محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶
صفحات: ۳۳۶-۳۱۹

تهیهٔ نقشهٔ پراکنش جغرافیایی مناطق مناسب دفن پسماند جامد شهری (مطالعهٔ موردی: مراتع نازلوچای ارومیه)

رویا جنگی دغدغان[۱]، حمیدرضا ممتاز[۲]، مهشید سوری[۳]*

۱. کارشناسی ارشد مهندسی خاکشناسی، دانشگاه ارومیه
۲. استادیار دانشکدهٔ مهندسی کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۳. استادیار پژوهشی بخش مرتع، موسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۱۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۳/۲۸)

چکیده

افزایش رو به رشد جمعیت و به تبع آن افزایش روزافزون پسماندهای جامد شهری و روستایی اهمیت مدیریت پسماندهای جامد را دو چندان می کند. مکان‌یابی صحیح و اصولی پسماندها تأثیر بسزایی در مدیریت آن‌ها دارد. بنابراین، دراین پژوهش به منظور اولویت‌بندی مکان‌های مناسب دفن پسماند در مراتع نازلوچای ارومیه از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری شامل روش TOPSIS و AHP استفاده شد. مراحل این تحقیق شامل تعیین معیارهای مؤثر، تهیهٔ نقشه‌های معیارها، تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری، تعیین وزن معیارها، محاسبهٔ نرخ ناسازگاری، محاسبهٔ راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل ایده‌آل منفی، محاسبهٔ نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل مثبت، رتبه‌بندی زیرحوضه‌های مراتع نازلوچای ارومیه و در نهایت تهیهٔ نقشهٔ پراکنش جغرافیایی مناطق مناسب دفن پسماند جامد شهری بود. پژوهش حاضر با استفاده از بسته‌های نرم افزاری TOPSIS EXPERT & CHOISE و ARC GIS صورت گرفت. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که زیرحوضهٔ B11 اولویت مناسب اول، زیرحوضهٔ ABCDE-INT1 اولویت دوم و زیرحوضه‌های AFGH-INT، B1-INT،C1 به ترتیب در اولویت‌های مناسب سوم تا پنجم قرار گرفتند و زیرحوضه‌های J3، J111 وJ11-INT با اولویت‌های چهل و یکم تا چهل و سوم، کمترین تناسب را جهت دفن پسماند داشتند. زیرحوضهٔ B11 بیشترین میزان عمق خاک و عمق آب‌های زیرزمینی و کمترین میزان بارش، تعداد چاه، تراکم آب‌های سطحی، شیب و ارتفاع را نسبت به سایر حوضه‌ها دارد. همچنین بافت خاک این حوضه متوسط و کاربری فعلی آن رها شده است. در حالی‌که زیرحوضهٔ J11-INT شرایط عکس را دارا است.

کلید واژگان: پراکنش جغرافیایی، دفن پسماند، تاپسیس، روش سلسله مراتبی، مراتع نازلوچای ارومیه

* نویسنده مسئول؛ شماره تماس: ۰۹۸۹۱۲۵۲۷۹۰۸۶+ ایمیل: souri@rifr-ac.ir

۱. مقدمه

رشد سریع جمعیت و پیشرفت تکنولوژی و استفاده مداوم از پلاستیک، فلز و ظروف دور ریختنی باعث افزایش پسماندهای جامد در مناطق شهری گردیده است (Nouri *et al.*, 2011). فراهم‌کردن شرایط مناسب دفن پسماند ضروریست. زیرا در غیر این صورت، فرایندهای بیوشیمیایی و بیوفیزیکی در محل دفن پسماند سبب تولید گاز و شیرابه می‌شود که این مواد می‌توانند از خاک وارد محیط شده و متعاقبا باعث آلودگی محیط شوند (Moeinaddini *et al.*, 2011). میزان تولید روزانه زباله در جهان برای هر نفر ۵۰۰ گرم بوده که این مقدار در ایران ۷۰۰ گرم است. به طور کلی در ایران روزانه بالغ بر ۵۰ هزار تن زباله تولید می‌شود که هزینه هنگفتی را بر شهرداری‌ها تحمیل می‌کند. بر اساس گزارش آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا، مدیریت مواد جامد شهری شامل کاهش زباله‌ها، استفاده مجدد، بازیافت، بازیابی انرژی، سوزاندن و دفن زباله است (Eskandari *et al.*, 2015). تلاش‌های زیادی در طول دو دهه‌ی اخیر برای نشان‌دادن جنبه‌های گوناگون مدیریت دفن پسماند صورت گرفته است. به دلیل افزایش رشد جمعیت و تغییر شیوه زندگی مردم، مسأله دفن پسماند در ایران مورد توجه ویژه مدیران و کارشناسان محیط زیست قرار گیرد. به منظور مکان‌یابی صحیح مناطق دفن زباله، بایستی از روش‌های صحیح مهندسی دفن پسماند استفاده شود (Eskandari *et al.*, 2015). عدم توجه به مسائل زیست محیطی دفن پسماند در بسیاری از شهرهای کشور به عنوان یک دشمن پنهان، محیط‌زیست را تهدید می‌کند. به عنوان مثال مدیریت ناصحیح در گزینش مکان دفن پسماند در شهر بابل واقع در استان مازندران در سال‌های اخیر، باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی متعددی از جمله آلودگی آب‌های زیرزمینی در این شهر گردیده است (Matkan *et al.*, 2009). Palvas و همکاران (2010) و Estehlik (2009) در تحقیق خود چنین اظهار کرده‌اند که هنوز مشکل مدیریت پسماندهای جامد و دفع آن‌ها بطور کامل در کشورهای اروپایی و حتی سایر مناطق پیشرفته دنیا حل نشده است. در قاره آسیا نیز، فقط کشورهای سنگاپور، ژاپن، چین و کره موفق به مدیریت بهینه پسماندهای خود شده‌اند (Halilo *et al.*, 2013). تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره که شامل مجموعه‌ای از تکنیک‌های تحقیق در عملیات است، برای انتخاب گزینه مناسب از بین چند گزینه و براساس شاخص‌های کمی و کیفی، توصیه شده‌اند. در فرایند تصمیم گیری، اگر معیارها زیاد باشد، بررسی معیارها و ارزش گذاری آنها کاری وقت گیر و مشکل خواهد بود. صحت و درستی تصمیم‌گیری در مورد پروژه‌های بزرگ در حوزه علوم زمین و منابع آب به دلیل حساسیت و اهمیت موضوع، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (Tak, 2013). روش تاپسیس[1] یکی از روش‌های تصمیم‌گیری است که از جمله مزایای آن می‌توان به ساده و سریع بودنش اشاره کرد. همچنین این روش می‌تواند معیارهای کمی و کیفی را توامأ در تصمیم گیری‌ها دخالت دهد (Tork, 2013). این روش یک تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه بسیار قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق مقایسه میزان شباهت به راه‌حل ایده‌آل می‌باشد. در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از مناسب ترین نقطه، فاصله آن از نامناسبترین نقطه هم در نظر گرفته می‌شود، بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه‌حل مناسب بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه حل نامناسب باشد (Pirsa, 2011). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[2] هم یک روش مورد قبول تصمیم‌گیری است که برای تعیین اهمیت نسبی معیارها در یک مسئله تصمیم‌گیری معین استفاده می‌شود (Saati & Vargas, 2006). AHP بر پایه مقایسه زوجی

[1] Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
[2] Analytic Hierarchy Process

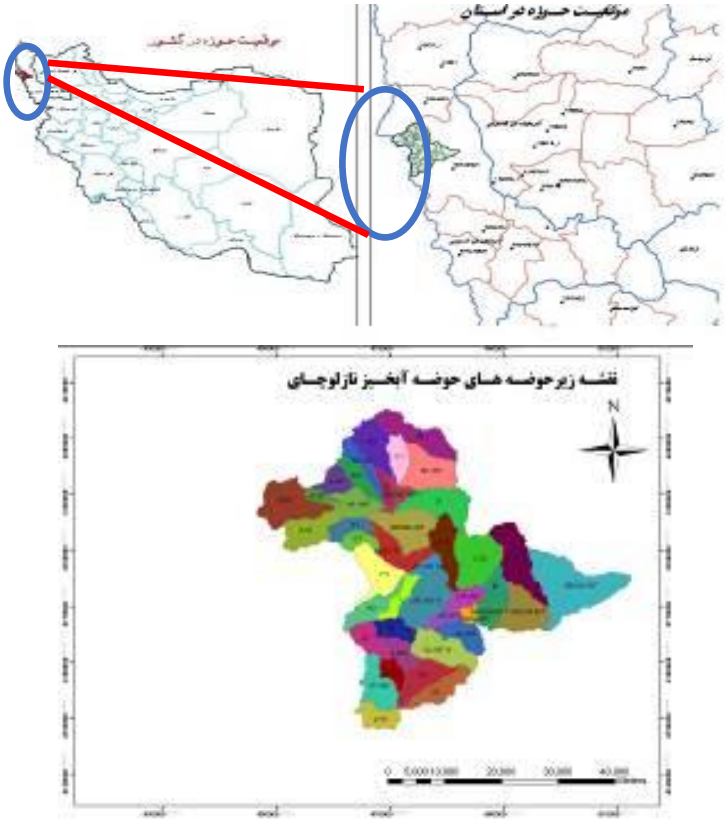
است که به منظور تعیین اهمیت نسبی (وزن) هر معیار مورد استفاده قرار می‌گیرد (Azar & RajabZadeh, 2008) (Kentous *et al.*, 2005) (Gamitzi *et al.*, 2007). این روش با استفاده از یک شبکه سیستمی، شاخص‌های مختلف و ضوابط و معیارهای چندگانه با ساختارهای چند سطحی اولویت دار را برای رتبه‌بندی یا تعیین اهمیت گزینه‌های مختلف یک فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده مورد استفاده قرار می‌دهد (Aragones *et al.*, 2006). در این پژوهش از نرم افزار *EC* استفاده شده است. این نرم افزار جهت تحلیل مسائل تصمیم گیری چند معیاره که با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده به‌کار برده می‌شود. این نرم افزار علاوه بر تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسأله را نیز دارا است. از همه مهمتر آنکه در بسیاری از موارد، از نمودارها و گراف‌های مناسب جهت ارایه نتایج و عملکردها سود جسته و ارتباطی ساده و دوستانه را با کاربر ایجاد می‌نماید. Porahmad و همکاران (2007) از الگوریتم‌های فازی و *GIS* برای مکان یابی تجهیزات شهری شهر بابلسر استفاده کرده‌اند. NirAbadi (2007) با بکارگیری روشهای سلسله مراتبی و فازی، به مکانیابی محل دفن مواد زاید در شهر تبریز پرداخته و مناسبترین مکان را در شمال غربی این شهر تشخیص دادند. Ghanvati و همکاران (2011) با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره، اولویت‌بندی پهنه‌های مناسب برای دفن پسماند شهری را در شهر سبزوار انجام دادند. طی این تحقیق، ۱۵ لایه اطلاعاتی ساخته شده، سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و وزن دهی به پارامترهای مؤثر بر انتخاب محل دفن زباله، مناسب ترین مناطق برای دفن در قالب یک نقشه پهنه‌بندی تعیین گردیدند. Farhoodi و همکاران (2005) در شهر سنندج، عوامل مؤثر بر مکانیابی دفن پسماند را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش از معیارهایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، تراکم جمعیتی، خاکشناسی، هیپستومتریک، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی، تیپ اراضی، زمین شناسی استفاده کردند. ایشان براساس مدل منطق فازی نقشه مکان یابی دفن زباله را ارائه دادند. Chang و همکاران (2008) با بکارگیری منطق تصمیم گیری چند معیاره فازی، به انتخاب مکان دفن زباله درمناطق شهری جنوب تگزاس پرداختند. معیارهای مورد بررسی در این تحقیق از معیارهایی نظیر نوع خاک، نوع پوشش استفاده شد. نهایتا این روش، به عنوان روشی مفید در مطالعه و تشخیص منطقه مطلوب برای دفن زباله در این منطقه معرفی شد (Chang *et al.*, 2008). Ghanbari و همکاران (2009) در پژوهشی، کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی را در مکانیابی جایگاه دفن پسماند شهرستان سمنان بررسی کردند. آنها در این پژوهش معیارها را در ۵ گروه اجتماعی، فنی، زیست محیطی، زمین شناختی و هیدرولوژی بررسی کردند و نهایتاً بر اساس فرایند AHP محدوده مورد مطالعه را به پهنه‌هایی در قالب نامناسب، مناسب و بسیار مناسب تفکیک نمودند. Jafari و همکاران (2012) نیز طی پژوهشی که در زمینه مکانیابی دفن پسماند با استفاده از تکنیک‌های *AHP* و *SAW* در محیط *GIS* انجام دادند، چنین اظهار کردند که بکارگیری سیستمی یکپارچه متشکل از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم گیری چند معیاره ابزار مناسبی برای برنامه ریزی‌های محیط زیستی می‌باشد. Onut و Soner (2008) در پژوهشی، برای حل مسئله انتخاب مکان ضایعات جامد در استانبول ترکیه روش تاپسیس فازی را به‌کار گرفتند. ارومیه به عنوان مرکز آذربایجان غربی با بیش از ۳۰ درصد جمعیت استان، بیشترین تولیدکننده زباله است به طوریکه هر شهروند، به طور متوسط روزانه ۷۵۰ گرم زباله تولید می‌کند. در همین راستا، جمع آوری و دفن بهینه پسماند در این شهر از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در تحقیق حاضر سعی شده است مدل تاپسیس به عنوان یکی از فنون برجسته تصمیم گیری چند معیاره به منظور تهیه نقشه پراکنش

جغرافیایی مناطق مناسب دفن پسماند جامد شهری در مراتع نازلوچای ارومیه به کار گرفته شود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبریز نازلوچای در فاصله ۲۰ کیلومتری از شهرستان ارومیه و در شمال آن قرار دارد. این منطقه بین '۲۴ °۴۴ تا '۵۳ °۴۵ طول شرقی و '۳۰ °۳۷ تا '۵۸ °۳۷ عرض شمالی قرار دارد. مساحت منطقه نازلوچای ۱۵۱۸۸۳ هکتار است. این منطقه در امتداد رودخانه نازلوچای با دبی ۴۱۳ مترمکعب بر ثانیه قرار دارد. حداقل ارتفاع حوزه ۱۲۹۱ متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۶۰۰ متر از سطح دریا است. درجه حرارت متوسط سالیانه منطقه نازلوچای ۵ درجه سانتی‌گراد است. همچنین میزان بارش از ۷۸۷ میلیمتر در ارتفاع ۲۷۷۰ متر تا ۲۲۱ میلیمتر در ارتفاع ۱۲۰۷ متر متغیر است. نوع اقلیم حوضه بر اساس روش آمبرژه از نیمه خشک سرد تا نیمه مرطوب سرد می‌باشد.



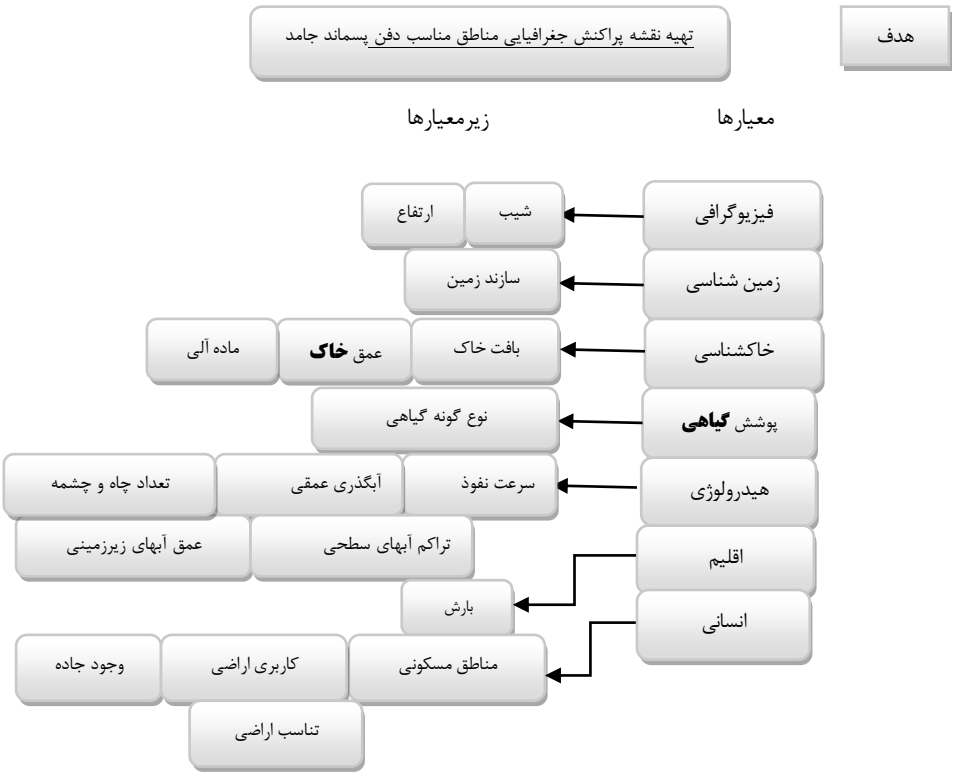
شکل ۱. موقعیت حوزه نازلوچای ارومیه در کشور و استان

۲.۲. روش تحقیق

تحقیق حاضر طی مراحل زیر صورت پذیرفت:

۱.۲.۲. تعیین معیارهای موثر بر دفن پسماند

معیارهای مورد بررسی در این تحقیق شامل، معیارهای فیزیوگرافی، زمین شناسی، خاکشناسی، پوشش گیاهی، هیدرولوژی، اقلیمی و معیارهای انسانی است که هر کدام از معیارها دارای زیرمعیارهایی هستند که در قالب شکل (۲) ارائه شده است.



شکل ۲. معیارها و زیرمعیارهای مورد بررسی در این تحقیق

۲.۲.۲. تهیه لایه‌های اطلاعاتی معیارها و زیرمعیارها

جهت تهیه معیار لایه رقومی ارتفاعی (*DEM*)[1] حوضه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ موجود در محیط نرم افزاری *GIS* استفاده شد و نقشه رقومی ارتفاع حوضه تهیه گردید. سپس از روی نقشه *DEM* نقشه معیارهای شیب و ارتفاع با استفاده از تکنیک‌های اطلاعات مکانی استخراج گردید. همچنین در شناسایی ویژگی‌های سازند این منطقه از نقشه زمین‌شناسی تهیه شده از سازمان زمین‌شناسی استان آذربایجان غربی استفاده گردید. نقشه معیار کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه با استفاده از تصویر ماهواره ای *SPOT* استخراج و به فرمت *Shape file* در محیط GIS ذخیره شد. نقشه معیار پوشش گیاهی بر اساس بازدیدهای صحرایی و نمونه برداری از طریق انداختن ترانسکت و پلات گذاری انجام شد. نقشه زیرمعیارهای خاکشناسی مؤثر در این تحقیق بر اساس گزارش خاکشناسی اداره مطالعات آبخیزداری استان آذربایجان غربی تهیه شدند. معیارهای هیدرولوژی حوزه آبریز نازلوچای بر اساس داده‌های شرکت آب استان آذربایجان غربی تهیه شدند. نقشه معیارهای راه‌های ارتباطی، مناطق مسکونی نیز بر اساس نقشه توپوگرافی تهیه شدند.

۲.۲.۳. وزن دهی معیارها و زیرمعیارها و تعیین نرخ ناسازگاری

به این منظور از روش تحلیل سلسله مراتبی و بسته نرم افزاری *EC* استفاده شد. بدین صورت که هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی بر اساس نوع و مقدار تأثیرشان بر دفن پسماند بر اساس ماتریس زوجی جدول ال ساعتی با یکدیگر مقایسه و وزن دهی گردیدند (Saati, 1980).

[1] Digital Elevation Model

جدول ۱. مقایسه کمیتی توماس ال ساعتی برای مقایسه زوجی گزینه‌ها

ترجیحات (قضاوت‌های شفاهی)	*Preference*	مقدار عددی
کاملا مرجع یا کاملا مطلوب‌تر	*Entremely preferred*	۹
ترجیح یا مطلوبیت خیلی قوی	*Very strongly preferred*	۷
ترجیح یا مطلوبیت قوی	*Strongly preferred*	۵
کمی مرجع یا کمی مطلوب تر	*Moderately preferred*	۳
ترجیح یا مطلوبیت یکسان	*Equally preferred*	۱
ترجیحات بین فواصل فوق		۲،۴،۶،۸

۲.۲. ۴. اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها بر اساس روش تاپسیس

۲.۲. ۱.۴. تشکیل ماتریس خام داده‌ها: در این ماتریس، سطرها نشان‌دهنده زیر حوزه‌های منطقه مورد مطالعه شامل زیرحوزه‌های حوزه آبخیز ارومیه (m) و ستون‌ها معرف معیارهای مورد بررسی شامل معیارهای خاک‌شناسی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و... (n=7) می‌باشند.

۲.۲. ۲.۴. تشکیل ماتریس نرمالیزه مطابق رابطه (۱):

رابطه (۱)

$$v_{ij} = \frac{x_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{m} {x_{ij}}^{2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$i = (1.2,..., n)$$

در رابطه۲، Vij: نمایه‌های تشکیل دهنده ماتریس نرمالیزه شده و xij نشان دهنده مقدار معیار j در زیرحوزه i می‌باشد. ماتریس حاصل از نمایه‌های vij، ماتریس قطری Wn*n است که ماتریس نرمالیزه شده نام دارد.

۲.۲. ۳.۴. تشکیل ماتریس وزن‌دهی: ماتریس تصمیم در واقع پارامتری است و لازم است کمی شود، به این منظور تصمیم گیرنده برای هر شاخص وزنی را معین می‌کند. مطابق رابطه (۲):

رابطه (۲)

$$v = N_D \times W_{n\times n}$$

در رابطه۳، Wn*n ماتریس نرمالیزه شده، N_D ماتریس وزن‌های معیارها، و V ماتریس موزون شده است.

۲.۲. ۴.۴. محاسبه راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی مطابق رابطه (۳ و ۴):

(۳) شاخص سود

$$A^{+} = \left\{(\max, v_{ij} \mid j \in j_1), (\min, v_{ij} \mid j \in j_2) / i = 1,2,..n\right\}$$

$$A^{+} = \left\{v_1^{+}, v_2^{+},..., v_n^{+}\right\}$$

$$i = (1.2,..., n)$$

(۴) شاخص هزینه

$$A^{-} = \left\{(\min, v_{ij} \mid j \in j_1), (\max, v_{ij} \mid j \in j_2) / i = 1,2,...m\right\}$$

$$A^{-} = \left\{v_1^{-}, v_2^{-},..., v_m^{-}\right\}$$

$$i = (1.2,..., n)$$

در روابط ۳ و ۴، iها نشان‌دهنده زیرحوزه‌های حوزه آبخیز نازلو و jها معرف هفت معیار مورد بررسی می‌باشند. vij نمایه‌های تشکیل دهنده ماتریس نرمالیزه شده، و +A و -A به ترتیب نشان‌دهنده گزینه با بیشترین اولویت (جواب ایده‌آل مثبت) و گزینه با کمترین اولویت (بدترین جواب) است.

۲.۲. ۵.۴. تعیین اندازه فاصله (d): فاصله بین گزینه‌ها را با استفاده از روش اقلیدسی می‌سنجیم. به ازاء راه‌حل ایده آل منفی و گزینه مثبت و همین اندازه به ازاء راه حل ایده آل مثبت و گزینه منفی مطابق رابطه (۵ و

۶) مقادیر +d و -d محاسبه می‌شوند.

$$d_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^+ \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad i = (1.2,..., n) \qquad (۵)$$

$$d_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^- \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \qquad i = (1.2,..., n) \qquad (۶)$$

در روابط ۵ و ۶، iها نشان‌دهنده زیر حوزه‌های منطقه مورد مطالعه و jها معرف معیارها می‌باشند. vij نمایه‌های تشکیل‌دهنده ماتریس نرمالیزه شده هستند. مقادیر +d و -d اندازه فواصل اقلیدسی می‌باشند.

۲.۲. ۶.۴. محاسبه نزدیکی نسبی زیرحوزه‌ها به راه حل ایده آل مثبت مطابق رابطه (۷):

$$c_i = \frac{d_i^-}{\left(d_i^- + d_i^+ \right)} \qquad 0 \prec C_i \prec 1 \qquad (۷)$$

در رابطه ۷، Ci نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل است.

مشخص است که هر چه فاصله زیرحوزه‌ها از راه حل ایده آل کمتر باشد، نزدیکی نسبی به عدد ۱ نزدیک‌تر خواهد بود.

۲.۲. ۷.۴. رتبه‌بندی گزینه‌ها: نهایتاً گزینه‌ها براساس ترتیب نزولی رتبه‌بندی می‌شوند. هر گزینه Ai به راه‌حل ایده‌آل نزدیک‌تر باشد، مقدار C_i آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود. براساس ترتیب نزولی C_iها می‌توان گزینه‌های موجود را بر اساس بیش‌ترین اهمیت رتبه‌بندی نمود.

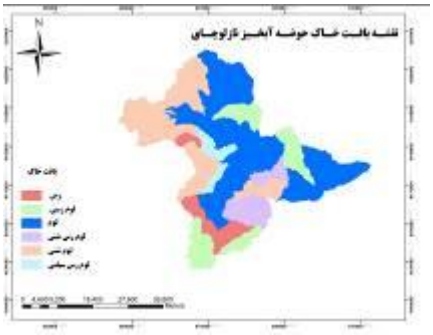
۲.۲. ۵. تهیه نقشه

در این مرحله نقشه پراکنش جغرافیایی مناطق مناسب دفن پسماند جامد شهری بر اساس نتایج اولویت‌بندی روش تاپسیس، تهیه شد.

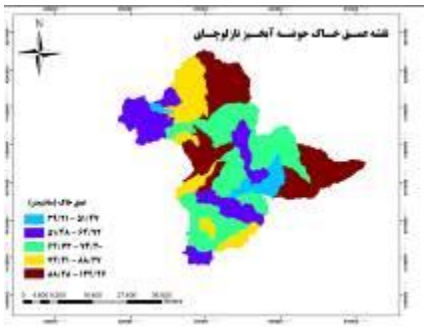
۳. نتایج

۱.۳. تهیه لایه‌های اطلاعاتی

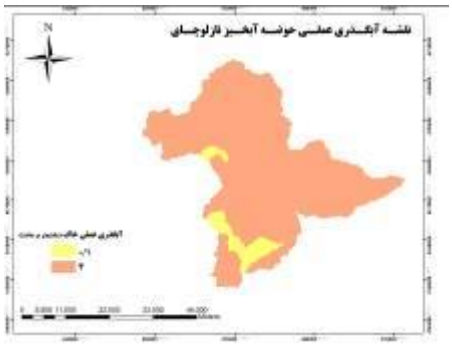
لایه‌های اطلاعاتی حاصل از بکارگیری تکنیک‌های اطلاعات مکانی معیارهای فیزیوگرافی، زمین شناسی، خاکشناسی، پوشش گیاهی، هیدرولوژی، اقلیمی و انسانی که در بخش روش کار توضیح داده شد، در قالب شکل‌های شماره ۴ تا ۲۵ ارائه گردیده است.



شکل ۴. نقشه عمق خاک



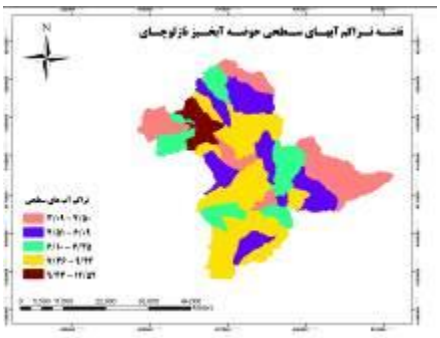
شکل ۵. نقشه بافت خاک



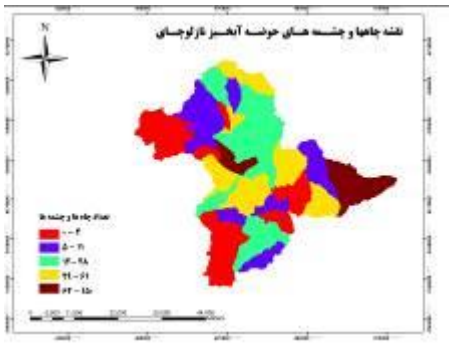
شکل۶- نقشه آبگذری عمقی خاک

شکل۷. نقشه ماده آلی خاک

شکل۸. نقشه گروه‌های هیدرولیکی خاک

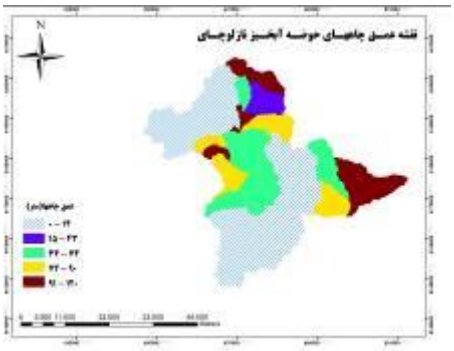


شکل۹. نقشه تراکم آب‌های سطحی منطقه



شکل۱۰. نقشه تعداد چاه و چشمه‌های موجود منطقه

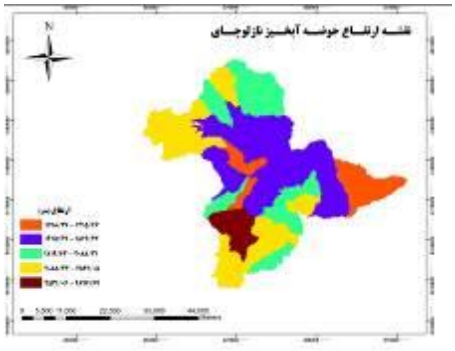
شکل ۱۱. نقشه آبراهه‌های سطحی منطقه



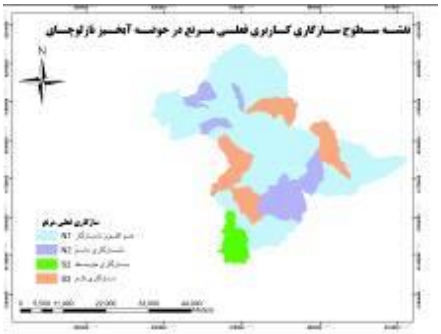
شکل۱۲. نقشه عمق چاه‌ها

شکل۱۳. نقشه شیب منطقه

شکل۱۴. نقشه نوع اراضی منطقه



شکل۱۵. نقشه ارتفاع منطقه



شکل۱۶. نقشه تناسب فعلی مرتع منطقه

شکل۱۷. نقشه کاربری فعلی منطقه

شکل۱۸. نقشه تناسب توسعه شهری منطقه

شکل۱۹. نقشه تناسب آتی مرتع منطقه

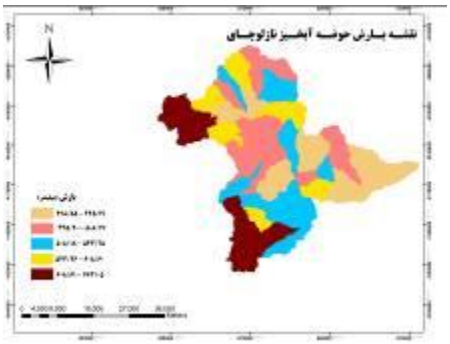
شکل۲۰. نقشه دوره‌های زمین شناسی منطقه

شکل۲۱. نقشه سازند زمین شناسی منطقه

شکل۲۲. نقشه جاده‌های اصلی منطقه

شکل۲۳. نقشه آبادی‌های منطقه

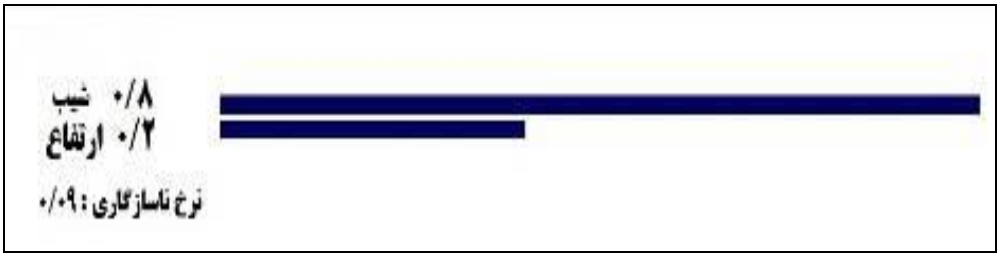
شکل۲۴. نقشه پوشش گیاهی منطقه



شکل۲۵. نقشه بارش منطقه

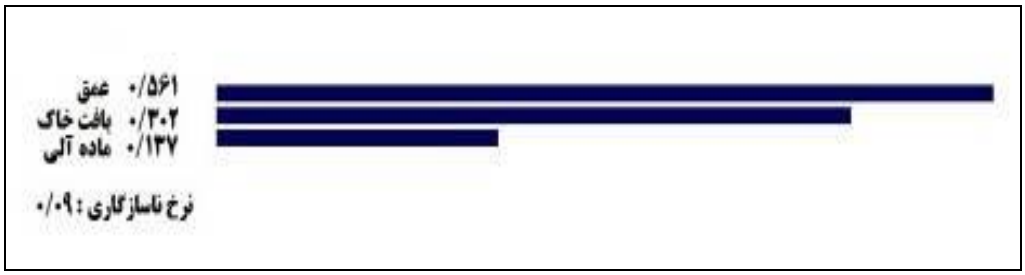
۲.۳. وزن دهی زیرمعیارها

زیرمعیارهای فیزیوگرافی که شامل شیب و ارتفاع است، مطابق نمودار شماره ۱ وزن‌دهی گردیدند. براساس نمودار زیر، زیرمعیار شیب با وزن ۰/۸ بیشترین و زیرمعیار ارتفاع با وزن ۰/۲ کمترین مقدار را دارا هستند.



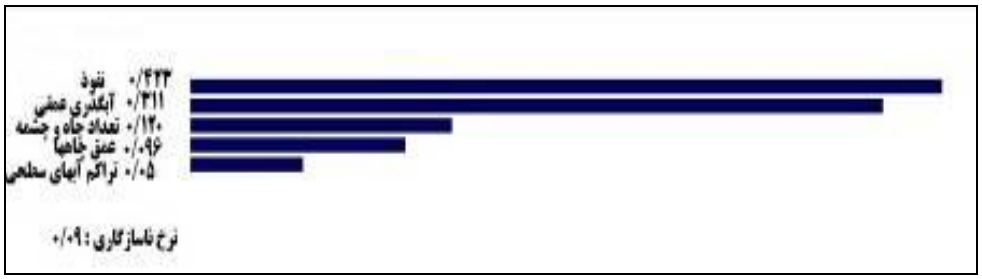
نمودار ۱. نمودار وزن محاسبه شده زیرمعیارهای فیزیوگرافی در نرم افزار *Expert choice*

زیرمعیارهای خاکشناسی که شامل عمق خاک، بافت خاک و درصد مواد آلی سطحی خاک است مطابق نمودار شماره۲ وزن دهی گردیدند. بر اساس نمودار مربوطه، زیرمعیار عمق خاک با وزن ۰/۵۶۱ بیشترین و زیرمعیار مواد آلی با با وزن ۰/۱۳۷کمترین مقادیر را دارا هستند.



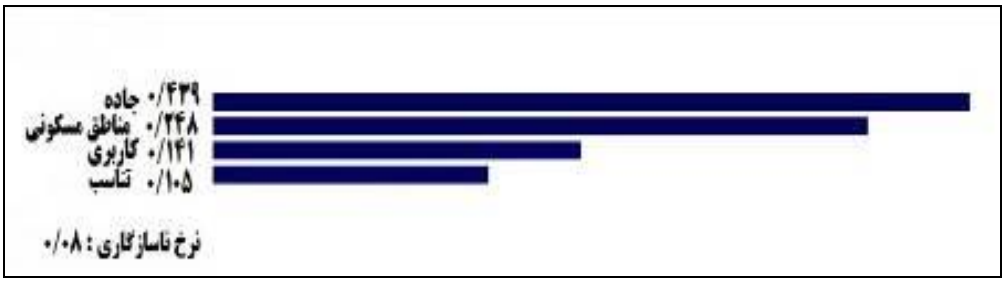
نمودار ۲. نمودار وزن محاسبه شده زیرمعیارهای خاکشناسی در نرم افزار *Expert choice*

وزن دهی زیرمعیارهای هیدرولوژی که شامل سرعت نفوذ، آبگذری عمقی خاک، تعداد چشمه و چاه، عمق آب‌های زیرزمینی و تراکم آب‌های سطحی است، مطابق نمودار شماره ۳ صورت گرفت. بر این اساس، زیرمعیار سرعت نفوذ با وزن ۰/۴۲۳ بیشترین و زیرمعیار تراکم آب‌های سطحی با وزن ۰/۰۵ کمترین مقدار را دارا هستند.



نموار ۳. نمودار وزن محاسبه شده زیرمعیارهای هیدرولوژی در نرم افزار *Expert choice*

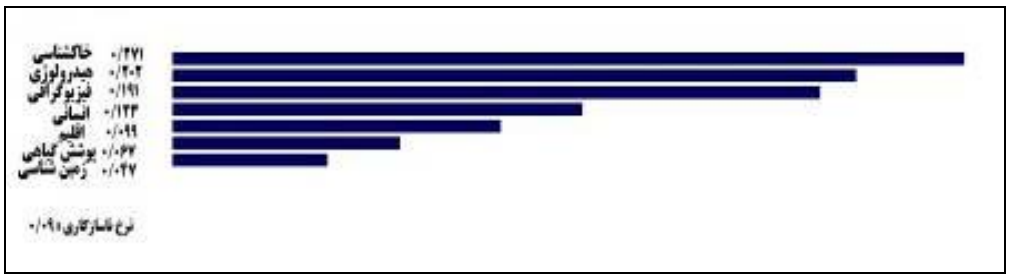
نمودار شماره ۴، نشان دهنده وزن‌های زیرمعیارهای اجتماعی. انسانی است. زیرمعیارهای این معیار عبارتند از وجود جاده، تناسب اراضی، مناطق مسکونی، کاربری اراضی و قیمت زمین. طبق نمودار زیر، بالاترین وزن مربوط به زیرمعیار جاده با مقدار ۰/۴۳۹ و کمترین وزن مربوط به زیرمعیار تناسب اراضی می‌باشد.



نمودار ۴. نمودار وزن محاسبه شده زیرمعیارهای فاکتور اجتماعی- انسانی در نرم افزار*Expert choice*

۳.۳. وزن دهی معیارها

محاسبات مربوط به وزن دهی معیارها و تعیین ارجحیت لایه‌ها نسبت به یکدیگر، به کمک مدل *AHP* و بر اساس ماتریس مقایسه دوتایی در محیط نرم افزار *Expert choice* انجام شد. ضریب ناسازگاری معیارها نیز ۰/۰۹ به دست آمد که با توجه به کمتر بودن آن از ۰/۱، قابل قبول می‌باشد. اوزان معیارهای مورد بررسی در این تحقیق در نمودار شماره ۵ نشان داده شده است. در بین تمامی معیارها، معیار خاکشناسی بیشترین وزن (۰/۲۷۱) و معیار قیمت زمین کمترین وزن (۰/۰۴۷) را داشتند.



نمودار ۵. نمودار وزن محاسبه شده معیارها در نرم افزار *Expert choice*

۳. ۴. اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها با استفاده از تکنیک تاپسیس

بر اساس نتایج وزن‌های به دست آمده از روش *AHP* و به کارگیری تکنیک تاپسیس، زیرحوضه‌های حوزه آبریز نازلوچای، بر اساس جدول۲ اولویت‌بندی شدند. مطابق جدول۲، حوضه‌های *B11*،*ABCDE-INT1* ، *AFGH-IN*، *C1* و *B1-INT* بیشترین و زیرحوضه‌های *J111* ،*J11-INT* و *J3* کمترین اولویت را برای دفن پسماند دارا هستند. خصوصیات کلی زیرحوضه‌های مذکور در قالب جدول ۳ ارایه شده است.

۳. ۵. تهیه نقشه پراکنش جغرافیایی مناطق مناسب دفن پسماند جامد شهری

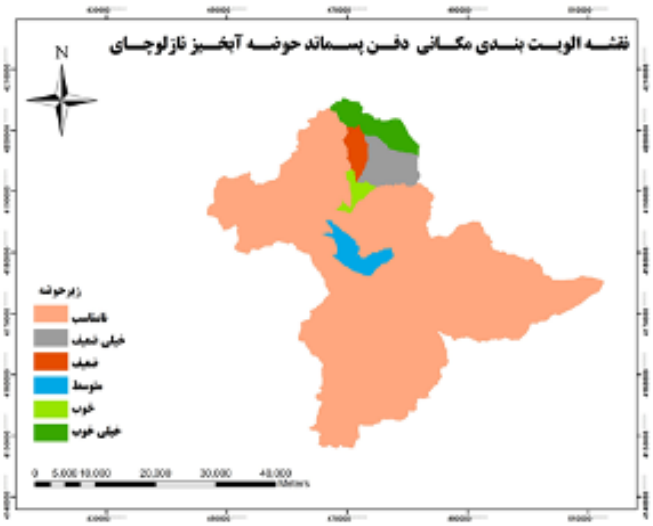
نقشه پراکنش جغرافیایی مناطق مناسب دفن پسماند جامد شهری مراتع حوضه نازلو چای ارومیه بر اساس نتایج اولویت‌بندی روش تاپسیس مطابق شکل۳۱ تهیه شد.

جدول ۲. اولویت‌بندی زیرحوضه‌های حوزه نازلوچای برای دفن پسماند

ردیف	نام زیر حوضه‌ها	مساحت (هکتار)
اولویت اول	*B11*	۵۲۶۱/۸
اولویت دوم	*ABCDE-INT1*	۱۵۳۷/۸۳
اولویت سوم	*AFGH-INT*	۴۲۳۸
اولویت چهارم	*C1*	۲۳۲۰/۱۸
اولویت پنجم	*B1-INT*	۵۶۳۳/۸
اولویت چهل و یکم	*J3*	۲۳۱۹/۰۷
اولویت چهل و دوم	*J11-INT*	۴۱۵۸/۲۹
اولویت چهل و سوم	*J111*	۲۶۴۶/۵۹

جدول ۳- خصوصیات کلی زیرحوضه‌ها جهت دفن پسماند

	اولویت ۱ *B11*	اولویت ۲ *ABCDE_INT1*	اولویت ۳ *AFGH_INT*	اولویت ۴ *C1*	اولویت ۵ *B1_INT*	اولویت ۴۱ *J3*	اولویت ۴۲ *J11-INT*	اولویت ۴۳ *J111*
عمق خاک (cm)	۱۲۵/۳۱	۱۲۹/۷۵	۱۲۶/۱۴	۱۳۲/۴۶	۱۲۵/۱۸	۶۰/۷۰	۶۸/۴۹	۵۷/۸۷
بافت خاک	لومی	لومی	لوم رس سیلتی	لومی	لومی	لومی	لوم رسی	لوم رسی
OM(٪)	۲/۸۹	۲/۸۵	۲/۹	۲/۶۹	۲/۸۸	۲/۵۳	۲/۶۳	۱/۹۸
آبگذری عمقی خاک (cm/hr)	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
تعداد چاه و چشمه	۸	۱۲	۱۵	۱۰	۲۳	۱۶	۱۵	۲۵
عمق آبهای زیر زمینی	۱۰۰	۱۰۰	۶۵	۷۰	۴۳	۰	۰	۱۴
تراکم آبهای سطحی	۳/۸۸	۴/۹۰	۳/۶۳	۵/۴۲	۶/۰۸	۷/۳	۹/۴	۸/۵۴
بارش (mm)	۴۴۵/۵	۴۴۰/۷۵	۴۵۴/۸۸	۴۵۲/۶۳	۴۴۳/۲۵	۵۲۶/۸	۶۷۹/۱۴	۶۳۸/۹۴
تناسب شهری	*S1*	*S1*	*S1*	*S1*	*S1*	*N1*	*N1*	*N1*
تناسب فعلی مرتع	*N1*	*N1*	*N1*	*N1*	*N1*	*S3*	*S2*	*S2*
تناسب آتی مرتع	*N1*	*N1*	*N1*	*N1*	*N1*	*S1*	*S1*	*S1*
کاربری فعلی	آیش	اراضی رها شده	اراضی رها شده	دیم کاری در اراضی کم شیب	مرتع	مرتع	مرتع	مرتع
شیب(٪)	۱۱,۳۲	۷,۴۵	۱۳/۹۲	۱۱/۲۳	۱۴/۷	۶۶/۸۶	۶۹/۶	۶۰/۲۹
ارتفاع (متر)	۱۸۱۹/۱۳	۱۷۸۶/۲۵	۱۱۷۸/۲۶	۱۸۲۰/۰۸	۱۸۴۰/۲۸	۲۸۰۷/۴۶	۲۵۳۱/۰۴	۲۳۶۵/۹۵
نوع سازند زمین شناسی	گراول،بازالت، گنیس، دیوریت، مرمر	آبرفت، گراول	گراول، آبرفت، گینس،	بازالت، دیوریت	گراول، بازالت، آبرفت، گنیس، ریولیت	آهک- تخته سنگ- ماسه	ماسه سنگ- کنگلومرا- ریولیت	ماسه سنگ,آهک, ترکیبات رنگی,
پوشش گیاهی	مناطق توده سنگی- آیش	اراضی رها شده	اراضی رها شده	دیم کاری در اراضی کم شیب	*Agropyron_libonaticum-_Astragalus_parrowianus-_Noeae_mucronata*	*Astragalus_macrostachyis-_Noeae_mucronata-Stipa_barbata*	*Astragalus_gummifera-_Hordeum_fragilis-_prongos_uloptera*	*Astragalus_gummifera-_Hordeum_fragilis-_prongos_uloptera*
وجود جاده	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×



شکل ۳۱. نقشه اولویت‌بندی مکانی دفن پسماند در مراتع حوزه نازلو چای ارومیه

۴. بحث و نتیجه گیری

تولید انواع زائدات جامد در کمیت و کیفیت‌های مختلف، یکی از مهمترین معضلات محیطی بشر در عصر حاضر است. آلودگی‌های آب و خاک ناشی از عدم مدیریت صحیح پسماند، مشکلاتی را برای محیط زیست ایجاد می‌کند. یکی از اساسی ترین راه حل‌هایی که می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در این زمینه داشته باشد مکان یابی صحیح محل دفن پسماند است. در این پژوهش سعی بر آن شد تا با کمک تکنیک‌های تصمیم گیری چند معیاره که امکان تصمیم گیری مطمئن‌تر با حضور معیارهای کیفی، کمی و ترکیبی را فراهم می‌کند، به تصمیم سازی صحیح‌تر در مدیریت پسماندهای انسان ساز کمک کنیم. همچنین، توانایی سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی درکنار کاربرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور مدل سازی و ترکیب معیارهای کمی و کیفی در مقیاس‌های مختلف، در این تحقیق نشان داده شد. مناطق مناسب دفن پسماند در مراتع نازلوچای ارومیه با در نظر گرفتن مجموعه ای از معیارها تعیین شدند که اختلافات فضایی موجود بین معیارها در قالب لایه‌های مختلف اطلاعاتی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و روش تاپسیس، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این تحقیق به منظور مکان‌یابی مناطق مناسب دفن پسماند در مراتع حوزه مورد مطالعه، معیارهای متفاوتی نظیر اقلیم، فیزیوگرافی، خاک، پوشش گیاهی، عوامل مکانی و کاربری اراضی و همچنین زیرمعیارهای متعددی مانند بارندگی، ارتفاع، شیب، جهت، بافت خاک، عمق خاک، و... در نظر گرفته شدند. براساس دیدگاه Balfor (2003) نیز ارزیابی و گزینش سرزمین برای فعالیت‌های مختلف به مجموعه‌ای از معیارها و زیرمعیارها نیاز دارد. Farhoodi و همکاران (2005) در پژوهشی که به منظور مکانیابی دفن پسماند در شهر سنندج انجام دادند نیز از معیارهای مختلفی همچون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، تراکم جمعیتی، و... استفاده کردند. Chang و همکاران (2008) به منظور انتخاب مکان دفن زباله درمناطق شهری جنوب تگزاس، معیارهای مختلفی نظیر اقلیم، نوع خاک، نوع پوشش را استفاده کردند. با توجه به نقشه نهایی، زیرحوضه‌های مناسب جهت دفن پسماند در مراتع منطقه از بین ۴۳ زیرحوضه، به ترتیب زیر شناسایی شدند. زیرحوضه *B11* اولویت اول، زیرحوضه *ABCDE-INT1*

اولویت دوم و زیرحوضه‌های *AFGH*، *C1*، *B1-INT* به ترتیب در اولویت‌های سوم تا پنجم قرار گرفتند و زیر حوضه‌های *J3*، *J111* و *J11-INT* که اولویت‌های چهل و یکم تا چهل و سوم هستند کمترین امتیاز را جهت تخصیص بعنوان محل دفن پسماند گرفتند. در این پژوهش، استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری تاپسیس و تحلیل سلسله مراتبی در کنار سامانه اطلاعات جغرافیایی در انتخاب مکان بهینه دفن پسماند به کار گرفته شد زیرا در این روش‌ها امکان مقایسه و ارزیابی معیارهای کمی و کیفی به صورت هم زمان امکان پذیر بود. در این تحقیق جهت وزن دهی معیارها از روش *AHP* استفاده شد که با نتایج (Duk *et al.*, 2002) مبنی بر وجود اثر مثبت کاربرد فرایند سلسله مراتبی در مدیریت، به ویژه تعیین معیارها و اولویت بندی گزینه‌ها مطابقت دارد. Toldeno asus (2011) چنین اظهار کرد که روش *AHP* روش موثر و سودمندی برای وزن دهی معیارها است که براساس قضاوت متخصصان استفاده می‌شود. Souri و همکاران (2012) درتحقیق خود که در زمینه تعیین مناطق مناسب اجرای پروژه‌های پخش سیلاب در استان کرمانشاه انجام دادند، برای وزن دهی معیارها و زیرمعیارها از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بهره جستند. سپس با تلفیق لایه‌های معیار در محیط نرم افزاری *GIS* نقشه نهایی مکان‌های بهینه اجرای پروژه پخش سیلاب را تهیه کردند. ایشان برکارایی روش AHP تاکید داشتند. Ganvati و همکاران (2011) با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند معیاره، اولویت‌بندی پهنه‌های مناسب برای دفن پسماند شهری را در شهر سبزوار انجام دادند. طی این تحقیق، ۱۵ لایه اطلاعاتی ساخته شده، سپس با استفاده از روش کمی-کیفی تحلیل سلسله مراتبی و وزن دهی به پارامترهای موثر بر انتخاب محل دفن زباله، مناسب‌ترین مناطق برای دفن را در قالب یک نقشه پهنه‌بندی ارایه کردند. NirAbadi (2007) با بکارگیری روش‌های سلسله مراتبی و فازی، به مکانیابی محل دفن مواد زاید در شهر تبریز پرداخته و مناسب ترین مکان را در شمال غربی این شهر تشخیص دادند. Ghanbari و همکاران (2009) در پژوهشی، کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی را در مکانیابی جایگاه دفن پسماند شهرستان سمنان بررسی کردند. آنها بر اساس فرایند *AHP* محدوده مورد مطالعه را به پهنه‌هایی در قالب نامناسب، مناسب و بسیار مناسب تفکیک نمودند. ایشان در تحقیق خود بر کارایی روش تحلیل سلسله مراتبی تاکید کردند. Jafari و همکاران (2012) نیز طی پژوهشی که در زمینه مکانیابی دفن پسماند با استفاده از تکنیک‌های *AHP* و *SAW* در محیط *GIS* انجام دادند، چنین اظهار کردند که بکارگیری سیستمی یکپارچه متشکل از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم گیری چند معیاره ابزار مناسبی برای برنامه‌ریزی‌های محیط زیستی می‌باشد. در تحقیق حاضر اولویت‌بندی زیرحوزه‌های حوزه نازلوچای بر اساس روش تاپسیس انجام شد. پژوهشگران متعددی نیز از این روش بهره جستند و بر کارایی این روش در رتبه‌بندی و اولویت‌بندی تاکید کردند. Kim و همکاران (2013) نیز در تحقیقی که برای تعیین بررسی توانمندیهای گردشگری در کره انجام دادند از تکنیک تاپسیس استفاده کردند و بر توانمندی این روش تاکید کردند. Onut و Soner (2008) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی محل دفن ضایعات جامد با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس تحت محیط فازی یک متدولوژی بر اساس *TOPSIS* فازی برای حل مسأله انتخاب مکان ضایعات جامد در استانبول ترکیه بکار گرفتند و بر کارایی روش مذکور تاکید کردند.

با توجه به نتایج، عمق خاک زیرحوضه‌های دارای اولویت، در محدوده ۱۲۵ تا ۱۳۲ سانتیمتر بود که این نتیجه با نتیجه تحقیق Badagh abadi (2011) که بیان کرده است عمق خاک مطلوب تا سنگ بستر برای دفن پسماند، بیش از ۱۲۰ سانتی متر است، مطابقت دارد. همچنین Eskandari و همکاران (2012) عمق خاک مطلوب جهت دفن پسماند را عمق بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر بیان کردند. در این پژوهش اولویت‌های مناسب

دفن پسماند دارای کمترین بارش بودند. Ronga و همکاران (2011) هم طی تحقیقی درمورد تعیین مکان‌های دفن پسماند چنین اظهار کردند که مناطق مناسب دفن پسماند نباید دارای بارش زیاد باشند. ایشان تاکید کردند که مکانهای دفن پسماند باید در محدوده‌هایی با بارش پایین قرار گیرند زیرا بارش زیاد سبب می‌شود که آلودگی از طریق شیرابه‌ها به آب زیرزمینی منتقل شود. ایشان مناطق دارای بارش زیاد را مناطق نامناسب دفن زباله معرفی کردند. در تحقیق حاضر، زیرحوضه‌های مطلوب دفن پسماند دارای شیب‌هایی در بازه ۷ تا ۱۴ درصد و کمترین ارتفاعات در منطقه هستند. Sener و همکاران (2010) در تحقیقی که در زمینه دفن پسماند درکنیای ترکیه انجام دادند، شیب‌های کم را بهترین شیب و ارتفاع‌های پایین را مطلوب‌ترین ارتفاع جهت دفن زباله تعیین کردند. در تحقیق حاضر، زیرحوضه‌های مطلوب دفن پسماند از نظر کاربری اراضی در زمین‌های آیش و کشت دیم قرار دارند Guiqin و همکاران (2009) در تحقیقی که در شهر پکن در کشور چین انجام دادند، زمین‌های بدون استفاده را مطلوب‌ترین مکان جهت دفن پسماند معرفی کردند. ایشان چنین بیان کردند که اراضی و زمینهایی که کاربری مطلوبی دارند بایستی در امر مکان یابی از انتخاب برای محل دفن پسماند در امان بمانند. از نظر نفوذپذیری، زیرحوضه‌های دارای اولویت در این تحقیق بافت لومی و لوم رسی داشتند. Adeli و همکاران (2011) چنین بیان کردند که خاک‌هایی که نفوذپذیری کمتری دارند برای دفن پسماند مناسب ترند.

نرخ ناسازگاری معیارها در تحقیق حاضر حداکثر برابر با ۰/۰۹ بود که با نتایج تحقیقات Chen (2006) مبنی بر اینکه نرخ ناسازگاری ماتریس‌ها در مقایسه زوجی باید کمتر از ۰/۱ شود، مطابقت دارد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد در صورتی که در بعضی ماتریس‌ها نرخ ناسازگاری در مقایسه زوجی بیشتر از ۰/۱ شود، لازم است کارشناسان مربوطه، قضاوت خود را تکرارکنند. نرخ ناسازگاری زمانی ثابت و مورد قبول است که کمتر و یا برابر با ۰/۱ باشد Amiri و Arzani (2012)، (Tavangar *et al.*, 2012)، KhorsidDoust (2009)، (Souri *et al.*, 2012)، Imani (2014)، Moreno (2005)، Andana(2007) و (Cimren *et al.*, 2007). این نتایج با نتیجه حاصل از این تحقیق همخوانی دارد.

References

Azar, A., RajabZadeh, A., 2008. The decision applied (approach MADM). Published by knowledge look.

Amiri, F., Arzani, H., 2012. Determination of site priority for apiculture by using Analytical Hierarchy Process (AHP) method. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 19(1), 159-177.

Imani, N., 2014. Locate suitable sites for biological treatment of rangeland reform Qushchi Urmia mountain pass. Master's thesis, Department of Natural Resources, Urmia University .

PourAhmad, A., Habibi, K., MohammadZahrayi, S., NazariAdli, S., 2007. Using fuzzy algorithms and GIS for mapping urban equipment (case study:Babolsar City). Journal of Environmental Studies, 42.

Tork, Kh., 2013. Locate suitable locations for dams stone mortars in the following critical areas. Master's thesis, Department of Natural Resources, Urmia University.

Tavangar, Sh., AsadOllahi, Z., DoustiSiab, A., Kabiri, A., 2012. Identify priorities executive dams Gabion using Analytical Hierarchy Process(AHP). Eighth National Congress of Watershed Management Science and Engineering, Lorestan University.

Jafari, H., Rafiyi, Y., RamazaniMehrian, M., Nasiri, H., 2012. Municipal waste landfill site selection using AHP and SAW in GIS (Case Study:Fars province). journal of Ecology, 38(131), 140-161.

KhorshidDoust, M.A., 2009. The use of analytic hierarchy process to find a place BONAB city landfill. Journal of Ecology, 35(11), p 120.

Souri, M., Jafari, M., Azarnivand, H., Mahdavi, S.KH., 2012. Site selection of pitting projects by using of spatial decision support systems (Case Study:Kermanshah province). Journal of Range and Desert Research, 21(1), 95-108.

Souri, M., Jafari, M., Azarnivand, H., FarrokhZadeh, B., 2012. Site selection of water harvesting projects by using of AHP and GIS (Case Study:Kermanshah province). Journal of Range and Desert Research, 97, 92-103.

Farhoudi, R., Habibi, K., ZandiBakhtiari, P., 2005. Municipal Solid Waste Landfill Site using fuzzy logic in the GIS (Case Study:Sanandaj). Journal of College of Fine Arts, 23, p 21.

Ghanvati, A., TaghaviMoghaddam, A., MasahiKhouraskani, M., 2011. Application of multi-criteria decision-making methods in priority zones for Solid Waste (Case:Sabzevar City). Journal of Geographical Studies arid Tehran, 2(5).

Matkan, A., Shakib, A., Pourali, H., 2009. Urban Waste Iandfill Site Selection by GIS (Case Study:Tabriz City). Journal of Enviromental Sciences, 6(2), 121-132.

Moeinaddini, N., Khorasani, N., Danehkar, A., 2011. Siting MSW Landfill using Hierarchical Fuzzy TOPSIS methodology (case study:karaj). Journal of Natural Environment, Iranian Journal of Natural 167 Resources, 64(2), 155-167.

NirAbadi, H., 2007. Application of GIS techniques for locating landfills in Tabriz. Master's thesis, Department of Natural Resources, University of Tabriz.

Adeli, Z., Khorshiddoust, A., 2011. Application of geomorphology in urban planning: Case study in landfill site selection. Procedia Social and Behavioral Sciences, 19, 662–667.

AhmadHalilu, A., ZainuraZainon, N., Rafiu, Y., MohdFadhil, D., MohdAriffin, A., 2013. Assessing environmental impacts of municipal solid waste of johor by analytical hierarchy process. Conservation and Recycling, 73, 188-196.

Andana, J., 2007. Implementing participatory decision making in forest planning. Journal of Environmental Management, 39, 534-544.

Aragones, P., Aznar, J., Ferries, J., Garica, M., 2006. Valuation of urban industrial land: an analytical network process approach. European journal of operation research, 185, 322-339.

Belfiore, S., 2003. The growth of integrated coastal management and the role of indicator in integrated coastal management: introducation to the special issue. Ocean Coast Manage, 46(3-4), 225-234.

Chen, C., 2006. Applying the analytical hierarchy process (AHP) approach to convention site selection. Travel Research, 45, 167-174.

Chang, G. et al., 2008. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making siting in a fast-growing urban region. Journal of Environmental Management, 87(1), 139-153.

Cimren, E., Catay, B., Budak, E., 2007. Development of a Machine Tool Selection System Using AHP. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 35, 363–376.

Duk, J.M., Hyde, R.A., 2002. Identifying public preferences for land preservation using the analytic hierarchy process. Journal of Ecological Economics, 42(1-2), 131-145.

Eskandari, M., Homaee, M., Mahmoodi, S., Pazira, E., Van Genuchten, M., 2015. Optimizing landfill site selection by using classification maps. Environment Science Pollut Res, 944.

Eskandari, M., Homaee, M., Mahmoodi, S., Pazira, E., VanGenuchten, M., 2012. An integrated multi criteria approach for landfill siting in a conflicting environmental, economical & socio-cultural area. Waste Management, 32(8), 1528-1538.

Gemitzi, A., Tsihritzis, V.A., Voudrias, E., Petalas, C., Stravodimos, G., 2007. Combining geographic information system, multicriteria evaluation techniques & fuzzy logic in siting MSW landfills. Environ Geod, 5, 797-811.

Guiqin, W., Li, Q., Guoxue, L., Lijun, C., 2009. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China. Journal of Environmental Management, 90, 2414-2421.

Kontos, T.D., Komilis, D.P., Halvadakis, C.P., 2005. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. Waste Management, 25, 818-832.

MorenoJimenez, J., 2005. A spread sheet module for consistent consensus building in AHP- group decision making. Group decision & Negotiation, 14, 89-108.

Nouri, N., Poorhashemi, S.A., Monavari, S.M., Dabiri, F., Hassani, A. H., 2011. Legal Criteria and Executive Standards of Solid Waste Disposal Subjected to Solid Waste Management Act. International Journal of Environmental Res., 5(4), 971-980.

Onut, S., Soner, S., 2008. Transshipment site selection using the AHP & TOPSIS approaches under fuzzy environment. Waste Management, 28, 1552–1559.

Palvas, M., Tous, M., Bebar, L, Stehlik, P., 2010. Wase to energy -An evaluation of environmental impact. Applied Thermal Engineering, 30, 2326-2332.

Piresa, A., Chang, N., Martinhoa, M., 2011. An AHP-based fuzzy interval TOPSIS assessment for sustainable expansion of the solid waste management system in Setubal Peninsula, Portugal. Conservation and Recycling, 56, 7-21.

Ronga, F., Zhaogui, G., Tugen, F., 2011. Analysis of Stability and Control in Landfill Sites Expansion. Procedia Engineering, 24, 667-671.

Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill Press, New York.

Saaty, T.L., Vargas, L.G., 2006. Decision Making with the Analytic Network Process. Springer Science press, New York, USA.

Sener, S., Sener, E., Nas, B., Karaguzel, R., 2010. Combining AHP with GIS for landfill site selection: Acase study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey). Waste Management, 30, 2037-2046.

Stehlík, P., 2009. Contribution to advances in waste-to-energy technology. Journal of Cleaner Production, 17, 919-931.

Toledo-Aceves, T., Meave, J.A., Gonzez-Espinosa, M., Ramrez-Marcial, N., 2011. Tropical mountain cloud forests: Current threats and opportunities for their conservation and sustainable management in Mexico. Journal of Environmental Management, 92, 974-981.