

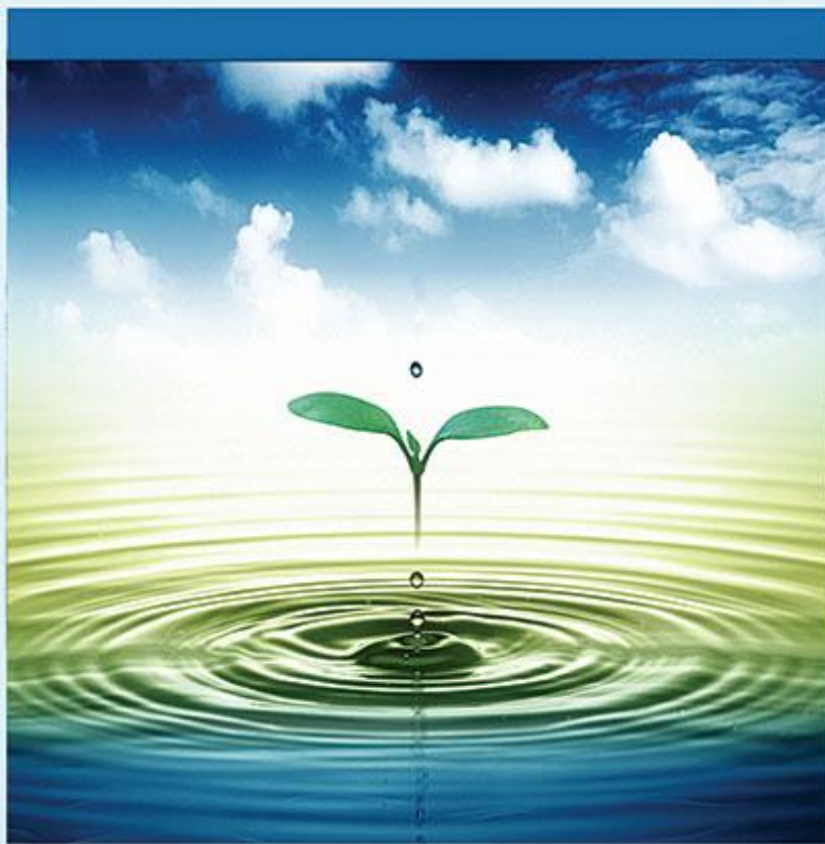
ارتقای عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی
سجاد کیانی و واحد کیانی

دوره ۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، صفحات ۲۰۸-۲۱۸

Vol. 2 (3), Autumn 2016, 208-218

**Improvement performance in treatment
systems of industrial wastewater for reuse
using analytical hierarchy process**

Kiyani S. and Kiyani V.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

نحوه ارجاع به این مقاله: کیانی س. و کیانی و. (۱۳۹۵). ارتقای عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی. محیط زیست و مهندسی آب، جلد ۲، شماره ۳، صفحات ۲۰۸-۲۱۸.

How to cite this paper: Kiyani S. and Kiyani V. (2016). Improvement performance in treatment systems of industrial wastewater for reuse using analytical hierarchy process. J. Environ. Water Eng., 2(3), 208-218.

ارتقای عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد با استفاده از

تحلیل سلسله مراتبی

سجاد کیانی^۱ و واحد کیانی^{*۲}

۱- کارشناس محیط زیست، تویسرکان، تویسرکان، ایران

۲- مدرس گروه علوم کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور همدان، همدان، ایران

* نویسنده مسئول: kiyanivahed@alumni.ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۵/۰۶/۰۶]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۵/۰۲/۲۹]

چکیده

استفاده مجدد از پساب در کاهش مصرف منابع آب نقش کلیدی دارد. یافته‌ها نشان می‌دهند استفاده از پساب در کشاورزی بر روی نسبت جذب سدیم و هوموس خاک تأثیری مثبت داشته و باعث بهبود وضع خاک می‌شود. هدف پژوهش حاضر بررسی عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بود. در تعیین طرح ارتقاء عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع مشخص گردید که مهم‌ترین معیار، معیار محیط‌زیستی با وزن نسبی ۴۳/۷٪ است؛ بهترین زیرمعیار درجه تصفیه موردنظر با وزن نسبی ۲۳/۶٪، برای معیار مدیریتی، بهترین زیرمعیار پایداری بهره‌برداری با وزن نسبی ۲۸/۸٪، برای معیار اقتصادی، بهترین زیر معیار، زمین مورد نیاز با وزن نسبی ۵۸/۲٪ و در نهایت برای معیار فنی، بهترین زیرمعیار امکان توسعه تصفیه‌خانه با وزن نسبی ۳۸/۵٪ است. بنابراین، به‌منظور ارتقای عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع برای جلوگیری از تجمع فلزات سنگین، بازیافت و افزایش سختی در حدی که موجب شوری خاک نشود به‌عنوان معیارهای محیط‌زیستی (درجه تصفیه مورد نظر) پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: ارتقای عملکرد، سیستم تصفیه، استفاده مجدد پساب، تحلیل سلسله مراتبی، آلاینده‌های محیطی

۱- مقدمه

امروزه توجه به مسائل محیط‌زیستی امری اجتناب‌ناپذیر است. یکی از مهم‌ترین مسائلی که محیط زیست را تهدید می‌کند، آلوده شدن منابع آبی به‌وسیله تخلیه فاضلاب‌ها به درون آن‌ها است. افزایش جمعیت شهرنشین و پیشرفت‌های صنعتی و فناوری نه تنها باعث افزایش میزان مصرف آب شهری گردیده است بلکه میزان آلودگی محیط زیست را نیز افزایش داده است. به‌ویژه، با گذشت زمان و افزایش کاربرد مواد شیمیایی مختلف از قبیل پاک‌کننده‌ها، حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، کودهای مختلف شیمیایی، و نیز تخلیه فاضلاب کارخانه‌ها و اختلاط آن با آب آبیاری مسئله آلودگی آب را پیچیده‌تر ساخته است (Erfanmanesh and Afuni, 2006). انسان تولید کننده آلاینده‌های متعدد و متنوعی است که بخش اعظم این مواد به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم به محیط‌های آبی راه می‌یابند. بخشی از آلاینده‌ها مانند اغلب مواد آلی طی فرآیندهای زیستی تجزیه می‌گردند ولی بسیاری مواد از قبیل سموم دفع آفات و فلزات سنگین در مقابل تجزیه مقاوم بوده و مدت زیادی در محیط آبی باقی می‌مانند (Sanayi, 2009). سرانه منابع آب شیرین در دسترس جهان در حال کاهش است، کشورهای زیادی در جهان به‌خصوص کشورهایی که اقلیم خشکی دارند دچار تنش کم‌آبی شده‌اند (Kivaisi, 2001). پساب، در اصل همان آب مصرفی جامعه است که در نتیجه کاربردهای مختلف، آلوده شده و قابل استفاده برای مصرف مورد نظر نیست؛ از نظر منابع تولید، فاضلاب شهری را می‌توان ترکیبی از زایداتی دانست که توسط آب از مناطق مسکونی، اداری و تأسیسات تجاری و صنعتی درون شهری، حمل شده و برحسب شرایط ممکن است با آب‌های زیرزمینی، آب‌های سطحی یا سیلاب‌ها آمیخته شود (Metcalf and Eddy, 2003). به‌دلیل وجود آلاینده‌های مختلف میکروبی و شیمیایی در فاضلاب، تخلیه بدون تصفیه آن به محیط‌زیست و یا استفاده از آن در کشاورزی منجر به آلودگی منابع آب، خاک، و محصولات کشاورزی شده و در نهایت خطرات سوء بهداشتی آن متوجه بهداشت و سلامت انسان می‌گردد. با توجه به این‌که دفع پساب‌های صنعتی به طبیعت مسائل زیست‌محیطی زیادی را در پی دارد، به‌عنوان مثال با تخلیه پساب‌ها در چاه‌های جاذب، آب‌های زیرزمینی آلوده می‌شوند و با تخلیه این پساب‌ها به رودخانه‌ها، آب رودخانه‌ها آلوده شده و بر موجودات آبی نیز اثر می‌گذارد. لذا، بحث تصفیه پساب‌های صنعتی اهمیت زیادی پیدا می‌کند. در حال حاضر صنایع نقش مهمی در آلوده سازی منابع آبی کشور دارند و این امر بیش‌تر به‌دلیل تخلیه‌ی پساب‌های حاصل از این صنایع به محیط‌های آبی می‌باشد. نگرانی مهمی که در مورد پساب‌های صنعتی وجود دارد بحث مضر بودن این پساب‌ها برای آبزیان، پرندگان آبی، گیاهان و متعاقباً انسان می‌باشد که این نگرانی بیش‌تر به‌دلیل ماهیت غیرقابل تجزیه بودن، سمیت زیاد، اثرات تجمعی و سرطان‌زا بودن این پساب‌ها است (Sanayi, 2009). یکی از معضلاتی که بشر با آن مواجه است مشکل دفع فاضلاب می‌باشد، به‌طوری‌که در حال حاضر اکثر نواحی شهری و صنعتی فاقد شبکه جمع‌آوری فاضلاب بوده و دفع فاضلاب‌ها به‌صورت غیر بهداشتی صورت می‌گیرد. عدم تصفیه یا تصفیه ناقص فاضلاب‌های صنعتی و شهری باعث ورود بسیاری از مواد سمی به محیط زیست می‌گردد. مهم‌ترین اهداف از احداث سیستم‌های تصفیه‌ی فاضلاب شامل حفظ بهداشت همگانی، حفاظت محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی منابع آب و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در صنعت و کشاورزی می‌باشد. حفظ محیط‌زیست، ارج نهادن به قوانین طبیعت صنایع را ملزم می‌سازد که قبل از وارد ساختن ضایعات به محیط، بار آلودگی آن‌ها را به‌حداقل برسانند. انتقال سریع و بدون دردسر پساب از منابع تولید و سپس تصفیه و دفع آن نه‌فقط مطلوب، بلکه در جوامع صنعتی ضروری است. توسعه صنایع و فعالیت‌های کشاورزی در کنار رشد بالا و ناهمگون جمعیت طی چند دهه اخیر و کم‌رنگ بودن کارهای فرهنگی و نظارتی در زمینه‌های زیست محیطی، مهم‌ترین و عمده‌ترین علل محدود شدن منابع آب شیرین و برهم خوردن توازن عرضه به تقاضا و بروز تحولات غیرقابل بازگشت در کیفیت منابع آب کشور محسوب می‌شوند. به‌طوری‌که استفاده مجدد از فاضلاب‌های تصفیه شده راهکار مناسبی به‌عنوان جایگزین آب شیرین، جهت مصارف غیر خانگی نظیر آبیاری فضای سبز درون شهرها، پارک‌ها، جنگل‌کاری، شستشوی خیابان‌ها و خود شستشویی کانال‌های جمع‌آوری فاضلاب خواهد بود. تحلیل سلسله مراتبی یکی از بهترین و دقیق‌ترین روش‌های رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری بر اساس چندین شاخص می‌باشد، این روش به‌گونه‌ای طراحی شده است که به وسیله آن می‌توان مسائل بزرگ و پیچیده را به مسائل کوچک‌تر تقسیم کرده و امکان ساده‌تر کردن مسئله را فراهم می‌آورد (Akbari and Zahedi, 2008). فرایند تحلیل سلسله مراتبی، روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که

تصمیم‌گیری باید در یک فضای چندبعدی صورت پذیرد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zebardast, 2001). هم‌چنین با توجه به مشکل کمبود آب در ایران، تأمین آب در حال حاضر از اهمیت فراوانی برخوردار است؛ بنابراین در چنین شرایطی استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده می‌تواند به عنوان یکی از راه‌های غلبه بر مشکل کم آبی تلقی شود. لذا هدف پژوهش حاضر ارتقای عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد پساب با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی به شرح ذیل می‌باشد:

۲-۱- ساختن سلسله مراتبی

ابتدا ساختار سلسله مراتبی مطابق شکل (۱) مشخص شد. تبدیل موضوع یا مسئله مورد بررسی به یک ساختار سلسله مراتبی مهم‌ترین قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی محسوب می‌شود (Hekmatnia and Mosavi, 2011). در نهایت ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شد و اهمیت نسبی عوامل از ۱ تا ۹ می‌باشد (جدول ۱).



شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی (Karimi et al. 2011)

جدول ۱- مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دو به دوی گزینه‌ها (Zebardast 2001)

مقدار عددی	انواع ترجیحات (متغیرهای زبانی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر (Extremely Preferred)
۷	خیلی مرجح یا خیلی مهم‌تر یا خیلی مطلوب‌تر (Very Strongly Preferred)
۵	مرجح یا مهم‌تر یا مطلوب‌تر (Strongly Preferred)
۳	ترجیح متوسط یا به طور متوسط مهم‌تر یا مطلوب‌تر (Moderately Preferred)
۱	ترجیح یکسان یا اهمیت یکسان یا مطلوبیت یکسان (Equally Preferred)
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

۲-۲- محاسبه وزن معیارها

مرحله بعد از مقایسه زوجی پارامترها، محاسبه وزن عوامل می‌باشد. برای محاسبه وزن عوامل ابتدا اعداد متعلق به هر ستون ماتریس با یکدیگر جمع شده، سپس هر عضو ماتریس به جمع عوامل تقسیم شد که حاصل آن به وجود آمدن اعداد به صورت نرمال شده می‌باشد. در آخر میانگین هر ردیف محاسبه شد که عدد به دست آمده معرف وزن هر عامل می‌باشد.

۲-۲-۱- محاسبه آهنگ ناسازگاری

آهنگ ناسازگاری (R.I) با تقسیم شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی محاسبه می‌شود. R.I بیانگر شاخص تصادفی است. این همان شاخص پایداری از یک ماتریس مقایسه دو به دو است که به صورت تصادفی ایجاد شده است. نسبت پایداری به گونه‌ای تعیین می‌شود که اگر $CR < 0.10$ باشد در آن صورت این نسبت دلالت بر سطح قابل قبول پایداری در مقایسه‌های زوجی دارد و اگر $CR > 0.10$ باشد، در آن صورت ارزش‌های نسبت بیانگر قضاوت‌های ناپایده هستند (FarajzadeAsl 2005). یکی از روش‌های کسب دانش گروهی، تکنیک دلفی است که فرایندی ساختاری برای پیش‌بینی و کمک به تصمیم‌گیری در طی قسمت‌های پیمایشی، جمع‌آوری اطلاعات و در نهایت، اجماع گروهی است (Ahmadi et al. 2008). تکنیک دلفی یک روش نظام‌مند برای حل مسئله به شکل گروهی است که گروه تشکیل شده از کارشناسان و صاحب‌نظران رشته‌های گوناگون این افراد با یکدیگر تعامل می‌کنند اما نظر جمع بر روی نظر تک‌تک افراد تأثیری نخواهد داشت؛ در اصل فلسفه روش دلفی این است که افراد در این روش به صورت کلامی و رودررو بحث نمی‌کنند، دبیر گروه تمام ایده‌های پیشنهادی را برای تک‌تک اعضا ارسال و از آن‌ها می‌خواهد که نسبت به ایده‌های پیشنهادی دیگران فکر کنند و اگر ایده‌ی جدیدی همخوان با نظر قبلی و در تکمیل آن به نظرش می‌رسد به آن‌ها اضافه کنند (Hekmatnia and Mosavi 2011)، این عمل چندین بار تکرار می‌شود تا در نهایت اتفاق آرا به دست آید. در این پژوهش برای ارتقای عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع (انتخاب بهترین ماده شیمیایی و فیلتر شنی) جهت استفاده مجدد پساب از این روش استفاده شد و برای اولویت‌بندی از ۴ معیار اصلی (Karimi et al. 2011) که هرکدام به زیرمعیارهایی تقسیم می‌شوند، استفاده شد (شکل ۱). علت ذکر انتخاب بهترین ماده شیمیایی و فیلتر شنی این است که این دو فاکتور تأثیر بیش‌تری در سیستم تصفیه دارند. انتخاب هر یک از روش‌های تصفیه (جدول ۲) و قرار دادن آن در یک واحد تصفیه‌خانه فاضلاب بستگی به عوامل مختلفی دارد. از جمله ویژگی فاضلاب، بار آلودگی، بار هیدرولیکی، قوانین و استانداردهای موجود، ارزیابی اثرات زیست محیطی روش موردنظر، و وضعیت اقتصادی را می‌توان نام برد. لذا جدول (۲) به منظور بررسی مهم‌ترین روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تصفیه فاضلاب آورده شده است.

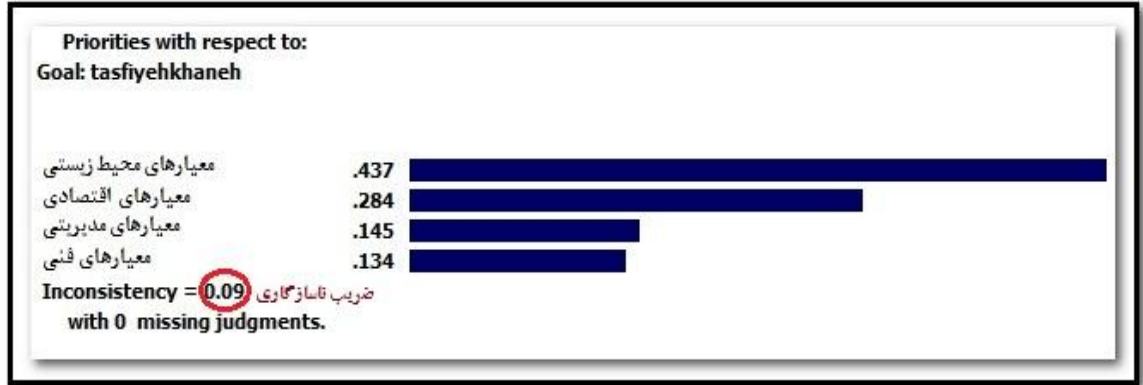
جدول ۲- مهم‌ترین روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تصفیه فاضلاب (VesaliNaseh 2004)

نام روش	توضیحات
روش‌های فیزیکی	آشغال‌گیری، خرد کردن، سازی متعادل‌سازی، اختلاط، ته‌نشینی و شناورسازی
روش‌های شیمیایی	رسوب‌دهی شیمیایی، تبادل یونی، اکسیداسیون شیمیایی و ضدعفونی کردن
روش‌های بیولوژیکی	هوازی رشد معلق شامل فرآیندهای لجن فعال (اختلاط کامل، هوادهی ممتد، راکتور ناپیوسته با عملیات متوالی و هوادهی مرحله‌ای)، نیتریفیکاسیون، لاگون هوادهی و هضم هوازی
	رشد چسبنده صافی چکنده و دیسک‌های بیولوژیکی چرخان
	ترکیبی از فرآیندهای رشد معلق و چسبنده هوازی
بی‌هوازی	هضم بی‌هوازی و فرآیند UASB
	فیلتر بی‌هوازی
آنوکسیک	دنیتریفیکاسیون با رشد معلق
	دنیتریفیکاسیون با بستر ثابت
ترکیبی	فرآیندهای چند مرحله‌ای
	رشد معلق و چسبنده فرآیندهای چند مرحله‌ای

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، که با کمک نرم‌افزار پرکاربرد (Expert choice) انجام می‌شود. بنابراین بر اساس نظرات اساتید دانشگاهی و کارشناسان اقدام به ارزیابی گزینه‌ها از طریق ماتریس مقایسه زوجی و با استفاده از نرم‌افزار Expert choice شد. لازم به ذکر است که پرسش‌نامه طراحی شده به تعدادی کارشناس آلودگی محیطی که در زمینه تصفیه فاضلاب تجربه تحقیقاتی داشتند ارسال شد و سپس میانگین هندسی نظرات کارشناسان مذکور وارد نرم‌افزار Expert choice گردید و تجزیه و تحلیل انجام شد. بعد از محاسبه وزن هر یک از طرح‌ها نسبت به کلیه معیارها، وزن معیارها مشخص شد. به عبارت دیگر، سهم هر یک از معیارها در تعیین طرح ارتقاء عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد پساب مشخص گردید. با توجه به اینکه هدف پژوهش حاضر ارتقاء عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد پساب با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بوده است، کاربرد آن در استفاده از بهترین روش‌های موجود جهت کارایی بیشتری سیستم تصفیه است.

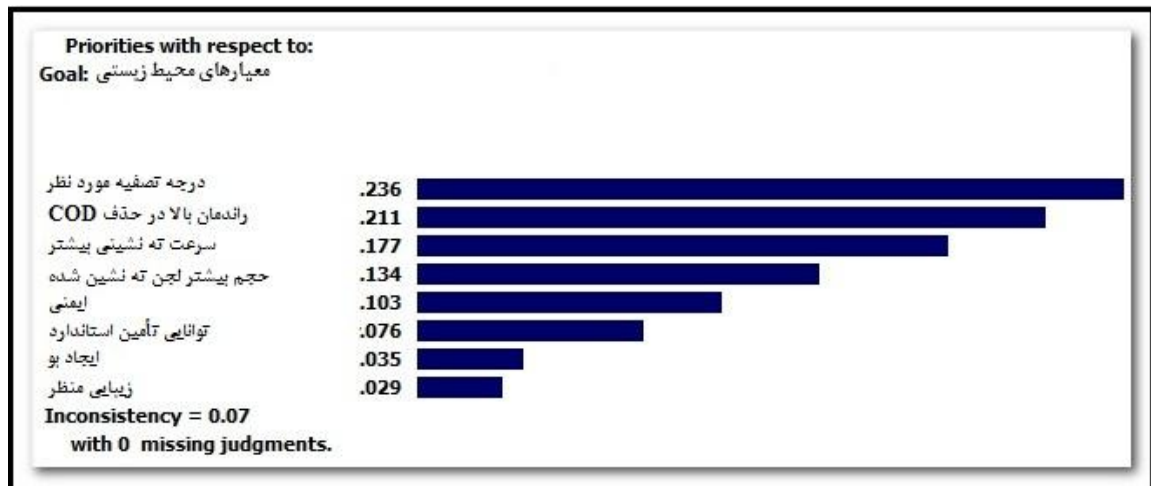
۳- یافته‌ها و بحث

معیارهای اصلی مورد استفاده در این پژوهش عبارت بودند از محیط‌زیستی، اقتصادی، مدیریتی و فنی. در شکل ۲ وزن معیارهای اصلی مورد استفاده در پژوهش آورده شده است.



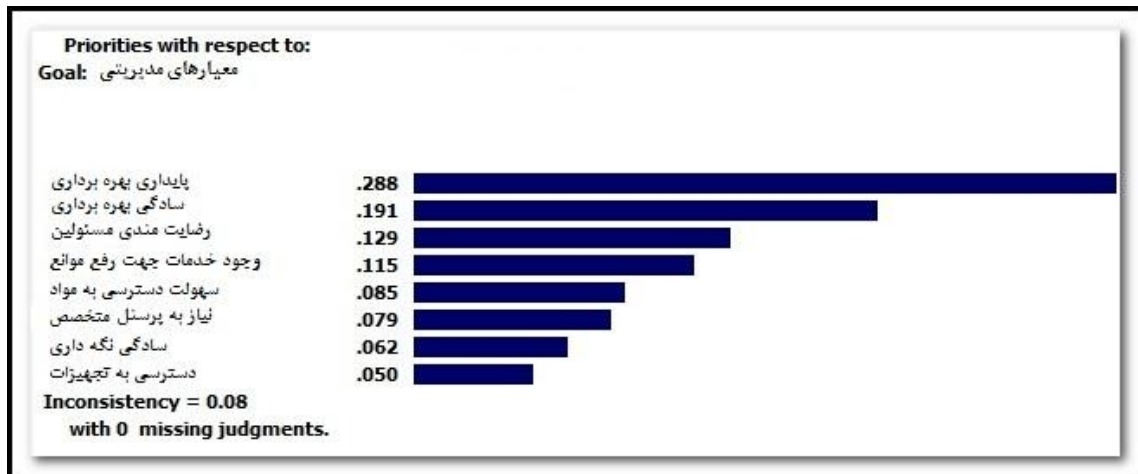
شکل ۲- وزن معیارهای اصلی مورد استفاده در پژوهش

بعد از محاسبه وزن هر یک از طرحها نسبت به کلیه معیارها، معیار محیط زیستی با وزن نسبی 43.7% به عنوان مهم‌ترین معیار انتخاب شد. نتایج نشان داد برای معیار محیط زیستی (شکل ۳)، بهترین زیرمعیار درجه تصفیه موردنظر با وزن نسبی 23.6% و آهنگ ناسازگاری 0.07 است.



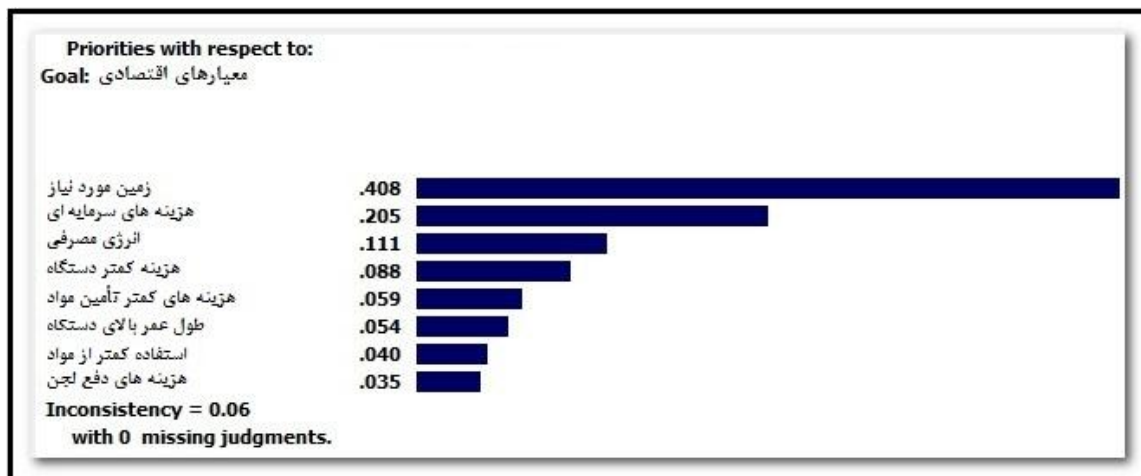
شکل ۳- وزن نسبی زیر معیارهای معیار محیط زیستی

برای معیار مدیریتی (شکل ۴)، بهترین زیرمعیار پایداری بهره‌برداری با وزن نسبی 28.8% و آهنگ ناسازگاری 0.08 است.



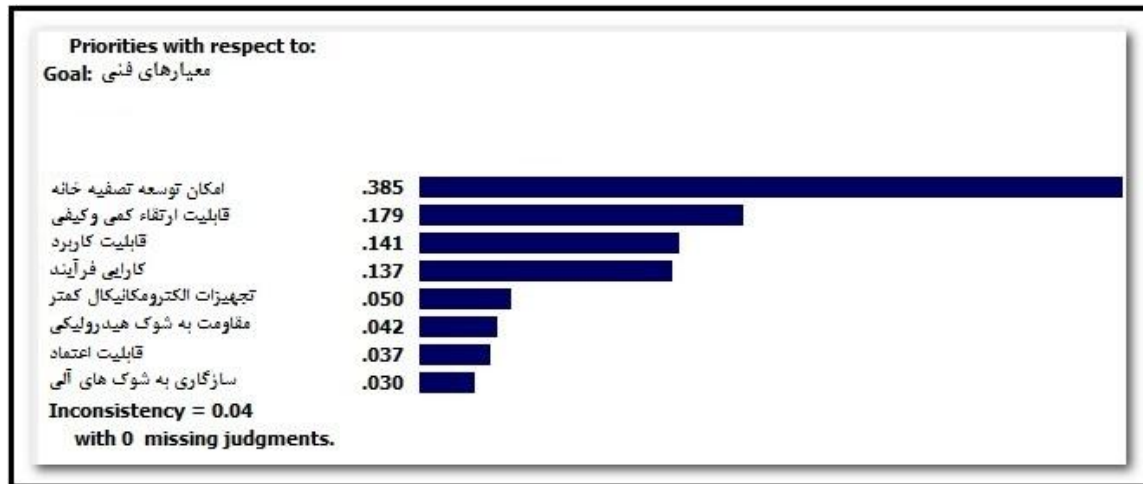
شکل ۴- وزن نسبی زیر معیارهای معیار مدیریتی

برای معیار اقتصادی (شکل ۵)، بهترین زیرمعیار زمین مورد نیاز با وزن نسبی $\frac{58}{2}\%$ و آهنگ ناسازگاری $\frac{6}{106}\%$ است.



شکل ۵- وزن نسبی زیر معیارهای معیار اقتصادی

و در نهایت برای معیار فنی بهترین زیرمعیار امکان توسعه تصفیه‌خانه با وزن نسبی $\frac{38}{5}\%$ و آهنگ ناسازگاری $\frac{4}{104}\%$ است. عملکرد این زیر معیارها در شکل (۶) نشان داده شده است.



شکل ۶- وزن نسبی زیر معیارهای معیار فنی

مطالعات میدانی بر روی دو مزرعه که یکی با آب چاه آبیاری می‌شد و دیگری با آب فاضلاب، نشان داد که فاضلاب بر روی نسبت جذب سدیم و اسیدیته و هوموس خاک تأثیری مثبت داشته و باعث بهبود وضع خاک می‌شود (AkhaviMirbashi and Kalantari, 2009)، بنابراین، فاضلاب شهری یک منبع کودی برای گیاهان خواهد بود. یک مطالعه در مالزی نشان داده است که با بازیافت فلزات سنگین از فاضلاب ناشی از صنایع و دیگر پساب‌های سمی علاوه بر جلوگیری از آلودگی آب و خاک در اثر انتشار این فلزات سمی هزینه دفع فاضلاب هم به میزان ۱۰ برابر کاهش می‌یابد (Sethu et al 2005). مطالعه دیگری در این خصوص نشان داده است که اگر در تصفیه‌خانه‌ها سختی آب در حد مطلوب نگه داشته شود، علاوه بر تأمین عناصر معدنی مورد نیاز آب شرب سمیت فلزات سنگین و هم‌چنین دیگر آلاینده‌ها هم کاهش می‌یابد. به طوری که علاوه بر کاهش هزینه‌های ناشی از مسمومیت، هزینه‌های تجزیه سموم در تصفیه‌خانه‌ها هم کاهش خواهد یافت (Rabori et al. 2010). هم‌چنین Kiyani et al (2013) نشان دادند که افزایش سختی آب تجمع زیستی فلزات سنگین را در اندام‌های گیاهی و جانوری کاهش می‌دهد. از طرفی مهم‌ترین راهکار سازمان حفاظت محیط‌زیست (2011) در بخش ساختاری مطالعه و ارزش‌گذاری اقتصادی آب و ایجاد زیرساخت‌های قوانین و مقررات لازم جهت استقرار نظام بهینه اقتصاد آب و کاهش یا حذف یارانه آب جهت افزایش توجیه اقتصادی استفاده از زه آب‌های کشاورزی و مهم‌ترین راهکار سخت افزاری هم توسعه تصفیه‌خانه‌های صنعتی و بهبود شرایط تصفیه و فاضلاب تصفیه شده خروجی است. علاوه بر استفاده مجدد از فاضلاب می‌توان با افزایش سختی آب از سمت فلزات سنگین کاست، هم‌چنان که نتایج تحقیقات Kiyani (2010) در خصوص تحلیل LC50 فلزات سنگین Cu، Zn و Hg در محیط‌های آبی مؤید این مطلب است. به استناد یافته‌های پژوهش پیشنهاد می‌شود در حوضچه‌های تصفیه‌خانه‌ها آب در حدی نگه داشته شود که عناصر معدنی مورد نیاز آب شرب سمیت فلزات سنگین و نیز دیگر آلاینده‌ها هم کاهش یابد طوری که علاوه بر کاهش هزینه‌های ناشی از مسمومیت، هزینه‌های تجزیه سموم در تصفیه‌خانه‌ها هم کاهش خواهد یافت که این خود یک راهبرد اساسی در اصلاح الگوی مصرف است چرا که حدود ۹۹ درصد کل آب‌های زمین را اقیانوس‌ها و یخ‌ها تشکیل می‌دهند و تنها ۱ درصد کل آب‌های زمین شیرین هستند که بخش عمده آن نیز از دسترس انسان خارج است (Boktin and Keler, 2005). در پژوهش حاضر کاربرد معیارهای محیط‌زیستی، مدیریتی، اقتصادی و فنی مورد تأکید قرار گرفته و با نتایج تحقیقات Karimi et al (2011) در پژوهشی با عنوان انتخاب فرآیند بهینه تصفیه فاضلاب با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی تطابق دارد.

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر بعد از محاسبه وزن سهم هر یک از معیارها در تعیین طرح ارتقای عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد پساب مشخص گردید که مهم‌ترین معیار، معیار محیط زیستی با وزن نسبی ۴۳/۷٪ می‌باشد. با استناد به یافته‌ها از مزایای استفاده مجدد از فاضلاب می‌توان به کاهش نیاز به تأسیسات تصفیه فاضلاب، کاهش نیاز به چاه‌های آب، حفظ منابع آب، کاهش تقاضا برای آب‌های سطحی و زیرزمینی، احیا آب‌های زیرزمینی، جلوگیری از تجزیه در آب‌های سطحی، کاهش اندازه تأسیسات تصفیه فاضلاب، کاهش حجم فاضلاب تخلیه شده و در نتیجه کاهش اثرات فاضلاب بر محیط زیست و کاهش آلودگی رودخانه‌ها اشاره کرد. در صورت استفاده مجدد از پساب برای کشاورزی باید کاهش آلودگی میکروبی در حد استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران و یا رهنمود سازمان جهانی بهداشت مورد توجه قرار گیرد. در نتیجه با استناد به این‌که استفاده از آب‌های غیر متعارف موجب کاهش اثرات فاضلاب بر محیط‌زیست می‌شود، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم می‌کند و در کاهش مصرف منابع آب نقش کلیدی دارد به عنوان یک راهکار اصلاحی در کشاورزی، منابع طبیعی و بالأخص فضای سبز شهری قابل توصیه خواهد بود. بنابراین به‌منظور ارتقای عملکرد سیستم تصفیه پساب صنایع جهت استفاده مجدد پساب برای جلوگیری از تجمع فلزات سنگین، بازیافت فلزات سنگین و افزایش سختی در حدی که موجب شوری خاک نشود به عنوان معیارهای محیط‌زیستی (درجه تصفیه مورد نظر) پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود پژوهشگران در آینده با استفاده از معیارهای کمی و تجزیه و تحلیل پارامتریک در انتخاب روش تصفیه (که به نظر قابل اعتمادتر هستند) نتایج چنین مطالعاتی را تجزیه و تحلیل کنند.

Reference

- Ahmadi F., Nasiriyani Kh. and Abzari P. (2008). Delphi technique: a tool in research. *Iranian J. Edu. Med. Sci.*, 8(1), 175-185. [In Persian].
- Akbari N. and Zahedi M. (2008). Application of multi-criteria decision-making methods, *National Dehdariha and Shahr-dariha Pub.*, Tehran [In Persian].
- AkhaviMirbashi S.M. and Kalantari S. (2009). Optimal use of unconventional waters as sustainable water source (Municipal wastewater and agricultural effluent). *Proceedings of the Second National Conference on Drought Effects and its management methods*. Isfahan Research Center for Agriculture and Natural Resources, Iran [In Persian].
- Boktin D. and Keler E. (2004). *Environmental science (Earth alive planet)*. translated by Abdul Vahabzade, Jahad of University Press, Mashhad, 2nd Ed. 694 pp. [In Persian].
- Erfanmanesh M., and Afuni M. (2006). *Environmental pollutant (water, soil & air)*, Arkan Press, Esfahan, 4th Ed. 318 pp. [In Persian].
- FarajzadeAsl M., (2005). *Geographical information system and its application in tourism programming*, 1st Ed, Samt Press, Tehran [In Persian].
- Hekmatnia H. and Mosavi M. (2011). *Model application in geography with reference to the regional and urban planning*, Elme Novin Press, Tehran [In Persian].

- Rabori M., EbrahimPour M. and Kiyani V. (2010). Acute toxicity of zinc sulfate ($ZnSO_4$) to *Gambusia holbrooki* by static bioassays. 4th National Seminar on Chemistry and Environment, Bandar Abbas, Iran [In Persian].
- Karimi A.R., Mehrdadi N., Hashemian S.J., Bidhendi N. and TavakoliMoghaddam R. (2011). Selection of optimum process wastewater treatment using analytical hierarchy process. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 8(2), 267-280.
- Kiyani V., Hosynzadeh, M. and Ebrahimpour, M. (2013). Investigation acute toxicity some of heavy metals at different water hardness. *Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res.*, 1(2), 134-142.
- Kiyani V. (2010). Analytical LC_{50} of Cu, Zn and Hg heavy metal in water environments. M.Sc. Dissertation of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran. 52 pp. [In Persian]
- Kivaisi A.K. (2001). The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. *Ecological Engineering*, 16, 545–560.
- Metcalf and Eddy. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse*. 4th Ed. McGraw: Hill, New York.
- Saaty T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*, McGraw – Hill, New York.
- Sanayi G. (2009). *Industrial toxicology*. University of Tehran Press, Tehran [In Persian].
- Sethu V., Aziz A.R. and Aroua M.K. (2005). selective recovery of aluminum and silver from electroplating wastes. Available at: eprints.um.edu.my/525/1/PTS3-4-4.pdf.
- VesaliNaseh M. R. (2004). New biological methods in treatment of Industrial wastewater: UASB and MBR. Seminar of Environment, University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran. [In Persian].
- Zebardast S. (2001). Application of analytical hierarchy process in regional and urban planning. *Honarha-ye-Ziba*, 10, 13-21 [In Persian].

Improvement Performance in Treatment Systems of Industrial Wastewater for Reuse using Analytical Hierarchy Process

Sajad Kiyani¹ and Vahed Kiyani^{2*}

¹Expert in Toyserkan Department of Environment, Toyserkan, Hamadan, Iran

² Visiting Lecturar, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture, Hamadan University of Payamenur, Hamadan, Iran

* Corresponding author: kiyanivahed@alumni.ut.ac.ir

Received: May 18, 2016

Accepted: August 27, 2016

Abstracted

Reuse of wastewater plays a key role in reducing the consumption of water resources. Results show that the use of wastewater in agriculture had a positive effect on sodium absorption ratio and humus soil and improves soil conditions. The aim of this study was to improve the performance of the treatment of industrial effluents for reuse through applying the analytic hierarchy process. In determining the promotion of industries wastewater treatment system, the most important criterion was environment with relative weighting of 43.7%; the best sub-criterion was desired treatment degree with relative weight of 23.6%. regarding to management criteria, the best sub-criterion was sustainable operation with relative weight of 28.8%; for the economic criteria, the sub-criterion was the land requirement with relative weight of 58.2% and finally for technical criteria, the sub-criterion was treatment plant upgrading and development with the relative weight of 38.5%. Therefore, for improving system performance of the industrial wastewater treatment to prevent the accumulation of heavy metals, recycling and increased soil salinity to the level not resulting in soil salinity are recommended as environmental criteria (degree of treatment).

Keyword: Improvement performance, treatment systems, wastewater reuse, analytical hierarchy, environmental pollutant.