

برآوردهای احداث تصفیه خانه



ترجمه: ابوترکیان
حسن کنیتی



برآورد مقدماتی با استفاده از سوابق موجود

برآوردهای مقدماتی هزینه تصفیه خانه آب از سوابق تاریخی موجود برای موارد مشابه به دست می‌آید. روش کار بدین صورت است که مخارج پروژه مشابهی که با تمام رسیده است به رده‌ها و اجزاء مناسب ریز می‌شود تا بتوان از داده‌های حاصله برای تصفیه خانه تحت بررسی استفاده به عمل آورد. با استفاده از اندیس هزینه مناسب اطلاعات سالهای متفاوت به پایه مشترکی در سال خاصی تبدیل می‌شوند. بدین طریق اطلاعات مربوط به هزینه پروژه‌های خاص از پروژه‌های با تمام رسیده به دست می‌آید. در بسیاری از موارد تعیین مخارج یک پروژه خاص با استفاده از سوابق تاریخی به علت غیرقابل اعتماد بودن داده‌ها و احتمال بروز خطأ به هنگام تقسیم هزینه کلی به اجزاء ریزتر امکان پذیر نمی‌باشد. در این گونه موارد، از اطلاعات دولتی، مجلات تخصصی، و سازمانهای خصوصی می‌توان استفاده نمود. آشنایی قبلی و دقت کافی در استفاده از این مختصات های هزینه برای پیشگیری از نادیده گرفتن یا بیش از یکبار گنجاندن اجزاء اصلی پروژه ضروری می‌باشد. در ماه اوت ۱۹۷۹ میلادی سازمان محیط زیست ایالات متحده امریکا (EPA) در یک گزارش ۴ جلدی منحنی‌های هزینه مربوط به ساخت، عمل و نگهداری ۹۹ واحد فرایند مورد استفاده در حذف آلاینده‌های مندرج در مقررات ملی آب آشامیدنی^۱ را منتشر کرد. روابط کلی هزینه مورد صحبت در این مقاله بر اساس داده‌های موجود در گزارش فوق برای ساخت، عمل و نگهداری تصفیه خانه آب استوار می‌باشند.

*عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.
**کارشناس مرکز تکنولوژی هست ای اصفهان

برآوردهای اولیه هزینه به منظور مقایسه فنی و اقتصادی در بررسی پروژه‌ها و یا قسمتهای اصلی آن صورت می‌پذیرد. ارقام به دست آمده در برآوردهای اولیه تقریبی می‌باشد، زیرا هزینه‌های دقیق و واقعی احداث، راه اندازی و بهره‌برداری از یک پروژه تابع شرایط خاص محيطی می‌باشد و نمی‌توان آن را به صورت کلی بیان کرد. برآوردهای هزینه هر پروژه از پیچیدگی خاصی برخوردار است که انجام آن مستلزم برخورد کارشناسی، تجربه و آشنایی با شرایط محیط می‌باشد. برای برنامه ریزی و طراحی هر پروژه تصفیه آب نیز جمع‌آوری اطلاعات و ارقام هزینه از ضروریات می‌باشد.

برآوردهای هزینه مورد نیاز که در مراحل مختلف مطالعه ملاک عمل قرار می‌گیرد از نظر درجه صحت با هم تفاوت دارند. در مطالعات اولیه غالباً برآوردهای تخمینی هزینه برای گزینه‌های مختلف انجام می‌شود.

نظر به این که برآوردها برای مقایسه و ارزیابی گزینه‌های تحت بررسی استفاده به عمل می‌آید، صحت ارقام باقیتی در حد قابل قبول باشد تا انتخاب گزینه پیشنهادی میسر گردد. این برآوردهای مقدماتی در تخصیص اعتبار و حق الزحمه مهندسین طراح نیز کاربرد دارد.

در مرحله طراحی اجرایی پروژه (فاز ۲) برآوردهای احداث پروژه‌های جهیزات بر اساس نقشه‌های اجرایی انجام می‌شود. عوامل متعددی چون ظرفیت تصفیه خانه، فرایند تصفیه، معیارهای طراحی و ارزش زمین و اوضاع اجتماعی و اقتصادی کشور و محل اجرای طرح بر هزینه‌ها تاثیر می‌گذارد.

بر این اساس برآوردهای این مرحله قابل تعمیم نبوده و خاص هر پروژه باید صورت گیرد.

$$\text{از: } 11010 + 110 \times 75 / 763 = 680 \text{ که در آن } CC = \text{هزینه ساخت، دلار}$$

$X = \text{ظرفیت سیستم کلرزنی، روز/kg}$

استفاده از اندیس هزینه برای تنظیم برآورد

متداولترین شیوه تطبیق برآورد از یک محل جغرافیایی و دوره زمانی به محل و زمانی دیگر اندیس هزینه می‌باشد این اندیس استفاده در برآورد هزینه فعلی ساخت، رقم اندیس تاریخی ای بکار می‌رود که از سال پایه مشابه PPI فعلی استفاده می‌کند. این اندیسهای اصلاح شده نیز در جدول ۲ آورده شده است.

برای رده "شیرآلات و اتصالات" BLS که دیگر اندیس نمی‌شوند رده دیگری بنام "وسایل متفرقه عمومی" ۱۱۴۹ در PPI) درج شده است. این رده در بین رده‌های دیگر نظری شیرآلات فلزی غیر از نوع فشار بالا (fluid power)، "شیرآلات لوله کشی و سیستمهای گرمادهی" و فلنجها و متعلقات لوله‌های فلزی انتخاب شد. رده "وسایل متفرقه عمومی" در مقایسه با ارقام حاصل از رده‌های دیگر، رقمی میانگین به دست می‌دهد. علاوه بر این، ارقام اندیس برای این رده را می‌توان از BLS درخواست کرد و نیازی به برونویابی یا میانگین‌گیری نمی‌باشد.

هزینه‌های جاری اجزاء ساخت سپس به طریقی مشابه آنچه برای اندیسهای ENR استفاده می‌شود محاسبه می‌شود. اندیسهای ENR در جدول ۲ فراهم آمده است. روش استفاده از اندیسهای BLS برای بروز در آوردن هزینه در اینجا آورده شده است. تصوفیه خانه‌های آب محاسبه نشده است. به منظور رفع کمپوڈهای اندیسهای ENR، هزینه کل ساخت به ۸ بخش اصلی تقسیم می‌شود. اندیسهای دائره‌آما رکارگری (BLS) و ENR این اجزاء هزینه بر اساس قیمت دلار در سالهای ۱۹۶۷ و ۱۹۷۸ در جدول ۲ آمده است. بدین طریق، هزینه کل با استفاده از اندیسهای متناسب، در مقابل تک اندیس، براساس هشت جزء اصلی هزینه به قیمت روز در می‌آید.

به قیمت روز در آوردن اندیسهای هزینه ساخت ENR ساده می‌باشد. مقدار جاری ENR برای هر رده مورد نظر از جدیدترین شماره ENR کسب می‌شود. این رقم بر مقدار اندیس اکتبر ۱۹۷۸ میلادی تقسیم و در هزینه ساخت ۱۹۷۸ میلادی ضرب شده تا هزینه جاری ساخت به دست آید.

$$\text{هزینه فعلی ساخت} = \frac{\text{هزینه ساخت سال ۱۹۷۸}}{\text{اندیس CCI اکتبر ۱۹۷۸}}$$

به قیمت روز در آوردن هزینه‌ها با استفاده از اندیس قیمت تولیدکننده (PPL) پیچیده‌تر از استفاده از اندیسهای ENR می‌باشد. در سال ۱۹۷۸ BLS هزینه‌ها را بر اساس قیمت‌های سال ۱۹۶۷ اندیس کرد (۱۹۶۷=۱۰۰). در سال ۱۹۹۲ BLS قیمت‌های سال یان می‌شوند. هزینه سالانه انرژی بر مبنای $\$0.03/\text{kWh}$ درآوردن رده هایی که سال مرجع اندیس تغییر کرده است، BLS

تعیین روابط هزینه M با استفاده از کامپیوتر

روابط کلی هزینه بهره‌برداری و نگهداری نیز با استفاده از برنامه کامپیوتری PLOTIT به دست آمد. گزارش EPA برای داده‌های مورد نیاز این معادلات مورد استفاده قرار گرفت. سی و پنج معادله کلی O&M همراه با روابط هزینه ساخت برای بسیاری از فرایندها در جدول ۱ آورده شده است. دامنه کاربرد این معادلات و درصد هزینه سه جزء هزینه (انرژی، نگهداری و کارگر) نیز در این جدول فراهم آمده است.

هزینه‌های بروز درآورده شده بوسیله سه جزء هزینه.

بروز در آوردن هزینه O&M را می‌توان با بروز در آوردن هزینه سه جزء انرژی، کارگر و مواد نگهداری انجام داد. هزینه انرژی و کارگر متناسب با بهای الکتریسیته ($\$/\text{km.h}$) و قیمت کارگر (ساعت / \$) محاسبه شده و بهای مواد نگهداری با استفاده از قیمت تمام شده کالای PPI بروز در آورده می‌شود. هزینه مواد نگهداری مورد استفاده در تعیین هزینه بر مبنای قیمت تمام شده کالای PPI در اکتبر ۱۹۷۸ برابر ۲۰۷ و ۱۹۹ می‌باشد. نظر به این که این عدد از گزارش‌هایی که ۱۰۰ را مینا قرار داده به دست می‌آید آن را باید اصلاح کرد.

با استفاده از سوابق تاریخی BLS عدد ۱۹۹/۷ با رقم اندیس اصلاح شده (۱۹۸۲=۱۰۰) تعویض می‌گردد. PPI فعلی آوریل ۱۹۹۲ برای کالای آماده برای استفاده برابر ۱۲۲/۹ می‌باشد. هزینه مواد شیمیایی مورد نیاز برای عملیات فرایند را نیز باشند. هزینه اضافه کرد تا کل هزینه O&M به دست آید. بهای مورد پیش‌بینی مواد شیمیایی را به سادگی می‌توان از فروشنده‌گان مربوطه به دست آورد.

تعیین هزینه معادل و ارزش فعلی برای مقایسه گزینه‌ها

روش مقایسه هزینه گزینه‌های مختلف شامل تعیین ارزش فعلی و هزینه سالانه معادل هر گزینه می‌شود. ارزش فعلی را می‌توان به صورت سرمایه‌ای تصور کرد که در صورت سرمایه‌گذاری با یک بهره خاص در زمان حال دقیقاً بودجه موردنیاز کلیه مخارج لازم در مدت برنامه‌ریزی را بتواند فراهم سازد. هزینه سالانه معادل بیانی از یکسری مخارج ناهمگون مورد استفاده به صورت مقدار همگون سالیانه می‌باشد که برای ساده کردن محاسبات ارزش فعلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرح مفصل روشهای محاسباتی در بسیاری از کتابها موجود می‌باشد. ارزش فعلی هزینه سالانه O&M، ضریب بازیابی سرمایه اولیه و هزینه سالانه معادل را می‌توان از معادلات ۱، ۲ و ۳ به دست آورد.

$$\text{[} \frac{1}{n} - 1 \text{]} [\text{کل هزینه سالانه O\&M}] = \text{ارزش فعلی هزینه سالانه}$$

هزینه بهره‌برداری و نگهداری (O&M)

هزینه کل بهره‌برداری و نگهداری بر اساس الزامات انرژی، الزامات مواد مورد نیاز برای نگهداری و نیازهای پرسنلی استوار می‌باشد. رده انرژی شامل انرژی مورد نیاز برای فرایندها و ساختمانها می‌شود. همه اجزاء انرژی (نظری سوخت دیزلی، الکتریسیته، و گاز طبیعی) بر حسب کیلووات-ساعت (kWh) در سال بیان می‌شوند. هزینه سالانه انرژی بر مبنای $\$0.03/\text{kWh}$ الکتریسیته برآورد می‌شود.

در برآورد هزینه‌های کلی ساخت وسایل در گزارش EPA از داده‌های شرکتهای سازنده قطعات، طریقه‌ای مقدماتی^۲ و اطلاعات منتشر شده استفاده شده است. هزینه ساخت در این روش از حاصل جمع مخارج هشت جزء اصلی فرایند که عبارت از حفاری و آماده سازی محل (A) و سایل ساخته شده (B) (بن (C)، آهن آلات (D)، کارگر (E)، لوله و متعلقات (F)، لوازم برقی و ابزار اندازه‌گیری (G)، و محل استقرار (H) است به دست می‌آید. هزینه خرید و نصب وسایل، مواد و همچنین هزینه‌های اداری و سود پیمانکار جزء اقلام گنجانیده شده در هر یک از رده‌های فوق می‌باشد. ۱۵٪ به جمع کل هر رده اضافه می‌گردد تا مخارج متفرقه و موارد پیش‌بینی نشده به حساب آورده شوند. در عین حال هزینه‌های پیش‌بینی از حد آماده سازی، مخارج اداری و سود مقاطعه کار، حق‌الزحمه مهندسی، مخارج مربوط به زمین و امور حقوقی، مخارج مدیریت و سود بانکی در مدت زمان ساخت جزو برآورد هزینه ساخت نمی‌باشد. این اقلام با هزینه کل پروره، بجای فرایندهای متفرقه، ارتباط بیشتری دارند. بنابراین اضافه کردن این هزینه‌ها پس از تعیین حاصل جمع اجزاء جداگانه مناسبتر می‌باشد.

تعیین روابط هزینه با استفاده از کامپیوتر

معدالت کلی هزینه ساخت با استفاده از برنامه کامپیوتری PLOTIT، که برنامه‌ای گرافیکی و آماری است، به دست آمد. داده‌های مورد استفاده برای این روابط از گزارش EPA گرفته شده که از روش نسبتاً ساده‌ای برای این امر استفاده می‌کند. در آغاز یک پرونده کامپیوتری دو بعدی داده‌های ورودی در فورمات مورد نیاز برنامه ایجاد می‌شود. سپس نوع معادله مناسب داده‌ها انتخاب می‌گردد. به عنوان مثال، معادله گزینه شده می‌تواند خطی، درجه دو، یا نمایی باشد. با استفاده از داده‌ها و معادله انتخاب شده، برنامه کامپیوتری ضرایب معادله را بر اساس مناسبترین خط یا منحنی را محاسبه می‌نماید. این مراحل برای چندین نوع معادله تکرار می‌شود و معادله‌ای که انطباق بیشتری با داده‌ها دارد انتخاب می‌گردد.

تعداد ۴۲ معادله کلی هزینه ساخت در جدول ۱ فراهم آمده است. هر معادله نمایانگر یک فرایند و متداولترین سیستم تغذیه مواد شیمیایی مورد استفاده در تصوفیه خانه می‌باشد. دامنه کاربرد هر منحنی (حداقل و حداکثر) و درصد هزینه کل مخصوص یک جزء نیز آورده شده است. به عنوان نمونه، دامنه کاربرد روابط هزینه ساخت، عمل و نگهداری سیستم ذخیره و تغذیه کلر که از سیلندرهای کلر استفاده می‌نماید (Fقره ۱a، جدول ۱) از روز/ 450 kg تا روز/ 450 kg می‌باشد. اجزاء اصلی هزینه ساخت شامل ۴۷ درصد وسایل ساخته شده (B)، ۶ درصد کارگر (E)، ۴ درصد لوله و متعلقات، ۵ درصد ابزار الکتریکی و دستگاههای اندازه‌گیری (G)، و ۳۸ درصد محل استقرار می‌شود. رابطه هزینه ساخت در ماه اکتبر سال ۱۹۷۸ میلادی عبارت است

$$\text{ضریب بازیابی سرمایه} = \frac{i(1-i)^n}{[(1+i)^n - 1]}$$

(ضریب یا زیابی، سرمایه) ارزش فعلی پر وژه = هزینه سالانه

معادل، سال / \$

در این معادلات $i = \text{نرخ بهره}$ ، $n = \text{مدت طرح}$ ، سال می باشند.

ساخت بایستی به این رقم اضافه گرددند. برای پروژه‌های مختلف این هزینه‌ها به مقدار قابل ملاحظه‌ای فرق می‌کنند. فرض کنید که این هزینه‌ها ۲۸ درصد کل هزینه ساخت می‌باشند. بر این اساس، کل هزینه ساخت حوضجه، که شامل این مخارج خاص نیز می‌شود، برابر $\$525000$ می‌شود.

ارزش فعلی هزینه سالانه O&M، ضریب بازیابی سرمایه کل ارزش فعلی پروژه و هزینه سالیانه معادل را می‌توان از معادلات ۱،

۲ و ۳ به دست آورد. این ارقام عبارتند از

هزینه سالیانه O&M \$/ ۱۰۹۰۰ = ارزش فعلی هزینه سالیانه

۱۰۴۶۵ = ضریب بازیابی سرمایه

$$\text{کل ارزش فروخت} = 634000 + 525000 + 109000 = 1258000$$

سال / ٤٠٠٦٦٦٥ = هز بنه سالانه معادل

و ابط کل هزینه ساخت و همچنین هزینه

نگهداری فرآیندهای تصوفیه آب طریق مناسبی برای تعیین برآورد مقدماتی هزینه این گونه فرآیندها در فاز برنامه‌ریزی راهراه می‌سازند. در روش بروز در آوردن هزینه سرمایه اولیه از اندیسهای ENR و BLS هشت رده اجزاء هزینه استفاده به عمل می‌آید.

مقدار کل هزینه فعلی و هزینه کل سالیانه محاسبه شده از این معادلات برای مقایسه اقتصادی فرآیندهای مختلف تصفیه و اجزاء اصلی پروژه استفاده می شود تا بر اساس آن تخصیص اعتبار صورت گرفته و از خدمات مهندسین طراح استفاده به عمل آید. برآورد هزینه به دست آمده از این روابط کلی نمایانگر هزینه واقعی ساخت و بهره برداری و تغهداری یک پروژه نمی باشد. هزینه سالیانه وابستگی زیادی به شرایط محل پروژه، آب و هوا، رقابت بین مناقصه کاران و فروشندهان و سایل و مواد، و اوضاع اقتصادی محل و کشوری دارد. بنابراین، هزینه واقعی ساخت و بهره برداری را نمی توان تعییم داد و بایستی برای هر پروژه خاص بطریق حداگاهی تعیین گردید.

- 1- National Interim Primary Drinking water Regulations
- 2- Conceptual Designs

References

- 1- Water Treatment Principles and Design. John Wiley & Sons, New York (1985).

2- CUMERMAN,R.C.; R.L.; & HANSEN, S.P. Estimating Water Treatment Costs, Vol. 1-4, EPA-600/2-79-162. Cincinnati, Ohio (Aug. 1979).

3- PLOTIT: Interactive Graphics and Statistics Program. Scott P.Eisensmith (1987).

4- Engineering News-Record, McGraw-Hil. Inc., New York.

5- Engineering News-Record, 201:14:117 McGraw-Hill Inc., New York (Oct. 5,1978).

6- Engineering News-Record, 228:14:79 McGraw-Hill Inc., New York (Apr. 6, 1992).

7- Producer Prices and Price Indexes: Data for 1978. US Dept. of Labor, Bureau of Labor Statistics, Library of Congress Catalog No. 153-140, USGPO, Washington, D.C.

8- Producer Price Index Historical. US Dest. of Labor, Bureau of Labor Statistics (Apr. 1992).

9- Producer Price and Price Indexes: Data for April 1992. US Dept. of Labor, Bureau of Labor Statistics. ISSN 0882-5270, USGPO, Washington, D.C.

10- GRANT, E.L. and JRESM, W.G. Principles of Engineering Economy. Ronald Press, New York (5th ed., 1970).

11- STEVENS, G.T. The Analysis of Capital Expenditure for Managers and Engineers. Ginn Press, Needham Heights, Mass. (1989).

12- QASIM, S.R. Wastewater Treatment Plants. Planning Design and Operation. Holt, Rinehart and Winston, New York (1985).

ردیف	هزاری اجرای مخفف	مادلات							
		A+	B	C	D	E	F	G	H
۱	نخنیه آمویزک آبادار	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	-	-	۶	۵	۱۰
۲	اطرفیت آمویزک روزانه	CC=۴۰۶۸۰/۱۰۰+۴۴۷۸۰	-	۵۰	۲	۰	۶	۱۷	۲
۳	بودرگران فعال	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	-	-	۶	۵	۱۰
۴	محلی طارک تند	KgR ^۲ =۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۷	۱۲	-	۲۴	-
۵	G=۳۱۰۰.s ^{-۱}	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۸	-	-	۲۱	-
۶	G=F _۱ .s ^{-۱}	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۷	G=A _۱ .s ^{-۱}	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۸	منعد کنند	m ^۳ طرف طرف طرف	-	۷۶	۴	۴	۱۴	-	۷
۹	G=Y _۱ .s ^{-۱}	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۰	G=B.s ^{-۱}	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۱	G=L.s ^{-۱}	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۲	کلارینوی مادر	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۳	ستینبل	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۴	فابریل	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۵	بستر طبله بندی خود	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۶	بستر در گاه	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۷	بستر در لایه	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۸	بستر بولوط	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱
۱۹	بپاژ شستشوی پایه	CC=۳۱۹۰/۱۰۰+۴۲۴۸۰/۱۰۰+۷۷۰	-	۷۶	۱۰	۱۰	۱۶	-	۲۱

جدول نسخه - معاذون عمری ساخت - بهربرداری - تجهیز و اجزا

جدول نسخه - معاذون عمری ساخت - بهربرداری - تجهیز و اجزا

ادامه جدول شماره ۱- معادلات عمومی ساخت - بهره برداری - نگهداری و اجزاء هزینه ها

حدود ° خداکثر	حداقل	درصد هزینه اجزاء	معادلات			فرآیند
			I	J	K	
۲۵۰۰	۱۳	۴۴	۵	۵۱	$OeMC = ۷۲ / ۲X^{۰.۷۰۱۴} + ۳۸۰$	پمپاژ شستن سطح فیلتر آبی
۲۵۰۰	۱۳	۲۳	۲۴	۵۳	$OeMC = ۷۳ / ۵X^{۰.۷۵۰۹} + ۲۱۸۰$	هوایی
۱۸۰۰	۳۵	۷۵	-	-	$OeMC$ در ستون پمپاژ شستن فیلتر درج شده است	تانک ذخیره برای شستشو
۲۵۰۰	۷۵	-	-	-	$OeMC$ در ستون پمپاژ شستن فیلتر درج شده است	تانک ذخیره آب زیرزمینی
۳۰۰۰	۴۰	-	-	-	OeM در ستون پمپاژ آب تصفیه درج گردیده است	TDH=۳۰/۴۸M پمپاژ آب تصفیه شده
۱۱۳۵۰۰	۵۵۰۰	۸	۴	۸۸	$OeMC = ۰.۵۰۲X^{۰.۹۹۸۵} + ۵۲۰۰$	پمپاژ آب خام
۷۵۶۰۰۰	۲۵۰۰	۱۳	۶	۸۱	$OeMC = ۰.۵۳۰ + ۰.۶۸۸۷۹X$	حوضچه ثقلی تغليظ لجن
۴۵	۶	۶۳	۲۹	۸	$OeMC = ۲۱ / ۲X^{۱/۴۷۳۶} + ۱۲۰۰$	برکه، لجن زار
۱۴۰۰۰	۳۰۰	۹۳	۱	۶	$OeMC = ۶ / ۴۷۳X^{۰.۹۱۲۴} - ۴۵$	بستر شنی خشک کننده
۳۷۲۰۰	۴۵۰	۸۸	۶	۶	$OeMC = ۲ / ۱۷۶X^{۱/۰.۷۴} + ۵۸۱۰$	فیلتر فشاری
۲۵	۰/۱۲	۸۴	۳	۱۳	$OeMC = ۷۹۷۶۱۵ / ve^{۰.۱۳۸۷X} - ۷۷۵۷۲۰$	فیلتر فشاری کمریندی
۲۰۰	۳	۵۲	۱۳	۲۵	$OeMC = ۰.۸۴۷۳۵ / ve^{۰.۱۰۵۲۲X} - ۰.۵۸۰۳۰$	ساختمان اداری - آزمایشگاه و تعمیرگاه
۷۵۰۰۰۰	۳۵۰۰	۷۸	۹	۱۳	$OeMC = ۴۵۶۸ / ۶۶X^{۰.۲۹۳۵} - ۳۲۰۰$	

* دامنه قابل اجراء برای هزینه ساخت و بهره‌برداری و نگهداری

A^+ = حفاری و هموارسازی B = وسایل ساخته شده C = بتن D = آهن E = کارگر F = شیرآلات و لوله
 G = وسایل پرتوی دستگاههای اندازه‌گیری H = انژری I = ارزی J = مکان K = وسایل نگهداری L = کارگر

CC هزینه ساخت (شامل ۱۵٪ اضافه برای امور اضطراری و غیره ≠

$\text{MC} = \frac{\text{هزینه بهر داری}}{\text{سال}} + \frac{\text{نگهداری}}{\text{دلارانی}}$

** هزئینه دامنه قایل اجراء برای ساخت

++ هزینه دامنه قایلاً اجراء برای بهره‌برداری و نگهداری

هـ: بنـه سـاخـت برـ منـای وزـن واحد مـصالـح بـراـیـر است با ۴۸۵ دـلـار بـه اـزـای هـر مـتر مـربع اـز کـل مـسـاحـت زـیرـبـنا

هزینه ساختمان با استفاده از فرمول زیر تعیین می‌گردد

X [*]	حدار	درجه حرارة ابزمه	معدلات
جذري	حدائق	I	J
محفز کل سپتیلری های تغذیه کردن	۱۸	۱۸	OeMC=۰.۴۷۴/۱/۱۲۰+۰.۳۰۰
تالک ذخیره در محل باری چابکاردن	۲	۳۵	OeMC=۰.۳۵۶/۰.۹۵۰-۰.۴۰۰
تغذیه سنتیم از روی دل	۳	۴۲	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
توپی ازان	۴	۵۰	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۹۱۰+۰.۴۰۰
حضرچه خام ازان	۵	۵۹	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
تغذیه الوماتیک	۶	—	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
تغذیه پرودرالوم	۷	۷۷	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۹۱۰+۰.۴۰۰
تغذیه بالسر	۸	۱۰	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
تغذیه برگهات باسوس	۹	۲۴	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
تغذیه اسید فلوربریک	۱۰	۲۷	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
تغذیه اسید فلوریک	۱۱	۴۱	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
تغذیه بسته بندیم	۱۲	۴۲	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
تغذیه سرفلت آمن	۱۳	۴۳	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
تغذیه آمونیاک اب	۱۴	۴۴	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
تغذیه آمونیاک آبار	۱۵	۴۵	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
بادرگین فول	۱۶	۴۶	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
مولطرک تند	۱۷	۴۷	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
G=۱۰۰S ^{-۱}	۱۸	۴۸	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰-۰.۴۰۰
G=۹۰S ^{-۱}	۱۹	۴۹	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G=۹۱.۰S ^{-۱}	۲۰	۵۰	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
مشغله کنترل	۲۱	۵۱	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G=۱.S ^{-۱}	۲۲	۵۲	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G _{۰.۰} S ^{-۱}	۲۳	۵۳	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G _{۰.۱} S ^{-۱}	۲۴	۵۴	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G _{۰.۲} S ^{-۱}	۲۵	۵۵	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G _{۰.۳} S ^{-۱}	۲۶	۵۶	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G _{۰.۴} S ^{-۱}	۲۷	۵۷	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G _{۰.۵} S ^{-۱}	۲۸	۵۸	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G _{۰.۶} S ^{-۱}	۲۹	۵۹	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
G _{۰.۷} S ^{-۱}	۳۰	۶۰	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
صف کنندۀ مدور	۳۱	۶۱	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
مسئطیل	۳۲	۶۲	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
ساختمانی تقلی	۳۳	۶۳	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
بستر نیتر	۳۴	۶۴	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
بستر طبقه بندی شده	۳۵	۶۵	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
بستر دوکنه سمت معلوٽ	۳۶	۶۶	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰
بستر اسٹریشن فیلر	۳۷	۶۷	OeMC=۰.۳۷۵/۰.۸۱۰+۰.۴۰۰

جدول شماره ۲: شاخصهای BLS و ENR به عنوان مبنای منحنیهای هزینه ساختمانی

هزینه اجراء	شاخص	مقدار شاخص ۱۹۷۸ اکتبر	مقدار شاخص تعديل ۱۹۷۸ اکتبر	مقدار شاخص فعلی آپریل ۱۹۹۲
خاک برداری	شاخص دستمزد کارگر ماهر ENR	۲۴۷ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۲۴۷ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۴۵۵ (۱۹۶۷=۱۰۰)
وسایل ساخته شده	ماشین آلات و وسایل لازم BLS کد کالا ۴۱۱	۲۲۱/۱ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۷۲/۹ (۱۹۸۲=۱۰۰)	۱۳۰ (۱۹۸۲=۱۰۰)
بتن	مواد بکار رفته در بتن BLS کد کالا ۱۳۲	۲۲۱/۱ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۷۱/۶ (۱۹۸۲=۱۰۰)	۱۱۹/۴ (۱۹۸۲=۱۰۰)
آهن	محصولات ذوب آهن BLS کد کالا ۱۰۱۷	۲۶۲/۱ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۷۵ (۱۹۸۲=۱۰۰)	۱۰۷/۴ (۱۹۸۲=۱۰۰)
کارگر	شاخص دستمزد کارگر ماهر ENR	۲۴۷ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۲۴۷ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۴۵۵ (۱۹۶۷=۱۰۰)
شیرآلات و لوله	شیرآلات و اتصالات BLS کد کالا ۱۱۴۹۰۱	۲۳۶/۴ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۷۰/۲ (۱۹۸۲=۱۰۰)	۱۳۹/۶ (۱۹۸۲=۱۰۰)
وسایل برقی و دستگاه اندازه گیری	دستگاه و سایل برقی BLS کد کالا ۱۱۷	۱۶۷/۵ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۷۲/۳ (۱۹۸۲=۱۰۰)	۱۲۱/۳ (۱۹۸۲=۱۰۰)
مکان	شاخص هزینه ساختمان ENR	۲۵۴/۸ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۲۵۴/۸ (۱۹۶۷=۱۰۰)	۴۱۵/۹ (۱۹۶۷=۱۰۰)

جدول ۳

هزینه ساخت و بهره برداری و نگهداری اجزاء و ارزش فعلی

ارزش اجزاء	ارزش شاخص اکتبر ۱۹۷۸		هزینه فعلی آپریل ۱۹۹۷		
	اجزاء (درصد)	هزینه (دلار)	مبدأ شاخص تعديل شده	شاخص ارزش	هزینه فعلی سال / دلار
هزینه ساخت					
A. خاکبرداری	۴	۹۸۰۷	۲۴۷	۴۵۵	۱۸۰۷۰
B. وسایل ساخته شده	۲۷	۶۶۱۹۶	۷۲/۹	۱۳۰	۱۱۸۰۵۰
C. بتن	۱۰	۲۴۵۱۷	۷۱/۶	۱۱۹/۴	۴۰۹۰۰
D. آهن	۲۷	۶۶۱۹۶	۷۵	۱۰۷/۴	۹۴۸۰۰
E. کارگر	۲۰	۴۴۰۳۴	۲۴۷	۴۵۵	۸۱۱۲۰
F. شیرآلات و لوله جات	۱۰	۲۴۵۱۷	۷۰/۲	۱۳۹/۶	۴۸۸۰۰
G. وسایل برقی و ابزار دقیق	۲	۴۹۰۳	۷۲/۳	۱۲۱/۳	۸۲۳۰
H. مکان	-	-	۲۵۴/۸	۴۱۵/۹	-
-	-	۲۴۵۱۷۰	-	-	۴۱۰۰۰
هزینه بهره برداری و نگهداری					
I. انرژی لازم	۴	۲۴۶	\$۰/۰.۳/kw.h	\$۰/۰.۵/kw.h	۴۱۰
J. وسایل لازم نگهداری	۱۶	۹۸۱	۷۱/۶	۱۲۲/۲	۱۶۷۰
K. نیروی کاری	۱۸	۴۹۰۷	\$۱۰/h	۱۹/h	۹۳۲۰
L. هزینه مواد شیمیایی		۰			۰
		۶۱۳۴			۱۱۴۰۰