

علمی-تخصصی

روش‌های نوین در بازسازی شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر اهواز

سید علی صدراساداتی*

دکتری محیط زیست، آب و فاضلاب

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۱، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۰)

چکیده

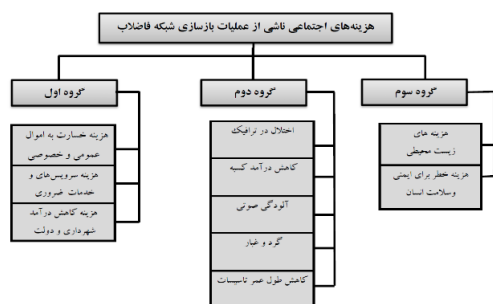
شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب بخشی از زیرساخت‌های شهری هستند و تعمیرات و نگهداری از آنها هزینه‌های بسیار زیادی را به جامعه تحمیل می‌نماید. در ارزیابی روش‌های بازسازی و نوسازی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب به طور عام تنها هزینه‌های مستقیم در نظر گرفته می‌شود و هزینه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی در نظر گرفته نمی‌شود. در این تحقیق برای ارزیابی بکارگیری روش‌های بازسازی شبکه فاضلاب و انتخاب مناسب‌ترین روش بازسازی شبکه فاضلاب با توجه به شرایط محیطی پروژه، چهار معیار اصلی برای تصمیم‌گیری انتخاب گردید. معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی، علاوه بر معیارهای مرسوم فنی و اقتصادی در تصمیم‌گیری استفاده شده‌اند. براساس معیارهای تصمیم‌گیری و روش‌های بازسازی پیشنهادی، پرسشنامه‌هایی برای استفاده از روش AHP برای تصمیم‌گیری استفاده شد. نتایج نشان داد معیار فنی نسبت به سایر معیارهای تصمیم‌گیری ارجح تر دانسته شده است و روش OmegaLiner و CIPP از اولویت بالاتری در بکارگیری دارند. در مورد شهر اهواز مشکل اساسی، عدم تاب‌آوری شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری در برابر نفوذ آب باران می‌باشد. همچنین بالا بودن آب زیرزمینی به همراه زمین ساخت ریزشی سبب شده تا استفاده از روش‌های ترانشه باز علاوه بر مشکلات فنی با مشکلات عدیده دیگر اجتماعی نیز روبرو باشد. متأسفانه عمده شبکه فاضلاب شهر اهواز فرسوده بوده و خطوط اصلی جمع‌آوری فاضلاب در حال احداث می‌باشد. به طور کلی استفاده از روش‌های بدون ترانشه برای احداث شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر اهواز پیشنهاد می‌گردد. در بین روش‌های بازسازی روش‌های OmegaLiner و CIPP ارجحیت دارد.

کلید واژه‌ها: بازسازی، نوسازی، شبکه جمع‌آوری فاضلاب، شهر اهواز

۱. مقدمه

با هدف افزایش عمر مفید سرویس‌دهی شبکه تبدیل به یکی از چالش‌های صنعت آب و فاضلاب گشته است. دلایل مختلفی برای بازسازی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری وجود دارد که می‌توان به دلایل سازه‌ای (خوردگی و نشست لوله، خرابی اتصالات) و غیر سازه‌ای (هیدرولیکی) اشاره نمود [۱]. سوابق و آمار نشان می‌دهد که به‌طورکلی حدود ۸۰ درصد هزینه‌های بازسازی فروریزش‌های فاضلاب‌روها تنها مربوط به ۱۰ درصد حوادث می‌باشد. بنابراین با شناسایی و جلوگیری از فروریزش‌های گران‌قیمت، می‌توان صرفه‌جویی مالی زیادی به عمل آورد. عمر زیاد شبکه فاضلاب در بسیاری از شهرها و در نتیجه خوردگی در اغلب خطوط بتنی منجر به افزایش زبری و حتی فروریزش شبکه‌های فاضلاب و در پی آن مشکلات ترافیکی،

زیرساخت‌های شهری بخش جدایی‌ناپذیر از نیازهای اساسی جوامع و خدمات شهری است. مأموریت بخش آب و فاضلاب، مشارکت در توسعه اقتصادی و اجتماعی شهرها و روستاهای کشور از طریق ایجاد و بهره‌برداری از تأسیسات و شبکه‌های فراگیر آب و فاضلاب با روش‌های بهداشتی، کارآمد، مطمئن و منظم، به‌منظور کنترل چرخه آب بین محیط زندگی و محیط‌زیست، با تکیه بر مشارکت‌های مردمی تعریف شده است. ساخت و نگهداری از این تأسیسات مخصوصاً در شهرهای بزرگ و پرجمعیت منجر به بروز هزینه‌های اجتماعی سنگینی می‌گردد که تاوان آن‌ها را شهروندان یک شهر پرداخت می‌نمایند. امروزه بهره‌برداری و نگهداری بهینه از شبکه‌های فاضلاب شهری



شکل (۱). دسته بندی هزینه‌های اجتماعی عملیات بازسازی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب [۳].

به علاوه از نظر زیست محیطی می توان اثرات مخرب هریک از روش های بازسازی را بر روی محیط زیست بررسی نمود. محاسبه هزینه‌های زیست محیطی به دلیل ضعف دانش همواره با عدم قطعیت همراه است. اما کاربرد مقایسه‌ای هزینه‌های زیست محیطی برای انتخاب روش و یا روشهایی که کمترین هزینه‌های زیست محیطی را به اجتماع تحمیل می‌کنند، بسیار حائز اهمیت است. میزان تولید گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی در روشهای بازسازی شبکه فاضلاب در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱). میزان تولید گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی روشهای بازسازی شبکه فاضلاب [۶].

روش‌های بازسازی شبکه فاضلاب	هزینه‌های زیست محیطی روشهای مختلف بازسازی شبکه فاضلاب			
	میزان مصرف انرژی کل (Mcal)	میزان انتشار گازها در روشهای مختلف بازسازی برحسب Kg (به ازای ۵۰ متر انجام عملیات بازسازی)		
		CO2	NOX	SOX
CIPP	25623	6523/5	6/246	5/471
Fold & Form	23409	6758/2	7/759	6/375
Spirally Wound lining	9985	3001/5	5/459	2/260
Open cut	46345	9018/4	17/723	12/218

برای بازسازی شبکه های جمع آوری فاضلاب الگوریتم های متفاوتی پیشنهاد شده است؛ با این وجود الگوریتم پیشنهادی زیر به صورت کلی روش های بازسازی و نوسازی شبکه های جمع آوری فاضلاب را با روش های فنی مختلف نشان داده است. در این الگوریتم بازسازی به سه دسته کلی نوسازی، تعمیر و تعویض تقسیم بندی شده است.

اجتماعی و زیست محیطی شده است. در اکثر پروژه‌های ساخت یا بازسازی تأسیسات شهری مخصوصاً شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب، معیار اصلی برای انتخاب روش اجرا، هزینه‌های مستقیم پروژه که مستقیماً به پیمانکار پرداخت می‌گردد، بوده است که این امر در اکثر مواقع منجر به رویکرد استفاده از روش‌های سنتی و به‌ظاهر ارزان‌قیمت در امر ساخت، بازسازی و بهره‌برداری از شبکه‌های فاضلاب شده است.

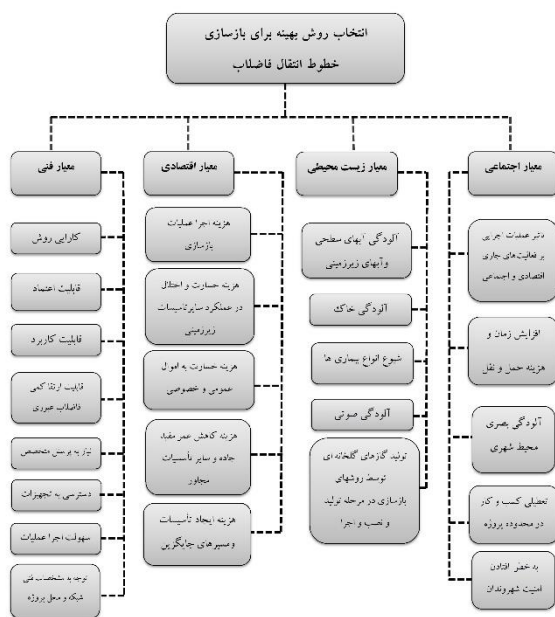
این روش‌های سنتی در مقایسه با روش‌های اجرایی نوین و امروزی (بدون حفر ترانشه)، هزینه‌های اجتماعی بسیار بالاتری را سبب می‌گردند که اختلال در ترافیک، ایجاد آلودگی در محیط زیست، ایجاد تأثیرات روانی نامطلوب، سلب آسایش از شهروندان به دلیل بروز آلودگی‌های صوتی و بصری و تولید گردوغبار شدید از مصادیق این هزینه‌هاست [۲].

برای مقایسه روشهای بازسازی باید درک روشنی از عوامل مؤثر بر هزینه‌های مختلف پروژه در شرایط خاص پروژه داشت. همچنین باید عواملی که باعث بروز هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم برای پروژه می‌شوند را شناسایی نمود [۳]. هزینه‌های اجتماعی ساخت، تعمیر نگهداری و بازسازی تأسیسات زیرزمینی از دهه‌های پیشین مورد توجه قرار گرفته است. انجمن مهندسين ارتش امريكا برای اولین بار در سال ۱۹۴۰ برای پروژه‌های سد و کنترل سیلاب خود هزینه‌های اجتماعی ناشی از پروژه‌ها را لحاظ کرد. در سال ۱۹۸۴، برای اولین بار این نوع هزینه‌ها در تحقیقی هزینه‌های اجتماعی نام‌گذاری شد [۴]. همچنین در این تحقیق دسته بندی کاملی از هزینه‌های اجتماعی پروژه‌های بازسازی خطوط انتقال فاضلاب را ارائه شده است.

در بین هزینه‌های اجتماعی، هزینه تأثیر پروژه بر فعالیت‌های اقتصادی کسبه در محدوده پروژه بیش از سایر هزینه‌های اجتماعی مورد توجه قرار گرفته است [۵].

دسته بندی هزینه‌های اجتماعی بر مبنای مفاهیم مالی و تأثیرات اجتماعی ارائه شده است. در این دسته بندی هزینه‌ها به سه گروه تقسیم شدند. در اولین گروه هزینه‌ها به وضوح تعریف شده است و می‌توان با استفاده از اصول حسابداری هزینه‌ها را برآورد کرد. در گروه دوم هزینه با وضوح کمتر قابل محاسبه است و در گروه آخر هم محاسبه هزینه‌ها بسیار دشوار و با عدم قطعیت همراه است.

است. استفاده از عقل جمعی و منعکس کردن نظرات کارشناسان و متخصصین در این امر می تواند به فرآیند تصمیم گیری کمک کند. در تحقیق حاضر جنبه های مختلف فنی و اقتصادی هر یک از روش های نوین بازسازی شبکه جمع آوری فاضلاب بررسی شده و با استفاده از روش سلسله مراتبی، نسبت به مقایسه آنها و کمی سازی پارامترهای کیفی اقدام شده است. برای تعیین مناسب ترین روش بازسازی شبکه فاضلاب باید در ابتدا معیارهای مؤثر در انتخاب صحیح را شناسایی نمود. با توجه به شرایط محیطی پروژه معیارها و زیر معیارهای زیر برای تصمیم گیری انتخاب گردید.

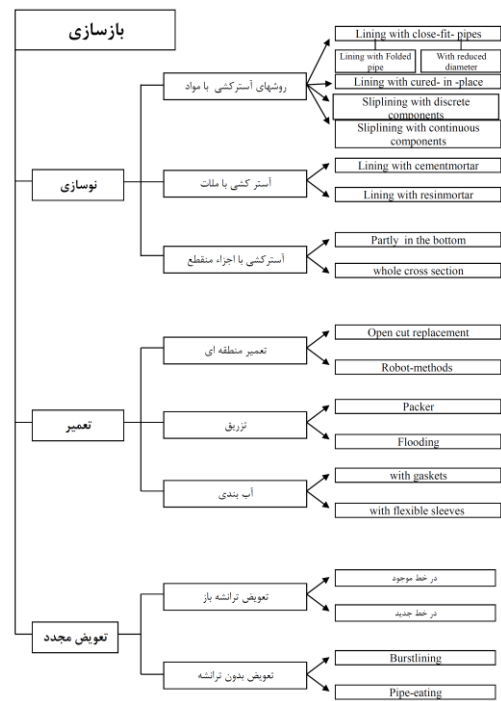


شکل (۳). معیارهای بررسی شده در روش AHP

برای استفاده از روش AHP ابتدا پرسشنامه های تخصصی براساس نیاز طراحی شده و در این تحقیق با توجه به حجم بالای سؤالات، برای سهولت پاسخ گویی، سؤالات پرسشنامه به صورت ماتریسی از پاسخ دهندگان پرسیده شده است. برای نمایش و نتیجه گیری ساده تر، داده های حاصل از پرسشنامه به عنوان ورودی به نرم افزار Expert Choice استفاده شده است.

۲-۱. مطالعه موردی

اهواز مرکز استان خوزستان یکی از هشت کلانشهر ایران است. این شهر در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار گرفته است. کارون پرآب ترین رود ایران با سرچشمه گرفتن از کوه های بختیاری، با ورود به اهواز، شهر را به دو بخش شرقی و غربی



شکل (۲). روش های بازسازی شبکه های جمع آوری فاضلاب

در مقاله حاضر روش های نوین بازسازی و نوسازی شبکه جمع آوری فاضلاب با تأکید بر شبکه جمع آوری فاضلاب شهر اهواز بررسی شده و در نهایت با در نظر گرفتن، پارامترهای مختلف اقتصادی، فنی، اجتماعی و زیست محیطی مقایسه شده اند. با کمی کردن پارامترهای کیفی، روش های منتخب با استفاده از روش تحلیل چندمعیاره برای شهر اهواز معرفی شده است.

۲. روش تحقیق

تنوع روشهای بازسازی، وجود حجم زیاد داده های مالی و فنی، عدم اطمینان از صحت اطلاعات، عدم اطلاعات کافی در خصوص روش های بازسازی نوین و عدم کفایت دانش مهندسی عمومی برای تفسیر داده ها، مانع از تصمیم گیری صحیح در این زمینه می شود. استفاده از سیستم های پشتیبان تصمیم گیری، به مهندسان کمک می کنند تا آنها بتوانند هزینه های سنگین بازسازی را مدیریت کرده و بتوانند بازده سرمایه گذاری را افزایش دهند. این امر نیازمند توجه همه جانبه به تمامی معیارهای تأثیر گذار بر هزینه پروژه های بازسازی است و لزوماً نگاه اقتصادی نمی تواند روش بازسازی مناسب را مشخص کند. توجه به جنبه های زیست محیطی، اجتماعی، تکنولوژیکی و مدیریتی باید در انتخاب روش بهینه بازسازی لحاظ شود. تنوع روشهای بازسازی شبکه فاضلاب و معیارهای مؤثر بر هزینه های پروژه بازسازی، فرآیند تصمیم گیری را به فرآیندی پیچیده تبدیل کرده

فاضلاب شهر اهواز، در روز ۲۹۱۸۳۵ متر مکعب در روز، فاضلاب در شهر اهواز تولید می‌شود که تا قبل از اجرای این طرح تمامی این فاضلاب وارد رودخانه کارون می‌شد؛ اما پس از اجرای طرح تا سال ۱۳۹۲، از ورود ۱۶۱۵۰۰ به ازاء هر متر مکعب در روز به رودخانه جلوگیری شده و در تصفیه خانه، تصفیه می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان گفت تا سال ۱۳۹۲، ۵۵٪ از فاضلاب ورودی به رودخانه کارون جلوگیری شده است.

در طی روند اجرایی طرح شبکه فاضلاب شهری اهواز چندین ایستگاه پمپاژ اصلی و فرعی در بخش شرق و غرب شهر اهواز در نظر گرفته شده که تا کنون بخشی از این ایستگاه‌ها مورد بهره برداری قرار گرفته‌اند. این ایستگاه‌ها در بخش غربی اهواز شامل ۸ ایستگاه پمپاژ اصلی و ۲۶ ایستگاه پمپاژ فرعی است. در بخش شرقی اهواز شامل ۱۱ ایستگاه پمپاژ اصلی و ۲۳ ایستگاه پمپاژ فرعی می‌باشد که ۱۴ ایستگاه پمپاژ مربوط به بخش شرقی اهواز و ۹ ایستگاه آن مربوط به ایستگاه‌های پمپاژ شهرستان کارون می‌باشد.

می‌توان نتیجه گرفت بیشترین آسیب و مشکل شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر اهواز، علاوه بر عدم اجرایی شدن تمام طرح و کلکتورهای اصلی، ورود حجم زیادی از رواناب به داخل شبکه بوده که تاب‌آوری آن برای این حجم از دبی طراحی نشده است.

۳. نتایج و بحث

نمونه آماری در این تحقیق از دو گروه صنعت و دانشگاه برگزیده شده است تا از دانش دانشگاهیان در کنار تجربه صنعتگران به صورت توأم استفاده شود. پرسشنامه‌ها با معرفی مشخصات کلی شهر اهواز شامل سطح آب زیرزمینی، شیب شهر، جنس زمین و... تکمیل گردید.

بعد از وارد کردن سلسله مراتب و گزینه‌های پیشنهادی و اطلاعات پرسشنامه در نرم افزار EC، نرم افزار مراحل زیر را برای اولویت بندی گزینه‌ها بر اساس معیارهای تصمیم‌گیری انجام می‌دهد:

✓ اولویت بندی معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات ورودی پرسشنامه‌ها

✓ اولویت بندی گزینه‌های پیشنهادی بازسازی نسبت به معیارهای چهارگانه تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات ورودی پرسشنامه‌ها

✓ اولویت بندی گزینه‌های بازسازی بر اساس تأثیر همزمان معیارهای تصمیم‌گیری

بر اساس نتایج بر گرفته از پرسشنامه‌ها، معیارهای تصمیم‌گیری از دیدگاه متخصصین به صورت زیر دسته بندی می‌شود:

تقسیم نموده است. شهر اهواز با ۲۲۰ کیلومتر مربع مساحت، سومین شهر وسیع ایران پس از تهران و مشهد می‌باشد. جمعیت آن نیز در سرشماری سال ۱۳۹۵، ۱،۱۸۴،۷۸۸ نفر در قالب ۳۳۱،۵۵۶ خانوار بوده است.

بخش بزرگی از استان خوزستان جلگه است و شهر اهواز نیز در بخش جلگه ای جای دارد، ولی کمبود شدید پوشش گیاهی سبب گرمی و خشکی اهواز شده و آن را در رده گرمترین مناطق ایران جای داده است.

به علت وجود تپه‌های ماسه و شن زارهای فراوان در شمال غرب و جنوب شرقی شهرستان، قرار داشته و همه ساله بر اثر وزش بادهای موسمی شن زارهای مذکور در سطح وسیع شهرستان به حرکت در می‌آیند. حداکثر ارتفاع در محدوده شهر اهواز ۷۶،۷ و متوسط ارتفاع ۱۶،۱ متر حداکثر شیب ۳۳،۱ درصد است.

حفاری‌ها بیانگر آن است که در محدوده شمالی شهر اهواز با کاهش ضخامت روباره تا مقادیر کم (حدود ۸ تا ۱۲ متر)، سنگ بستر در محدوده قابل دسترس است. ولی در بخش‌های جنوبی بر اثر عملکرد گسل اهواز سنگ بستر افتادگی قابل توجهی داشته و تا اعماق حدود چند ده متر در زیر آبرفت‌های جوان کم تراکم قرار می‌گیرد.

شهر اهواز از لحاظ زمین شناسی بر روی آبرفت‌هایی با ضخامت کم و نفوذناپذیری بالا بنا شده است. شیب کم اراضی شهری و وجود سطوح نفوذناپذیر مانند جاده‌های آسفالت به مشکلات ناشی از عدم نفوذ رواناب در زمین می‌افزاید. همچنین کمبود فضای سبز شهری در اهواز از دیگر مواردی است که باعث می‌شود در مواقع بارندگی حجم عظیمی از رواناب در سطح شهر جاری گردد. همچنین سطح ایستابی در مناطق مختلف شهر اهواز متفاوت بوده به نحویکه تراز آب در گمانه‌های حفر شده نزدیک رود کارون بین ۳ تا ۴/۵ متر و در مناطق دورتر بین ۰/۶۵ تا ۲ متر می‌باشد.

طرح شبکه فاضلاب شهری اهواز در سالهای متمادی توسط سازمان‌های مختلفی بررسی شده و هر بخش توسط ارگانی مدیریت شده است. اجرای طرح شبکه فاضلاب شهری اهواز، توسط شهرداری از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۶۴ در بخش قدیمی شهر صورت گرفته است؛ این طرح در مناطق دیگر شهر از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۳ به مهندسین مشاور سختاب و از سال ۱۳۷۳ جهت بازنگری به مهندسین مشاور ری آب سپرده شد.

از سال ۱۳۷۴، مطالعات مرحله اول طرح فاضلاب به تفکیک مناطق غرب و شرق اهواز انجام پذیرفت. محدوده طرح، شهر اهواز و شهرستان کارون را در بر می‌گیرد و مساحت تحت پوشش طرح ۲۰۸۵۰ هکتار می‌باشد. طبق اطلاعات طرح شبکه

بر مبنای اطلاعات خروجی از نرم افزار EC و با تأثیر همزمان معیارهای چهارگانه تصمیم‌گیری، اولویت بندی روشهای بازسازی معرفی شده به شرح مندرج در جدول ذیل است.

جدول (۲). اولویت‌بندی نهایی روش‌ها نسبت به تمامی معیارها

روش‌ها	وزن نهایی روش‌ها	اولویت‌بندی روش‌ها
روش OMEGA LINER	0/187	1
روش CIPP	0/18	2
روش MAXI RELINING	0/163	3
روش SWAGE LINING	0/134	4
روش PIPE EATING	0/13	5
روش SLIP LINING	0/108	6
روش PIPE BURSTING	0/098	7

روش OmegaLiner با داشتن وزن نهایی ۰/۱۸۷ از سایر روشهای بازسازی پیشنهادی، اولویت بالاتری از نظر کارشناسان و اساتید مورد پرسش دارد. روش CIPP با داشتن اختلاف جزئی با روش Omega Liner در اولویت دوم قرار گرفت.

برای ترمیم شبکه جمع آوری فرسوده شهر اهواز بهترین روش استفاده از روش OmegaLinear در اولویت اول و روش CIPP در اولویت دوم می باشد. با این وجود همانطور که در نقشه طرح شبکه جمع آوری فاضلاب شهر اهواز مشخص است، تنها بخش بسیار کوچکی از شهر اهواز تحت پوشش شبکه جمع آوری فاضلاب بوده و بخش عمده شبکه یا در حال اجرا بوده و یا از مدار بهره برداری به صورت کلی خارج شده است. با توجه به قدمت شبکه جمع آوری فاضلاب (اجرا شده از سال ۱۳۴۲) با این روش ها می توان با ارتقاء پارامترهای هیدرولیکی، انتقال فاضلاب را تسهیل نمود.

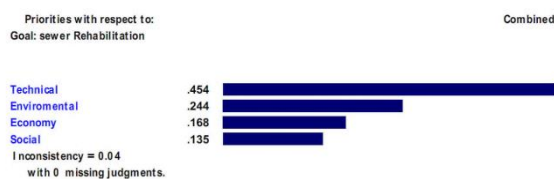
برای اجرای شبکه جمع آوری فاضلاب شهر اهواز گمانه های مختلف حفر شده است و با توجه به گزارش ژئوتکنیک تهیه شده توسط مشاور در مورد پایداری خاک و همچنین معضل عمده ریزگردها، استفاده از روش های اجرای بدون ترانشه از اولویتهای اجرا می باشد. هرچند روش پایپ جکینگ ساده ترین روش برای اجرای شبکه جمع آوری فاضلاب می باشد اما به سبب وجود انحنای در مسیر، قابلیت کنترل حرکت و همچنین تنظیم شیب لوله گذاری، استفاده از روش های میکروتونلینگ مخصوصا برای اقطار بالا پیشنهاد می گردد. هرچند این روش نیز مشکلات و چالش های خاص خود نظیر برخورد با قطعات سنگی بزرگ،

۱- معیار فنی با وزن ۰/۴۵۴ نسبت به سایر معیارهای تصمیم گیری ارجح تر دانسته شد.

۲- معیار زیست محیطی با وزن ۰/۲۴۴ در مکان دوم قرار گرفت.

۳- معیار اقتصادی با وزن ۰/۱۶۸ در مکان سوم قرار گرفت.

۴- معیار اجتماعی با وزن ۰/۱۳۵ در مکان چهارم رتبه بندی قرار گرفت.



شکل (۴). مقایسه وزن معیارهای کلی

همچنین بر اساس نتایج پرسشنامه ها، اولویت بندی روشهای بازسازی بر مبنای معیارهای تصمیم گیری به شرح زیر است :

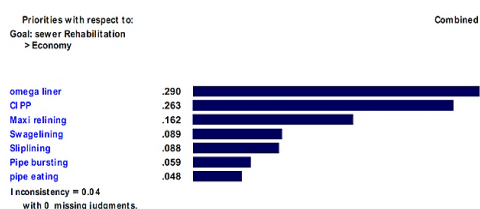
۱- از دیدگاه معیار فنی روش، روش PipeEating نسبت به سایر روشها ارجحیت دارد.

۲- از دیدگاه معیار اقتصادی، روش OmegaLiner نسبت به سایر روشها ارجحیت دارد.

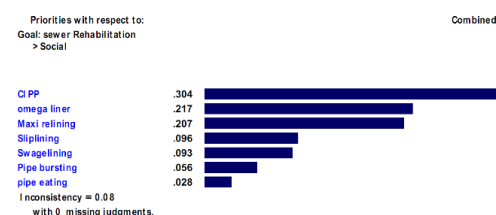
۳- از دیدگاه معیار زیست محیطی، روش MaxiRelining نسبت به سایر روشها ارجحیت دارد.

۴- از دیدگاه معیار اجتماعی، روش CIPP نسبت به سایر روشها ارجحیت دارد.

نمودارهای ذیل به عنوان نمونه خروجی های نرم افزار جهت مقایسه روش های بازسازی آورده شده است.



شکل (۵). مقایسه معیار اقتصادی



شکل (۶). مقایسه معیار اجتماعی

بدون ترانشه شبکه فاضلاب شهر اهواز استفاده از روش میکروتونلینگ با استفاده از مته ترکیبی (با توجه به جنس متفاوت خاک در مقاطع مختلف مطابق گزارش ژئوتکنیک) پیشنهاد می شود.

۵. مراجع

[1] R. Sterling, S. Alam, E. Allouche, W. Condit, J. Matthews and D. Downey, (2016). Studying the life-cycle performance of gravity sewer rehabilitation liners in North America. *Procedia Engineering*, 165, 251-258.

[2] M. Mirabi, M. Fazeli, M. Karimi, (2013). Environmental impact assessment (EIA) plans for the improvement and reconstruction and renovation of the sewage collection and transmission network. The first national conference and specialized exhibition on environment, energy and clean industry, Tehran. (In Persian).

[3] S. Rahman, D. J. Vanier, and L. A. Newton, (2005). Social cost considerations for municipal infrastructure management. National Research Council Report B-5123.8. Retrieved from: <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/b5123,8,b5123>.

[4] S. H. Linder, and B. G. Peters, (1984). From social theory to policy design. *Journal of Public Policy*, 4(3), 237-259.

[5] J. Walls, and M. R. Smith, (1998). Life-cycle cost analysis in pavement design: Interim technical bulletin (No. FHWA-SA-98-079). United States. Federal Highway Administration.

[6] M. Muraoka and Y. Wada, (2008, August). Life cycle assessment of sewer rehabilitation methods. In *Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage*.

برخورد با سنگ کف (با توجه به بالا بودن سنگ بستر در شهر اهواز)، تورم خاک و گل گرفتگی روبرو خواهد شد. همچنین با توجه به تغییرات بسیار زیاد در جنس زمین در طول مسیر حفاری انتخاب مته از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد.

۴. نتیجه گیری

در این تحقیق برای ارزیابی بکارگیری روشهای بازسازی شبکه فاضلاب و انتخاب مناسب ترین روش بازسازی شبکه فاضلاب با توجه به شرایط محیطی پروژه، چهار معیار اصلی برای تصمیم گیری انتخاب گردید. معیارهای اجتماعی و زیست محیطی، علاوه بر معیارهای مرسوم فنی و اقتصادی در تصمیم گیری دخیل شدند تا بتوان هزینه های کوتاه مدت و بلند مدت عملیات بازسازی شبکه فاضلاب را به صورت جامع پوشش دهند. براساس معیارهای تصمیم گیری و روشهای بازسازی پیشنهادی، پرسشنامه هایی برای استفاده از عقل جمعی برای تصمیم گیری استفاده شد. با استفاده از نرم افزار Expert Choice تحلیل چندمعیاره براساس پرسشنامه ها صورت گرفت و از تلفیق نتایج تمامی پرسشنامه ها، نتایج ذیل به اختصار حاصل شد:

معیار فنی با وزن ۰/۴۵۴ نسبت به سایر معیارهای تصمیم گیری ارجح تر دانسته شد. روش OmegaLiner و CIPP از اولویت بالاتری در بکارگیری برخوردار هستند.

در مورد شهر اهواز مشکل اساسی، عدم تاب آوری شبکه جمع آوری فاضلاب شهری در برابر نفوذ آب باران می باشد. همچنین بالا بودن آب زیرزمینی به همراه زمین ساخت ریزشی سبب شده تا استفاده از روش های ترانشه باز علاوه بر مشکلات فنی با مشکلات عدیده دیگر اجتماعی نیز روبرو باشد. متأسفانه عمده شبکه فاضلاب شهر اهواز فرسوده بوده و خطوط اصلی جمع آوری فاضلاب در حال احداث می باشد. با این وجود مطابق مطالب ذکر شده به طور کلی استفاده از روش های بدون ترانشه برای احداث شبکه جمع آوری فاضلاب شهر اهواز پیشنهاد می گردد. در بین روش های بازسازی روش های OmegaLiner و CIPP ارجحیت داشته و در اجرای خطوط جمع آوری فاضلاب