dx.doi.org/10.22093/wwj.2022.319436.3209

Case Study

Journal of Water and Wastewater, Vol. 33, No. 4, pp: 115-132

Economic and Environmental Assessment of Drinking Water Production with the Desalination Approach of Desert Waters Near Playa (Case Study: Bajestan - Central Iran)

F. Mohammadzadeh[1], M. R. Ekhtesasi[2], S. Z. Hosseini[3], H. Hashemi[4], M. Allaee[5]

1. PhD. Candidate in Watershed Management Science, Dept. of Watershed Science & Engineering, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran
2. Prof., Dept. of Watershed Science & Engineering, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran
(Corresponding Author) mr_ekhtesasi@yazd.ac.ir
3. Assist. Prof., Dept. of Watershed Science & Engineering, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran
4. Assoc. Prof., Dept. of Water Resources Engineering & Center for Advanced Middle Eastern Studies, Lund University, Lund, Sweden
5. Master of Earth Sciences, Managing Director & Chief of the Board of Khorasan Razavi Water Authority, Mashhad, Iran

(Received Dec. 12, 2021 Accepted July 11, 2022)

To cite this article:
Mohammadzadeh, F., Ekhtesasi, M. R., Hosseini, S. Z., Hashemi. H. Allaee, M. 2022. "Economic and environmental assessment of drinking water production with the desalination approach of desert waters near Playa (case study: Bajestan - Central Iran)" Journal of Water and Wastewater, 33(4), 115-132. Doi:10.22093/wwj.2022.319436.3209. (In Persian)

Abstract

One of the major challenges in arid regions such as Iran is the supply of water with appropriate quantity and quality. Drought, disputes over water resources, and providing good quality and quantity water for drinking, agriculture, and industrial sector, have forced governments to use desalination technology or transfer water among watersheds, Water desalination is one of the solutions to providing drinking water in Central Iran and coastal areas. Bajestan plain is no exception and has been using this method for about 16 years to provide drinking water and health for residents. Investors have recently been encouraged to build mineral water plants in arid areas; While the socio-economic and its environmental consequences are not yet clear. The results of this study showed that to supply fresh water from desert saline water with EC about 7500 (µs/cm) and reverse osmosis method with a production volume of 1000 (m^3/yr), the price per liter of water is equivalent to 45.067 IRR. In this process, around 500 m^3 of saline water and more than 6 tons of salt will be produced, too. This amount of salt will increase the salinity of the lands around the pistachio fields and orchards by 2 to 3 times and decrease the yields by more than 60%. Results showed if the bottles are not recovered, more than 18 tons of polyethylene will be produced. The economic evaluation shows that the value of the Net Present Value Index is negative and Internal Rate of Return is not acceptable, and the B/C is 0.46, which indicates that it is not economical to implement. Implementation of this plan in other arid regions with these conditions will have similar results.

Keywords: Drinkable Water, Saline Water Desalination, Economic Assessment, Environmental Effects.

dx.doi.org/10.22093/wwj.2022.319436.3209

مجله آب و فاضلاب، دوره ۳۳، شماره ۴، صفحه: ۱۳۲-۱۱۵

ارزیابی اقتصادی و محیط‌زیستی تولید آب آشامیدنی با رویکرد شیرین‌سازی آبهای کویری حاشیه پلایا (مطالعه موردی: بجستان- ایران مرکزی)

فاطمه محمدزاده[۱]، محمدرضا اختصاصی[۲]، سید زین‌العابدین حسینی[۳]، حسین هاشمی[۴]، محمد علایی[۵]

۱- دانشجوی دکترا، گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۲- استاد، گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
(نویسنده مسئول) mr_ekhtesasi@yazd.ac.ir
۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۴- دانشیار، گروه مهندسی منابع آب و مرکز مطالعات پیشرفته خاورمیانه، دانشگاه لوند، لوند، سوئد
۵- کارشناس ارشد علوم زمین، مدیر عامل شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، مشهد، ایران

(دریافت ۱۴۰۰/۹/۲۱ پذیرش ۱۴۰۱/۴/۲۰)

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام بفرمایید:
محمدزاده، ف.، اختصاصی، م. ر.، حسینی، س. ز.، هاشمی، ح.، علایی، م.، ۱۴۰۱، "ارزیابی اقتصادی و محیط‌زیستی تولید آب آشامیدنی با رویکرد شیرین‌سازی آبهای کویری حاشیه پلایا (مطالعه موردی: بجستان- ایران مرکزی)" مجله آب و فاضلاب، ۳۳(۴)،۱۳۲-۱۱۵.
Doi:10.22093/wwj.2022.319436.3209

چکیده

تأمین آب آشامیدنی مناسب از نظر کمّی و کیفی در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشورمان با چالش جدی روبه‌رو است. در سال‌های اخیر، به‌علت بروز خشک‌سالی و نیز تعارضات اجتماعی به‌دلیل کمبود منابع آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب، حمکرانان آب را به انتقال آب برون حوزه‌ای و یا شیرین‌سازی آبهای شور سوق داده است. در نواحی خشک ایران مرکزی و مجاور پلایاها، استفاده از پساب‌های شور و شیرین‌سازی آن به یکی از راهکارهای تولید آب قابل‌شرب در این مناطق منجر شده است. دشت بجستان نیز در این راستا، استثنا نیست و در حدود ۱۶ سال است که از این روش برای تأمین آب شرب و بهداشت ساکنین استفاده می‌شود. اخیراً، سرمایه‌گذاران به احداث کارخانه‌های آب معدنی در مناطق خشک تشویق شده‌اند، در حالی که پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی آن هنوز مشخص نیست. نتایج حاصل از این پژوهش، نشان داد که برای تأمین آب شیرین از آب شور کویری با شوری در حدود ۷۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر به روش اسمزمعکوس با حجم تولیدی حداقل ۱۰۰۰ مترمکعب در سال، هزینه تمام شده برای هر لیتر آب در سال ۱۳۹۸ معادل ۴۵/۰۶۷ ریال بوده است. همچنین، حدود ۵۰۰ مترمکعب شورابه و بیش از ۶ تن نمک تولید و به محیط پیرامون اضافه شد. این مقدار نمک، شوری اراضی اطراف، خاصه مزارع و باغ‌های پسته را در حدود ۲ تا ۳ برابر افزایش داد و افت بیش از ۶۰ درصدی محصولات را به‌دنبال داشت. همچنین، در صورت عدم بازیابی بطری‌ها، بیش از ۱۸ تن پلی‌اتیلن تولید خواهد شد. ارزیابی اقتصادی حاصل از این طرح نیز نشان داد که شاخص ارزش خالص فعلی منفی، مقدار نرخ بازده داخلی صفر و نسبت فایده به هزینه نیز ۰/۴۶ بود که نشان‌دهنده اقتصادی نبودن اجرای این طرح و نیز موارد مشابه در مناطق خشک و حاشیه کویری بود.

واژه‌های کلیدی: آب قابل‌شرب، شیرین‌سازی، ارزیابی اقتصادی، اثرات محیط‌زیستی

۱- مقدمه

تغییرات آب و هوایی بر کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی تأثیر می‌گذارد و مهم‌ترین اثر آن بر کیفیت آب آشامیدنی است. بنابراین، نتیجه اصلی این تغییرات، منجر به افزایش مخاطرات مرتبط با سلامتی افراد می‌شود و ضرورت پایش و تصفیه آب آشامیدنی، ایجاد استراتژی برای کاهش هدررفت آبهای زیرزمینی و نشت از شبکه‌های توزیع آب را بیش از پیش نمایان می‌کند (Brindha and Elango, 2015). این تغییرات اقلیمی تأثیرات پیچیده‌ای بر منابع آب به‌ویژه آبهای زیرزمینی دارند که ممکن است در محل تغذیه یا برداشت منابع آب زیرزمینی رخ دهد (Vaccaro, 1992).

داده‌های منتشر شده توسط مراکز بیماری‌های ایالات متحده نشان می‌دهد که تقریباً نیمی از شیوع بیماری‌های انتقال یافته از طریق آب، از منابع آب زیرزمینی است (Lee and Kim, 2020)، چون که سرعت آب زیرزمینی بسیار کم بوده و امکان آلودگی آن زیاد است (Fuhrer, 1999).

در سال‌های اخیر که منابع آب زیرزمینی رو به کاهش است، دولت‌ها به شیرین‌سازی آب و تصفیه پساب‌ها (منابع آب نامتعارف) روی آورده‌اند و این امر موجب افزایش ظرفیت نمک‌زدایی، در دهه‌های اخیر شده است. اخیراً بازیافت پساب‌ها با هدف به حداقل رساندن هزینه‌های اقتصادی، مورد توجه قرار گرفته است که می‌تواند پساب‌های مناطق مسکونی را بازیابی کند و هزینه‌های محیط‌زیستی را کاهش دهد (Kang and Lansey, 2012). همچنین کاهش قابل‌توجه هزینه‌های نمک‌زدایی، به‌ویژه در روش اسمز معکوس[1]، به‌عنوان یک نتیجه از پیشرفت‌های قابل‌توجه در فناوری نمک‌زدایی در بخش تأمین آب شرب و بهداشتی محسوب می‌شود (Ghaffour et al., 2013).

امروزه روش‌های نوین شیرین‌سازی آب با استفاده از مواد شیمیایی، اشعه ماورای‌بنفش و ازون به‌کمک تصفیه آب ایجاد شده، اما به‌دلیل پیچیدگی و گران‌قیمت بودن، چندان استفاده نشده است (Riccardini and ISTAT, 2014).

در ناحیه پرفشار جنب حاره‌ای، تقاضای زیادی برای تأمین آب وجود دارد و در بین مصارف مختلف، مصارف کشاورزی، تفریحی و صنعتی، برق آبی و از همه مهم‌تر تولید و تأمین آب آشامیدنی، می‌تواند منجر به منازعاتی در آینده (به‌ویژه در مناطق دارای تنش آبی) شود (Romano et al., 2018).

تنوع آب و هوای طبیعی در این حوزه و خاورمیانه، زیاد (Lionello et al., 2006) و عدم قطعیت‌های آن در بخش اقلیم نیز بسیار قابل‌توجه است (Bacro and Chaouche, 2006). بدیهی است در صورت وقوع برخی حوادث و بلایای طبیعی مانند وقوع سیلاب‌های شدید، تنها راه عرضه آب آشامیدنی، استفاده از بطری یا بسته‌های آب است (Delpla et al., 2009)، بنابراین مصرف آب معدنی طی دهه‌های گذشته افزایش یافته است. استانداردهای تعیین شده توسط مقررات اتحادیه اروپا، در دهه‌های گذشته تمایل فزاینده‌ای به جایگزینی آب لوله‌کشی با آب بطری، در بیشتر کشورهای اروپایی داشته است (De Giglio et al., 2015). این امر به دو علت عمده بر ترجیحات مصرف‌کنندگان تأثیر می‌گذارد: ۱) نارضایتی از آب لوله‌کشی به‌دلیل ویژگی‌های ارگانولپتیک (به ویژه طعم) و ۲) نگرانی‌های مربوط به خطرات سلامتی.

بررسی اثرات محیط‌زیستی[2] مصرف آب آشامیدنی با وجود سناریو استفاده از آب معدنی در بطری‌ها، بدترین سناریو مطرح شده برای آب آشامیدنی است؛ همچنین، گران‌ترین سناریو نیز به حساب می‌آید که به‌طور معمول به‌دلیل زیاد بودن مصرف مواد اولیه و انرژی برای تولید بطری است (Garfí, et al., 2016).

از سوی دیگر تولید پلی‌اتیلن[3] (بطری)، سبب افزایش گرمایش جهانی، در مقایسه با بطری‌های شیشه‌ای می‌شود که به‌دلیل انتشار CO_2، اکسیدهای گوگرد و نیتروژن در طول تولید پلی‌اتیلن است. اما استفاده از بیوپلیمرها مانند اسیدهای پلی‌لاکتیک[4] می‌تواند تأثیرات منفی تولید بطری‌ها را کاهش دهد (Papong et al., 2014). با این‌حال، به‌دلیل تجربی بودن زیست‌پلیمرها، بررسی در مورد راحتی تولید اسیدهای پلی‌لاکتیک هنوز در هاله‌ای از ابهام است.

پژوهش‌های تأثیرات محیط‌زیستی آب لوله‌کشی و آب بطری نیز نشان می‌دهد که آب لوله‌کشی تصفیه معمولی، بهترین نوع آب آشامیدنی است و همیشه بهترین عملکرد محیط‌زیستی را داشته است حتی اگر مصرف زیاد انرژی برای تصفیه آب آشامیدنی

[1] Reverse Osmosis (RO)

[2] Environmental Impact Assessment (EIA)
[3] Polyethylene Terephthalate (PET)
[4] Polylactic Acid (PLA)

dx.doi.org/10.22093/wwj.2022.319436.3209

موردنیاز باشد (Fantin et al., 2014). همچنین نتایج حاصل از آب آشامیدنی توزیع شده در بطری‌های پلاستیکی، بطری‌های شیشه‌ای و کارتن نوشیدنی، محتوای ریزپلاستیک را در آب بطری‌ها نشان می‌دهد (Schymanski et al., 2018). پژوهش‌های بعدی نیز از افزایش مداوم آلودگی ریزپلاستیک در آبهای دریایی خبر می‌دهد (Cai et al., 2017). مدیران شرکت‌های آب و فاضلاب معتقدند، فرسوده بودن شبکه‌های آب‌رسانی شهری و همچنین گسترش شهرها، بر دشواری انتقال آب با کیفیت در بخش شرب افزوده است و باید علاوه بر هزینه‌های اقتصادی، معیارهای محیط‌زیستی و اجتماعی نیز مدنظر قرار گیرد (Wang and Lin, 2007).

این بخش از ارزیابی‌ها به دانش اقتصاد مهندسی در پروژه‌های آبی نیاز دارد و باید از تکنیک‌های ریاضی، برای ساده کردن مقایسه اقتصادی پروژه‌های صنعتی به‌منظور انتخاب اقتصادی‌ترین آنها، استفاده کرد. یک طرح بزرگ از نظر اقتصادی، آثار غیرمستقیم یا جانبی مهمی بر محیط پیرامون دارد که از آن به عنوان پیامدهای اقتصادی یاد می‌شود. اهمیت این آثار در سطح منطقه طرح یا حتی در سطح ملی ممکن است چشمگیر باشد و اهمیت آنها به عواملی مانند ویژگی‌های جامعه‌ای که طرح در آن اجرا می‌شود، شیوه تأمین مالی طرح (منابع خصوصی یا عمومی یا ترکیبی از آنها) و ابعاد عمومی آن بستگی دارد (Technical affairs and development of management, 2002). همچنین ارزیابی پیامدهای محیط‌زیستی این امکان را فراهم می‌کند که آثار اجرای طرح را بر زمینه‌هایی مانند مصرف منابع تجدیدناپذیر، مصرف آب، تنوع زیستی و ظرفیت محیط‌زیستی و همچنین پیامدهای آن با عنایت به گزینه‌های مختلف تأمین آب، مورد توجه قرار گیرد (Aylward et al., 2001).

در برخی از کشورها، منبع اصلی تأمین آب، شیرین‌سازی آب شور است از جمله کویت که کشوری با منابع آب محدود بوده (Mukhopadhyay et al., 2000) و بیش از ۹۰ درصد از منابع تأمین آب آنها از آب دریا است که با نمک‌زدایی و تصفیه تأمین می‌شود، اما پایداری این سیستم به‌دلیل تأثیرات محیط‌زیستی و اقتصادی، مؤثر واقع نشده‌اند(Al-Otaibi and Kotwicki, 2009). پژوهش حسینی ظفرآبادی و همکاران نشان می‌دهد که استفاده از منابع آبهای نامتعارف در بخش کشاورزی در مناطق خشک، با احداث آب‌شیرین‌کن، سوددهی برخی محصولات را تا چندین برابر افزایش می‌دهد و در واقع گزینه احداث آب‌شیرین‌کن پس از اجرای گزینه الگوی بهینه کشت، بیشترین امتیاز را از نظر اقتصادی دارد (Hosseini Zafarabadi et al., 2020).

همچنان که تجزیه‌وتحلیل اثرات اقتصادی سرمایه‌گذاری نمک‌زدایی آب دریا در کشور چین نشان داده که نمک‌زدایی می‌تواند تأثیر زیادی در ضریب سرمایه‌گذاری و اقتصاد ملی این کشور داشته باشد و این اقدام نیز ارتباط قوی با سایر بخش‌ها و چرخه تولید دارد؛ بنابراین نیاز به افزایش سرمایه‌گذاری در نمک‌زدایی آب دریا و توسعه ماشین‌آلات و ساخت تجهیزات از ضروریات به‌شمار می‌رود (Zou and Liu, 2016).

با توجه به تمامی جنبه‌های مثبت و منفی تأمین آب از منابع آبی غیرمتعارف نتایج بررسی‌های قزل سوفلو نشان می‌دهد که تامین آب از منابع آبی غیرمتعارف شور و یا لب‌شور در منطقه بجستان بدون توجه به تمامی جنبه‌های مدیریتی عرضه و تقاضا نمی‌تواند به‌عنوان تنها راه‌حل مناسب برای حل مشکل آب تلقی شود (Qazal Soflou, 2016).

در این پژوهش، ارزیابی اقتصادی و محیط‌زیستی در دو بخش تأمین آب برای شیرین‌سازی از منابع آبی شور حاشیه پلایای بجستان و همچنین هزینه‌های احداث کارخانه تولید آب معدنی، انجام شد تا ضرورت اجرا یا عدم اجرای آن مشخص شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی منطقه و هدف از پژوهش

حوزه آبخیز دشت بجستان یکی از زیرحوزه‌های کویر نمک است که در جنوب استان خراسان رضوی واقع شده است. این دشت با چالش عمده تأمین منابع آب برای جوامع انسانی روبه‌رو است. با حادث شدن خشک‌سالی‌های اخیر، منابع آب زیرزمینی رو به کاهش است و به‌دلیل وجود مواد معدنی در لایه‌های زیرین، کیفیت بسیار نامطلوبی دارند. در حال حاضر، تأمین آب شرب و بهداشتی از چاه‌های واقع در حاشیه پلایا و با اختلاف ارتفاع بیش از ۴۰۰ متر و فاصله ۲۴ کیلومتری تأمین می‌شود (شکل ۱) (Technical-Economic report of the plan to separate drinking water, 2014). این نوع انتقال با صرف انرژی زیاد، به‌منظور پمپاژ آب و نیز انتقال آن به سطح دشت است. انتقال آب از دو حلقه چاه با

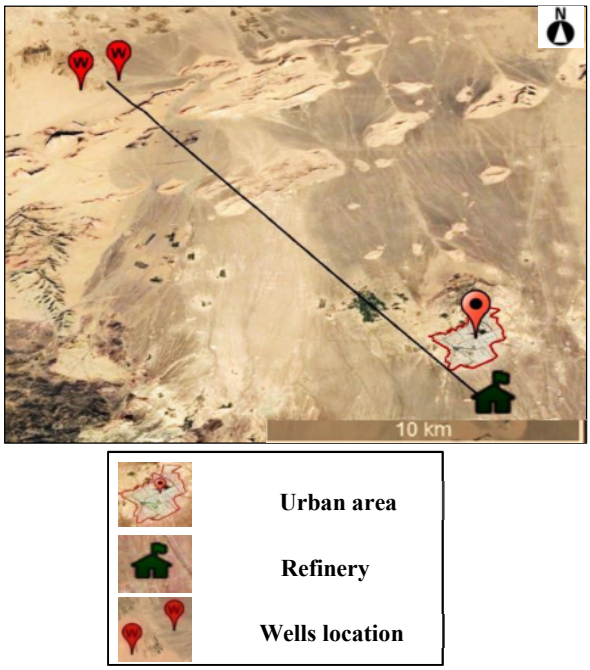

Fig. 1. Location of desert wells & refinery in Bajestan Plain

شکل ۱- موقعیت چاه‌های حاشیه کویر و تصفیه‌خانه آب در دشت بجستان

دبی مجموع حدود ۵۰ لیتر در ثانیه، به سطح دشت انجام می‌شود. از آنجا که مقدار EC آب بسیار زیاد است (۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر)، نیاز به فرایند شیرین‌سازی و تصفیه در سطح دشت دارد.

پایلوت مطالعاتی ارزیابی در این پژوهش، کارخانه آب معدنی بجستان با استناد به هزینه‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها، خدمات و بازخورهای احداث آن بود. علاوه بر چاه‌ها، منابع آب قنوات موجود در این دشت، به‌علت مسائل مالکیتی و مصرف بخش عمده‌ای از این منبع آب زیرزمینی (بیش از ۹۰ درصد) برای کشاورزی، از بهره‌وری در بخش شرب و بهداشت و نیز پروژه‌های مشابه کارخانجات آب معدنی، خارج است.

احداث کارخانجات آب معدنی در مناطقی مشابه بجستان، نیاز به بررسی تمامی جوانب به‌ویژه بررسی‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی دارد. در بخش اقتصادی و مالی، هزینه‌ها شامل: ۱) هزینه‌های تأمین آب (تأمین منابع آب و انتقال آب) در دو بخش سرمایه‌گذاری اولیه (ثابت) و هزینه‌های جاری (متغیر)[1] به تفکیک است. ۲) هزینه‌های احداث و بهره‌برداری از کارخانه تولید آب، که این بخش نیز شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های جاری است.

قبل از انجام هر گونه ارزیابی، لزوم تعیین دوره طرح[2] ضروری است. دوره طرح مدت زمانی است که طی آن نتایج حاصل از اجرای طرح در پژوهشی ویژه داخل می‌شود. این دوره با توجه به عمر مفید تأسیسات و قابلیت پیش‌بینی پیامدهای طرح انتخاب می‌شود و شامل دوره احداث و بهره‌برداری است (ABFA Technical Affairs Deputy, 1998).

آنچه در کشور ما اهمیت زیادی دارد، برآورد هزینه‌ها و نیز ارزیابی اقتصادی است که بسیاری از تصمیمات را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و با توجه به نوع منابع تأمین آب از جمله استفاده از پساب، آبهای سطحی یا زیرزمینی، بسیار متغیر خواهد بود. انتخاب مقیاس جغرافیایی و نیز محدودیت‌های کمّی و کیفی منابع آبی، به‌عنوان یک عامل کلیدی با در نظر گرفتن چارچوب و ضوابط کمّی و کیفی آب موردنیاز، برای تصمیم‌گیرندگان اهمیت زیادی در این طرح‌ها دارد، در این صورت اتخاذ تصمیمات آگاهانه‌تر خواهد بود (Cho et al., 2010).

به‌طور کلی می‌توان اظهار داشت که در هر طرح تأسیسات شهری، باید بر اساس شرایط و مقتضیات آن طرح و ضوابط فنی و اقتصادی موردنظر، مدت مناسبی را به‌عنوان "دوره طرح" در نظر گرفت.

با توجه به عمر مفید دستگاه‌ها و ادوات نصب شده در کارخانه‌های آب معدنی و نیز تأسیسات انتقال آب، در تحلیل اقتصادی، دوره طرح در این پژوهش ۲۰ سال در نظر گرفته شد. سال شروع دوره ۱۳۹۵ و سال پایان دوره ۱۴۱۵ بود، اما سال هدف اجرای این طرح، سال ۱۳۹۸ بود و هزینه‌ها بر این اساس به‌روزرسانی شد، قیمت‌های استعلام شده از کارخانه آب معدنی سنو در سال ۱۳۹۸ جمع‌آوری شد.

به‌منظور محاسبه آب موردنیاز در دوره طرح، حجم آب لازم، توجه به جمعیت تحت پوشش (گناباد، بجستان و کاخک) محاسبه شد. منبع تأمین آب انتقالی نیز، چاه‌های واقع در حاشیه پلایا بود که آب انتقالی از این ناحیه، نیاز به شیرین‌سازی داشت و به آب قابل‌شرب تبدیل شد.

[1] Variable Costs (VCs)

[2] Period of Analysis (PA)

dx.doi.org/10.22093/wwj.2022.319436.3209

۲-۲- ارزیابی طرح با شاخص‌های اقتصادی و تعیین اقتصادی‌ترین روش

در راستای ارزیابی اقتصادی و تحلیل طرح، لازم است هزینه‌ها به‌روزرسانی شده و میزان استهلاک سرمایه[1] و نیز سایر شاخص‌های مختلف ارزیابی، شامل ارزش فعلی[2]، ارزش خالص فعلی[3]، نرخ بازده داخلی[4] و نسبت فایده به هزینه[5] به‌دست آید که در ادامه به معرفی آن پرداخته خواهد شد.

۲-۲-۱- به‌روزرسانی هزینه‌ها با شاخص قیمت مصرف‌کننده[6]

برای تبدیل ارزش ریالی هزینه‌ها در یک مقطع زمانی نسبت به مقطع زمانی دیگر (در گذشته) از شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی به شرح معادله ۱ استفاده می‌شود که در آن ارزش ریالی مبلغ در مقطع زمانی مدنظر[7] از حاصل تقسیم عدد شاخص در مقطع زمانی مدنظر به عدد شاخص در مقطع زمانی اول[8] با ضرب آن در مبلغ ریالی[9] به‌دست می‌آید

$$CPI = AII \times \frac{IDTP}{IFPT} \qquad (۱)$$

در این پژوهش برای به‌روزرسانی هزینه‌ها در هر دو بخش هزینه‌های ثابت[10] و متغیر از این شاخص استفاده شد.

۲-۲-۲- محاسبه هزینه استهلاک سرمایه

هزینه استهلاک سرمایه در اقتصاد مهندسی، به شرکت‌ها یا افراد نشان می‌دهد که چه مقدار از ارزش دارایی خریداری شده طی یک دوره استفاده شده است. منظور از استهلاک سرمایه، کاهش ارزش ریالی سرمایه ثابت اولیه از زمان شروع طرح تا پایان دوره‌ای است که به‌عنوان عمر مفید طرح درنظر گرفته می‌شود. برای محاسبه هزینه استهلاک سرمایه، عمر مفید طرح در این پژوهش، ۲۰ سال و نرخ سود بانکی ۱۵ درصد نظر گرفته شد (Oskounejad, 1996). به‌این ترتیب استهلاک سرمایه در سال از معادله ۲ محاسبه می‌شود

$$a = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1} \times A \qquad (۲)$$

که در آن

a استهلاک سرمایه در سال، n عمر مفید طرح، A سرمایه‌گذاری اولیه طرح و i نرخ سود بانکی است. سپس هزینه استهلاک سرمایه اولیه (ثابت) به مجموع هزینه‌های جاری[11] سالانه طرح افزوده می‌شود تا هزینه کلی انتقال آب در طول یک‌سال به‌دست آید.

۲-۲-۳- ارزش فعلی

نخستین شاخص ارزیابی اقتصادی در این پژوهش، محاسبه ارزش فعلی جریانات ثابت مالی در طول زمان مشخص با نرخ تغییرات مشخص بود. در واقع ارزش فعلی سرمایه‌ای است که در آینده به‌طور یکجا یا به مرور دریافت (یا پرداخت) خواهد شد. این تابع از اساسی‌ترین مفاهیم در امور مالی و اقتصادی، با توجه به بعد زمانی آن است که به‌صورت معادله ۳ ارائه می‌شود

$$(PV) = \frac{C1}{(1+r)^n} \qquad (۳)$$

که در آن

C_1 سرمایه‌گذاری اولیه، r نرخ بهره و n دوره تحلیل است. نرخ بهره در این پژوهش ۱۵ درصد در نظر گرفته شد. از شاخص ارزش فعلی در مقایسات بین چند روش استفاده می‌شود؛ برای مثال اگر برای تأمین آب شرب با کیفیت مناسب چند روش وجود داشته باشد، روشی اقتصادی‌تر است که کمترین مقدار ارزش فعلی را داشته باشد. در این پژوهش از ارزش فعلی برای محاسبه سایر پارامترها استفاده شد.

۲-۲-۴- ارزش خالص فعلی

دومین شاخص، ارزش خالص فعلی یک پروژه سرمایه‌گذاری است، I میزان سرمایه سال صفر، B_1 تا B_n درآمدهای حاصل از پروژه

[1] Depreciation Costs (DCs)
[2] Present Value (PV)
[3] Net Present Value (NPV)
[4] Internal Rate of Return (IRR)
[5] Benefit-Cost Ratio (B/C)
[6] Consumer Price Index (CPI)
[7] Index Number at the Desired Time Point (IDTP)
[8] Index Number at the First Point in Time (IFPT)
[9] Amount in IRR (AII)
[10] Fixed Costs (FCs)
[11] Total Annual Variable Costs (TAVC)

C_n تا C_1، هزینه‌های پروژه در سال‌های مدنظر است. به‌این ترتیب ارزش فعلی تنزیل شده پروژه به‌صورت معادله ۴ است

$$NPV = PV - I = \sum_{i=1}^{n} \frac{(Bn-Cn)}{(1+r)^n} - I \quad (۴)$$

در ارزیابی یک طرح بر اساس این روش، در صورتی که ارزش خالص فعلی طرح بزرگتر یا مساوی صفر باشد، پروژه توجیه اقتصادی دارد (Damodaran, 2012).

۲-۲-۵- نرخ بازدهی داخلی

نرخ بازدهی داخلی نرخ تنزیلی است که در آن ارزش خالص فعلی مساوی صفر است. با قرار دادن ارزش خالص فعلی مساوی با صفر و با مجهول در نظر گرفتن r، نرخ بازدهی داخلی به‌صورت معادله ۵ قابل‌محاسبه است

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{(Bn-Cn)}{(1+r)\hat{}t} - I = 0 \quad (۵)$$

در صورت بزرگتر یا مساوی بودن نرخ بازده داخلی از نرخ تنزیل، طرح توجیه اقتصادی دارد (Patrick and French, 2016).

۲-۲-۶- روش نسبت منافع به هزینه

نسبت منافع به هزینه از تقسیم ارزش فعلی درآمدها به ارزش فعلی هزینه‌ها به‌صورت معادله۶ به‌دست می‌آید

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{Bt}{(1+r)\hat{}t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{Ct}{(1+r)\hat{}t}} \quad (۶)$$

بر اساس این روش، در صورت بزرگتر یا مساوی بودن نسبت فایده به هزینه، طرح توجیه اقتصادی دارد (Devarakonda, 2019).

۲-۳- ارزیابی اثرات محیط‌زیستی

منظور از ارزیابی محیط‌زیستی، بررسی میزان خسارات ناشی از ورود آلاینده‌ها اعم از تشدید شوری و نمک و همچنین افزایش مواد پلی‌اتیلنی به محیط پیرامون و پیامدهای محیط‌زیستی ناشی از آن است. از آنجا که تولید آب بسته‌بندی منجر به تولید بطری می‌شود، بنابراین حجم انبوهی از پلی‌اتیلن در طبیعت رها می‌شود و از سوی دیگر نیز در زمان نگهداشت بطری‌های آب در انبار، احتمال ورود میکروپلاستیک به آب بطری‌ها نیز وجود دارد. به‌طور کلی، امتیاز صنعت آب بسته‌بندی از نظر اثرات محیط‌زیستی منفی اعلام می‌شود؛ چون امروزه پلی‌اتیلن ترفتالات به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود (De Giglio et al., 2013).

در این پژوهش، میزان تولید معمول کارخانه آب بسته‌بندی و میزان بطری پلی‌اتیلن موردنیاز با توجه به تولید سالانه آب مدنظر بود. در این بخش استفاده از پریفورم یک‌بار مصرف، مهم‌ترین ماده اولیه و عامل اصلی توجیه‌ناپذیری جنبه محیط‌زیستی آن بود. همچنین، استخراج آبهای شور ژرف و انتقال آن به سطح زمین و شیرین‌سازی آن، مقدار زیادی نمک تولید کرد که اثرات مخربی بر خاک و تراکم‌ناپذیری و افت شرایط بیولوژیکی محیط در رشد موجودات داشت. میزان هدررفت آبی با مقدار EC بسیار زیاد که حاصل بازیافت این آبهای شور است، مشکلی است که هنوز راه‌حلی جدی برای آن ارائه نشده و در هاله‌ای از ابهام قرار دارد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی اقتصادی

۳-۱-۱- هزینه‌های استخراج و انتقال آب به دشت (محل مصرف)

پروژه انتقال آب از پلایا به دشت بجستان، شامل هزینه‌های استخراج و انتقال آب زیرزمینی از محل چاه‌ها به تصفیه‌خانه بود. با توجه به اینکه آب زیرزمینی حواشی پلایا، شوری بسیار زیادی دارد، هزینه‌های شیرین‌سازی نیز به سایر هزینه‌های انتقال اضافه شد. این پروژه مانند سایر پروژه‌های منابع آبی در طول دوره اجرا و بهره‌برداری از آن، شامل دو دسته هزینه، هزینه‌های ثابت و متغیر بود که در ادامه به تفصیل در خصوص هر کدام تشریح خواهد شد.

الف- هزینه‌های ثابت استخراج و انتقال آب به دشت

انتقال آب از پلایا بجستان به سطح دشت، از سال ۱۳۸۴، با حفر دو چاه در محدوده روستای منصوری بجستان انجام شد. در راستای محاسبه هزینه‌های ثابت، به جمع‌آوری اطلاعات هزینه‌ای از آرشیو اداره آب و فاضلاب شهری بجستان اقدام شد (Bajestan Water & Sewerage Department Archive, 2005). این هزینه‌ها توسط

dx.doi.org/10.22093/wwj.2022.319436.3209

شرکت‌های مختلفی که در مناقصه انتقال آب، در بخش‌های مختلف این پروژه مشارکت کرده بودند، به‌صورت مجموع محاسبه شد و از آنجا که این اطلاعات هزینه‌ای مربوط به سال ۱۳۸۴ بود، نیاز به به‌روزرسانی داشت (با توجه به سال هدف پروژه (سال ۱۳۹۸)) که به‌این منظور از شاخص قیمت مصرف‌کننده (معادله ۱) استفاده شد.

مجموع هزینه‌های ثابت[1] برآوردی انتقال آب و استخراج آن از پلایا به محل تصفیه‌خانه در دشت بجستان، مطابق با استعلام شرکت آب و فاضلاب که بیش از ۱۰ شرکت در اجرای آن مشارکت کرده بودند، در حدود ۱۵,۰۹۸,۳۳۷,۴۷۷ ریال در سال ۱۳۸۴ بود. با استناد به معادله قیمت مصرف‌کننده برای محاسبه هزینه‌ها در سال شروع پروژه، مبلغ واقعی به نرخ سال ۱۳۹۸، در حدود ۱۶۹,۶۷۰,۷۱۴,۲۳۰ ریال به‌دست آمد.

آنچه در بخش هزینه‌های ثابت انتقال آب مدنظر است، محاسبه میزان استهلاک سرمایه ثابت بر اساس معادله ۲ است که با توجه به به‌روزرسانی هزینه‌ها ۲۷,۱۰۶,۸۴۲,۷۹۰ ریال به‌دست آمد. در ادامه برای محاسبه هزینه نهایی انتقال آب از پلایا به دشت در سال، هزینه استهلاک سرمایه به هزینه‌های متغیر سالانه اضافه می‌شود.

ب- هزینه‌های متغیر (جاری) استخراج و انتقال آب به دشت

هزینه‌های متغیر (جاری) بخش استخراج و انتقال آب به‌دشت شامل هزینه‌های نیروی انسانی، انرژی و مواد مصرفی است. به‌این منظور، هزینه‌های جاری سالانه مانند هزینه‌های ثابت، از آرشیو اداره آب و فاضلاب شهری بجستان استخراج شد، آخرین مجموع هزینه‌های جاری موجود، مربوط به سال ۱۳۹۵ بود (Bajestan Water & Sewerage Department Archive, 2016).

آب شرب بجستان از طریق دو چاه واقع در پلایا، در فاصله ۲۳ کیلومتری از محل تصفیه‌خانه واقع در دشت، تأمین می‌شود. با توجه به اینکه اختلاف ارتفاع بیش از ۴۰۰ متر، از چاه‌ها تا تصفیه‌خانه وجود دارد، دو ایستگاه پمپاژ در مسیر انتقال ایجاد شده است. تأمین انرژی برق چاه‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ و نیز دستمزد راهبران در این بخش، از جمله هزینه‌های جاری بررسی شده است. همچنین در صورت وقوع برخی اتفاقات در مسیر انتقال، نیاز به تغییر یا تعویض برخی منصوبات، شیرآلات و لوله‌ها وجود دارد که اصطلاحا "هزینه‌های اورهال و نگهداری" نام دارند. مجموع هزینه‌های جاری انتقال و استخراج آب به‌دشت مطابق جدول ۱ جمع‌آوری شده، سپس با توجه به معادله قیمت مصرف‌کننده بر اساس سال هدف (۱۳۹۸) به‌روزرسانی شد.

با توجه به ۲۰ ساله بودن دوره طرح، لازم است محاسبات اقتصادی به‌صورت سالانه انجام شود؛ محاسبه هزینه ثابت در سال بر اساس معادله ۷ انجام می‌شود. به‌این ترتیب که از تقسیم مجموع هزینه‌های ثابت در سال به طول مسیر انتقال[2] به‌دست می‌آید

$$AFC(IRR/yr) = \frac{IFC}{PL} = 6,925,335,274.7 \quad (۷)$$

سپس مجموع هزینه‌های انتقال[3] از مجموع هزینه ثابت سالانه و مجموع هزینه‌های جاری به‌صورت معادله ۸ محاسبه شد

$$TATC = TAVC + AFC = 4,530,628,482 + 6,925,335,274.7 = 11,455,963,756.7(IRR) \quad (۸)$$

۳-۱-۲- محاسبه هزینه‌ها در بخش احداث کارخانه آب معدنی

به‌منظور راه‌اندازی خط تولید آب معدنی، علاوه بر هزینه‌های انتقال و تأمین آب، باید سایر هزینه‌ها در بخش احداث کارخانه آب معدنی نیز محاسبه شوند. هزینه‌های احداث کارخانه آب معدنی، مانند هر پروژه سرمایه‌گذاری دیگر، شامل هزینه‌های ثابت و متغیر است. به‌منظور برآورد دقیق تمامی هزینه‌ها، از کارخانه‌های آب معدنی سنو، مستقر در منطقه مطالعاتی، در سال ۱۳۹۸ استعلام گرفته شد که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود. کارخانه آب معدنی سنو روزانه ۱۵۰۰ بطری آب معدنی در احجام ۰/۵ و ۱/۵ لیتری در ۳۱۲ روز کاری، تولید می‌کند (Seno Mineral Water Company, 2019).

الف- هزینه‌های ثابت در بخش احداث کارخانه آب معدنی

- هزینه‌های تأمین مکان و تأسیسات موردنیاز[4]

کارخانه آب معدنی باید در موقعیت مناسب از نظر فاصله تا مراکز پخش، ترانزیت و نیز منبع آبی احداث شود. بنابراین اولین بخش از هزینه‌های ثابت، مربوط به هزینه احداث سالن‌ها و تأسیسات اصلی

[1] Annual Fixed Costs (AFC)

[2] Pathway Length (PL)
[3] Total Annual Ttrnsfer Cost (TATC)
[4] Facilities & Land (FL)

جدول ۱- برآورد هزینه‌های جاری سالانه انتقال آب به بجستان در سال ۱۳۹۸

Table 1. Estimation of annual variable costs of water transfer to Bajestan, 2019

Row	Descriptions	Sum (IRR)
1	Electricity current expenditures (two wells)	1,214,165,000
2	Steering current expenditures (two pumping stations)	748,200,000
3	Current expenditures of repairs, service & maintenance of valves	500,000,000
4	Total	2,462,365,000
	4,530,628,482	Update costs (2019)

Source: Bajestan urban water and sewerage archive, 2019

جدول ۲- برآورد هزینه‌های ثابت تامین مکان و تأسیسات موردنیاز احداث کارخانه آب معدنی (سال ۱۳۹۸)

Table 2. Estimation of fixed costs of providing the location & facilities for establishing the mineral water company, 2019

Row	Descriptions	Unit price (IRR)	Area (m^2)	Total (million IRR)
1	Production hall (available)	5,500,000	360	1980
2	Production hall (development plan)	5,500,000	300	1650
3	Office buildings	7,500,000	60	450
4	Facilities	5,500,000	10	55
	Total		730	4135

Source: Seno Mineral Water Company, 2019

کارخانه است. این سالن‌ها شامل سالن تولیدات موجود، انبار و نیز ساختمان‌های اداری و تأسیسات کارخانه است. با توجه به میزان تولید سالانه آب معدنی در محدوده تحت پوشش، مساحت موردنیاز برای هر سالن محاسبه می‌شود. به‌این صورت که متراژ موردنیاز، در بهای واحد هر مترمربع زمین ضرب شده و هزینه احداث هر سالن محاسبه می‌شود. برای مثال در کارخانه آب معدنی سنو که تولید سالانه آن حدود ۱۰۰۰ مترمکعب است، مساحت موردنیاز بخش انبار، ۳۰۰ مترمربع و هزینه هر مترمربع آن ۵,۵۰۰,۰۰۰ ریال است، پس مجموع هزینه احداث آن در حدود ۱۹۸۰ میلیون ریال است. برآورد هزینه برای احداث سایر سالن‌ها و تأسیسات نیز به همین‌صورت است (جدول ۲).

- هزینه‌های خرید ماشین‌آلات[1]

دومین بخش از هزینه‌های ثابت احداث کارخانه آب معدنی در منطقه بجستان، هزینه‌های خرید دستگاه‌ها و ماشین‌آلات است. پس از بازدید از کارخانه آب معدنی سنو، انواع دستگاه‌های موجود در کارخانه توسط کارشناسان شرکت آب معدنی معرفی شد، سپس هزینه‌های خرید هریک از آنها بر اساس قیمت‌های سال ۱۳۹۸، از گروه تولیدی و صنعتی دمیرچی (Damirchi Industrial Group, 2019) استعلام شد.

شرح کامل این دستگاه‌ها و تجهیزات در جدول ۳ آمده است. این دستگاه‌ها شامل دستگاه‌های بخش بسته‌بندی از جمله دستگاه‌های تری‌بلوک، لیبل‌زن، دستگاه UV، دستگاه تصفیه آب RO، نوار بالابر بارگیری و نوار نقاله است. همچنین دو مخزن شامل مخزن ۴۰۰ مترمکعبی و مخزن پلی‌اتیلن ۱۰ هزار لیتری در کارخانه با توجه به حجم آب بسته‌بندی تولیدی وجود دارد. سایر هزینه‌های مربوط به این بخش، شامل هزینه‌های لوله‌کشی و برق‌کشی، تجهیزات ایمنی و اطفای حریق، تجهیزات آزمایشگاهی و لوازم اداری، سرمایش و گرمایش و دوربین‌های مداربسته در کارخانه است.

- هزینه‌های خدمات وتشریفات قبل از بهره‌برداری و راه‌اندازی[2]

بخش سوم هزینه‌های ثابت احداث کارخانه آب معدنی، هزینه‌های

[1] Machines & Devices (MDs)

[2] Pre-Operational Expenditures (POEs)

جدول ۳- برآورد هزینه‌های ثابت خرید ماشین‌آلات کارخانه آب معدنی (سال ۱۳۹۸)

Table 3. Estimation of fixed costs to purchase machines & devices, 2019

Row	Device type	Cost (million IRR)	Row	Device type	Cost (million IRR)
1	Jack Pallet	105	12	16–Nozzle tri-block machine with 8 heads	880
2	Lifting bar for loading 8-meter water packages	170	13	Opp labeling machine with a speed of 8000 bottles per hour	940
3	Fire safety and extinguishing equipment	66	14	UV device for disinfection and ozone production	140
4	CCTV	120	15	RO water purifier (1000L/day)	644
5	Plumbing and electrical installation	190	16	Polyethylene Tank (10.000 L)	270
6	Cooling and heating	45	17	Tunnel pack shearing machine	335
7	Laboratory and workshop equipment	35	18	Jet printer for date printing	135
8	vehicles	975	19	Conveyor (10 meters)	142
9	Furniture and office supplies	56	20	Concrete Reservoir (400 m^3)	1000
10	Transport	32.88	21	Semi-automatic double compressor	930
11	Monitoring and consulting	21.92			
		7232.8		Total cost of machinery	

جدول ۴- برآورد هزینه‌های خدمات وتشریفات قبل از بهره‌برداری و راه‌اندازی کارخانه آب معدنی (سال ۱۳۹۸)

Table 4. Estimation of service costs, pre-operation costs & commissioning for establishing the mineral water company, 2019

Row	Descriptions	Total (million IRR)
1	Establishment of company, registration and increase of capital and facilities	20
2	Office expenses and bills, fees and facility insurance	10
3	Expert fees	20
4	Cost of consultation and supervision	20
5	Internship and training	78
6	Experimental production	503
	Total	651

Source: Seno Mineral Water Company

قبل از بهره‌برداری و راه‌اندازی کارخانه است که شامل آن دسته از هزینه‌های خدماتی است که برای تشریفات اداری و حقوقی و اخذ مجوز کارخانه مصرف می‌شود. این هزینه‌ها در واقع، هزینه‌های ثبت کارخانه آب معدنی، اخذ مجوزهای لازم و درج آگهی تبلیغاتی است که به‌صورت دوره‌ای از زمان تأسیس تا شروع به بهره‌برداری را شامل می‌شود. علاوه بر هزینه‌های بیان شده، هزینه‌های کارشناسی طرح احداث کارخانه و نیز تولیدات آزمایشی و دوره‌های کارورزی در کارخانه آب معدنی سنو، استعلام شد که خلاصه این هزینه‌ها به‌صورت جدول ۴ است.

با توجه به آنچه گفته شد هزینه‌های ثابت شامل هزینه‌های تأمین مکان و تأسیسات موردنیاز، ماشین‌آلات و هزینه‌های خدمات وتشریفات قبل از بهره‌برداری است که به‌صورت مجموع هزینه‌های ثابت (معادله ۹) محاسبه می‌شود

$$Cs = \Sigma FL + MDs + POEs = 22,283,030,657(IRR) \quad (۹)$$

سپس در ادامه، میزان استهلاک از سرمایه بر اساس معادله ۲ و ۱۰ به‌دست می‌آید. همچنین مانند بخش انتقال و استخراج آب به

جدول ۵- هزینه تولید و آماده‌سازی مواد اولیه (پریفورم) بطری‌ها (سال ۱۳۹۸)

Table 5. Cost of production & preparation of raw materials (preform) of bottles, 2019

Types of bottles used	Unit price (IRR)	Daily production costs (IRR)	Monthly production costs (IRR)	Annual production costs (IRR)	Total costs (million IRR)
0.5L	3300	4.95	128.7	1544.4	3884.4
1.5L	5000	7.5	195	2340	

Source: Seno Mineral Water Company

دشت، به مجموع هزینه‌های جاری سالانه اضافه می‌شود تا مجموع هزینه‌های سالانه احداث کارخانه به‌دست آید

$$DCs = 3{,}559{,}969{,}743(IRR) \quad (۱۰)$$

ب- هزینه‌های جاری در بخش احداث کارخانه آب معدنی

هزینه‌های جاری احداث کارخانه آب معدنی شامل مجموع هزینه‌های تولید و آماده‌سازی مواد اولیه [1]، حقوق کارکنان [2] (نیروی انسانی)، هزینه‌های تعمیر و نگهداری [3] و نیز هزینه‌های آب [4]، برق و ارتباطات [5] است که به‌صورت معادله ۱۱ حاصل می‌شود

$$VCs = \sum RM + ES + MCs + WCs + ECT \quad (۱۱)$$

- هزینه تولید و آماده‌سازی مواد اولیه (پریفورم)

اولین هزینه جاری در سری هزینه‌های تولید آب معدنی، مواد اولیه (پریفورم) است. پریفورم در واقع بطری‌های فشرده شده پلی‌اتیلنی در سایزهای حدود ۱۰ سانتی‌متری است که از کارخانجات تولیدکننده پریفورم خریداری می‌شود. سپس در کارخانه آب معدنی با استفاده از دستگاه‌های بادکن به بطری‌های با احجام مشخص تبدیل می‌شوند. کارخانه آب معدنی سنوف پریفورم‌ها در دو حجم متفاوت ۰/۵ و ۱/۵ لیتری را خریداری می‌کند که هریک قیمت واحد خود را دارند. حجم تولیدی روزانه کارخانه آب معدنی سنو، در حدود ۱۵۰۰ بطری (به‌ازای هر دو حجم) است و روزهای کاری آن نیز، ۲۶ روز در ماه است. بنابراین هزینه تولید ماهانه بطری‌های آب معدنی [6]، با توجه به جدول ۵، برابر با حاصل‌ضرب تولید روزانه [7] (میلیون ریال) در ۲۶ روز کاری، در قیمت واحد پریفورم‌ها [8] است

$$MPB = MPB \times DPB \times PPs \quad (۱۲)$$

مجموع هزینه‌های سالانه نیز از حاصل‌ضرب هزینه تولید ماهانه بطری‌ها در ۱۲ ماه سال، به‌دست خواهد آمد، سپس مجموع هزینه‌ها به‌ازای تولید هردو نوع بطری محاسبه می‌شود.

- هزینه حقوق و دستمزد کارکنان

دومین هزینه جاری در خط تولید آب معدنی، هزینه‌های حقوق و دستمزد کارکنان است. تعداد کارکنان کارخانه آب معدنی بیان شده با استناد به حجم تولیدی سالانه کارخانه، ۶ نفر است و شامل کارکنان بخش آزمایشگاه، بسته‌بندی، حمل‌ونقل، فروش و مدیریت است. مطابق با جدول ۶ علاوه بر حقوق ماهانه کارکنان، میزان بیمه نیز باید به‌ازای تعداد کارکنان محاسبه شود، بنابراین مجموع بیمه و حقوق ماهانه آنها به‌ازای ۱۲ ماه کاری کارخانه، در ستون آخر به‌دست آمد.

- هزینه استهلاک، تعمیر و نگهداری

سومین مورد از هزینه‌های جاری در کارخانه‌های آب معدنی، حتی از زمان شروع به کار کارخانه، هزینه‌های استهلاک دستگاه‌ها و نیز نگهداری از آنها، تعمیرات دوره‌ای و نیز دستمزد تعمیرکاران (شامل هزینه‌های کارگری و تعمیرکاری) است. این هزینه‌ها با گذشت زمان از شروع احداث کارخانه و استهلاک تدریجی دستگاه‌ها،

[1] Raw Material (RM)
[2] Employee's Salary (ES)
[3] Maintenance Costs (MCs)
[4] Water Costs (WCs)
[5] Electricity & Communications Transportation (ECT)

[6] Monthly Production of Bottles (MPB)
[7] Daily Productions of Bottles (DPB)
[8] Price of Preforms (PPs)

جدول ۶- هزینه‌های حقوق و دستمزد کارکنان واحد تولید آب معدنی (سال ۱۳۹۸)

Table 6. Mineral water company employee salaries, 2019

Number of employees	Insurance (million IRR)	Monthly salary (million IRR)	Monthly employee's salary (million IRR)	Annual costs (million IRR)
6	6	18	144	1728

Source: Seno Mineral Water Company

جدول ۷- هزینه‌های استهلاک، تعمیر و نگهداری (سال ۱۳۹۸)

Table 7. Maintenance costs, 2019

Repairman wages (million IRR)	Total maintenance costs (million IRR)	Repairman wages+maintenance costs (million IRR)
40	704	744

Source: Seno Mineral Water Company

جدول ۸ - برآورد هزینه برق و ارتباطات (سال ۱۳۹۸)

Table 8. Electricity and Communications, 2019

	Total (million IRR)
Electricity & Communications	90

Source: Seno Mineral Water Company

افزایش می‌یابد. در طول خط تولید برخی از دستگاه‌ها با توجه به حجم تولیدی، نیاز به تعمیرات اساسی و یا تعویض دارند؛ در این صورت هزینه‌ها شامل هزینه‌های تعمیر یا تعویض قطعات و تعویض برخی دستگاه‌ها است. در جدول ۷ به مجموع میانگین هزینه‌های استهلاک سرمایه کارخانه تولید آب معدنی سنو در سال ۱۳۹۸ اشاره شده است.

- هزینه برق و ارتباطات

هزینه برق از جمله هزینه‌های جاری خط تولید آب معدنی است که به تفکیک شامل هزینه‌های برق و روشنایی ابنیه و آزمایشگاه و دستگاه‌ها است. هزینه ارتباطات نیز شامل ارتباطات بین شهری از جمله تماس‌های تلفنی با مراکز فروش، ارسال فاکتورها از طریق شبکه کنترل و نیز سایر ارتباطات مجازی و اینترنتی به مراکز فروش در شهرستان‌های اطراف است. به‌طور معمول هزینه برق و ارتباطات به‌صورت مجموع، استعلام می‌شود و مجموع سالانه هزینه‌های کارخانه آب معدنی سنو، معادل ۹۰ میلیون ریال و مطابق جدول ۸ است.

- هزینه حمل‌ونقل

آخرین هزینه جاری موردنظر در دسته‌بندی هزینه‌های جاری کارخانه آب معدنی، هزینه حمل‌ونقل بطری‌ها، از کارخانه تا مراکز پخش و فروش است. با توجه به حجم تولیدی و جمعیت تحت پوشش کارخانه آب معدنی و نیز فاصله کارخانه با مراکز فروش، از خودروی مناسب (وانت نیسان) برای حمل‌ونقل استفاده می‌شود؛ هزینه حمل‌ونقل برای هر وانت نیسان در هر محموله[1] در حدود ۸ میلیون ریال برآورد شده است. به‌طور معمول در هر محموله ۷۲۰۰ بطری ۰/۵ لیتری یا ۳۶۰۰ بطری ۱/۵ لیتری از کارخانه، منتقل می‌شود. آنگاه مجموع هزینه‌ها با توجه به تعداد روزهای کاری کارخانه در ارسال آب معدنی، به‌دست می‌آید. مطابق استعلام کارخانه آب معدنی سنو، تعداد بطری‌ها در هر محموله، ۶ پک (بسته) است که هر پک شامل ۱۲۰۰ بطری ۰/۵ لیتری و یا ۶۰۰ بطری ۱/۵ لیتری است، بنابراین تعداد بطری‌های هر محموله (ستون اول) از حاصل‌ضرب تعداد پک‌ها در تعداد بطری با حجم مشخص به‌دست می‌آید (معادله ۱۳ و ۱۴)

[1] Cost of Each Shipments (CES)

جدول ۹- هزینه‌های حمل‌ونقل (سال ۱۳۹۸)

Table 9. Transportation costs, 2019

Type of bottle	Number of bottles per shipment (bottles)	Shipping cost per bottle (million IRR) (CEB)	Yearly number of shipments	Total (million IRR)
0.5 L	7200	1111	65 Cargo	520
1.5 L	3600	2222	130 Cargo	1040

Source: Seno Mineral Water Company

$$\text{Bottles (0.5L)} = 6 \times 1200 = 7200 \quad (۱۳)$$

$$\text{Bottles (1.5L)} = 6 \times 600 = 3600 \quad (۱۴)$$

هزینه حمل‌ونقل بطری‌ها (ستون سوم جدول ۹) نیز، از تقسیم هزینه حمل‌ونقل در هر محموله (معادل ۸ میلیون ریال) به تعداد بطری‌ها[1] در هر محموله به‌دست می‌آید (معادله ۱۵)

$$\text{CEB} = \text{CES/NBS} \quad (۱۵)$$

سپس در ستون چهارم جدول برای به‌دست آوردن تعداد محموله‌های باری در سال، ابتدا باید تعداد بطری تولیدی در سال[2] محاسبه شود. بنابراین تعداد روزهای کاری کارخانه (۲۶ روز در ماه) در ۱۲ ماه سال و سپس در تولید روزانه کارخانه یعنی ۱۵۰۰ بطری با احجام مختلف (۰/۵ یا ۱/۵ لیتری) ضرب می‌شود و حاصل به‌دست آمده بر تعداد بطری در هر محموله (ستون دوم) تقسیم می‌شود تا تعداد محموله‌ها در سال[3] به‌صورت معادله ۱۶ به‌دست آید

$$\text{YNS} = \text{CES/YNB} \quad (۱۶)$$

در نهایت، برای محاسبه مجموع هزینه‌ها در ستون آخر از جدول ۹، تعداد محموله‌های باری در سال، در قیمت واحد هر محموله (۸ میلیون ریال) ضرب می‌شود تا مجموع هزینه‌ها به‌دست آید (مانند بخش تأمین منابع آبی). محاسبه مجموع هزینه‌های جاری به‌صورت زیر است که از مجموع هزینه‌های جاری بخش احداث کارخانه آب معدنی به‌دست می‌آید

$$\text{TVC}\left(\text{Milion}\frac{\text{IRR}}{\text{yr}}\right) = 8006.4 + 749.64 = 8756.04 \quad (۱۷)$$

با توجه به اینکه تولید روزانه آب در کارخانه آب معدنی سنو در حدود ۴ مترمکعب است و میزان تولید سالانه آب شرب بسته‌بندی با احجام ۱/۵ و ۰/۵ لیتری در حدود ۱۰۰۰ مترمکعب به‌ازای ۳۱۲ روز کاری کارخانه در سال است، قیمت هر مترمکعب آب[4] از تقسیم مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر بر مجموع تولید سالانه[5] در دوره طرح حاصل می‌شود که به‌صورت معادله ۱۸ است

$$\text{PW (Milion IRR /m3/yr)} = \frac{\sum VCs + DCs\left(\frac{IRR}{yr}\right)}{TAPs(m3)} + \frac{\sum FCs}{PA \times TAPs(m3)} = \frac{43{,}953.481015}{1000} + \frac{22{,}283}{20 \times 1000} = 45.067 \quad (۱۸)$$

ج- محاسبات میزان درآمد کارخانه آب معدنی[6]

به‌منظور ارزیابی اقتصادی بودن یا نبودن طرح احداث کارخانه آب معدنی لازم است که میزان درآمد به‌دست آید تا سایر محاسبات بر پایه مقدار درآمد و هزینه‌ها برآورد شود. با توجه به اینکه تولید روزانه کارخانه آب معدنی سنو، حدود ۴ مترمکعب آب بسته‌بندی است، ابتدا تولید روزانه، ماهانه (بر اساس تعداد روزهای کاری کارخانه) و سپس میزان تولید سالانه با استناد به قیمت هر واحد آب

[1] Number of Bottles of Shipments (NBS)
[2] Yearly Number of Bottles (YNB)
[3] Yearly Number of Shipments (YNS)
[4] Price of Water (PW)
[5] Total of Annual Productions (TAPs)
[6] Income

جدول ۱۰- برآورد میزان درآمد بر اساس نوع بطری (سال ۱۳۹۸)

Table 10. Estimation of income based on bottle type, 2019

Type of bottles used	Unit price (IRR)	Daily production income (milion IRR)	Monthly production income (milion IRR)	Annual production income (milion IRR)	Annual loss rate (million IRR)	Total (million IRR)
0.5 L	15000	45,000,000	1,170,000,000	14,040,000,000	561,600,000	20,966,400,000
1.5 L	25000	25,000,000	650,000,000	7,800,000,000	312,000,000	

Source: Seno Mineral Water Company

معدنی ۰/۵ یا ۱/۵ لیتری به‌دست آمد که به‌صورت جدول ۱۰ است. از سوی دیگر برای محاسبه میزان درآمد خالص، باید در نظر داشت که همواره در خط تولید، مقداری از تولیدات به‌صورت پرت (هدررفت) ایجاد خواهد شد که قابلیت عرضه به بازار را ندارد و میزان آن در یک‌سال برابر با حدودا ۴ درصد از میزان کل تولید اصلی سالانه کارخانه در نظر گرفته خواهد شد.

۳-۲- ارزیابی اثرات محیط‌زیستی

معمولاً برای هر طرح توسعه‌ای جدید باید یک ارزیابی اثرات محیط‌زیستی انجام شود. توزیع آب شرب از طریق آب بسته‌بندی، با تولید پلی‌اتیلن و مصرف انرژی زیادی همراه است، بنابراین از دیدگاه محیط‌زیستی طرح‌های جایگزین این روش اولویت بیشتری می‌یابند و بهتر است سایر گزینه‌های پیشنهادی بررسی شود (Pasqualino et al., 2011).

ارزیابی محیط‌زیستی تولید آب معدنی از سه نظر قابل‌بررسی است: ۱) ضایعات هیدروکربنی ۲) تولید پساب ۳) تولید و انتشار نمک. از آنجا که تولید آب بسته‌بندی متکی به شیرین‌سازی آب شور است و مقدار آب شیرین موردانتظار سالانه برای این کارخانه در حدود ۱۰۰۰ مترمکعب است و میزان آب شور ورودی برای شیرین‌سازی ۱۳۲۰ مترمکعب (به‌ازای مقدار پرت در حدود ۳۳ درصد) خواهد بود که در حدود ۵۰۰ مترمکعب آن پرت خواهد شد، ضمن اینکه این مقدار پساب EC بسیار زیادی دارد. از سوی دیگر، نمک باقیمانده حاصل از فرایند نمک‌زدایی به روش اسمز معکوس، تأثیرات مخرب محیط‌زیستی را به دنبال خواهد داشت که متناسب با میزان EC متفاوت خواهد بود؛ با توجه به اینکه میانگین EC ورودی به ایستگاه شیرین‌سازی در حدود ۷۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر است، مقدار نمک تولیدی مطابق با معادله ۱۹ محاسبه می‌شود

$$TDS(mgr/L) = 0.64EC(\mu\ mho/cm) \quad (۱۹)$$
$$TDS = 0.64 \times 7500 = 4800(mgr/L)$$

مقدار نمک تولید شده در این فرایند طی یک‌سال و به‌ازای کل آب مصرفی برحسب مترمکعب، به‌صورت معادله ۲۰ است

$$TDS\ (gr/m3/yr) = 4800 \times 1320 = 6{,}336{,}000 \quad (۲۰)$$

میزان مواد خام موردنیاز بسته‌بندی در هر مترمکعب آب برحسب چندبار مصرف و یا یک‌بار مصرف بودن، به‌ترتیب شامل ۱۲۵ و ۲۰ کیلوگرم، پلی‌اتیلن خواهد بود (Doria, 2006)؛ بنابراین میزان پلی‌اتلین تولیدی در صورتی که تولید روزانه ۳۲۰۰ لیتر آب معدنی در نظر گرفته شود که شامل بطری‌های ۱/۵ و ۰/۵ لیتری باشد، سالانه با توجه به تعداد ۳۱۲ روز تقویم کاری کارخانه آب معدنی و در صورت عدم‌بازیابی بطری‌ها، بیش از ۱۸ تن پلی‌اتیلن تولید خواهد شد.

در صورتی که در طول این دوره ۲۰ ساله، میزان تولید، ثابت در نظر گرفته شود، مقدار ۳۶۰ تن پلی‌اتیلن تولید خواهد شد و اگر تمهیدات لازم اعمال نشود، اثرات مخربی را به محیط‌زیست وارد خواهد کرد.

جدول ۱۱- ارزیابی نهایی طرح شیرین‌سازی آب شور کویری بجستان بر اساس شاخص‌های اقتصادی (سال ۱۳۹۸)

Table 11. Final evaluation based on economic indicators, 2019

Distribution costs (m3/IRR)	Initial investment cost (IRR)	Annual selling price of water per m^3 (million IRR)	PV (milion IRR)	NPV	IRR	BCR
45,067,150	449,659,287,317	20,966,400	27,474,307,883	-422,184,979,434	Not Acceptable	0.46

۴- نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به افت سطح آبهای زیرزمینی، ساکنین مناطق حواشی پلایا و مجاور دریا به شیرین‌سازی شورابه‌ها روی آورده‌اند و منطقه بجستان نیز از این شرایط مستثنی نیست، اما با هزینه‌های زیاد انتقال و شیرین‌سازی روبه‌رو شده است. طی دهه‌های اخیر که مصرف آب معدنی افزایش یافته است، این گزینه به‌عنوان یکی از گزینه‌های پیشنهادی در راستای تهیه آب آشامیدنی سالم و بهداشتی برای شرب بوده است، اما هرکدام از سناریوها نیاز به بررسی جدی دارند. این پژوهش به بررسی اثرات محیط‌زیستی احداث کارخانه آب معدنی و سپس به ارزیابی اقتصادی آن با شاخص‌های تنزیلی شامل ارزش فعلی، ارزش خالص فعلی، نرخ بازده داخلی و نسبت فایده به هزینه پرداخت (Firoozi, 2019). برای محاسبه پارامترهای فوق ابتدا باید هزینه سرمایه‌گذاری اولیه، هزینه تولید هر مترمکعب آب و نیز قیمت فروش سالانه هر مترمکعب را محاسبه کرد؛ سپس با توجه به نحوه محاسبه هر شاخص ارزیابی شد تا اقتصادی بودن یا نبودن آن محرز شود. به‌این‌منظور، ابتدا مقدار شاخص ارزش خالص فعلی محاسبه شد، سپس مقدار سایر شاخص‌ها به‌دست آمد.

همان گونه که در جدول ۱۱ نشان داده شده است، نتایج حاصل از ارزیابی اقتصادی شیرین‌سازی و انتقال آب پلایا به بجستان، برای مصارف آشامیدنی و حتی بسته‌بندی، بر اساس شاخص‌های اقتصادی بررسی شده مقرون‌به‌صرفه نیست. همان گونه که جدول نشان داده شده است، مقدار شاخص ارزش خالص فعلی منفی است، اما یک طرح یا پروژه زمانی توجیه اقتصادی دارد که ارزش خالص فعلی طرح بزرگتر یا مساوی صفر باشد. همچنین شاخص نرخ بازده داخلی به‌دست آمده، معنادار نیست و فاقد مقدار عددی قابل‌قبول است. محاسبه نسبت سود به هزینه نیز نشان داد که مقدار آن کمتر از ۱ است که نشان‌دهنده اقتصادی نبودن احداث کارخانه آب معدنی با تکیه بر فرایند شیرین‌سازی در مناطقی مشابه با شرایط آب و هوایی بجستان است.

از دیدگاه محیط‌زیستی نیز به‌ازای تولید ۱۰۰۰ مترمکعب آب آشامیدنی بسته‌بندی، سالانه بیش از ۱۸ تن پلی‌اتیلن تولید خواهد شد و حدود $\frac{۱}{۳}$ از حجم کلی آب، هدر می‌رود و در حدود ۵ تن تولید نمک خواهد داشت؛ به‌طور معمول نمک تولید شده به شکل شورابه به چاه‌های جذبی و در نهایت به سفره‌های آب زیرزمینی بازمی‌گردد که حاوی مقدار زیادی نمک است و منجر به افزایش آلودگی ذخایر آب زیرزمینی می‌شود، بنابراین لازم است قبل از اجرای هر پروژه جوانب مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی هر پروژه در راستای توسعه پایدار آن، بررسی شد. لازم به ذکر است در صورت اجرای پروژه فوق بدون نیاز به شیرین‌سازی و در صورت مالکیت منبع آبی، مقرون‌به‌صرفه خواهد بود.

۵- قدردانی

نویسندگان این پژوهش، از شرکت آب معدنی سنو و اداره آب و فاضلاب شهرستان بجستان که در تهیه اطلاعات موردنیاز این پژوهش یاری کردند، کمال تشکر را دارند.

References

Al-Otaibi, M. & Kotwicki, V. 2009. Challenges of water management in Kuwait. *In Proceedings of the 4th Joint KISR/JCCP Environment Symposium*, 169-184. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research.

Aylward, B., Berkhoff, J., Green, C., Gutman, P., Lagman, A., Manion, M., et al. 2001. *Financial, Economic and Distributional Analysis*. World Commission on Dams. Cape Town, South Africa.

Bacro, J. N. & Chaouche, A. 2006. Incertitude d'estimation des pluies extrêmes du pourtour méditerranéen: illustration par les données de Marseille. *Hydrological Sciences Journal*, 51(3)**,** 389-405.

Bajestan Water & Sewerage Department Archive., 2005. *Report on Water Transfer Costs from Mansouri Plain*, First phase studies, 22-73. (In Persian)

Bajestan Water & Sewerage Department Archive., 2016. *Report on Water Desalination Costs of Mansouri Plain*, 68-120. (In Persian)

Brindha, K. & Elango, L. 2015. Cross comparison of five popular groundwater pollution vulnerability index approaches. *Journal of Hydrology*, 524**,** 597-613.

Cai, L., Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Zhan, Z., Tan, X., et al. 2017. Characteristic of microplastics in the atmospheric fallout from Dongguan city, China: preliminary research and first evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(32)**,** 24928-24935.

Cho, Y., Easter, K. W. & Konishi, Y. 2010. Economic evaluation of the new US arsenic standard for drinking water: a disaggregate approach. *Water Resources Research*, 46(10)**,** W10527.

Damodaran, A. 2012. *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

De Giglio, O., Quaranta, A., Lovero, G., Caggiano, G. & Montagna, M. T. 2015. Mineral water or tap water? an endless debate. *Annali di Lgiene*, 27(1)**,** 58-65.

Delpla, I., Jung, A. V., Baures, E., Clement, M. & Thomas, O. 2009. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International*, 35(8)**,** 1225-1233.

Damirchi Industrial Group., 2019. *Design, Construction and Food Industry Machinery*, https://damirchi.com/. (In Persian)

Deputy of Technical Affairs-Office of Technical Affairs and Development of Criteria., 1998. *Guide to the Application of Engineering Economics in Water Resources Development and Management Projects*, Planning and Budget Organization Pub., Tehran, Iran. (In Persian)

Devarakonda, S. 2019. Calculating the economic viability of corporate trainings (traditional & elearning) using benefit-cost ratio (BCR) and return on investment (ROI). *International Journal of Advanced Corpotate Learning (iyAC)*, 12(1)**,** 41-57.

Doria, M. F. 2006. Bottled water versus tap water: understanding consumers' preferences. *Journal of Water and Health*, 4(2)**,** 271-276.

Fantin, V., Scalbi, S., Ottaviano, G. & Masoni, P. 2014. A method for improving reliability and relevance of LCA reviews: the case of life-cycle greenhouse gas emissions of tap and bottled water. *Science of the Total Environment*, 476**,** 228-241.

Firoozi, M. 2019. *The Most Practical Financial Accounting Terms*, https://www.chetor.com/163684. (In Persian)

Fuhrer, G. J. 1999. *The Quality of Our Nation's Waters: Nutrients and Pesticides*, 1225. US Geological Survey.

Garfí, M., Cadena, E., Sanchez-Ramos, D. & Ferrer, I., 2016. Life cycle assessment of drinking water: comparing conventional water treatment, reverse osmosis and mineral water in glass and plastic bottles. *Journal of Cleaner Production*, 137**,** 997-1003.

Ghaffour, N., Missimer, T. M. & Amy, G. L. 2013. Technical review and evaluation of the economics of water desalination: current and future challenges for better water supply sustainability. *Desalination*, 309**,** 197-207.

Hosseini Zafarabadi, S. S., Nafarzadegan, A. R. & Vaqarfard, H. 2020. Evaluation of the development of unconventional water resources (saline and saline lips) in the west of Hormozgan province. *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, 9(29)**,** 75-88. (In Persian)

Kang, D. & Lansey, K. 2012. Dual water distribution network design under triple-bottom-line objectives. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 138(2)**,** 162-175.

Lee, S. & Kim, J. H. 2020. Quantitative measure of sustainability for water distribution systems: a comprehensive review. *Sustainability*, 12(23)**,** 10093.

Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P. & Boscolo, R. 2006. *Mediterranean Climate Variability*. *Developments in Earth and Environment Science*s, Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.

Mukhopadhyay, A., Akber, A., Al-Awadi, E. & Burney, N. 2000. Analysis of freshwater consumption pattern in Kuwait and its implications for water management. *International Journal of Water Resources Development*, 16(4)**,** 543-561.

Oskounejad, M. M. 1996. *Engineering Economics or Economic Evaluation of Engineering Projects*, Publication of Amirkabir University of Technology, 7th Edition, 195. Tehran, Iran. (In Persian)

Papong, S., Malakul, P., Trungkavashirakun, R., Wenunun, P., Chom-in, T., Nithitanakul, M., et al. 2014. Comparative assessment of the environmental profile of PLA and PET drinking water bottles from a life cycle perspective. *Journal of Cleaner Production*, 65**,** 539-550.

Pasqualino, J., Meneses, M. & Castells, F. 2011. The carbon footprint and energy consumption of beverage packaging selection and disposal. *Journal of Food Engineering*, 103(4)**,** 357-365.

Patrick, M. & French, N. 2016. The internal rate of return (IRR): projections, benchmarks and pitfalls. *Journal of Property Investment and Finance*, 34(6)**,** 664-669.

Qazal Soflou, A. A. 2016. Investigation of some technical and economic aspects of desalination and transfer of sea water to the central regions of Iran. *Journal of Water and Sustainable Development*, 3(1)**,** 130-130.

Riccardini, F. & ISTAT, R. 2014. *Sustainability of wellbeing: the case of BES for Italy*. Presentato Alla XII Conference Quality of Life ISQOLS, Sustaining Quality of Life Across the Globe, Free University Berlin. Germany.

Romano, N., Nasta, P., Bogena, H., De Vita, P., Stellato, L. & Vereecken, H. 2018. Monitoring hydrological processes for land and water resources management in a Mediterranean ecosystem: the Alento River Catchment observatory. *Vadose Zone Journal*, 17(1)**,** 1-12.

Schymanski, D., Goldbeck, C., Humpf, H. U. & Fürst, P. 2018. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research*, 129**,** 154-162.

Seno Mineral Water Company. 2019. *Report on Construction Costs of Mineral Water Company*, 1-125. (In Persian)

TechnicalAffairs and Development of Management Criteria and Planning Organization of the Country. 2002. *Guide to Recognizing the Economic and Social Impacts, Valuation and Economic Justification of Water Resources Development Projects*. Islamic Consultative Assembly Research Center, 1-85.

Technical-economic report of the plan to separate drinking water from the health of Bajestan city., 2014. Khorasan Razavi Water and Sewerage Company, 5036-410663 /1**,** 2-8.

Vaccaro, J. J. 1992. Sensitivity of groundwater recharge estimates to climate variability and change, Columbia Plateau, Washington. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 97(D3)**,** 2821-2833.

Wang, L. & Lin, L. 2007. A methodological framework for the triple bottom line accounting and management of industry enterprises. *International Journal of Production Research*, 45(5)**,** 1063-1088.

Zou, Q. & Liu, X. 2016. Economic effects analysis of seawater desalination in China with input–output technology. *Desalination*, 380**,** 18-28.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License