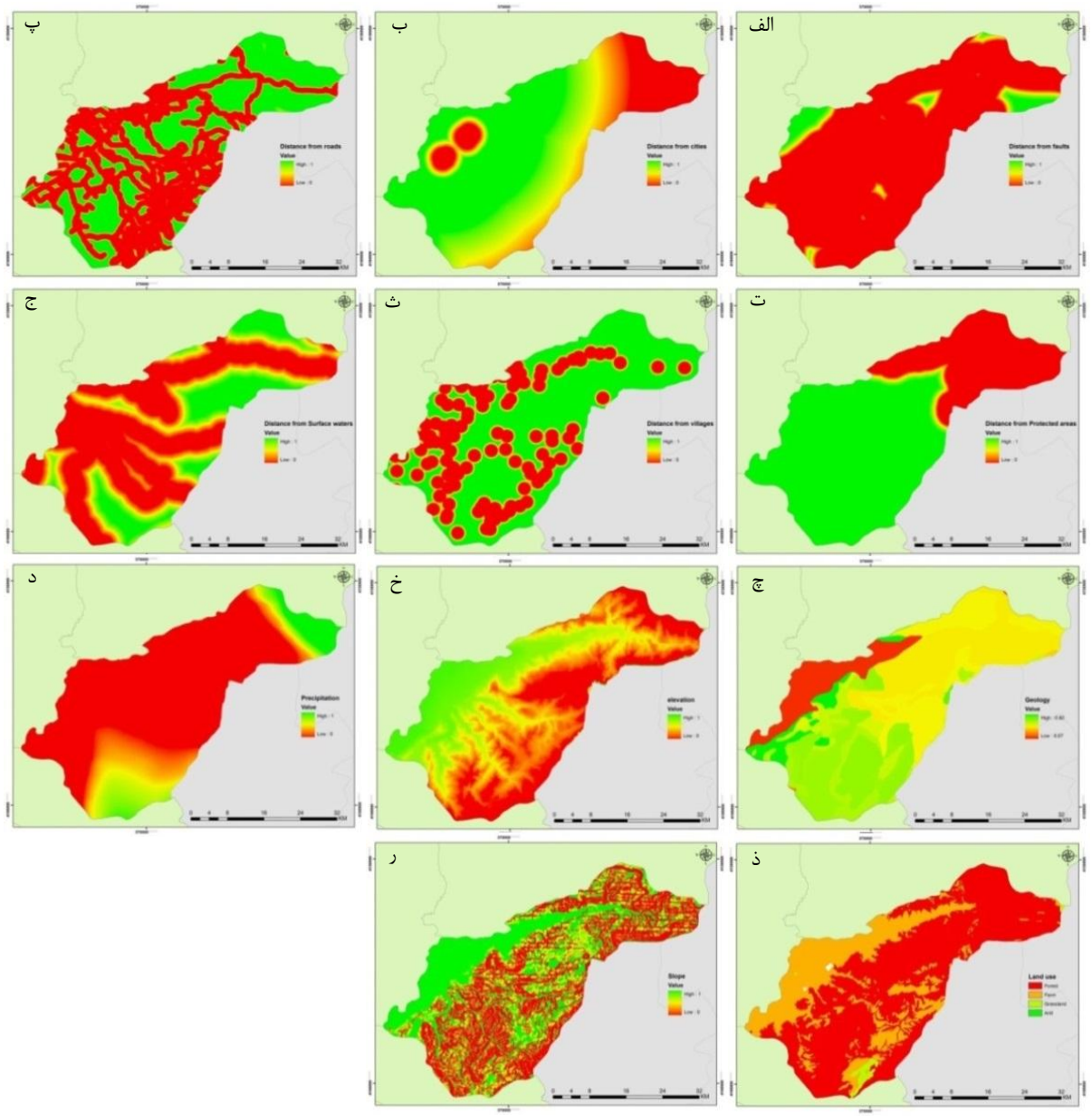
بنابراین شهرستان مینودشت با توجه به محاسبات انجام شده، نیاز به (۸۲۹۱۲۶.۶۷۵) متر مربع زمین برای دفن زباله تولید شده در طول ۲۰ سال خواهد داشت

گام چهارم: تهیه نقشه های لایه‌های اطلاعاتی

در این پژوهش تهیه نقشه‌ها براساس منطق فازی صورت گرفته است. هر یک از لایه‌های اطلاعاتی تاثیرگذار در مکان‌یابی دفن پسماند در محیط Idrisi بر اساس نمودارهای جدول ۳ استانداردسازی شدند. در ادامه نیز نقشه‌های فازی آن‌ها در این برنامه تهیه شد در شکل ۲ نقشه فازی لایه‌های اطلاعاتی آورده شده است. در رابطه با منطق فازی باید گفت که این منطق سال‌هاست رونق پیدا کرده و با برنامه-های متنوع و متعددش در رشته‌های علمی نفوذ کرده است(۳۲). این تئوری به تفسیر عدم قطعیت می‌پردازد و برای اندازه‌گیری پدیده‌های نامشخص دنیای واقعی طراحی شده است. این عدم قطعیت از ویژگی‌های غیر آماری طبیعت که به عدم وجود مرزهای شدید اطلاعات اشاره دارد سرچشمه می‌گیرد. با این حال منبع اصلی عدم اطمینان که شامل فرآیند پیچیده‌ی تصمیم‌گیری در مقیاس بزرگ است، از طریق توابع عضویت فازی توصیف شده است (۷). در رابطه با منطق فازی باید گفت که این منطق شامل هر دو تابع عضویت فازی است که مقادیر صفتی را در لایه‌های موضوعی با توجه به اختصاص ارزش ۰ تا ۱ رتبه بندی می‌کند(۳۳) و همچنین در این منطق اعتبار لایه‌های موضوعی با احتمال عضویت در یک مجموعه فازی، از طریق انواع مختلف توابع عضویت فازی ارائه می‌شود(۳۴).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- نقشه لایه‌های فازی شده؛ الف) ف. ا. گسل **ب)** ف. ا.شهر **پ)** ف. ا. جاده ها **ت)** ف. ا. مناطق حفاظت شده **ث)** ف. ا. روستاها **ج)** ف. ا. آب های سطحی **چ)** زمین شناسی **خ)** ارتفاع **د)** میزان بارش **ذ)**کاربری **ر)** نقشه شیب

گام پنجم: روی هم‌گذاری لایه‌ها

نقشه‌های تهیه شده در محیط Idrisi در محیط Gis به پنج روش ۱- gamma ۲- And ۳- Or ۴- Sum ۵- Product جهت انجام عملیات مکان‌یابی و رسیدن به مناطق مناسب جهت دفن پسماند رویهم گذاری شد و مناطق مسکونی شهری به عنوان لایه محدودیت از نقشه‌های نهایی حذف شد درشکل ۳ این نقشه‌ها نشان داده شده‌اند. در جدول ۱۳ نیز روابط و توابع عضویت فازی این عملگرها آورده شده است. در رابطه با عملگرها باید گفت که عملگرضرب فازی (Fuzzy algebraic product) اعضای فازی را از طریق ضرب ترکیب می‌کند. این مدل به دلیل آنکه ارزش خروجی همیشه کمتر یا مساوی کوچکترین عضو فازی است، کاهنده می‌باشد (۳۵). عملگراجتماع فازی (Fuzzy OR) نیز مشابه اجتماع در مجموعه‌های کلاسیک می‌باشد تاثیر این عملگر آن است که نقشه های خروجی توسط بزرگترین مقدار عضویت فازی که در هر موقعیت روی می‌دهد، کنترل می‌شود(۳۶). همچنین عملگر جمعی فازی(Fuzzy algebraic sum) مکمل محصول جبری فازی است. برخلاف محصول جبری حاصل جمع جبری، همیشه بزرگتر یا مساوی

www.SID.ir

Archive of SID

بزرگترین مقدار عضو فازی است(۳۴). عملگر اشتراک فازی (AND Fuzzy) که نیز مشابه اشتراک در مجموعه‌های کلاسیک می‌باشد. تاثیر این عملگرآن است که نقشه خروجی توسط کوچکترین مقدار عضویت فازی که در هر موقعیت روی می‌دهد کنترل می‌شود.(۳۶) و در نهایت عملگر گامای فازی(Fuzzy gamma operation) از حاصل ترکیب جمع جبری و ضرب جبری است و از فرمول زیر بدست می آید:

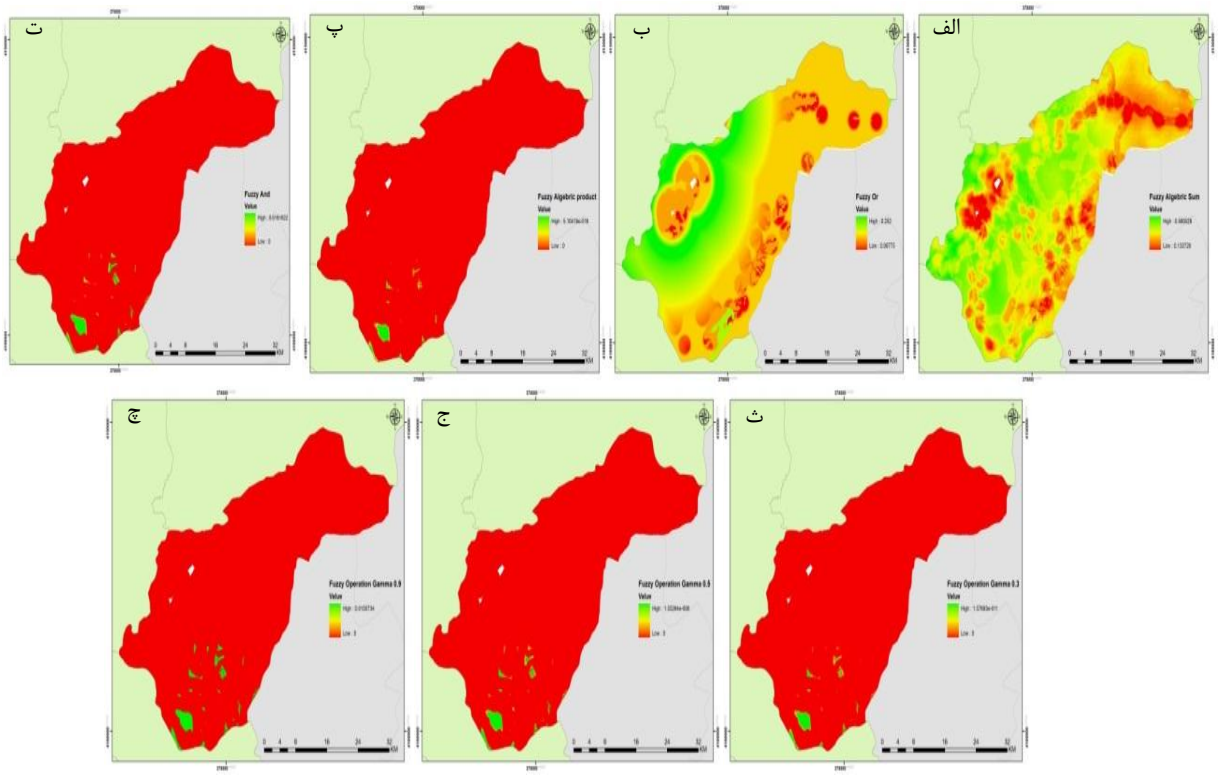
$$\mu_{combination} = (FuzzySum)^{\gamma} \times (FuzzyProduct)^{1-\gamma}$$

پارامتر γ در محدوده (۱و۰) انتخاب شده است. وقتی γ عدد ۱ بگیرد، ترکیب همانند جمع جبری است در حالیکه وقتی γ ، ۰ باشد ترکیب همان ضرب جبری است (۳۷، ۳۸) .

جدول ۱۳ - توابع و روابط عضویت فازی

تابع	رابطه
And	$\mu_{combination} = MIN(\mu_A, \mu_B, \ldots)$
Or	$\mu_{combination} = MAX(\mu_A, \mu_B, \ldots)$
Product	$\mu_{combination} = \prod_{(i=1)}^{n} \mu_i$
Sum	$\mu_{combination} = 1 - (\prod_{(i=1)}^{n} (1 - \mu_i))$
Gamma	$1].\gamma\hat{I}[0\ \mu_{combination} = (FuzzySum)^{\gamma} \times (FuzzyProduct)^{1-\gamma}$

منبع: (۳۹)



شکل ۳- تلفیق لایه‌ها با استفاده از روش : الف) Sum **ب)** Or **پ)** Product **ت)** And **ث)** gamma ۰/۳ **ج)** gamma ۰/۵ **چ)** ۰/۹ gamma

www.SID.ir

Archive of SID

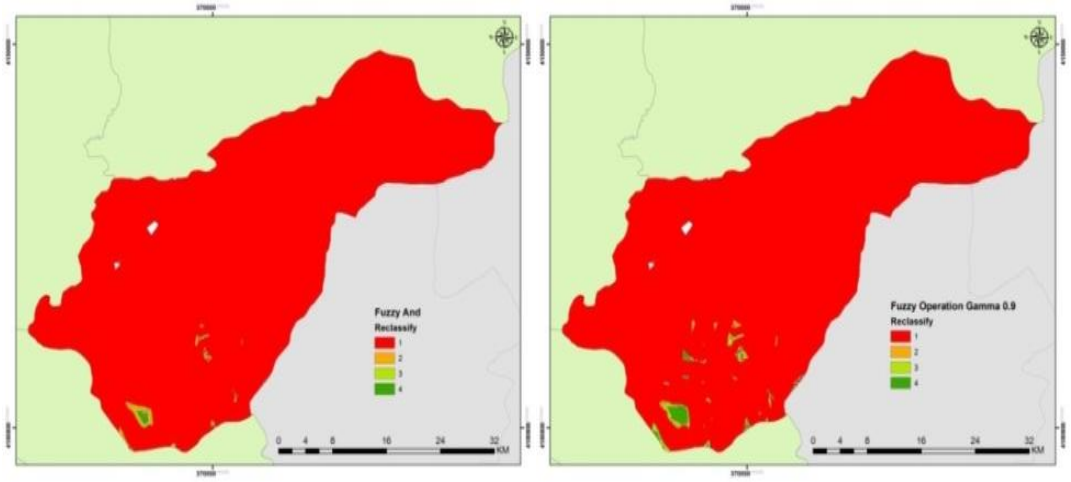
نتیجه گیری

نتایج ارزیابی‌های حاصل از این روش‌ها نشان داد که عملگر Fuzzy Sum با در نظر گرفتن کم‌ترین احتیاط مساحت بسیار زیادی را مناسب دفن پسماند می‌داند عملگر Fuzzy OR نیز مساحت زیادی را مناسب این نوع مکانی‌یابی می‌داند. لذا دو عملگر ذکر شده به دلیل در نظر گرفتن احتیاط کم مناسب مکان‌یابی دفن پسماند نمی‌باشند. عملگر Fuzzy product نیز در بین مجموع عملگرها بیش‌ترین احتیاط را در مکان‌یابی مد نظر دارد و فقط ایده‌آل‌ترین نقاط برای مکان‌یابی دفن پسماند را به ما می‌دهد بنابراین این عملگر مناسب این نوع مکان‌یابی است. همچنین عملگر Fuzzy gamma با عدد۰/۳ و ۰/۵ احتیاط بیش‌تری را نسبت به عملگرFuzzy AND و مساحت کمتری را مناسب دفن پسماند می‌داند ولی عملگرFuzzy gamma با عدد ۰/۹ مساحت بیش‌تر و احتیاط کمتر را به نسبت عملگر AND Fuzzy مناسب دفن پسماند می‌داند. در مجموع می‌توان گفت این عملگرها مناسب مکان‌یابی دفن پسماند می‌باشند. در این میان از عملگرهایFuzzy product ، Fuzzy gamma با عدد۰/۳، ۰/۵و ۰/۹ و Fuzzy AND بر اساس روش Natural Breaks (Jenks) (۴۰) نقشه‌های با چهار طبقه (جدول ۱۴) مناسب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف تهیه شد (در شکل ۴ طبقه بندی برخی از این عملگرها آورده شده است). طبقه مناسب هر عملگر مورد انتخاب قرار گرفت و پهنه‌بندی در آن صورت گرفت از میان این عملگرها، آن‌های که میزان مساحت پهنه‌بندی لکه‌های آن‌ها از میزان مساحت مورد نیاز برای جمعیت تخمینی ۲۰ سال آینده کم‌تر بود، حذف شدند. در نهایت عملگرهای And و Fuzzy gamma با عدد ۰/۹، (شکل ۵) مکانی را که میزان مساحت لازم برای دفن پسماند در یک چشم انداز ۲۰ ساله آینده، برای شهر مینودشت نیاز است مشخص کرده‌اند. در جدول ۱۵ مشخصات مناطق مناسب دفن پسماند آورده شده است.

جدول ۱۴- ارزش طبقات نقشه های نهایی

طبقه بندی شده

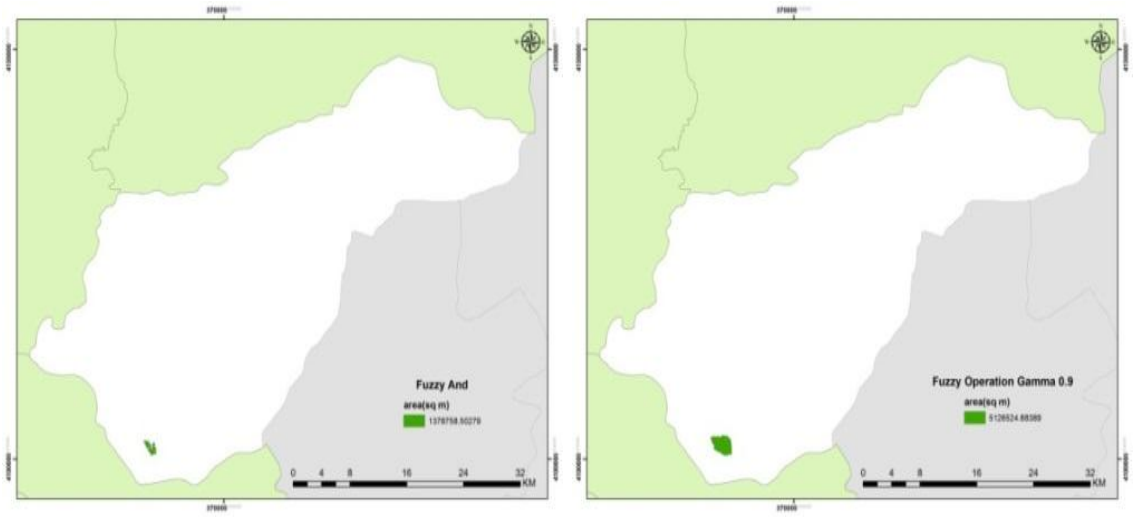
شماره طبقه	۱	۲	۳	۴
ارزش طبقه	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	مناسب



شکل۴ - طبقه بندی عملگرهای مناسب

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مناطق مناسب دفن پسماند برای یک دوره زمانی ۲۰ ساله

جدول ۱۵- مشخصات مناطق مناسب دفن پسماند برای یک دوره زمانی ۲۰ ساله

معیارها	Fuzzy And	Fuzzy Operation Gamma 0.9
کاربری	جنگل	جنگل
زمین شناسی	شیل خاکستری تیره و ماسه سنگ(Js)	شیل خاکستری تیره و ماسه سنگ(Js)
کمترین و بیشترین فاصله از روستاها (متر)	۱۱۲۴ – ۲۶۷۲	۱۲۸۸ - ۳۴۵۳
کمترین و بیشترین فاصله از راه ها (متر)	۸۱۵ - ۲۰۲۷	۵۹۱ - ۲۰۲۷
کمترین و بیشترین فاصله از آب های سطحی (متر)	۱۷۸۹ - ۳۰۴۹	۱۳۶۹ - ۳۹۹۵
کمترین و بیشترین فاصله از گسل ها(متر)	۲۰۱۳ - ۳۱۷۳	۱۱۴۵ - ۳۱۵۹
کمترین و بیشترین فاصله از مناطق حفاظت شده (متر)	۱۲۴۰۴ - ۱۴۷۵۲	۱۱۸۳۴ - ۱۵۳۱۸
کمترین و بیشترین فاصله از شهر ها(متر)	۱۸۷۱۰ - ۲۰۶۶۸	۱۸۲۴۲ - ۲۰۹۱۳
کمترین و بیشترین شیب (درجه)	۰ - ۲۱.۱۵۲	۰ - ۲۹.۳۳۳۱
کمترین و بیشترین ارتفاع (متر)	۱۲۴۲.۰۳ - ۱۵۰۰	۱۱۹۰.۸۷ - ۱۶۱۵.۷
کمترین و بیشترین میزان بارش (میلی متر)	۳۹۹.۱۳۵ - ۴۳۱.۰۱۴	۳۹۱.۷۹۱ - ۴۴۰.۹۸۳

تشکر و قدردانی

انجام این تحقیق بدون کمک‌های جناب آقای دکتر امیری امکان‌پذیر نبود. بدین وسیله از مساعدت‌های ایشان تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Gbanie، S.P., Tengbe, P.B., Momoh, J.S., Medo, J., Simbay Kabba, V.T., 2013. Modelling landfill location using Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA): Case study Bo, Southern Sierra Leone. Geography, Vol. 36، pp. 3-12.
2. Moghaddas, N.H., Namaghi, H.H., 2009. Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi Province, Northeastern Iran. Arabian Journal of Geosciences, Vol. 4(1-2), pp. 103-113.

۳. - عشورنژاد، غدیر، مرضیه طاهری و رحیم علی عباسپور، «به کارگیری فرایند تحلیل شبکه ای فازی (FUZZY

www.SID.ir

Archive of SID

ANP) در شناسایی مکان بهینهٔ ایستگاه های انتقال پسماند شهرستان اصفهان»، مجله محیط شناسی، ۱۳۹۲، سال سی و نهم، شمارهٔ ۳، صص ۱۷۷- ۱۶۵.

۴. راهنمای جامع مدیریت شهری: مجموعهٔ اصول، قوانین و مفاهیم مورد نیاز شهرداران، معاونت آموزشی جهاد دانشگاهی، تهران،۱۳۸۷.

5. Ngoc, U.N., Schnitzera, H., 2009. Sustainable solutions for solid waste management in Southeast Asian countries. Waste Management, Vol. 29 (6), pp. 1982-1995.
6. Kharbanda, O., Stallworthy, E., 1990. Waste Management towards a Sustainable Society. Gower, England, pp. 53- 62.
7. Chang, N., Parvathinathan, G., Breeden, J., 2008. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. Journal of Environmental Management, Vol. 87, pp: 139-153.
8. Sumathi, V.R., Natesan, U., Sarkar, C., 2008. GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. Waste Management، Vol. 28(11), pp. 2146-2160.
9. Allanach, W.C., 1992. Regional landfill planning and siting. Public Works, December, pp. 48–50.
10. Sharifi, M., Hadidi, M., Vessali, E., Mosstafakhani, P., Taheri, K., Shahoie, S., Khodamoradpour, M., 2009. Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS based hazardous waste landfill sitting in Kurdistan Province, western Iran. Elsevier, waste management,Vol. 29, pp. 2740-2758.
11. Rikalovic, A., Cosic, I., Lazarevic, D., 2014 . GIS Based Multi-Criteria Analysis for Industrial Site Selection. Procedia Engineering, Vol. 69, pp. 1054-1063.
12. Ronald Eastman, J., Jiang, H., Toledano, J., 1998. Multi-criteria and multi-objective decision making for land allocation using GIS. Multicriteria Analysis for Land-Use Management Environment & Management, Vol. 9, pp. 225-227.
13. Al-hanbali, A., Alsaaideh, B., Kiondoh, A., 2011. Using GIS-based weighted linear combination analysis and remote sensing techniques to select optimum solid waste disposal sites within Mafraq City, Jordan. Journal of Geographic Information System, Vol. 3, pp. 267-278.
14. Bhushan, N., Rai, K., 2004. Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process. Springer-Verlag, New York, pp. 172.
15. Bertolini, M., Braglia, M., 2006. Application of the AHP methodology in making a proposal for publicwork contract. 17 January.
16. Sener, S., Sener, E., Karagüzel, R., 2010. Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin. Turkey Environmental Monitoring and Assessment، doi: 10.1007/s10661-010-1403-x.
17. Bennet، J.، 2005. Solid Waste Collections Departement. City of RomeAnnual Report، pp. 84.

۱۸. صدر موسوی، میر ستار، شهرام اباذرلو، کامران موسی خانی و سجاد اباذرلو، «مکان یابی بهینه دفن مواد زائد جامد شهری با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP(نمونه موردی شهرستان زنجان)»، فصل نامه آمایش محیط،۱۳۹۲، سال ششم، شماره ۲۱، صص ۹۸- ۷۵.

19. Zamoranoa، M.E.، et al.، 2009. A planning scenario for the application of geographical information systems in municipal waste collection: A case of Churriana de la Vega (Granada، Spain). Journal of Resources، Conservation and Recycling، Vol. 54، pp. 123-133.

۲۰. شکریزفرد، مریم، ناصر طالب بیدختی و پویا شکریزفرد، «روشی برای محاسبه همزمان بهترین مسیر حمل پسماندهای شهری و مکانیابی بهینه ی ایستگاه های انتقال پسماند به روش Nonlinear Integer Programing»، دومین سمپوزیوم بین المللی مهندسی محیط زیست، ۱۳۸۸.

۲۱. مرکز ملی آمار ایران(۱۳۹۰)، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، درگاه ملی مرکز آمار ایران، www.amar.org.ir .

22. Eastman، J. R.، 2012. IDRISI Selva manual. Clark University. Sitio web: www. clarklabs. org.

www.SID.ir

Archive of SID

23. Deng، H.، 1999. Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparisons. International Journal of Approximate Reasoning، Vol. 21، pp. 215-231.

24. Bellman، R.E.، Zadeh، L.A.، 1970. Decision Making in a fuzzy environment. Management Science، Vol. 17، pp. 141-164.

25. Lee، A.H.، Chen، W.C.، Chang، C.J.، 2008. A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. Expert Systems with Applications، Vol. 34، pp: 96–107.

26. Jeganathan، C.، 2003. Development of Fuzzy Logic Architecture to Access the Sustainability of the Forest Management. MSc. thesis. Enschede، ITC، pp. 126.132.

۲۷. عطایی، محمد، « تصمیم‌گیری چند معیاره فازی»، چاپ اول، شاهرود، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۹.

28. McBean، E.A.، Rovers، F.A.، Farquhar، G.J.، 1995. Solid Waste landfill Engineering & Design. Prentice Hall PTR.

۲۹. کاظم پور، شهلا، «مبانی جمعیت شناسی»، چاپ دوم، مرکز مطالعات و پژوهش‌های جمعیتی آسیاو اقیانوسیه، تهران، ۱۳۸۳.

30. Kevin k، and Joe P. (1996): A Planners Guide to sustainable Development. American Planning Association (APA).

۳۱. سازمان مدیریت پسماند شهرداری‌های استان گلستان.

32. Zadeh ،L،A.، 1996. Life Fellow. IeeeTransactions on fuzzy systems، Vol. 4(2)، pp. 103-111.

33. Raines، G.L.، Sawatzky، D.L.، Bonham-Carter، G.F.، 2010. Incorporating expert knowledge: new fuzzylogic tools in ArcGIS 10. ArcUser Spring 2010. Redlands، CA، USA: ESRI،

34. Ki، S.J.، Ray، C.، 2014. Using fuzzy logic analysis for siting decisions of infiltration trenches for highway runoff control. Science of the Total Environment، Vol. 493، pp. 44-53.

35. Atkinsona، D.M.، Deadmanb، P.، Dudychab، D.، Traynorc، S.، 2005. Multi-criteria evaluation and least cost path analysis for an arctic all-weather road. Geography، Vol. 25، pp. 287–307.

۳۶. کریمی، سعید، « درسنامه کاربرد GIS در برنامه ریزی محیط زیست»، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست،۱۳۹۳.

37. Bonham-Carter، G.F.، 1994. Geographic information systems for geoscientists: Modeling with GIS. Ottawa:Pergamon.

38. Zimmermann، H.J.، Zysno، P.، 1980. Latent connectives in human decision making. Fuzzy Sets and Systems، Vol. 4، pp: 37–51.

39. Malczewski، J.، 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis، John Wiley & Sons، New York. 340 pp.

40. Bolstad، P.، 2012. GIS Fundamentals: A first text on geographic information systems،4th ed. Minnesota: University of Minnesota.

www.SID.ir