Iran Occupational Health

Original Article
http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health. 2020 (22 Apr);17:6.

Prioritizing new air pollution (gases and vapors) technologies based on CBA (Cost-Benefit Analysis) method

Ali Moridi, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Rasoul Yarahmadi, (*Corresponding author) Air Pollution Research Center, Department of Occupational Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. yarahmadi.r@iums.ac.ir
Zahra Abedi, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Background and aims: The current economic system is unstable economically and environmentally. A new and sustainable economic model must be developed to achieve sustainable development. This economy should be based on new technologies for efficient pollution control using renewable energy sources, recycling and diversification of the transportation system with distance from fossil fuels, interactions and cooperation between the parent industry and contractors.
Methods: In the present study, simple cost-benefit analysis tool (SCBAT) was used. The steps to perform the procedure are as follows:
1. A primary list of modern control equipment for air pollution (gases and vapors) was provided.
2. Evaluation of the initial list was done by the expert group and identification of key technologies.
3. Cost-benefit criteria and the constituent elements of each option related to key technologies were identified and determined.
4. Score of 3-1 was assigned to the cost-benefit elements of the technologies selected for the research by using linguistic variables (high = 3, medium = 2, low = 1, cost equivalent to control equipment).
5. The economic value of new and common air purification control equipment was determined, using relevant checklists based on linguistic variables. The profit-to-cost ratio and key technology ranking derived from the profit-to-cost criteria were then calculated.
6. Prioritization calculation: If the calculated number was greater than one, the benefit would be more than the cost, so it was considered as a high priority. If the calculated number was equal to one, the cost would be equal to the cost, so the prioritization was attentively determined. If the ratio was less than 1, the profit would be less than cost and it meant the cost-benefit field was currently in vain and this option was not prioritized. Air pollution control technology was classified and prioritized based on the obtained ranking.
7. Priorities with higher scores will be top priorities.
8. Accuracy and reliability of the Cost-Benefit Analysis Method refer to the experts' accurate estimation of the costs and benefits of a project.
According to the procedure, a list of modern control equipment for air pollutants (gases and vapors) was prepared by experts. The initial list was available for the panel of experts, including four technologies related to gases including plasma, plasma-chemical, selective catalytic reduction and carbon Nano filter. It was evaluated by experts. In the final checklist, selected key technologies were provided to the experts to determine profit and expenditure metrics, ratings and data

Keywords
Air Pollution Control
New Technologies
Cost-Benefit
Prioritization

Received: 16/05/2018
Published: 22/04/2020

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

collection. Then, the cost-benefit criteria and the elements of each option, considered by qualified and experienced companies' designers and developers of the air purification technologies, were determined as well as ratings, and profit-to-cost ratios according to the proposed method.

Results: The results of new technologies of air pollutants treatment ranking after initial analysis were presented in Table 1.

Table 1. Central indices, dispersion, and coefficient of variation related to the average cost-benefit index of gas and vapors treatment technologies.

Control Technologies	Benefit Rank Average	Cost Rank Average	coefficient of variation Benefit	coefficient of variation Cost	Cost-benefit ratio	Degree
Cold Plasma	0.4 ± 2.23	0.5 ± 1.85	17%	27%	1.21	3
Chemistry Plasma	0.46 ± 2.23	0.53 ± 1.76	20%	30%	1.26	2
Selective Catalytic Reduction	0.42 ± 2.19	0.32 ± 1.57	19%	20%	1.39	1
Carbon Nano Filter	0.46 ± 2.24	0.47 ± 1.21	20%	38%	1.21	3

Conclusion: Cost-benefit analysis is a useful tool for assessing the beneficial effects of environmental policies. The benefits and costs of technical and engineering indicators of pollution control systems indicate the need of policies to reduce health and environmental consequences and increase economic benefits. The results of comparing the cost benefits of gas and vapor treatment technologies in the present study indicated the preference of selective catalytic reduction technology. The low cost in design, maintenance, training as well as environmental costs of the selective catalytic reduction process, have made it a top priority (coefficient of variation below 20%). The high coefficient of variation of the cost-benefit criterion in carbon Nano filter technology indicated the low use and lack of familiarity with the cost-benefit components of these technologies in design and manufacturing companies. Cold plasma technology seems to be a good alternative for the treatment of gases and chemical vapors in the future decade, instead of being only in the laboratory research and studies.

Conflicts of interest: None
Funding: None

How to cite this article:

Moridi A, Yarahmadi R, Abedi Z. Prioritizing new air pollution (gases and vapors) technologies based on CBA (Cost-Benefit Analysis) method. Iran Occupational Health. 2020 (22 Apr);17:6.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

سلامت کار ایران
دوره ۱۷ – ۶/۱۳۹۹
مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

اولویت بندی فناوری‌های نوین کنترل آلودگی هوا (گازها و بخارات) مبنی بر روش تحلیل هزینه سود

علی مریدی: گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
رسول یاراحمدی: (*نویسنده مسئول) مرکز تحقیقات آلودگی هوا، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. yarahmadi.r@iums.ac.ir
زهرا عابدی: گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: توسعه پایدار نیازمند ثبات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی می‌باشد. توجه به حوزه‌ی اقتصاد در راهکارهای مقابله با آلودگی هوا از مزیت‌هایی است که نباید در مقابل قوانین دست و پاگیر و هزینه‌بر، به آن کم توجهی کرد. در میان اجزاء سامانه‌های کنترل آلودگی هوا سیستم پالایش آلودگی از اهمیت بالایی برخوردار است. برای کنترل آلودگی نیاز به سرمایه‌گذاری در زمینه‌های متعدد وجود دارد. هزینه‌های سنگین اولیه، عملیاتی، نگهداری و نصب سیستم‌های کنترل آلودگی، عدم بازگشت سرمایه، محدود بودن منابع فرایند انتخاب را برای مدیران و تصمیم‌گیران پیچیده می‌کند. راهبردهای مبتنی بر تصمیم‌گیری موثر کلید مواجهه با چالش‌های زیست محیطی برای مدیریت و کنترل آلودگی هوا است. هدف از این تحقیق مدیریت آلودگی هوا بر اساس انتخاب تجهیزات کنترلی مناسب مبتنی بر معیارهای اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی می‌باشد.

روش بررسی: این تحقیق با هدف ارزیابی اقتصادی فناوریهای نوین با استفاده از روش تحلیل هزینه – سود انجام شده است. در این مطالعه از سود و زیان، شاخص‌ها و فاکتورهای فنی و مهندسی قابل اهمیت در جهت طراحی، ساخت و عملکرد شامل سود و هزینه مواد اولیه، طراحی، مشاوره، پرسنلی، نگهداری و... استفاده شده است. این روش در انتخاب گزینه‌های برتر و مطلوب با نگاه ملاحظات اقتصادی – اجرایی به تصمیم‌گیری مدیریت کمک می‌کند. ابتدا لیست اولیه ای از تجهیزات کنترلی نوین در تصفیه آلودگی هوا (گازها و بخارات) تهیه و توسط گروه خبرگان کلیدی‌سازی و ارزیابی شد. معیارهای سود هزینه و عناصر تشکیل‌دهنده هر کدام در ارتباط با هر گزینه در خصوص تکنولوژی‌های کلیدی شناسایی و تعیین شد. سپس تخصیص امتیاز ۳-۱ به عناصر مربوط به معیارهای سود هزینه تکنولوژی های منتخب مورد نظر تحقیق با کمک متغیرهای زبان شناختی انجام گردید. ارزش اقتصادی تجهیزات کنترلی نوین و متداول در زمینه پالایش هوا با کمک چک لیست‌های مربوط و مبتنی بر متغیرهای زبان شناختی تعیین شد. سپس نسبت امتیاز سود به هزینه و تعیین رتبه تکنولوژی‌های کلیدی ناشی از برایند معیارهای سود – هزینه محاسبه گردید. اولویت‌های مبتنی بر امتیازهای بزرگ‌تر، اولویت‌های برتر خواهند بود.

یافته‌ها: نتایج رتبه‌بندی تکنولوژی‌های نوین با استفاده از تکنیک آنالیز سود هزینه برای گازها و بخارات نشان می‌دهد که احیاء کاتالیستی انتخابی با نسبت سود هزینه ۱/۳۹ به عنوان مناسب‌ترین تکنولوژی تصفیه گازها و بخارات بر اساس ملاحظات اقتصادی است.

نتیجه‌گیری: روش تحلیل هزینه– سود ابزاری سودمند برای ارزیابی فرایند تصمیم گیری سیاست‌های زیست محیطی است. ارزیابی اقتصادی سامانه‌های تصفیه‌کننده آلودگی با هدف کاهش پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و بهداشتی یک ضرورت محسوب می‌گردد. نتایج رتبه‌بندی تکنولوژی‌های نوین با استفاده از تکنیک آنالیز سود هزینه برای گازها و بخارات به ترتیب شامل: احیاء کاتالیستی انتخابی (راکتور شیمیایی)، پلاسما شیمی، پلاسمای سرد و نانو فیلتر کربن می‌باشند.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *حامی مالی نداشته است.*

کلیدواژه‌ها
کنترل آلودگی هوا
فناوری‌های نوین
هزینه
سود
اولویت بندی

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۲۶
تاریخ چاپ: ۹۹/۰۲/۰۳

شیوه استناد به این مقاله:
Moridi A, Yarahmadi R, Abedi Z. Prioritizing new air pollution (gases and vapors) technologies based on CBA (Cost-Benefit Analysis) method. Iran Occupational Health. 2020 (22 Apr);17:6.

***انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است**

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

مقدمه

نظام اقتصادی موجود از نظر زیست محیطی ناپایدار و از لحاظ اجتماعی ناعادلانه است. برای دستیابی به توسعه پایدار باید اقتصاد متکی بر سوخت‌های فسیلی، خودرو محور و دور ریزنده مواد حذف و مدل اقتصادی جدید و پایدار ایجاد شود. این اقتصاد باید بر پایه فناوری‌های جدید کنترل آلودگی ها با کارایی موثر، منابع انرژی تجدید پذیر، بازیافت و تنوع سیستم حمل و نقل با فاصله گرفتن از سوخت‌های فسیلی، تعاملات و همکاری بین صنایع مادر و پیمانکاران پایه ریزی شود (۱ و ۲). انگیزه‌های اقتصادی برای حفظ کیفیت محیطزیست مورد توجه جهانی و در سیاست‌گذاری‌ها به ابزاری کارآمد تبدیل شده است. توجه به حوزه‌ی اقتصاد در راهکارهای مقابله با آلودگی هوا از مزیتهایی است که نباید در مقابل قوانین دست و پاگیر و هزینه بر، به آن کم توجهی کرد. در میان اجزاء سامانه های کنترل آلودگی هوا سیستم پالایش آلودگی از اهمیت بالایی برخوردار است به گونه ای که نسبت هزینه ی بخش تصفیه کننده در مقایسه با سایر قسمت ها ی سیستم کنترل برابری می کند (۳). برای کنترل آلودگی نیاز به سرمایه گذاری در زمینه های متعدد وجود دارد. انتخاب استراتژی مناسب کنترل آلودگی هوا با در نظر داشتن محدودیت سرمایه یک ضرورت محسوب می شود از این رو تلاش عمده ی محققین زیست محیطی در سالهای اخیر تمرکز در یافتن روش‌های موثر و کم هزینه و مدیریتی- اجرایی در این زمینه شده است (۷-۴). تکنیک های اصلی ارزشیابی آلودگی‌ها شامل روش مشروط ارزش گذاری و روش هزینه سفر، روش تحلیل سود- هزینه و ارزیابی بازار از اثرات فیزیکی می باشد (۱). هزینه‌های اجتماعی مترو با استفاده از روش آنالیز سود - هزینه در دهلی انجام شده است. از جمله سودهای در نظر گرفته شده در این تحقیق، سود حاصل از کاهش آلودگی هوا، مدت زمان ذخیره شده برای مسافران، سود حاصل از سوخت های ذخیره شده، کاهش تصادفات و... در نتیجه احداث مترو ذکر شده اند (۸). در تحقیق Wayneو همکارانش مؤلفه‌های تعیین کننده فعالیت قانونمند زیست محیطی (بازرسی و عملیات اجرایی) در سطح آلودگی هوا و آب برای ۴۰۹ تحقیق صورت گرفته، بررسی شده است. نتایج حاصل از داده‌ها و اطلاعات گردآوری شده مورد آزمایش قرار گرفت. نتیجتا تأسیسات مجهزتر مسلما آلودگی کمتری را منتشر می‌کنند، بنابراین کودکان و بزرگسالان بیشتری از آسیبهای آن در امان خواهند بود (۹). Cellini با استفاده از روش پنج مرحله ای، آنالیز سود هزینه را جهت تعیین اولویت ها و انتخاب گزینه اقتصادی با کمک شاخص نسبت سود- هزینه انجام داده است (۱۰). با شتاب گرفتن فرایند صنعتی شدن کشور و لزوم توجه بیشتر به توسعه پایدار همراه با الزامات اقتصادی، نیاز به استفاده از فناوری های کارآمد و نوین در کنترل آلودگی های محیط زیست بیش از پیش احساس می شود. لذا انتخاب اقدامات کنترلی موثر و مقرون به صرفه یک تدبیر مدیریتی بهینه جهت ملاحظات اجرایی – مدیریتی است (۱۱). براین اساس، شناسایی سیستم‌های کنترلی باکارایی موثر فنی، زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی یک ضرورت است. بنابر این اولویت بندی سامانه های تصفیه آلودگی هوا با ملاحظات فنی – اقتصادی و اجرایی بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هزینه های سنگین اولیه، عملیاتی، نگهداری و نصب سیستم های کنترل آلودگی، عدم بازگشت سرمایه، محدود بودن منابع فرایند انتخاب را برای مدیران و تصمیم گیران پیچیده می کند. انتخاب مناسب‌ترین فناوری ها بادر نظر گرفتن شرایط فنی، اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، فنی و... از مسائل مهمی است که پیشروی مدیران و تصمیم سازان وجود دارد؛ بنابراین نیاز به یک روش مطمئن و با عدم قطعیت برای تصمیم سازی مدیران نیاز هست. رایج ترین روش ارزیابی اثرات سودمند سیاست های زیست محیطی، آنالیز سود – هزینه (Cost Benefit CBA-Analysis) است (۱۸-۱۲). روش آنالیز سود – هزینه اغلب به عنوان یک ابزار تصمیم گیری برای توسعه پروژه ها وهمچنین در ارزشیابی خط مشی ها و برآورد سود و هزینه ها استفاده می شود. استفاده از این روش به عنوان یک ابزار کارآمد برای برآورد هزینه ها ومنافع زیست محیطی می باشد. (۱۹). هدف از این اولویت بندی فناوری های نوین کنترل آلودگی هوا (گازها و بخارات) مبنی بر روش تحلیل هزینه - سود می‌باشد.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

روش بررسی

در تحقیق حاضر از ابزار آنالیز سود – هزینه ساده (Simple Benefit – Cost – Analysis Tool) (SCBAT) استفاده شده است (۲۲-۲۰). این روش در انتخاب گزینه های برتر و مطلوب با نگاه ملاحظات اقتصادی – اجرایی به تصمیم گیری مدیریت کمک می کند. مراحل انجام روش به شرح زیر می باشد:

۱. تهیه لیست اولیه ای از تجهیزات کنترلی نوین در تصفیه آلودگی هوا (گازها و بخارات)

۲. ارزیابی لیست اولیه جمع آوری شده توسط گروه خبرگان و تعیین تکنولوژی های کلیدی

۳. معیارهای سود هزینه و عناصر تشکیل دهنده هر کدام در ارتباط با هر گزینه در خصوص تکنولوژیهای کلیدی شناسایی و تعیین شد (جدول ۱).

۴. تخصیص امتیاز ۳-۱ به عناصر مربوط به معیارهای سود هزینه تکنولوژی های منتخب مورد نظر تحقیق با کمک متغیر های زبان شناختی انجام گردید (زیاد=۳، متوسط=۲، کم=۱ هزینه معادل تامین تجهیزات کنترلی).

۵. ارزش اقتصادی تجهیزات کنترلی نوین و متداول در زمینه پالایش هوا با کمک چک لیستهای مربوط و مبتنی بر متغیرهای زبان شناختی تعیین شد. سپس نسبت امتیاز سود به هزینه و تعیین رتبه تکنولوژی‌های کلیدی ناشی از برایند معیارهای سود – هزینه محاسبه گردید.

۶. محاسبات تعیین اولویت: چنانچه عدد محاسبه شده بزرگتر از یک باشد بعبارتی سود بیش تر از هزینه، تعیین اولویت بالا انجام می شود و اگر عدد محاسبه شده برابر یا معادل یک باشد: یعنی سود برابر هزینه، تعیین اولویت با احتیاط انجام می شود. در صورتیکه نسبت کمتر از ۱: سود کمتر از هزینه، یعنی این اقدام در حال تکمیل قرار می گیرد و زمینه سود هزینه در حال حاضر فایده ندارد و این گزینه در اولویت ها قرار نمی گیرد. تکنولوژی کنترل آلودگی هوا بر اساس رتبه‌های کسب شده در روش طبقه بندی و اولویت‌بندی شدند.

۷. اولویت ها ی مبتنی بر امتیازهای بزرگ تر، اولویت‌های برتر خواهند بود (۲۳ و ۲۴).

۸. دقت و اعتبار روش آنالیز هزینه سود به برآورد دقیق کارشناسان در هزینه و سودهای ناشی از یک پروژه بر میگردد. مطالعات نشان می دهد که این برآوردها معمولا همراه با خطا می باشند. جهت جبران این نقص به موارد ذیل مورد توجه قرار گرفته اند (۱۰):

۱. استفاده از عملکردهای گذشته

۲. محاسبات و برآورد های مبتنی بر عملکرد سیستم‌های مشابه در زمان حال

۳. استفاده مناسب و منطقی از عناصر برآورد هزینه سود در عملکرد

۴. پرهیز از تورش در بین مجریان پروژه‌ها.

مطابق روش لیستی از تجهیزات کنترلی نوین تصفیه آلاینده های هوا (گازها و بخارات) با رویکرد انتخاب و امکان سنجی اولویت بندی تکنولوژیهای نوین کنترل آلودگی مبتنی بر معیارهای نرخ کاهش ریسک HSE در عرصه های عملی و میدانی استفاده از این سامانه ها (۲۵) توسط افراد خبره و صاحب نظر تهیه شد. لیست اولیه توسط افراد خبره و صاحب نظر مورد ارزیابی قرار گرفت. گروه خبرگان در این تحقیق متشکل از یک گروه کارشناسی با تجربه بالا در زمینه بهداشت حرفه ای، بهداشت محیط، محیط زیست و ایمنی صنعتی بودند. مجموع گروه کارشناسی ۶ نفر از ۴ شرکت

جدول ۱– معیارهای هزینه – سود و عناصر تشکیل دهده هر گزینه در روش SCBAT

ردیف	معیار (جنبه) هزینه – سود	توضیحات بیشتر در مورد جزییات سود و هزینه معیارها
۱	مالی	سرمایه گذاری- تجهیزات مورد نیاز جهت ساخت و راه اندازی
۲	پرسنلی	آموزش – کارآموزی – دوره های داخلی ، خارجی- غیبت ناشی از کار
۳	سرویس و نگهداری	دوره کارکرد – سرویس – انرژی عملیات – هزینه نگهداری و خدمات
۴	محیطی – اجتماعی	انتشار مواد سمی – مدیریت پسماند- قانون مداری- راندمان تصفیه
۵	مشتری مداری	سرمایه گذاری – فروش محصولات جدید- نیاز با اطلاعات جدید
۶	تولید	توسعه ای – راندمان – تجهیزات جایگزین و هزینه ورودی
۷	مخاطرات HSE	ایمنی شاغلین- آتش سوزی – آسیب به شبکه تولید

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

ذیصلاح و معتبر در زمینه مشاوره، ساخت، طراحی، نصب، تعمیر و نگهداری و ارایه خدمات در زمینه آلودگی هوا بودند. لیست اولیه جمع آوری شده در اختیار گروه خبرگان قرار گرفت که از میان آنها چهار تکنولوژی در خصوص گازها شامل پلاسما، پلاسما – شیمیایی، احیاء کاتالیستی انتخابی و نانوفیلتر کربن انتخاب شدند. تکنولوژی‌های کلیدی سازی شده منتخب، در چک لیست نهایی برای تعیین معیارهای سود و هزینه‌ها، امتیازدهی و جمع آوری اطلاعات در اختیار گروه خبرگان قرار گرفت. سپس معیارها ی سود هزینه و عناصر تشکیل دهنده هر کدام در ارتباط با هر گزینه از طرف افراد صاحب نظر، خبره و با تجربه و متخصص شرکت های طراح و سازنده در خصوص تکنولوژیهای تصفیه هوا تخصیص امتیاز و سپس نسبت سود به هزینه مطابق روش ارایه شده محاسبه و رتبه بندی انجام گرفت.

یافته‌ها

نتایج به دست آمده به منظور رتبه بندی تکنولوژیهای نوین تصفیه آلاینده‌های هوا پس از تجزیه و تحلیل مقدماتی در جداول ۵-۲ آمده است. نتایج معیارهای هزینه – سود به تفکیک به همراه عناصر تشکیل دهنده

جدول ۲- نتایج ارزشیابی عناصر تشکیل دهنده و معیارهای هزینه – سود برای تکنولوژی پلاسمای سرد

معیار هزینه/ سود	عناصر سود و هزینه در معیارها	نمونه های از عناصر سود	متوسط رتبه سود	نمونه‌های از عناصر هزینه	متوسط رتبه هزینه
مالی	سرمایه گذاری- تجهیزات مورد نیاز جهت ساخت و راه اندازی	✓ دسترسی به مواد اولیه جهت طراحی راکتور پلاسما ✓ ارزان بودن مواد لازم برای ساخت DBD (Dielectric barrier discharge) ✓ کوچک بودن ابعاد و دیمانسیون راکتور در مقایسه با سایر دستگاههای تصفیه	۲/۶۶	✓ منبع تغذیه و مولد پالس ✓ کاتد تنگستن ✓ ضرورت نصب شبکه ارت	۲
پرسنلی	آموزش – کارآموزی – دوره‌های داخلی ، خارجی- غیبت ناشی از کار	✓ عدم ضرورت مراقبت دایم از راکتور ✓ تامین انرژی اتوماتیک و غیر دستی	۲	✓ دوره فشرده کار با اجزاء سیستم تصفیه	۱/۳۳
سرویس و نگهداری	دوره کارکرد – سرویس – انرژی عملیات – هزینه نگهداری و خدمات	✓ پایین بودن هزینه اجزاء راکتور ✓ مصرف انرژی بسیار کم	۲	✓ سرویس و نگهداری نیاز به مهارت بالا ✓ دوره کارکرد سیم تنگستن کوتاه است	۱/۳۳
محیطی – اجتماعی	انتشار مواد سمی – مدیریت پسماند- قانون مداری- راندمان تصفیه	✓ کلیه مولکولها فعال را نسبتا تصفیه و تبدیل می کند ✓ به دلیل تبدیل آلاینده ها پسماند و غیره ندارد ✓ راندمان تصفیه عمدتا بالا است	۲/۶۶	✓ امکان تولید محصولات جنبی و ناخواسته ✓ امکان تولید آلاینده های سمی مانند CO,NO	۱/۶۶
مشتری مداری	سرمایه گذاری – فروش محصولات جدید- نیاز با اطلاعات جدید	✓ امکان تولید هیدروکربن های سبک مانند متان و اتان از گازهای خروجی راکتور پلاسما	۱/۶۶	✓ نیاز به گازهای احیاء کننده ✓ نیاز به بخارآب	۱/۶۶
تولید	توسعه ای – راندمان – تجهیزات جایگزین و هزینه ورودی	✓ راندمان موثر و انتخابی است ✓ تجهیزات جانبی عمدتا در داخل تهیه می شود ✓ مصرف برق بسیار کم	۲	نیاز به آمپراژ بسیارکم نیاز به جریان AC ولتاژ بالا(5-50 KV)	۲/۳۳
مخاطرات HSE	ایمنی شاغلین- آتش سوزی – آسیب به شبکه تولید	✓ ایمن بودن راکتور به دلیل آمپراژ بسیار کم (ملاحظات ایمنی برای راکتور پلاسما الزامی است) ✓ مصرف برق بسیار کم	۲/۶۶	✓ امکان آتش سوزی به دلیل تولید جرقه ✓ احتمال برق گرفتگی (عدم اتصال ارت) ✓ خورده شدن و مستهلک شدن کاتد و نقص در عملکرد سیم حفاظتی راکتور ✓ اثرات امواج الکترومگنتیک روی افراد در معرض در صورت استفاده از مولد پالس	۲/۶۶
	میانگین حسابی و انحراف معیار رتبه سود/هزینه		X=۲/۲۳ SD=۰/۴	میانگین حسابی و انحراف معیار رتبه هزینه	X=۱/۸۵ SD=۰/۵

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

جدول ۳- نتایج ارزشیابی عناصر تشکیل دهنده و معیارهای هزینه – سود برای تکنولوژی پلاسما- شیمی

معیار هزینه/ سود	عناصر سود و هزینه در معیارها	نمونه های از عناصر سود	متوسط رتبه سود	نمونه‌های از عناصر هزینه	متوسط رتبه هزینه
مالی	سرمایه گذاری- تجهیزات مورد نیاز جهت ساخت و راه اندازی	✓ دسترسی به مواد اولیه کاتد- آند و بدنه کوارتز پلاسمای DBD ✓ در دسترس بودن پایه های سرامیکی ✓ کوچک بودن ابعاد دیمانسیون راکتور (نیاز به فضای کم)	۱/۶۶	✓ منبع تغذیه AC DH DC ✓ مولد پالس ✓ سیستم ارت ✓ پر هزینه بودن کاتالیست های غیر انتخابی	۲/۶۶
پرسنلی	آموزش – کارآموزی – دوره‌های داخلی ، خارجی- غیبت ناشی از کار	✓ آموزش کوتاه مدت ✓ نیاز به معلومات در سطح بالا نیست	۲/۳۳	✓ آموزش تست های عملکردی به طور سالیانه	۱/۶۶
سرویس و نگهداری	دوره کارکرد – سرویس – انرژی عملیات – هزینه نگهداری و خدمات	✓ پایین بودن قیمت کاتالیست های با پایه زیر کونیم و سریم ✓ مصرف انرژی بسیار کم	۲/۳۳	✓ نیاز به کاتالیست های پایه	۱/۳۳
محیطی – اجتماعی	انتشار مواد سمی – مدیریت پسماند- قانون مداری- راندمان تصفیه	✓ امکان تولید گازهای سمی بسیار ناچیز ✓ به دلیل تبدیل آلاینده ها پسماند و غیره ندارد ✓ راندمان تصفیه بالا	۱/۳۳	✓ بازیافت کاتالیست های مصرف شده پس از ۵ سال ✓ کاتالیست های غیر انتخابی ✓ تولید By product	۱/۳۳
مشتری مداری	سرمایه گذاری – فروش محصولات جدید- نیاز با اطلاعات جدید	✓ اطلاعات این تکنولوژی بومی شده است ✓ امکان ارتقاء این تکنولوژی به منظور تصفیه و حذف آلاینده های سمی و خطرناک‌تر	۳	✓ نیاز به گازهای احیاء کننده ✓ امکان تولید گازهای سوختی GTL (Gas to Liquide)	۱/۶۶
تولید	توسعه‌ای – راندمان – تجهیزات جایگزین و هزینه ورودی	✓ دسترسی به نانو کاتالیست های داخلی مانند زئولیت ✓ دسترسی به آند و کاتد راکتور پلاسما در مقیاس صنعتی ✓ مصرف برق بسیار کم	۱/۶۶	✓ امکان مسمومیت به وسیله SO_2 در این خانواده از کاتالیست ها ✓ پلاتین و رادیوم جزء کاتالیست های کمیاب	۱/۳۳
مخاطرات HSE	ایمنی شاغلین- آتش سوزی – آسیب به شبکه تولید	✓ ایمن بودن راکتور به دلیل آمپراژ بسیار کم ✓ امکان تولید جنبی آلاینده های سمی خیلی کم است ✓ عدم تولید سرو صدا و ارتعاش در راکتور	۲/۳۳	✓ امکان آتش سوزی به دلیل تولید آرک (جرقه) ✓ خطر برق گرفتگی در صورت عدم اتصال به ارت ✓ امکان تولید فرکانس های بالا	۲/۳۳
		میانگین حسابی و انحراف معیار رتبه سود/هزینه	X=۲/۲۳ SD=۰/۴۶	میانگین حسابی و انحراف معیار رتبه هزینه	X=۲/۲۳ SD=۰/۵۳

هر کدام برای تکنولوژی پلاسمای سرد، پلاسمای شیمی، احیاء کاتالیستی انتخابی و نانو فیلتر کربن در قالب جدول ارزشیابی به ترتیب در جداول ۵-۲ آمده است.

لازم به ذکر است شاخص های مرکزی و پراکندگی حسابی داده های به دست آمده در مورد هر تکنولوژی جهت بررسی بیشتر ارایه شده است. ضریب تغییرات و نوسانات معیارها ی تحقیق در انتخاب تکنولوژی بر مبنای ملاحظات اقتصادی است. با تعیین میانگین و انحراف معیار نسبت شاخص سود – هزینه می‌توان بهترین گزینه را انتخاب نمود (جدول ۶).

بحث

پلاسمای سرد: داده‌های مربوط به تکنولوژی پلاسمای سرد نشان می‌دهد که نسبت امتیاز سود به هزینه در قسمت مالی، تولید و مخاطرات HSE بیشتر است (جدول ۲). تکنولوژی پلاسمای سرد به دلیل دسترسی به مواد اولیه جهت طراحی راکتور پلاسما، مواد اولیه ارزان به منظور ساخت و همچنین فضای کم برای راه اندازی، مصرف انرژی کم و نداشتن اثرات زیست محیطی (پسماند و فاضلاب) از جمله سودهای این تکنولوژی هستند. از مزایای دیگر این تکنولوژی راندمان موثر و انتخابی، هزینه تعمیر و نگهداری پایین است. تحقیقات یاراحمدی و همکاران در

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

جدول ٤- نتایج ارزشیابی عناصر تشکیل دهنده و معیارهای هزینه – سود برای تکنولوژی احیاء کاتالیستی انتخابی

معیار هزینه/ سود	عناصر سود و هزینه در معیارها	نمونه‌های از عناصر سود	متوسط رتبه سود	نمونه‌های از عناصر هزینه	متوسط رتبه هزینه
مالی	سرمایه گذاری- تجهیزات مورد نیاز جهت ساخت و راه اندازی	✓ دسترسی به کاتالیست‌های Zr, Cr ✓ ارزان بودن سیستم های نگهدارنده مونولیت یا کاتالیست	۲/۶۶	✓ نیاز به گاز احیاء کننده ✓ نیاز به بخار آب ✓ مهارت در پوشش دهی مواد نانو	۱/۶۶
پرسنلی	آموزش – کارآموزی – دوره‌های داخلی ، خارجی- غیبت ناشی از کار	✓ دوره آموزشی کوتاه مدت ✓ هزینه تست دوره ای	۱/۳۳	✓ نیاز به آموزش های علمی و تخصصی ✓ هزینه تست دوره ای	۱/۳۳
سرویس و نگهداری	دوره کارکرد – سرویس – انرژی عملیات – هزینه نگهداری و خدمات	✓ به دلیل عملکرد انتخابی امکان مسمومیت کم است . ✓ مصرف انرژی بسیار کم ✓ هزینه نگهداری بسیار کمتر از پلاسما شیمی	۲/۳۳	✓ تعویض پایه کاتالیست ها هر ۵ سال یکبار ✓ سرویس کار حرفه ای نیاز دارد	۱/۳۳
محیطی – اجتماعی	انتشار مواد سمی – مدیریت پسماند- قانون مداری- راندمان تصفیه	✓ پسماند ندارد ✓ در صورتیکه گازهای ورودی خالص (SO_x,NO_x) باشند راندمان تصفیه بسیار بالا است	۲/۳۳	✓ انتشار مواد سمی ✓ در صورتیکه ترکیب گاز ورودی پیچیده باشد راندمان پایین می آید	۱,۳۳
مشتری مداری	سرمایه گذاری – فروش محصولات جدید- نیاز با اطلاعات جدید	✓ انتخابی با هرآلاینده ای می توان به تبدیل ماده جدید رسید ✓ امکان تولید مواد جدید از آلاینده ها به طور انتخابی هست (مثلا ورودی So_x و تولیدی متان)	۲/۳۳	✓ ممکن است گازهای جدید و ناشناخته ای از راکتور انتشار پیدا کند	۲
تولید	توسعه ای – راندمان – تجهیزات جایگزین و هزینه ورودی	✓ راندمان ه بسیار بالا ✓ تولید گازهای سمی خیلی کم ✓ حجم و فضای مورد نیاز راکتور کوچک	۲/۳۳	✓ امکان مسمومیت کاتالیست توسط بخار آب یا So_2 ✓ امکان انسداد منافذ میکروپوروز توسط ذرات	۲
مخاطرات HSE	ایمنی شاغلین- آتش سوزی – آسیب به شبکه تولید	✓ مخاطرات انسانی ندارد ✓ مخاطرات الکتریکی و مکانیکی ندارد ✓ بدلیل تثبیت نانو ذرات روی بستر در مقادیر کم، احتمال آتش سوزی نیست	۲	✓ پسماند ناشی از تعویض در هر دوره ۵ ساله برای محیط زیست مخاطره محسوب می‌شود	۱/۳۳
میانگین حسابی و انحراف معیار رتبه سود/هزینه			X=۲/۱۹ SD=۰/۴۲	میانگین حسابی و انحراف معیار رتبه هزینه	X=۱/۵۷ SD=۰/۳۲

راستای نتایج و یافته های تحقیق حاضر موید کارآمدی ناشی از استفاده این تکنیک در کنترل منابع انتشار گازهای شیمیایی است (۴). پیچیدگی در طراحی این تکنولوژی، امکان پذیری تغییرات در طراحی اولیه. هزینه‌های تعمیرات و نگهداری، نیاز به مولد پالس، ضرورت نصب سیستم ارت، امکان برق گرفتگی در صورت عدم رعایت نکات ایمنی، نیاز به مهارت بالا برای سرویس و نگهداری از هزینه های قابل توجه استفاده از این تکنولوژی می باشد. سودهای مالی و محیطی – اجتماعی و همچنین هزینه مربوط به خطرات در این تکنولوژی قابل توجه است از طرفی هزینه مربوط به HSE در این تکنولوژی بالا است.

پلاسمای شیمیایی: در تکنولوژی پلاسمای شیمیایی نسبت امتیاز سود به هزینه در قسمت مشتری مداری، پرسنلی و تعمیر و نگهداری بیشتر است (جدول ۳). ملاحظه می‌شود که سودهای ناشی از توسعه این فناوری نوین در قسمت مشتری مداری که منجر به حذف و تصفیه آلاینده های خطرناک تری می شود و همچنین بومی شدن اطلاعات این تکنولوژی بالاترین سود را به خود اختصاص داده است. آموزش کوتاه مدت، مصرف انرژی بسیار کم، قیمت پایین کاتالیست و راندمان بالا (۲۶) از مزیت های کاربرد این تکنولوژی است. نیاز به مولد پالس، سیستم ارت، منبع تغذیه و کاتالیست های غیر انتخابی در این تکنولوژی هزینه بر هستند. نتایج تحقیقات عابدی و همکاران با موضوع تصفیه فرایند همزمان گازهای آلاینده در فرایند تلفیقی پلاسما- شیمی موید نتایج تحقیق حاضر می باشد (۵).

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

جدول ۵- نتایج ارزشیابی عناصر تشکیل دهنده و معیارهای هزینه – سود برای تکنولوژی نانو فیلتر کربن

معیار هزینه/ سود	عناصر سود و هزینه در معیارها	نمونه های از عناصر سود	متوسط رتبه سود	نمونه های از عناصر هزینه	متوسط رتبه هزینه
مالی	سرمایه گذاری- تجهیزات مورد نیاز جهت ساخت و راه اندازی	✓ دسترسی به مواد اولیه مورد نیاز جهت راه اندازی (نانو ذرات ، کاتالیست C.M.S (Carbom Molucolar Sive)، اکسید روی ، نقره و...)	۲/۶۶	✓ بستر کربن فعال ✓ نانو ذرات اصلاح کننده ✓ مونتاژ و امکان تغییرات در طراحی اولیه	۲/۳۳
پرسنلی	آموزش – کارآموزی – دوره‌های داخلی ، خارجی- غیبت ناشی از کار	✓ ضرورت آموزش یا کارکرد سیستم	۱/۶۶	✓ آموزش تکنسین جهت تغییرات فنی در ساختار ✓ آموزش طراحی و تست	۲/۳۳
سرویس و نگهداری	دوره کارکرد – سرویس – انرژی عملیات – هزینه نگهداری و خدمات	✓ حفظ و ارتقاء فاکتور کیفیت فیلتر پس از هر دوره نگهداری ✓ مصرف انرژی بسیار کم	۲	✓ نیاز به نگهداری جهت بالابردن عملکرد یا راندمان ✓ تعویض دوره ای فیلترها ✓ امکان انسداد مجاری به وسیله ذرات آلاینده مزاحم و در نتیجه کاهش فاکتور کیفیت	۱/۶۶
محیطی – اجتماعی	انتشار مواد سمی – مدیریت پسماند- قانون مداری- راندمان تصفیه	✓ راندمان تصفیه برای VOCs بالا ✓ حذف همزمان چند آلاینده گازی شکل	۲/۳۳	✓ مسمومیت با ذرات Soot و کربن بلاک ✓ پسماند و ضایعات دارد	۱/۶۶
مشتری مداری	سرمایه گذاری – فروش محصولات جدید- نیاز با اطلاعات جدید	✓ اطلاعات این تکنولوژی بومی شده است	۲/۳۳	✓ پایه نگهدارنده ✓ کربن فعال باعث افت فشار و در نتیجه افت در عملکرد سیستم می شود	۲/۳۳
تولید	توسعه ای – راندمان – تجهیزات جایگزین و هزینه ورودی	✓ راندمان تصفیه برای VOCs و هیدرو کربن های سبک بالا ✓ حجم و فضای مورد نیاز راکتور کوچک ✓ مواد اولیه جهت ساخت و جایگزینی موجود است	۲/۳۳	✓ امکان مسمومیت با برخی کاتالیست های توسط بخار آب یا So_2	۱,۳۳
مخاطرات HSE	ایمنی شاغلین- آتش سوزی – آسیب به شبکه تولید	✓ ذرات کربن فعال مخاطرات ایمنی ، بهداشتی ندارد	۲/۳۳	✓ به دلیل فرار بعضی از گازها در اثر پدیده شکست امکان آلودگی محیط زیست هست	۱/۳۳
	میانگین حسابی و انحراف معیار رتبه سود/هزینه		X=۲/۲۴ SD=۰/۴۶	میانگین حسابی و انحراف معیار رتبه هزینه	X=۱/۸۵ SD=۰/۴۷

هزینه های مربوط به معیار های نگهداری و زیست محیطی قابل توجه نمی باشد. هزینه های مربوط به خطرات احتمالی ناشی از عدم اتصال به شبکه ارت، تولید جرقه، آتش سوزی و... در این تکنولوژی نسبتا بالا می باشند.

احیا کاتالیستی انتخابی: برای احیا کاتالیستی انتخابی سودهای ناشی از استفاده از فناوری احیا کاتالیستی انتخابی در معیار های مالی بیشتر از سایر معیارها و در معیارهای سرویس و نگهداری، محیطی- اجتماعی، مشتری مداری و تولید تقریبا مشابه می باشند. در معیار مالی ارزان بودن سیستم های نگهدارنده و دسترسی به کاتالیست های مورد نیاز باعث بالابودن میزان سود در این معیار شده است. عملکرد انتخابی، مصرف انرژی کم، هزینه نگهداری بسیار کمتر از پلاسما شیمی، نداشتن پسماند، راندمان تصفیه بسیار بالا برای گازهای (SO_X,NO_X)، حجم و فضای بسیار کم برای راکتور از جمله مواردی است که اعث بالابودن نسبت سود در این تکنولوژی شده است. هزینه های تکنولوژی که این تکنولوژی هزینه در خصوص خطرات مکانیکی، الکتریکی و آتش سوزی ندارد. هزینه مربوط به پیامدهای اجتماعی و زیست محیطی آن به دلیل پسماند ناشی از تعویض های دوره ای (هر ۵ سال

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

جدول ٦- شاخص‌های مرکزی، پراکندگی و ضریب تغییرات مربوط به متوسط شاخص سود – هزینه تکنولوژیهای تصفیه گازها و بخارات

تکنولوژی های کنترلی	میانگین رتبه سود	میانگین رتبه هزینه	ضریب تغییرات سود	ضریب تغییرات هزینه	نسبت سود هزینه	رتبه
پلاسمای سرد	۲/۲۳±۰/۴	۱/۸۵ ±۰/۵	٪۱۷	٪۲۷	۱/۲۱	۳
پلاسما شیمی	۲/۲۳±۰/۴۶	۱/۷۶ ± ۰/۵۳	٪۲۰	٪۳۰	۱/۲۶	۲
احیاء کاتالیستی انتخابی	۲/۱۹±۰/۴۲	۱/۵۷± ۰/۳۲	٪۱۹	٪۲۰	۱/۳۹	۱
نانو فیلتر کربن	۲/۲۴±۰/۴۶	۱/۲۱±۰/۴۷	٪۲۰	٪۳۸	۱/۲۱	۳

یکبار) کم می باشد. نتایج جدول نشان دهنده سودهای به دست آمده در اکثر معیارها بیشتر از هزینه و خسارت های انجام شده می باشد.

فیلتر نانو کربن: همانطور که در جدول ۵ مشاهده شد در خصوص فیلتر نانو کربن نسبت هزینه به سود در معیارهای مورد نظر تحقیق بیشتر است. سودهای ناشی از دسترسی به تجهیزات و مواد اولیه در این تحقیق جهت راه اندازی قابل توجه است. مصرف انرژی کم، راندمان بالا، حذف همزمان چند آلاینده گازی و بومی شدن اطلاعات از مزایا و سود های این تکنولوژی می باشد. افت عملکرد، امکان مسمومیت بستر، آلودگی های زیست محیطی، امکان انسداد مجاری و تعویض های دوره ای، اموزش تکنسین جهت طراحی، تست، تغییرات فنی و همچنین در طراحی اولیه باعث بالا رفتن هزینه در این تکنولوژی می باشد.

نتیجه‌گیری

روش تحلیل هزینه سود ابزاری سودمند برای ارزیابی اثرات سودمند سیاست‌های زیست محیطی است. سود و هزینه‌ی شاخص های فنی و مهندسی سیستم‌های کنترل آلودگی ضرورت اقدام سیاستهای کاهش پیامدهای بهداشتی و زیست محیطی و افزایش منافع اقتصادی را نشان می‌دهد. نتایج مقایسه سود هزینه تکنولوژیهای تصفیه گازها و بخارات در تحقیق حاضر بیانگر ارجحیت تکنولوژی احیاء کاتالیستی انتخابی می باشد. پایین بودن هزینه های راه اندازی، نگهداری، آموزشی و زیست محیطی در فرایند احیاء کاتالیستی انتخابی باعث کسب اولویت اول شده است (ضریب تغییرات زیر ۲۰٪). بالا بودن ضریب تغییرات معیار سود – هزینه در تکنولوژی نانو فیلتر کربن بیان کننده استفاده کم و عدم آشنایی با عناصر تشکیل دهنده سود هزینه این تکنولوژیها توسط شرکت‌های طراح و سازنده است. به نظر می رسد تکنولوژیِ پلاسمای سرد با وجود اینکه در مرحله مطالعات و تحقیقات آزمایشگاهی است ولی در عرصه‌های صنعتی و تولیدی در دهه آینده جایگزین خوبی در تصفیه گازها و بخارات شیمیایی به شمار می‌رود.

References

1. Karimzadegan, Hassan, 2002, Publication Samt. [Persian]
2. Nassiri P, Yarahmadi R, Gholami PS, Hamidi A, Mirkazemi R. Health, safety, and environmental management system operation in contracting companies: a case study. Arch Environ Occup Health. 2016 May 3;71(3):178-85.
3. Robert J, Erson JR. An Empirical Analysis of Economic Strategies for Controlling Air Pollution, J Environ Ecnom Manag. 1983;10:112- 124.
4. Yarahmadi R, Mortazavi SB, Omidkhah MR, Asilyan H, Moridi P. Examination of the optimized conditions for the conversion of NOX pollution in DBD plasma reactor. Iran J Chem Chem Engin. 2010 Mar 1;29(1):133-40.
5. Abedi K, Ghorbani-Shahna F, Jaleh B, Bahrami A, Yarahmadi R. Enhanced performance of non-thermal plasma coupled with TiO_2/GAC for decomposition of chlorinated organic compounds: influence of a hydrogen-rich substance. J Environ Health Science Engin. 2014 Dec;12(1):119.
6. Moridi P, Atabi F, Nouri J, Yarahmadi R. Selection of optimized air pollutant filtration technologies for petrochemical industries through multiple-attribute decision-making. J. Environ Manage. 2017;197:456-463.
7. Yarahmadi R, Sadoughi Sh. Evaluating and prioritizing of performance indices of environment using fuzzy TOPSIS. Indian J Sci Technol. 2009;5:2713-2719.
8. Murty MN, Kumar Dahavala K, Ghosh M, Rashmi S. Social Cost Benefit Analysis of Delhi Metro, Institute of Economic Growth Delhi university Enclave, Delhi-110007. 2006.
9. Wayne B Ronald G, Sh J. Optimal' pollution abatement—whose benefits matter, and how much?. J Environ Econ Manag. 2004;47(3):510-534.
10. Cellini SR, Kee J. Cost-Effectiveness and Cost-Benefit Analysis. 2006. Chapter 21. Available from: http://www.finance.gov.au/obpr/docs/

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

9. [Persian]

Decision-Rules.pdf.

11. Vlachokostas Ch, Achillas Ch, Moussiopoulon N, Banias G. Multicriteria Methodological Approach to Manage Urban Air Pollution. Atmospher Environ. 2011;41:4160-4169.

12. Quah, E. Cost-benefit analysis. – Routledge, London. 2007.

13. Nas Tevfik F. Cost-benefit analysis: Theory and application. Lexington Books, 2016.

14. Boardman AE. Cost-benefit analysis: concepts and practice. Cambridge University Press, 2017.

15. Boardman AE, Greenberg DH, Vining AR, Weimer DL. Cost-benefit analysis: concepts and practice. Cambridge University Press. 2017.

16. Bollen J, Van Der Zwaan B, Brink C. Local air pollution and global climate change: A combined cost-benefit analysis. Resource Energy Econ. 2009;31(3):161-181.

17. Carter T, Keeler A. Life-cycle cost–benefit analysis of extensive vegetated roof systems. J Environ Manag. 2008;87(3):350-363.

18. Karimzadegan H. Master Plan of Health for Damage Assessment of Air Pollution in Tehran city, University of Medical Sciences, Faculty of Health, 2003.

19. Voorhees AS, Sakai R, Araki Sh, Sato H, Otsu A. Cost- Benefit Analysis Methods for Assessing Air Pollution Control Program in Urban Environments. Environ Health Prev Med. 2001;6:63-73.

20. Cellini SR, Kee JE. Cost-effectiveness and cost-benefit analysis. Handbook of practical program evaluation. 2010;3.

21. Treasury Q. Cost-Benefit Analysis Guidelines Achieving Value for Money In Public Infrastructure and Service Delivery. Project Assurance Framework Supplementary Guidance Material, Brisbane, Australia Version 3, 2006.

22. Svensson LE. A Simple Cost-Benefit Analysis of Using Monetary Policy for Financial Stability Purposes. Progress and Confusion: The State of Macroeconomic Policy. 2016 Apr 22:107.

23. Campbell HR, Brown RPC. Benefit-Cost Analysis: Financial and Economic Appraisal using Spreadsheets. - Cambridge University Press, UK. 2010.

24. Queensland Government Department of infrastructure and planinig. (2009). Project Assurance Framework Cost Benefit Analysis.

25. Yarahmadi R, Moridi P, Roumiani Y., Health, safety and environmental risk management in laboratory fields. Med J Islam Repub Iran. 2016;30:343.

26. Moridi P, Atabi F, Nouri J. Weighting and Prioritizing of Air Pollutant Filtration Technologies for Controlling NH3, PM and VOCs by Fuzzy TOPSIS Method . Iran Occup Health. 2015;12 (5):1-

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]