یادداشت فنی

انتخاب بهینه محل و نوع فرایند جمع‌آوری فاضلاب با تحلیل سلسله مراتبی چند معیاره، مطالعه موردی شهر ورزقان

حسن طالبی[۱] زکیه روحانی[۲]

(دریافت ۹۲/۳/۳ پذیرش ۹۲/۷/۱۱)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی کاربرد تصمیم‌گیری چند شاخصه در مدیریت فاضلاب و انتخاب محل و روش مناسب برای جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در شهر ورزقان، و تأثیر انتخاب روش تصمیم‌گیری در رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها بود. عوامل متعددی در انتخاب محل تصفیه‌خانه فاضلاب تاثیرگذاراند. هر کدام از این عوامل به شرایط محل بستگی دارند و بار وزنی متفاوتی در تصمیم‌گیری دارند. با در نظر گرفتن شرایط خاص جغرافیایی و ژئوتکنیکی محل، ابتدا پنج گزینه مطرح شده برای انتخاب محل تصفیه‌خانه توسط روش تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار گرفت و سپس چهار گزینه غیر متعارف جمع‌آوری فاضلاب شامل سپتیک تانک با خروجی ثقلی، سپتیک تانک با خروجی تحت فشار، شبکه مکشی و شبکه ساده جمع‌آوری فاضلاب برای این منطقه در نظر گرفته شد. زمین‌های بایر مابین شهر ورزقان و روستای دیزج صفرعلی برای احداث تصفیه‌خانه فاضلاب توسط این روش، گزینه مناسب‌تری تشخیص داده شد. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از شبکه ساده جمع‌آوری فاضلاب، بهینه‌ترین روش در منطقه مورد مطالعه است.

واژه‌های کلیدی: فرایند تحلیل سلسله مراتبی، روش‌های جمع‌آوری فاضلاب، مکان‌یابی تصفیه‌خانه فاضلاب

Using the Multi-Criteria AHP for the Optimal Selection of Site Location and Wastewater Collection System The Case Study of Varzeghan

H. Talebi[1] *Z. Rohani*[2]

(Received May 24, 2013 Accepted Oct. 3, 2013)

Abstract

This study investigates the use of multi-criteria decision making in waste management and selection of the site location and proper wastewater collection and processing system in Varzeqan Town. Moreover, the effect of the decision-making method employed on ranking the final alternatives will be evaluated. Different factors are involved in the selection of wastewater treatment construction sites. These factors, in turn, not only depend on the special location and time the decision is made but also have their own weights in the final decision. In this study, the environmental conditions in the study area are initially investigated to select one site from among five different alternatives proposed for the construction of the facility using the AHP method. Also, the AHP method is used to evaluate and select the suitable collection and treatment method from among the four non-conventional options including Septic Tank Effluent Gravity, Septic Tank Effluent Pressure, Vacuum Sewerage System, and Simplified Sewerage for this region based on the special geographical and geotechnical conditions. The results indicate that the barren lands between Varzeghan Town and Dizaj Safar Ali Village are the best site for constructing the treatment facility and that the simplified sewarge system is the best collection system for the region.

Keywords: AHP, Methods of Wastewater Collection, Wastewater Refinery Locating.

۱- کارشناس ارشد، شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان شرقی، تبریز
(نویسنده مسئول)۰۹۱۴۱۰۰۱۱۰۱ h-talebi@iau-ahar.ac.ir
۲- دانش‌آموخته کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه تبریز

1. MSc Water and Wastewater Co. of Azarbayjan Sharghi Province, Tabriz (Corresponding Author) 09141001101 h-talebi@iau-ahar.ac.ir
2. Grad. MSc Student, Dept. of Agriculture and Environmental Eng., Tabriz University, Tabriz

۱- مقدمه

امروزه اهمیت و نقش زیر ساخت‌ها در مناطق شهری بیشتر شده و این شریان‌های حیاتی برای عملکرد بهینه، نیازمند نگهداری و بهسازی دائمی‌اند. در سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب، بروز خرابی و عیب فاضلابروها و همچنین فروریزش‌های خطرناک، از چالش‌هایی است که بهره‌برداران شبکه‌های فاضلاب با آن مواجه‌اند. سهم زیادی از این مشکلات به‌دلیل عدم آشنایی با روش‌های جدید و نحوه انتخاب مناسب این روش‌ها در شبکه‌های فاضلاب است. بنابراین می‌توان با تکیه بر مهارت و تجربیات مختلف مدیران، از روش‌های جدید تصمیم‌گیری در فرایند تصمیم‌گیری در حوزه مدیریت و برنامه‌ریزی شبکه‌های فاضلاب، استفاده نمود. در این پژوهش انتخاب محل تصفیه‌خانه فاضلاب و نوع جمع‌آوری فاضلاب در شهر ورزقان، با مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی[1]، بررسی شد.

۱-۱- تصمیم‌گیری چند معیاره

تصمیم‌گیری چند معیاره[2]، شامل پیدا کردن گزینه ارجح از بین یک مجموعه از گزینه‌های موجود است. فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره شامل چهار مرحله اساسی شناسایی و ارزیابی گزینه‌ها، وزن‌دهی، انتخاب گزینه برتر و تحلیل حساسیت و انتخاب گزینه نهایی است که انتخاب معیارهای مناسب بیشترین تأثیر را در رتبه‌بندی نهایی خواهد داشت. لذا انتخاب معیارهای مناسب و مؤثر در فرایند تصمیم‌گیری، مهم‌ترین مرحله تصمیم‌گیری چند معیاره است [۱].

۱-۲- فرایند تحلیل سلسله مراتبی

روش، تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد ساختار پیچیده یک مسئله را به فرمت ساده سلسله مراتبی تبدیل کرده و تعداد زیادی از فاکتورهای کمّی و کیفی را در یک روش سیستماتیک با معیارهای متضاد ارزیابی نمایند. فرایند تحلیل سلسه مراتبی یک روش سازگار با معیارها و اهداف چندگانه در تصمیم‌گیری است.

۱-۳- روش‌های جمع‌آوری فاضلاب

روش‌های جمع‌آوری فاضلاب را می‌توان به دو دسته اصلی روشهای متعارف و روش‌های غیر متعارف تقسیم نمود. در نقاط مختلف جمع‌آوری فاضلاب در مناطقی که روش‌های متعارف، غیر اجرایی و پر هزینه هستند، با روش‌های غیر متعارف جایگزین می‌شوند. در ادامه به چند روش غیر متعارف جمع‌آوری فاضلاب اشاره می‌شود.

[1] Analytical Hierarchy Process (AHP)
[2] Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)

۱-۴- سپتیک تانک با خروجی ثقلی[3]

این روش برای جوامع کوچک کاربرد دارد و چون قطرها کوچک و در حدود ۵۰ میلی‌متر هستند، می‌توان از لوله‌های پلاستیکی استفاده نمود، زیرا خوردگی این نوع لوله‌ها کمتر است و مشکل نشت‌آب وجود ندارد، به‌همین دلیل به این نوع شبکه، سیستم ثقلی با قطر کوچک[4] نیز اطلاق می‌شود.

۱-۵- سپتیک تانک با پمپ یا خروجی تحت فشار[5]

این روش، شامل شبکه تحت فشار است. در این روش، سپتیک تانک مجهز به صافی و پمپ با فشار بالاست. فاضلاب خروجی توسط لوله‌هایی با قطر کم، که تحت فشاراند، پمپاژ می‌شود. شبکه جمع‌آوری فاضلاب اصلی نیز در این روش تحت فشار است.

۱-۶- شبکه مکشی یا روش خلاء[6]

عملکرد این شبکه بر اساس ایجاد خلاء توسط یک ایستگاه مرکزی و تولید مکش در شبکه است [۲]. این شبکه در مناطقی با زمین‌های موج دار با فراز و نشیب‌های کوچک، کاملاً مسطح، زمین با سطح آب زیرزمینی بالا و زمین‌های سنگی و یا ریزشی و سست به‌کار برده می‌شود [۳].

۱-۷- شبکه ساده جمع آوری فاضلاب[7]

این شبکه مشابه شبکه جمع آوری متداول اما بدون مشخصات محافظه‌کارانه آن است و شامل فاضلابروهای با قطر کوچک است که در عمق کم برای انتقال فاضلاب و غالباً داخل بلوک‌های مسکونی اجرا می‌شوند. هزینه چنین شبکه‌ای کمتر از هزینه احداث شبکه متداول جمع‌آوری فاضلاب است [۴].

۲- معرفی منطقه ورزقان به‌عنوان مورد مطالعه

شهر ورزقان از توابع استان آذربایجان شرقی و در ۷۵ کیلومتری تبریز واقع شده است. بر اساس آمار به‌دست آمده از اداره آب و فاضلاب، حدود ۱۸۹۰ انشعاب آب در شهر به‌صورت فعال وجود دارد که این تعداد تقریباً برابر با تعداد انشعابات فاضلاب این شهر است.

پدید آمدن آبخوان بزرگی به وسعت حدود ۹۶ کیلومتر مربع به‌دلیل وجود ردیفی از رسوبات هولوسن در این منطقه، همچنین وجود چاههای فاضلاب در شهر و نیز عمق کم آبخوان منطقه

[3] Septic Tank Effluent Gravity
[4] Small Diameter Gravity Sewers (SDGS)
[5] Septic Tank Effluent Pressure (STEP)
[6] Vacuum Sewerage System
[7] Simplified Sewerage

ورزقان که از دو متر تا چند ده متر است، موجب آلودگی وسیع سفره‌های آب زیرزمینی این منطقه شده است؛ این امر ضرورت طراحی شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب را به‌طور جدی‌تری مطرح می‌نماید.

در ۲۱ مرداد ۱۳۹۱ چند زلزله بزرگ که قوی‌ترین آنها بزرگی به اندازه ۶/۲ ریشتر داشت، موجب از بین رفتن بیشتر زیرساخت‌های زیرزمینی شهر شد که فاضلابروهای داخل منازل، یکی از این آسیب‌ها بود. متأسفانه وجود چاه‌های فاضلاب در حیاط و گاهاً در داخل منازل، موجب تشدید خسارات زلزله و گاه حتی تا تخریب منزل به داخل چاه نیز می‌شود که با توجه به این ویژگی، طراحی شبکه فاضلاب شهر از اهمیت زیادی برخوردار است.

۳- روش تحقیق

به‌منظور شناسایی فرایندهای جمع‌آوری فاضلاب شهری و بررسی عملکرد آنها، ضمن بازدید میدانی و بررسی کارایی سیستم‌ها، از پرسشنامه و بررسی نتایج تحلیل‌ها استفاده شد. به این صورت که اهمیت پارامترها به صورت خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد با امتیازهای معادل به‌ترتیب ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ بیان شد.

پس از انتخاب روش‌های جمع‌آوری فاضلاب و همچنین انتخاب معیارهای مختلف مؤثر در تصمیم‌گیری، با کمک گرفتن از مراجع و همچنین نظر نخبگان و کارشناسان امر تصفیه فاضلاب، وزن دهی معیارها و زیر معیارها با امتیاز دهی شش نفر از متخصصان و کارشناسان تصفیه فاضلاب شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان‌شرقی و میانگین‌گیری از آنها انجام شد. به‌همین ترتیب، اهمیت نسبی معیارهای مختلف، نسبت به فرایندهای جمع‌آوری فاضلاب مورد بررسی، تعیین شد. در نهایت انجام مقایسه‌های زوجی معیارها و محاسبه نرخ ناسازگاری با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس[1] که به‌منظور تحلیل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده است، صورت گرفت.

۴- نتایج و بحث

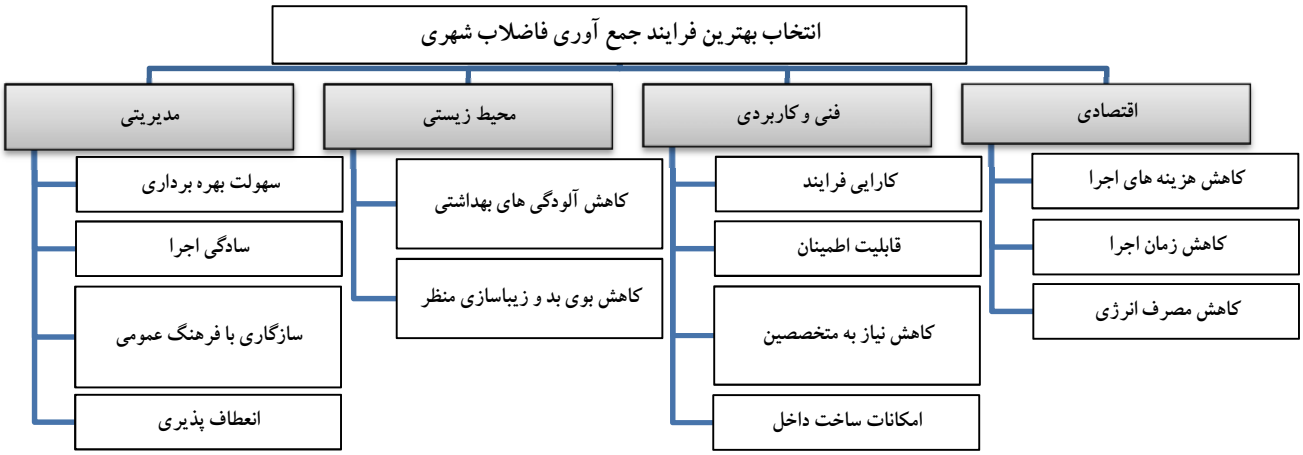
به علت گسترده بودن ابعاد هر یک از چهار پارامتر تعریف شده، برای هر یک از این پارامترها، زیرشاخص‌هایی برای دستیابی به نتایج بهتر تعریف شد که در شکل ۱ به آنها اشاره شده است.

لازم به ذکر است که اگر چه می توان شاخص های بیشتری نیز تعریف کرد، لیکن به نظر می‌رسد شاخص‌های یاد شده، به میزان کافی گویای زوایای مختلف تصمیم‌گیری است.

۴-۱- نتایج بررسی گزینه‌های محل احداث تصفیه‌خانه فاضلاب

به‌منظور ارزیابی محل احداث تصفیه‌خانه، با توجه به شرایط جغرافیایی و توپوگرافی خاص شهرستان ورزقان، چند نقطه برای اجرای تصفیه‌خانه فاضلاب شهر در نظر گرفته شد. به‌منظور ارزیابی گزینه‌های موجود، ماتریس مقایسه‌های زوجی مربوط به هر معیار و زیر شاخص‌های مربوط به آن تشکیل شد و ضمن کنترل نرخ ناسازگاری و اطمینان از قابل قبول بودن هر مقایسه زوجی، وزن نسبی هر معیار برای گزینه‌های مختلف محاسبه شد.

[1] Expert Choice



شکل ۱- زیر شاخص‌های تعیین شده برای انتخاب بهترین فرایند جمع‌آوری فاضلاب

پس از مشاهدات و بررسی مطالعات پایه طرح، با ترکیب و تعدیل گزینه‌ها و پس از تجزیه و تحلیل نهایی، پنج گزینه به شرح زیر مطرح شد:

الف) در این گزینه محل احداث تصفیه خانه در ارتفاع ۱۶۰۱ متری و در جوار زمین‌های متعلق به دانشگاه آزاد اسلامی و به فاصله ۵ کیلومتری از شرق شهر در نظر گرفته شد. امکان انتقال ثقلی فاضلاب به تصفیه‌خانه در این کد ارتفاعی امکان‌پذیر و آسان است.

ب) محل احداث تصفیه‌خانه فاضلاب در این گزینه، پایین‌دست آبگیر زنگ‌آباد و در کد ارتفاعی ۱۵۵۰ متر در نظر گرفته شد که پس از طی مسافت هشت کیلومتر به سمت جنوب شهر در اراضی بایر متعلق به کشاورزان روستای زنگ‌آباد می‌رسد. به‌دلیل شیب مناسب، امکان انتقال ثقلی فاضلاب در این گزینه نیز ممکن است.

ج) در این گزینه، فاضلاب شهر پس از طی مسافت ۲۵۰۰ متری به نزدیکی شهرک صنعتی می‌رسد. کد ارتفاعی این نقطه ۱۶۹۰ متر است که با توجه به ارتفاع متوسط ۱۶۷۰ متری شهر ورزقان، امکان انتقال ثقلی فاضلاب به این نقطه امکان ندارد.

د) در این گزینه احداث تصفیه‌خانه فاضلاب در زمین‌های بایر مابین روستای دیزج صفرعلی و شهر ورزقان در فاصله ۸ کیلومتری شمال شرقی شهر، در نظر گرفته شد که با توجه به شیب رودخانه فصلی دیزج که از ارتفاعات بالادست شهر ورزقان تا اراضی مورد نظر گسترده شده و در کد ارتفاعی ۱۶۴۵ متر واقع شده، انتقال ثقلی امکان‌پذیر است.

هـ) در این گزینه محل احداث تصفیه‌خانه فاضلاب در جوار روستای خیرالدین که در اثر زلزله ویران شده، در نظر گرفته شد. با توجه به تخلیه روستا به محلی در دو کیلومتری محل سابق و زمین‌های بلااستفاده دولتی در این محل، همچنین شیب مناسب، این گزینه نیز دارای قابلیت انتقال ثقلی فاضلاب خواهد بود.

در این مرحله، ابتدا وزن معیارهای اصلی تصمیم‌گیری شامل معیارهای اقتصادی، فنی، محیط زیستی و مدیریتی با امتیازدهی شش متخصص طراحی شبکه‌های فاضلاب و میانگین‌گیری آنها تعیین و ماتریس مربوطه تشکیل شد [۵]. در مرحله بعد، وزن نسبی شاخص‌های مربوط به هر معیار تعیین و ماتریس‌های مربوطه ایجاد شد. با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس، وزن نسبی معیارهای اصلی نسبت به هدف کلی که انتخاب بهترین محل برای احداث تصفیه‌خانه فاضلاب شهر ورزقان بود و همچنین وزن نسبی شاخص‌های مربوط به هر معیار نسبت به معیار مربوطه محاسبه شد که نتایج آن در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

اولویت‌بندی محل‌های مورد نظر به‌منظور احداث تصفیه‌خانه نسبت به معیارهای اصلی و همچنین نسبت به هدف کلی در شکل ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۱- وزن معیارها و زیر شاخص‌ها برای انتخاب بهترین محل استقرار تصفیه خانه فاضلاب

معیارها	وزن معیارها	زیر شاخص‌ها	وزن زیر شاخص‌ها
اقتصادی	۰/۳۰۴	کاهش هزینه‌های اجرا	۰/۴۴۱
		کاهش زمان اجرا	۰/۳۰۸
		کاهش مصرف انرژی	۰/۲۵۱
فنی و کاربردی	۰/۲۲۱	کارایی فرایند	۰/۲۷۹
		قابلیت اطمینان به عملکرد دائم	۰/۳۳۳
		کاهش نیاز به متخصصان	۰/۱۲۷
		امکانات ساخت داخل	۰/۲۶۱
محیط زیستی	۰/۲۰۵	کاهش آلودگی‌های بهداشتی	۰/۵۳۰
		کاهش بوی بد و زیباسازی منظر	۰/۴۷۰
مدیریتی	۰/۲۷۰	سادگی بهره‌برداری	۰/۲۵۹
		سادگی اجراء	۰/۲۰۰
		سازگاری با فرهنگ عمومی	۰/۲۷۱
		انعطاف‌پذیری	۰/۲۷۰

جدول ۲- وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به معیارها

معیارها	گزینه A	گزینه B	گزینه C	گزینه D	گزینه E
اقتصادی	۰/۱۹۳	۰/۱۷۵	۰/۱۹۳	۰/۲۱۹	۰/۲۲۰
کاهش هزینه‌های اجرا	۰/۲۰۴	۰/۱۱۴	۰/۱۶۶	۰/۲۶۶	۰/۲۵۰
کاهش زمان اجرا	۰/۱۸۹	۰/۲۱۹	۰/۲۰۶	۰/۱۸۴	۰/۲۰۲
کاهش مصرف انرژی	۰/۱۸۶	۰/۱۹۳	۰/۲۰۷	۰/۲۰۷	۰/۲۰۷
فنی و کاربردی	۰/۲۲۲	۰/۲۰۳	۰/۱۱۹	۰/۲۶۵	۰/۱۹۱
کارایی فرایند	۰/۲۱۱	۰/۲۲۸	۰/۱۱۹	۰/۲۴۲	۰/۲۰۰
قابلیت اطمینان به عملکرد دائم	۰/۲۷۰	۰/۲۵۰	۰/۰۹۸	۰/۳۰۹	۰/۰۷۳
کاهش نیاز به متخصصان	۰/۲۰۰	۰/۱۷۱	۰/۱۲۹	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰
امکانات ساخت داخل	۰/۲۰۹	۰/۱۶۱	۰/۱۲۹	۰/۲۶۰	۰/۲۴۱
محیط زیستی	۰/۱۷۵	۰/۱۶۳	۰/۱۹۴	۰/۲۴۹	۰/۲۲۱
کاهش آلودگی‌های بهداشتی	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰
کاهش بوی بد و زیباسازی منظر	۰/۱۵۱	۰/۱۲۵	۰/۲۳۳	۰/۲۵۲	۰/۲۳۹
مدیریتی	۰/۱۹۸	۰/۱۸۱	۰/۱۸۶	۰/۲۲۸	۰/۲۰۷
سادگی بهره برداری	۰/۱۹۱	۰/۱۲۸	۰/۱۹۳	۰/۲۳۹	۰/۲۱۹
سادگی اجراء	۰/۱۸۵	۰/۱۹۰	۰/۱۹۵	۰/۲۲۹	۰/۲۰۱
سازگاری با فرهنگ عمومی	۰/۲۱۰	۰/۲۰۲	۰/۱۴۸	۰/۲۴۰	۰/۲۰۰
انعطاف پذیری	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰

شکل ۲- اولویت‌بندی گزینه های محل احداث تصفیه‌خانه فاضلاب نسبت به (الف)معیار اقتصادی (ب) معیار فنی و کاربردی (ج) معیار زیست محیطی (د) معیار مدیریتی (هـ) هدف کلی

۴-۲- نتایج بررسی فرایندهای جمع آوری فاضلاب شهر ورزقان

به‌منظور انتخاب بهترین مدل جمع‌آوری فاضلاب شهر ورزقان نیز، با توجه به توپولوژی و فرهنگ عمومی شهر ورزقان، از بین چهار روش معرفی شده در این پژوهش، برای جمع‌آوری فاضلاب شهر، ماتریس مقایسه‌های زوجی مربوط به هر معیار و زیر شاخص‌های مربوط به آن تشکیل شد و ضمن کنترل نرخ ناسازگاری و اطمینان از قابل قبول بودن هر مقایسه زوجی، وزن نسبی هر معیار برای گزینه‌های مختلف محاسبه شد. سپس بار دیگر با استفاده از نرم‌افزار اکسپرت چویس وزن نسبی معیارهای اصلی نسبت به هدف کلی که انتخاب بهترین مدل جمع‌آوری فاضلاب شهری بود، و همچنین وزن نسبی شاخص‌های مربوط به هر معیار نسبت به معیار مربوطه محاسبه شد که نتایج آن در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است.

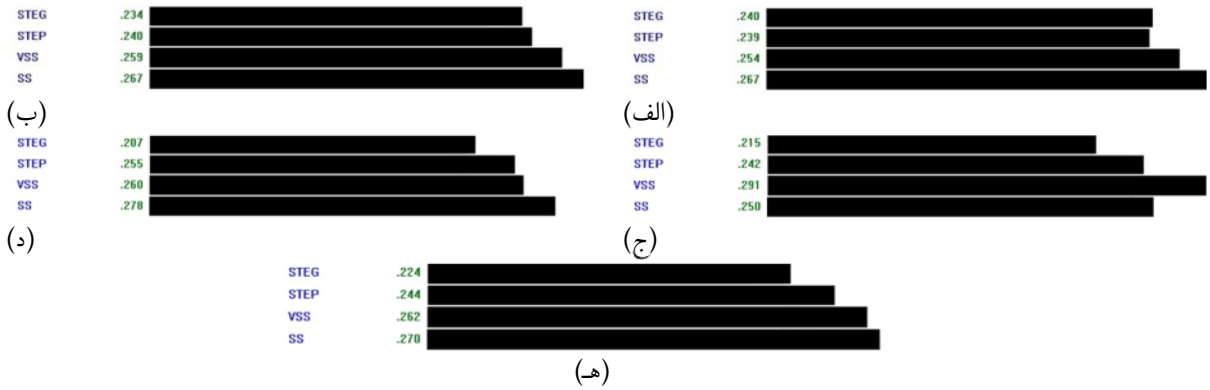
در شکل ۳ اولویت‌بندی مدل‌های جمع‌آوری فاضلاب نسبت به معیارهای اصلی و همچنین نسبت به هدف کلی نمایش داده شده است.

جدول ۳- وزن معیارها و زیر شاخص‌ها برای انتخاب بهترین مدل جمع‌آوری فاضلاب شهر ورزقان

معیارها	وزن معیارها	زیر شاخص ها	وزن زیر شاخص‌ها
اقتصادی	۰/۲۹۹	کاهش هزینه‌های اجرا	۰/۴۱۰
		کاهش زمان اجرا	۰/۳۳۵
		کاهش مصرف انرژی	۰/۲۵۵
فنی و کاربردی	۰/۲۲۷	کارایی فرایند	۰/۲۹۵
		قابلیت اطمینان به عملکرد دائم	۰/۳۳۵
		کاهش نیاز به متخصص	۰/۲۰۰
		امکانات ساخت داخل	۰/۱۷۰
محیط زیستی	۰/۱۹۶	کاهش آلودگی‌های بهداشتی	۰/۵۰۰
		کاهش بوی بد و زیباسازی منظر	۰/۵۰۰
مدیریتی	۰/۲۷۸	سادگی بهره‌برداری	۰/۲۳۵
		سادگی اجراء	۰/۲۱۰
		سازگاری با فرهنگ عمومی	۰/۲۷۵
		انعطاف پذیری	۰/۲۸۰

جدول ۴- وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به معیارها

معیارها	سپتیک تانک با خروجی ثقلی	سپتیک تانک با پمپ	شبکه مکشی	شبکه ساده
اقتصادی	۰/۲۴۰	۰/۲۳۹	۰/۲۵۴	۰/۲۶۷
کاهش هزینه‌های اجرا	۰/۲۵۳	۰/۲۳۰	۰/۲۵۰	۰/۲۶۷
کاهش زمان اجرا	۰/۲۳۵	۰/۲۴۵	۰/۲۷۰	۰/۲۵۰
کاهش مصرف انرژی	۰/۲۳۲	۰/۲۴۴	۰/۲۴۳	۰/۲۸۱
فنی و کاربردی	۰/۲۳۴	۰/۲۴۰	۰/۲۵۹	۰/۲۶۷
کارایی فرایند	۰/۲۰۰	۰/۲۴۲	۰/۲۷۰	۰/۲۸۸
قابلیت اطمینان به عملکرد دائم	۰/۲۵۱	۰/۲۵۱	۰/۲۴۹	۰/۲۴۹
کاهش نیاز به متخصصان	۰/۲۳۵	۰/۲۲۰	۰/۲۷۰	۰/۲۷۵
امکانات ساخت داخل	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰
زیست محیطی	۰/۲۱۵	۰/۲۴۲	۰/۲۹۱	۰/۲۵۰
کاهش آلودگی‌های بهداشتی	۰/۱۸۰	۰/۲۳۵	۰/۳۳۵	۰/۲۵۰
کاهش بوی بد و زیباسازی منظر	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰
مدیریتی	۰/۲۰۷	۰/۲۵۵	۰/۲۶۰	۰/۲۷۸
سادگی بهره‌برداری	۰/۱۹۸	۰/۲۵۹	۰/۲۵۶	۰/۲۸۷
سادگی اجراء	۰/۲۰۰	۰/۲۵۷	۰/۲۶۵	۰/۲۷۸
سازگاری با فرهنگ عمومی	۰/۲۰۰	۰/۲۵۷	۰/۲۶۵	۰/۲۷۸
انعطاف پذیری	۰/۲۳۰	۰/۲۴۷	۰/۲۵۵	۰/۲۶۹



شکل ۳- اولویت‌بندی مدل‌های جمع آوری فاضلاب شهری نسبت به (الف) معیار اقتصادی (ب) معیار فنی و کاربردی (ج) معیار محیط زیستی (د) معیار مدیریتی (هـ) هدف کلی

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش ضمن بررسی تصمیم‌گیری چندشاخصه، جزئیات روش تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار گرفت. سپس انتخاب گزینه مطلوب از میان گزینه‌های موجود برای انتخاب محل مناسب برای احداث تصفیه‌خانه فاضلاب و همچنین مناسب‌ترین مدل برای جمع‌آوری فاضلاب شهر ورزقان توسط ارزش‌گذاری با نرم‌افزار اکسپرت چویس و محاسبه ارزش نرمال شده معیارهای انتخابی صورت گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد مناسب‌ترین محل برای احداث تصفیه‌خانه فاضلاب از بین پنج نقطه مورد بررسی که استعداد کافی برای احداث این تصفیه‌خانه داشتند، گزینه چهارم یا منطقه مابین روستای دیزج صفرعلی و شهر ورزقان است. همچنین مدل ساده جمع‌آوری فاضلاب شهری با توجه به نتایج حاصله، مناسب‌ترین مدل برای جمع‌آوری فاضلاب شهر ورزقان بود.

۶- مراجع

1. Tsagarakis, K. P., Mara, D. D., and Angelakis, A. N. (2006). "Application of cost criteria for selection of municipal wastewater treatment systems." *Water Air Soil Pollut*., 142, 187- 210.
2. Ellis, K.V., and Tang, S.L., (2011). "Wastewater treatment optimization model for developing world. I: Model development." *J. of Environmental Engineering Division*, 117, 501-581.
3. Peniwati, K. (2007). "Criteria for evaluating group decision making methods." *Math. Comput. Model*, 46(7), 935-947.
4. Onut, S., and Soner, S. (2009). "Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment" *J. of Waste Management*, 28, 1552-1559.
5. Mianabadi, H., and Afshar, A. (2008). "Multi-attribute decision- marking to rank urban water supply schemes." *J. of Water and Wastewater*, 66, 34-45. (In Persian)