

ارزیابی و انتخاب فرآیند تصفیه فاضلاب شهری با رویکرد ساخت و بهره‌وری بهینه، به روش AHP (مطالعه موردی شهر شوشتر)

فرزاد قلی پور^۱، سید محمود جزایری مقدس^۲

۱- گروه فنی مهندسی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۲- گروه فنی مهندسی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۳

چکیده

کاربرد نرم افزارها و مدل های ریاضی در انتخاب فرآیندهای تصفیه فاضلاب زمانی با ارزش است که توام با دانش فنی باشد، با توجه به کاهش منابع آبی و نیاز بشر به حذف آلاینده‌ها، نقش تصفیه فاضلاب نسبت به گذشته پررنگ تر شده است که سرمایه های کلان ناشی از ساخت این سازه‌ها اهمیت انتخاب نوع فرآیند را بیشتر می نماید، در این راستا استفاده از تجربیات و نظرات متخصصین و خبرگان می تواند در انتخاب فرآیند بهینه کمک موثری باشد. همیشه روش های مختلف و مکانیزم های کاربردی متفاوتی برای تصفیه، یکی از مهمترین دورریزهای شهری، به منظور تثبیت موادالی آن در اجتماعات کوچک و بزرگ انجام می شود در بخشی از این تحقیق با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و با انجام کار نرم افزاری توسط نرم افزار Expert Choice با تکیه بر نظر افراد خبره، مقایسه فرآیندهای مختلف صورت گرفته است که از میان پنج فرآیند منتخب راه یافته به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با نرم افزار، فرآیند وتلند WETLAND (۰/۳۹۹) و POND با وزن (۰/۳۵۱) BIOLAC با (۰/۱۰۸) و فرآیند SBR با وزن (۰/۰۸۵) و CAS با وزن (۰/۰۵۷) در اولویت یک تا پنج قرار گرفتند، که گزینه WETLAND یا نیزار مصنوعی با قابلیت زیر سطحی بعلت وزن بیشتر با (۰/۳۹۹) به عنوان گزینه شماره یک برگزیده شده است. در نهایت توسط نرم افزار Expert Choice ثابت شد که معیار اثربخشی با وزن (۰/۴۹۶) و معیار ساخت با (۰/۲۶۷) اول و دوم و زیر معیارهای استهلاک با وزن (۰/۶۹۲) و سهولت در بهره برداری با وزن (۰/۶۸۷) و تجهیزات با وزن (۰/۵۳۳) و جمعیت با (۰/۳۸۱) و فاضلاب خام (۰/۲۶۷) و اقلیم با (۰/۲۵۱) انتخاب گردیدند، ضمناً با استناد به ارزیابی مالی صورت گرفته در مطالعه موردی این تحقیق بین گزینه های منتخب حاصل از کار نرم افزار، گزینه POND بعلت پائین بودن هزینه ساخت و سهولت بهره برداری و هزینه های بهره برداری کم، تواماً به عنوان گزینه اول از بین گزینه های دیگر شناخته شده است.

واژه های کلیدی: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، تصفیه فاضلاب، پساب استاندارد، ارزش افزوده

مقدمه

و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می آید همگی موثر از کیفیت تصمیماتی است که توسط مدیر اتخاذ گردیده است. در اکثر موارد، تصمیم‌گیری ها هنگامی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده می باشد که براساس شاخص‌ها و معیارهای مختلف شکل گرفته باشد، بنابراین برای انجام یک تصمیم‌گیری عالی می بایست

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان پذیری آنها و ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و در نهایت انتخاب و اجرای بهترین گزینه می باشد که در این راستا کیفیت مدیریت اساساً اصلی ترین تابع در کیفیت تصمیم‌گیری می باشد، لذا کیفیت طرح

است فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که برنامه‌ها نرم افزاری خاصی نظیر اکسپرت چویس (Expert Choice) و کرایتریوم (Criterium) برای آن وجود دارد (خاتمی فیروزآبادی، ۱۳۹۴).

یکی از کارآمدترین تکنیک‌ها فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این تکنیک براساس مقایسه زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به علت ماهیت ساده و درعین حال جامعی که دارد مورد استقبال مدیران و کاربران مختلف واقع شده است بعلاوه در طول بیست سال گذشته از سوی محافل علمی نیز همواره مورد توجه بوده است. (قدسی پور، ۱۳۸۹).

بررسی روش‌های مختلف تصفیه فاضلاب شهری

تصفیه فاضلاب شهری معمولاً از طریق بیولوژیکی انجام می‌شود و روش‌های تصفیه بیولوژیکی نیز به دو دسته تقسیم می‌شود (ریاحی خرم، ۱۳۸۱، ص. ۷۳).

تصفیه هوازی

در یک تصفیه خانه‌ی فاضلاب هرگاه تصفیه‌ی مکانیکی برای کاهش آلودگی فاضلاب کافی نباشد، از کار موجودات زنده‌ای بنام باکتری‌های هوازی و یا بی‌هوازی برای ادامه‌ی تصفیه فاضلاب یاری می‌گیرند. در واقع واحدهای تصفیه‌ی فاضلاب از مرحله ته نشینی اولیه به بعد همانند تشدید عملی است که به طور خودبخودی در طبیعت رخ می‌دهد؛ یعنی با ایجاد محیطی مناسب برای رشد و افزایش تعداد باکتری‌های زنده موجود در فاضلاب، مدت زمان تصفیه‌ی طبیعی را، که ممکن است بطور طبیعی

عناصر و اجزای سیستم، تحت بررسی کامل قرار گیرند و با رفع ابهامات به تجزیه و تحلیل مسئله بپردازیم. (خاتمی فیروزآبادی، ۱۳۹۴).

پدیده‌ی تصمیم‌مترادف با انتخاب یک راه‌حل از بین چندین راه‌حل موجود می‌باشد. اگر در رسیدن به اهداف مورد نظر فقط یک راه‌حل عملیاتی وجود داشته باشد، دیگر صحبت از تصمیم‌گیری مصداق پیدا نمی‌کند. (اصغری پور، ۱۳۷۳، ص. ۳۱ و ۳۲).

تصفیه خانه‌های فاضلاب شامل زنجیره‌ای از فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشند که هدف اصلی از راهبری آنها حذف آلاینده‌های موجود در فاضلاب از یک سو و حذف مواد آلاینده باقیمانده در لجن حاصل از فرآیندهای تصفیه از سوی دیگر، قبل از تخلیه در محیط (آب‌های پذیرنده، استفاده مجدد) است. (بدلیانس قلی‌کندی، طراحی تصفیه خانه فاضلاب، ۱۳۸۸)

برخلاف فن‌های آبرسانی شهری و جمع‌آوری فاضلاب که تاریخچه نسبتاً طولانی و چند هزارساله دارند، پالایش فاضلاب بصورت امروزی خود، پیشینه‌ی تاریخی کوتاهی دارد. در تکامل فن تصفیه فاضلاب از نظر زمانی، روش‌های طبیعی تصفیه جزء قدیمی‌ترین روش‌های تصفیه هستند (منزوی، ۱۳۹۲).

در دهه‌های گذشته روش‌های متعددی برای انتخاب مسائلی با معیارهای مختلف بکار گرفته شده است. از تکنیک‌های اولیه حل این گونه مسائل، استفاده از نظریه مطلوبیت چند شاخصه مات (MAUT^۲) است که حالت ساده آن، روش اسمارت (SMART^۳) و حالت پیچیده آن، به کارگیری برنامه نرم افزاری لوجیکال دیسیژن (Logical Decision) است. روش دیگری که مورد توجه بسیاری واقع شده

- 1- Decision
- 2- Multi Attribute Utility Theory
- 3- Simple Multi Attribute Rating Technique
- 4- Analytical Hierarchy Process
- 5- Analytical Hierarchy Process
- 6- Thomas L . Saaty

برخلاف باکتری‌های انگلی از اجساد و پس مانده‌ی موجودات زنده تامین می‌کنند و به همین دلیل این دسته از باکتری‌ها کارگران تصفیه خانه‌ی فاضلاب نامیده می‌شوند (منزوی، ۱۳۹۲، ص. ۳۰)

تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال

این روش اولین بار در سال ۱۹۱۳ در انگلستان بکار رفت؛ ولی در طول سالیان متمادی تغییراتی در فرآیندهای این روش تصفیه توسط اپراتورها و مهندسين فاضلاب داده شد. روش لجن فعال در واقع هوادهی فاضلاب است که در طی آن مواد قابل تجزیه بیولوژیکی تجزیه شده و توده بزرگی از مواد قابل ته‌نشین بوجود می‌آید. در این روش، عمل هوادهی جهت تامین اکسیژن مورد نیاز توده بیولوژیکی و هم جهت اختلاط فاضلاب با لجن برگشتی صورت می‌گیرد.

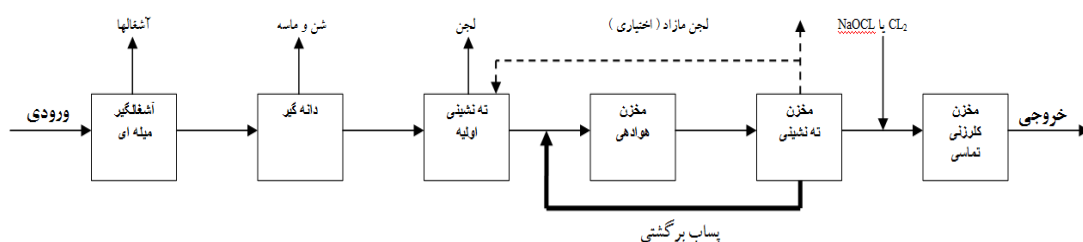
چندین روز انجام شود، به چند ساعت کاهش دهد. (منزوی، ۱۳۹۲).

این روش شامل تصفیه فاضلاب به کمک لاگون‌های هوادهی، لجن فعال، صافی چکنده و دیسک چرخان و ... می‌باشد (ریاحی خرم، ۱۳۸۱)

تصفیه بی‌هوازی

در صورتی که به فاضلاب اکسیژن نرسد، باکتری‌های هوازی فعالیت و رشد و نمو خود را از دست داده و در عوض باکتری‌های بی‌هوازی شروع به فعالیت می‌کنند. این باکتری‌ها اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه‌ی مواد آلی و معدنی موجود در فاضلاب تامین می‌نمایند. در نتیجه مواد آلی ناپایدار و تبدیل آنها به نمک‌های معدنی پایدار و نیز گازهایی چون گاز هیدروژن سولفور، گازمتان، گاز کربنیک و گاز ازت از این فرایند تولید خواهد شد. (منزوی، ۱۳۹۲).

دو گروه باکتری هوازی و بی‌هوازی جزو گروه باکتری‌های ساپروفیت هستند که مواد غذایی خود را



شکل ۱- دیاگرام مراحل تصفیه فاضلاب در روش فرآیند لجن فعال (CAS)

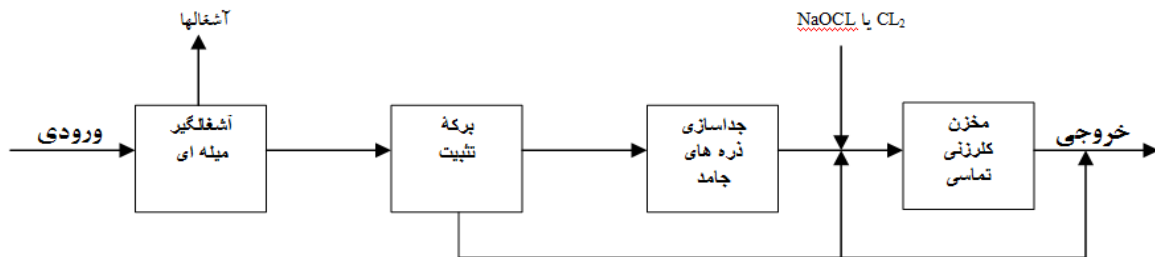
خواهد شد تا توسط باکتری‌های و جلبک‌ها تصفیه شود، به طوری که مشخصات فاضلاب تصفیه شده مطابق با استاندارد کیفی تعیین شده برای دفع نهایی و استفاده مجدد باشد. بهره‌بردار فرایند برکه تثبیت باید در تمام مدت اطلاعات هواشناسی را از قبیل دما، تابش خورشید، بارندگی، جریان باد که به کارائی و عملیات

فرآیند برکه‌های تثبیت^۱

برکه‌ی تثبیت یکی دیگر از فرآیندهای هوازی تصفیه بیولوژیکی فاضلاب است که متشکل از استخرهای حفر شده بزرگ به عمق معمولاً ۶۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر می‌باشند، که فاضلاب در آن به مدت لازم برای ایجاد فرآیندهای تصفیه فاضلاب به شکل طبیعی نگهداری

توسط میکروارگانسیم های هوازی اکسید می شوند و دی اکسید کربن در اشکال غیرآلی نیترژن و فسفر تولید می شوند. سپس این مواد غیرآلی توسط جلبک ها و در فرآیند فتوسنتز استفاده می شوند.

برکه ها کمک می نمایند را ثبت کند، خاک طبیعی که چنین برکه های تثبیتی در آن ها ساخته می شوند باید تا حد زیادی نفوذ ناپذیر باشد. فرآیند تصفیه در یک برکه تثبیت شامل دو مرحله اصلی برای تجزیه مواد آلی موجود در پساب است. در ابتدا مواد آلی کربنی



شکل ۲- دیاگرام مراحل تصفیه فاضلاب به روش برکه تثبیت (Pond)

تلقی می کنند که آبهای آلوده را تمیز و شفاف می سازند. بیش از دو دهه است که تحقیقات وسیعی در مورد توانایی گیاهان آبی برای حذف مواد آلی و غیرآلی موجود در فاضلاب ها آغاز شده است. گیاهان آبی به طور طبیعی در تالاب های طبیعی کار تصفیه را انجام می دهند.

فرآیند وتلند

قدمت وتلندها به قدمت زمین می رسد و بشر اولیه از تالاب ها یا وتلندها برای تصفیه و دفع فاضلاب استفاده می کرد. وتلندهای مصنوعی حدوداً ۴۰ سال قبل برای تصفیه فاضلاب وارد عرصه شده اند در ۱۰ سال اخیر تمایل زیاد به استفاده از این تکنولوژی پدیدار شده است. وتلندها را گاهی به عنوان جعبه های سیاه



شکل ۳- سازه ورودی و خروجی وتلند زیرسطحی سردارآباد شوشتر

تصفیه پساب به روش SBR

گزینه‌هایی که مورد بررسی قرار گرفته و هزینه‌های هر یک نیز مشخص شده است، بهترین گزینه یعنی مقرون به صرفه‌ترین گزینه انتخاب گردد (ریاحی خرم، ۱۳۸۱، ص. ۶۴).

بدیهی است که اجرای هر طرح عمرانی نیاز به سرمایه‌گذاری دارد و سرمایه‌گذاری در مورد طرح‌های بزرگ توسط دولت، بانک‌ها و یا شرکت‌های خصوصی انجام می‌شود. در ایران، اجرای طرح‌های عمده معمولاً با سرمایه‌گذاری دولت و یا بانک‌ها انجام می‌شود (ریاحی خرم، ۱۳۸۱، ص. ۵۹).

استهلاک نیز تنزیل قیمت ساختمان بر اثر فرسوده شدن و کاهش قابلیت بهره‌برداری از یک تأسیسات می‌باشد. استهلاک تأسیسات بستگی به عمر مفید آن تأسیسات دارد و عمر مفید تأسیسات یعنی مدتی که می‌توان از تأسیسات، بهره‌برداری کرد.

در این مطالعه با طراح پرسشنامه توسط محقق براساس مطالعات کتابخانه‌ای و با توجه به تجربه ۱۵ ساله خود در تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری با جمعیت آماری ۳۳ نفره و ۲۰ ساعت مصاحبه با افراد خبره و در نهایت توسط نرم افزار Expert Choice انجام شده است.

سیستم SBR را می‌توان نوعی روش لجن فعال دانست که در آن راکتور از فاضلاب پر شده و سپس به تدریج در طی یک سیکل زمانی فاضلاب و مواد ته‌نشین شده تخلیه می‌گردد در واقع در هر سیستم SBR عمل تصفیه، ته‌نشینی مواد جامد مایع مخلوط و تخلیه مایع روئی در همان مخزن انجام می‌گیرد. بنابراین به حوض ته‌نشینی نهائی و پمپ برگشت لجن فعال نیازی ندارد.

فرآیند BIOLAC

سیستم تصفیه فاضلاب به روش بیولاک یک سیستم تصفیه فاضلاب به روش بیولوژیکی با هوادهی گسترده جدید و اقتصادی است که از فن‌آوری لجن فعال با بار کم بهره می‌گیرد. این سیستم ترکیبی از زنجیره‌های هوادهی متحرک و کارآو نیز حباب ساز مستغرق و ساختار لاگون ساده جهت تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی است.

روش انجام مطالعه

تجزیه و تحلیل اقتصادی در مطالعات فاز یک و هدف از توجیه اقتصادی این است که بین روش‌ها یا

جدول ۱- جامعه آماری تحقیق براساس جایگاه و تصدی

نمونه آماری	درصد جامعه آماری	جامعه آماری	سطح تصدی
۵	۱۸٪	۶	معاونین
۲۰	۶۷٪	۲۲	مدیران
۴	۱۵٪	۵	کارشناسان
۲۹	۱۰۰٪	۳۳	جمع

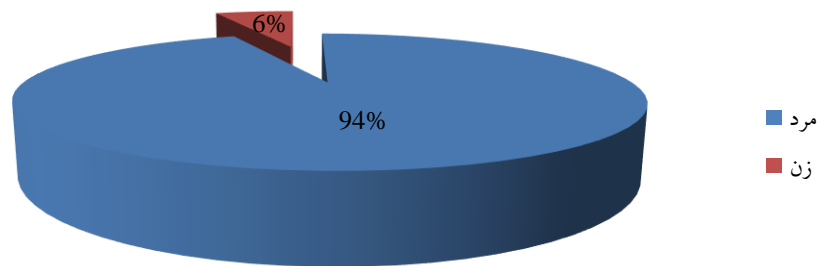
آماري، ۳۱ نفر (معادل ۹۴٪) مرد و ۲ نفر (معادل ۶٪) زن شرکت کنندگان در این پژوهش بوده‌اند. درصد

جنسیت شرکت کنندگان در تحقیق با توجه به اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه، از ۳۳ نفر نمونه

فراوانی شرکت کنندگان از لحاظ جنسیت در نمودار (۱) ارائه گردیده است.

جدول ۲- معیارها و زیرمعیارهای تحقیق بر اساس پرسشنامه

انتخاب فرآیند بهینه تصفیه فاضلاب شهری				
معیارها	کارایی	پیوستگی	ساخت	اثر بخشی
زیرمعیارها	جمعیت	بهره برداری آسان	فاضلاب خام	موقعیت مکانی
	اقلیم	تخصص	قیمت	قابل توسعه و اصلاح
	کنترل پذیر	مدت تصفیه	شکل	استهلاک
	استاندارد	دوستاندار محیط زیست	تجهیزات	اقتصادی



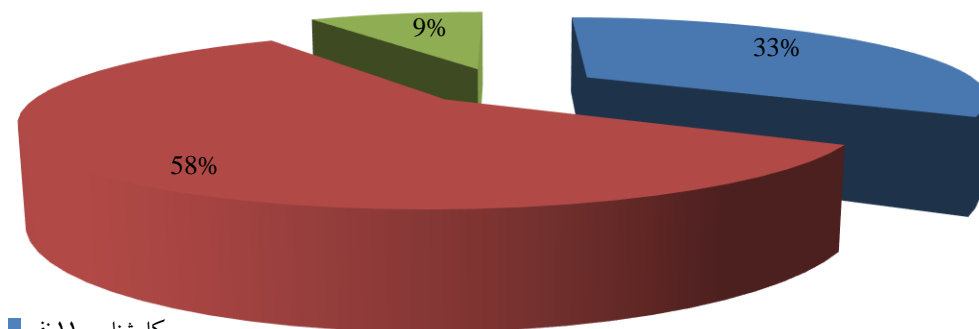
نمودار ۱- فراوانی افراد شرکت کننده در تحقیق

کارشناسی ارشد با ۵۸٪، بیشترین درصد فراوانی در بین پاسخ دهندگان را دارا بوده‌اند.

از مجموع پاسخ دهندگان ۱۱ نفر دارای تحصیلات کارشناسی، ۱۹ نفر دارای تحصیلات کارشناسی ارشد، ۳ نفر دارای درجه دکتری بوده‌اند که افراد با تحصیلات

جدول ۳- پاسخ دهندگان به تفکیک سطح تحصیلات

سطح تحصیلات	فراوانی	درصد فراوانی
کارشناسی	۱۱	۳۳٪
کارشناسی ارشد	۱۹	۵۸٪
دکتری	۳	۹٪
مجموع	۳۳	۱۰۰٪

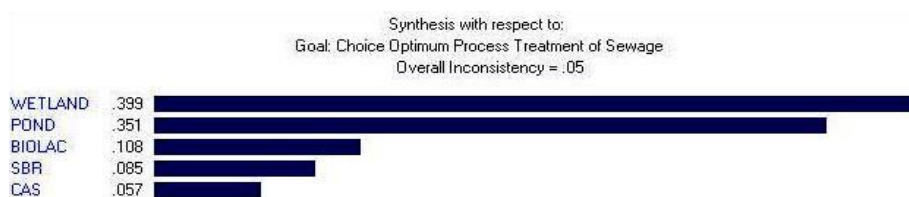


■ کارشناسی ۱۱ نفر
 ■ کارشناسی ارشد ۱۹ نفر
 ■ دکتری ۳ نفر

نمودار ۲- فراوانی پاسخ دهندگان به تفکیک سطح تحصیلات

یافته های تحقیق

در ادامه نتایج حاصل از کار با نرم افزار شامل مراحل انجام کار، اوزان معیارها و زیر معیارها ارائه می‌گردد.



نمودار ۳- گزینه های منتخب تصفیه بر اساس وزن و اولویت

جدول ۴- گزینه های منتخب تصفیه بر اساس وزن و اولویت

گزینه	CAS	SBR	BIOLAC	POND	WETLAND
وزن	۰/۰۵۷	۰/۰۸۵	۰/۱۰۸	۰/۳۵۱	۰/۳۹۹
جمع	۱/۰۰۰				

جدول ۵- زیرمعیارهای منتخب در روش فرآیند سلسله مراتبی (AHP)

زیر معیار	وزن	زیر معیار	وزن	زیر معیار	وزن	زیر معیار	وزن
جمعیت	۰/۳۸۵	بهره برداری آسان	۰/۶۸۷	فاضلاب خام	۰/۲۶۷	موقعیت مکانی	۰/۰۷۳
اقلیم	۰/۲۵۱	تخصص	۰/۰۹۳	قیمت	۰/۱۳۵	توسعه و اصلاح پذیر	۰/۰۴۵
کنترل پذیر	۰/۱۲۸	مدت زمان تصفیه	۰/۱۱۹	شکل	۰/۰۶۵	استهلاک	۰/۶۹۲
استاندارد	۰/۲۳۶	محیط دوست	۰/۱۰۱	تجهیزات	۰/۵۳۳	اقتصادی	۰/۱۹۰

جدول ۶- اوزان معیارهای تحقیق بر اساس پرسشنامه

معیارها	کارایی	پیوستگی	ساخت	اثر بخشی
اوزان	۰/۰۸۳	۰/۱۵۴	۰/۲۶۷	۰/۴۹۶
جمع			۱/۰۰۰	

همانگونه که در جدول (۶) مشاهده می‌شود، معیار اثر بخشی با وزن (۰/۴۹۶) بیشترین و معیار ساخت با (۰/۲۶۷) در جایگاه دوم و به ترتیب در ادامه پیوستگی با (۰/۱۵۴) سوم و بهره‌وری با (۰/۰۸۳) جایگاه چهارم را به خود اختصاص داده است.

دزفول، از جنوب و جنوب غربی به شهرستان اهواز و از مشرق به مسجد سلیمان و از جنوب شرقی به شهرستان رامهرمز و از مغرب به شهرستان دزفول و شوش متصل می‌گردد.

درجه آلودگی فاضلاب شهری

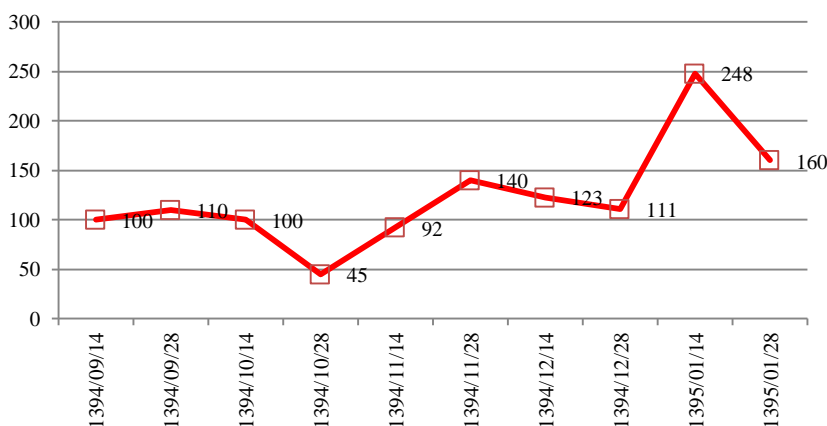
بسته به نوع مواد خارجی موجود در فاضلاب نسبت اعداد بدست آمده از سه آزمایش COD، BOD و TSS متفاوت خواهد بود، در عمل نسبت COD به BOD برای فاضلاب خام را می‌توان برابر با ۰/۴ تا ۰/۸ در نظر گرفت (منزوی، ۱۳۹۲، ص. ۱۴).

موقعیت جغرافیایی شهرستان شوشتر

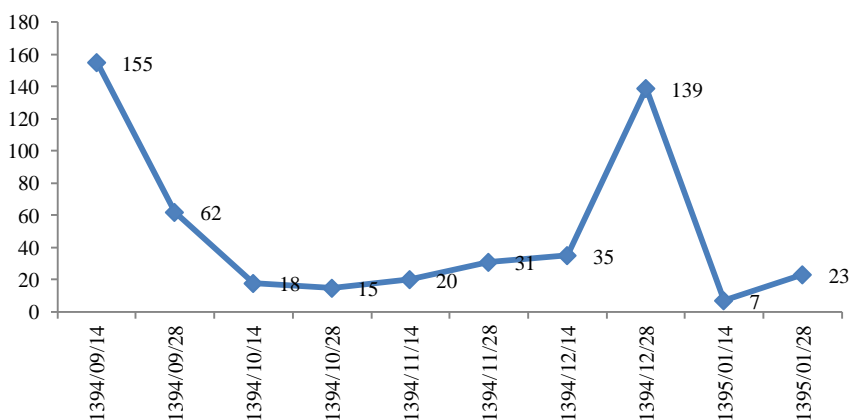
شهرستان شوشتر در ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است. این شهرستان از شمال به شهرستان

جدول ۷- غلظت آلاینده ها در فاضلاب شهری

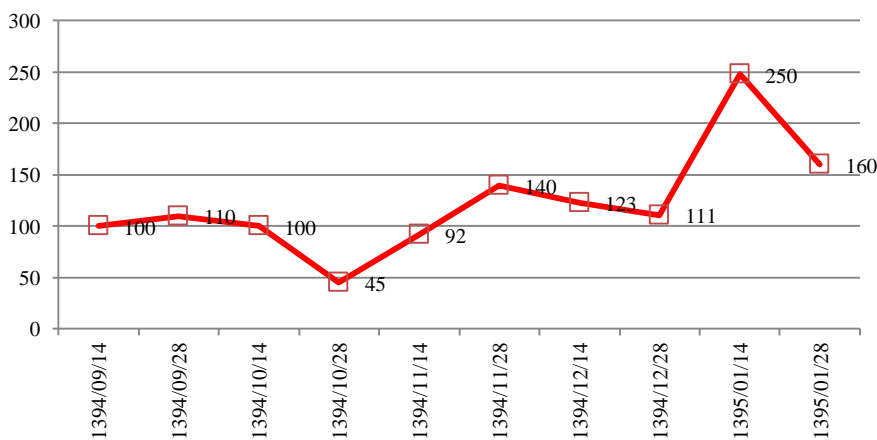
پارامترها	غلظت (mg/l)	
	گستره	مقدار نمونه
BOD5	۴۰۰-۱۰۰	۲۵۰
COD	۱۰۰۰-۲۰۰	۵۰۰
TSS	۱۰۰-۴۰۰	۲۲۰



نمودار ۴- فاضلاب خام از ورودی به تصفیه خانه فاضلاب شوشتر COD



نمودار ۵- فاضلاب خام شوشتر TSS



نمودار ۶- فاضلاب خام از ورودی به تصفیه خانه فاضلاب شوشتر BOD5

جدول ۸- میزان مجاز پارامترهای آلاینده نسبت به منبع پذیرنده

مواد آلوده کننده	علامت اختصار	تخلیه به آبهای سطحی (mg/lit)	تخلیه به چاه (mg/lit)	مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/lit)
اکسیژن بیوشیمیایی	BOD5	۳۰	۳۰	۱۰۰
اکسیژن شیمیایی	COD	۶۰	۶۰	۲۰۰
مجموع جامد معلق	TSS	۴۰	-	۱۰۰

جدول ۹- هزینه های ساخت تصفیه خانه با فرایند متعارف لجن فعال

گزینه	فرآیند (CAS)
هزینه ساختمانی (میلیون ریال)	۱۹۹۳۵۳
هزینه تجهیزات (میلیون ریال)	۱۴۷۹۰۷
قیمت زمین (میلیون ریال)	۶۴۳
جمع	۳۴۷۹۰۳

محاسبه عواید ناشی از طرح

-فروش پساب به ارزش تقریبی ۳ ریال به ازای هر

مترمکعب

-فروش کود تولیدی به قیمت ۲۰۵ ریال به ازای

هر کیلوگرم

-کارمزد خدمات دفع فاضلاب به مبلغ ۵۴۴۳ ریال

به ازای هر مترمکعب

-حق انشعاب فاضلاب به ازای هر اشتراک به مبلغ

۹۱۸۶ هزار ریال

با توجه به اینکه دوره طرح معمولاً پانزده سال تا سی سال در نظر گرفته میشود و در اینجا ۱۵ سال در نظر گرفته شده است و میزان فاضلاب ورودی به تصفیه خانه و به تبع آن میزان پساب و لجن تولیدی در حال افزایش است، عواید ناشی از طرح به شرح زیر تعیین گردیده است (جلیل زاده، شهریور ۹۳).

جدول - محاسبه استهلاك تصفیه خانه در حال بهره

برداری شوشتر

سال	هزینه استهلاك (بدهکار)	استهلاك انباشته (بستانکار)	جمع استهلاك انباشته	مانده مستهلك نشده (ارزش دفتری)
				۳۴۷۹۰۳ میلیون ریال
۱	$347903 \times \left(\frac{5}{15}\right) = 115968$	۱۱۵۹۶۸	۱۱۵۹۶۷	۲۳۱۹۳۵
۲	$347903 \times \left(\frac{4}{15}\right) = 92774$	۹۲۷۷۴	۲۰۸۷۴۱	۱۳۹۱۶۱
۳	$347903 \times \left(\frac{3}{15}\right) = 69581$	۶۹۵۸۱	۲۷۸۳۲۲	۶۹۵۸۰
۴	$347903 \times \left(\frac{2}{15}\right) = 46387$	۴۶۳۸۷	۳۲۴۷۰۹	۲۳۱۹۳
۵	$347903 \times \left(\frac{1}{15}\right) = 23193$	۲۳۱۹۳	۳۴۷۹۰۲	

توجه: تمامی اعداد به میلیون ریال می‌باشند	۳۴۷۹۰۳ میلیون ریال	۳۴۷۹۰۳ میلیون ریال
جدول ۱۱- مقایسه فرآیندها از جهت استهلاک و هزینه بهره برداری در سال ۱۳۹۴		
سال بهره برداری	نوع فرآیند	استهلاک تا سال ۹۴/ هزار ریال
۱۳۹۱	لجن فعال (CAS)	هزینه بهره برداری تا سال ۹۴/ هزار ریال
		۲۰۱۸۵۲۷۶
		۸۴۸۱۱۱۶

جدول ۱۲- تعیین سال بازگشت سرمایه با توجه به فرآیند موجود تصفیه فاضلاب در شهر شوشتر				
سالهای بهره‌برداری از این تحقیق به بعد	عایدات / میلیون ریال	جمع تجمعی / میلیون ریال	هزینه های بهره برداری / هزار ریال	هزینه نهایی با کاهش هزینه بهره برداری / میلیون ریال
۱۳۹۴	۱۱۰۰۵	۱۱۰۰۵	۸۰۷۴۱	۱۱۰۰۴۹
۱۳۹۵	۱۶۵۰۷	۲۷۵۱۲	۱۰۴۹۶۳	۲۷۵۱۱۸
۱۳۹۶	۱۹۸۰۸	۴۷۳۲۰	۱۳۶۴۵۲	۴۷۳۱۹۸
۱۳۹۷	۲۳۷۷۰	۷۱۰۹۰	۱۷۷۳۸۷	۷۱۰۸۹۸
۱۳۹۸	۲۸۷۶۱	۹۹۸۵۱	۲۶۶۰۸۱	۹۹۸۵۰۷
۱۳۹۹	۳۱۳۵۰	۱۳۱۲۰۱	۳۹۹۱۲۲	۱۳۱۲۰۰
۱۴۰۰	۳۴۲۰۰	۱۶۵۴۰۱	۵۹۸۶۸۴	۱۶۵۴۰۰
۱۴۰۱	۳۷۶۲۰	۲۰۳۰۲۱	۹۵۷۸۹۵	۲۰۳۰۲۰
۱۴۰۲	۳۳۸۵۸	۲۳۶۸۷۹	۱۶۲۸۴۲۱	۲۳۶۸۷۷
۱۴۰۳	۳۰۴۷۲	۲۶۷۳۵۱	۲۹۳۱۱۵۸	۲۶۷۳۴۸
۱۴۰۴	۲۷۴۲۴	۲۹۴۷۷۵	۵۲۷۶۰۸۶	۲۹۴۷۶۹
۱۴۰۵	۳۰۱۶۶	۳۲۴۹۴۱	۱۰۵۵۲۱۷۲	۳۲۴۹۳۰

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج تحقیق، در این مطالعه با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و با انجام کارنرم افزاری توسط نرم افزار Expert Choice و تکیه بر نظر افراد خبره مقایسه فرآیندهای مختلف صورت گرفت که از میان پنج فرآیند منتخب با وزن های WETLAND (۰/۳۹۹) و POND با وزن BIOLAC (۰/۳۵۱) با (۰/۱۰۸) و فرآیند SBR با وزن (۰/۰۸۵) و CAS با وزن (۰/۰۵۷) گزینه

WETLAND یا نیزار مصنوعی با قابلیت زیر سطحی بعلت وزن بیشتر با (۰/۳۹۹) توسط نرم افزار برگزیده شده است. با توجه به داده ها و نتایج بدست آمده از روش تصمیم گیری سلسله مراتبی (AHP) با کمک طراح پرسشنامه جمعیت آماری ۳۳ نفره و ۲۰ ساعت مصاحبه با افراد خبره و در نهایت توسط نرم افزار Expert Choice ثابت شد که معیار اثربخشی با وزن (۰/۴۹۶) و معیار ساخت با (۰/۲۶۷) اول و دوم و زیر معیارهای استهلاک با وزن (۰/۶۹۲) و بهره برداری

گزینه های منتخب توسط نرم افزار، گزینه POND بعلت پائین بودن هزینه ساخت و راحتی بهره برداری گزینه اول از بین گزینه های دیگر شناخته شده است.

آسان با وزن (۰/۶۸۷) و تجهیزات با وزن (۰/۵۳۳) و جمعیت با (۰/۳۸۱) و فاضلاب خام (۰/۲۶۷) و اقلیم با (۰/۲۵۱) انتخاب گردیدند، ضمناً با استناد به ارزیابی مالی صورت گرفته در مطالعه موردی این تحقیق بین

منابع

- ۱- حسین سنگی ا، (۱۳۹۲). ارزیابی موقعیت و اقدام استراتژیک شرکت آب و فاضلاب خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت اجرایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان.
- ۲- اصغر پور، م، ج. (۱۳۹۰). تصمیم گیری های چند معیاره، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، چاپ دهم.
- ۳- خاتمی فیروزآبادی، ع. (۱۳۹۴). تصمیم گیری چند شاخصه (روش ها و رویکردها)، تهران: انتشارات شریانی، جلد اول، چاپ اول
- ۴- قدسی پور، س، ح. (۱۳۹۲). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک ت- اصغر پور، م. (۱۳۷۳). تصمیم گیری و تحقیق عملیات در مدیریت، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، چاپ ششم.
- ۵- آل محمد، م، م. (۱۳۶۲). میکروبیولوژی (باکتری لوژی)، تهران: انتشارات گوته، جلد اول، چاپ اول.
- ۶- ریاحی خرم، م. (۱۳۸۱). گام های نوین در بررسی های بنیادین طرح های جامع فاضلاب شهری، همدان: انتشارات دانشجو، جلد اول، چاپ اول
- ۷- بدلیانس قلی کندی، گ. (۱۳۸۸). طراحی تصفیه خانه فاضلاب، تهران: انتشارات آبیژ، جلد اول، چاپ اول.
- ۸- منزوی، م، ت. (۱۳۹۲). فاضلاب شهری، تصفیه فاضلاب (پالایش فاضلاب)، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، چاپ چهاردهم.
- ۹- کشفی، س، ح، ر. (۱۳۹۱). دستیار مهندس آب و فاضلاب، تهران: انتشارات مکت نظر، جلد اول، چاپ اول.
- 10- Waste Water Engineering Metcalf & Eddy. - New York company. ISBN NO-070416753 Graw, Mc Hill Book, 1972
- 11- Waste Water Treatment: Concepts and Design Approach' G.L karia and R.A. Christian, ISBN-978-81-203-2860-0, Publiser, Sixth printing, January, 2012
- 12- Arceivala, S.J., Simple Waste Treatment Methods in Warm and Temperate Climates, Middle East Tech. University, Ankara, Turkey, 1973
- 13- Arceivala, S.J., et al, Design, Construction and Operation of Waste Stabilization pond in India, Published by CPHERI (now NEERI), Nagpur, India.
- 14- Arceivala, S.J., Wastewater Treatment for Pollution Control, 2nd ed., Tata McGrawHill, New Delhi, 2000.
- 15- Benefield, Larry D. and Clifford W. Randall, Biological Process Design for Wastewater Treatment, Prentice Hall, Inc, NJ, 1980.
- 16- Davis, Mackenzie L. and David A. Cornwell, Introduction to Environmental Engineering, McGraw-Hill, international edition, Singapore, 1991.