

امکان‌سنجی و توجیه اقتصادی طرح جایگزینی مشعلهای صنعتی با راندمان بالا در 30 گروه صنعتی کشور

سپهر صنایع¹، حسین بابائی توسکی²، حمزه جعفر کریمی³

آزمایشگاه بهینه سازی سیستمهای انرژی - دانشکده مهندسی مکانیک - دانشگاه علم و صنعت ایران

¹دانشیار sepehr@iust.ac.ir

²حسین بابائی توسکی babaie@iust.ac.ir

³حمزه جعفر کریمی hgkarimi@yahoo.com

چکیده

مشعلهای با بازده بالا و فن‌آوری جدید، امروزه به علت اهمیت کاهش مصرف انرژی در صنایع مختلف و کاهش میزان آلاینده‌ها (اعم از آلودگی هوا یا آلودگی صوتی) در نقاط مختلف دنیا، مورد توجه قرار گرفته است و لزوم استفاده از این نوع مشعلها، بجای مشعلهای قدیمی و دارای بازدهی کم در صنایع مختلف کشورمان کاملاً به چشم می‌خورد.

در مقاله حاضر، بحث جایگزینی مشعلهای صنعتی با بازده بالا بجای مشعلهای فعلی مورد استفاده در 30 گروه صنعتی کشور مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این زمینه از روش یکنواخت سالانه¹ که یکی از روشهای ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی می‌باشد، استفاده گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که در این 30 گروه صنعتی، حدود 780 هزار عدد مشعل وجود دارد که حدود 55% این تعداد، قابلیت جایگزینی با مشعل‌های بازده بالا را دارا هستند. همچنین ارزیابی‌های اقتصادی نشان می‌دهد که در 22 گروه صنعتی جایگزین مشعل اقتصادی است و اینکه صنایع کانی غیر فلزی مثل صنایع تولید سیمان، آهک، گچ، آجر و برخی صنایع فلزی مانند ریخته‌گری در جایگزینی مشعل‌های با بازده بالا دارای صرفه اقتصادی بسیار زیادی هستند.

کلمات کلیدی: مشعلهای صنعتی با بازده بالا - انواع گروههای

صنعتی - ارزیابی اقتصادی - روش یکنواخت سالانه

مقدمه

بحث انرژی، از مسائل مهم کشورهاست و در بسیاری از کشورها به عنوان یک شاخص توسعه مطرح می‌شود. استفاده از انرژیهای تجدید پذیر، و لزوم چاره اندیشی در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، بالاخص انرژی حاصل از سوختهای فسیلی، کاملاً ضروری به نظر می‌رسد.

مشعلهای صنعتی به عنوان یکی از بزرگترین مصرف کننده‌های سوختهای فسیلی برای تولید انرژی حرارتی، نقش مهمی را در بهینه‌سازی مصرف سوختها می‌توانند داشته باشند. بدین ترتیب، لزوم

بهسازی و جایگزینی مشعلهای با فن‌آوری نوین و بازده بالاتر، بجای مشعلهای قدیمی و فرسوده با بازده کم، کاملاً به چشم می‌خورد. در این راستا، آزمایشگاه بهینه‌سازی سیستمهای انرژی دانشگاه علم و صنعت ایران با تهیه فرم پرسشنامه‌ای که حاوی اطلاعات مورد نیاز در این بخش بوده است و جمع‌آوری آنها از حدود 145 واحد منتخب در 30 گروه صنعتی، اقدام به بررسی و دسته‌بندی اطلاعات جمع‌آوری شده نموده است.

تخمین آماری تعداد مشعل‌های قابل جایگزین با مشعل‌های با فن‌آوری و بازده بالا

برای تخمین آماری تعداد مشعلهای قابل جایگزین با مشعلهای با فن‌آوری نوین و بازده بالا، ابتدا لازمست تخمینی از تعداد مشعلهای صنعتی فعلی موجود در صنایع آماربرداری شده کشور در دست باشد. برای این منظور، 30 گروه صنعتی که از مشعل صنعتی استفاده می‌کنند، شناسایی شده و اطلاعات لازم در مورد مشعلهای مورد استفاده حدود 145 واحد صنعتی، جمع‌آوری گردید. با داشتن این اطلاعات برای تخمین تعداد مشعلهای موجود در کشور، به روش زیر عمل شده است که در ادامه بررسی خواهد گشت.

تخمین تعداد مشعلهای موجود در کشور بر اساس حجم تولید واحدهای صنعتی

با در دست داشتن میزان حجم تولید محصولات 30 گروه صنعتی گوناگون در کشور، و مقایسه آن با حجم تولید و تعداد مشعلهای مورد استفاده در واحدهای صنعتی آمار برداری شده، می‌توان برآوردی کلی از تعداد کل مشعلهای موجود در 30 گروه صنعتی، بدست آورد.

در ابتدا لازمست شاخصی برای ارتباط حجم تولید با تعداد مشعلها تعریف شود. از تقسیم تعداد مشعلها در هر گروه صنعتی بر حجم تولید برای گروههای صنعتی آمار برداری شده، شاخصی بنام "تعداد مشعل در واحد حجم تولید" بدست آمد. سپس با ضرب مقدار عددی این شاخص برای هر گروه صنعتی، در حجم کلی تولید در کشور در آن گروه صنعتی، می‌توان تعداد مشعلهای موجود در هر بخش را تخمین زد، نتایج در جداول (1) الی (6) آورده شده است.

1 Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC)

جدول (2): شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد تخمینی مشعلهای مورد استفاده در هشت گروه مربوط به صنایع فلزی [2، 3، 5 و 6]

ردیف	نوع صنعت فلزی (محصول تولیدی)	شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید برای صنایع آماربرداری شده	تعداد مشعل (عدد)
1	ریخته‌گری فلزات آهنی	0/00567	58796
2	ریخته‌گری فلزات غیر آهنی	0/00357	41531
3	نورد و تولید فولاد	0/0001317	4548
4	عملیات حرارتی فلزات	0/00519	12285
5	تولید لوله و ورق	0/000546	21946
6	صنایع ماشین سازی و تجهیزات	0/000988	97483
7	صنایع ماشین کاری و قطعات	0/00000253	4191
8	سایر صنایع فلزی	0/0070	90842
مجموع			331.622

همانطور که در جدول (2) مشخص است، در میان صنایع فلزی که اطلاعات آنها جمع‌آوری شده است، انواع صنایع ریخته‌گری (ریخته‌گری فلزات آهنی و غیرآهنی) بیشترین آمار استفاده از مشعل را در این بخش به خود اختصاص داده‌اند (31% مشعلهای مورد استفاده در بخش صنایع فلزی و حدود 13% از کل مشعلهای صنعتی موجود در کشور) همچنین صنایع مربوط به ذوب، نورد و تولید فولاد کمتر از 1% از تعداد مشعلهای مربوط به صنایع فلزی و سایر صنایع فلزی نیز حدود 27% کل تعداد مشعلهای مربوط به این بخش را به خود اختصاص داده‌اند.

تخمین تعداد مشعلهای موجود در یازده گروه صنایع کانی غیر فلزی [2، 5 و 6]

در جدول (3)، حجم تولید سالانه، شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد مشعل مورد استفاده در یازده گروه مربوط به صنایع کانی غیر فلزی آورده شده است.

تخمین تعداد مشعلهای موجود در هفت گروه صنایع غذایی [2، 5 و 6]

در جدول (1) حجم تولید سالانه، شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید برای واحدهای آماربرداری شده و بالاخره تعداد مشعلهای مورد استفاده در هفت زیر گروههای مربوط به صنایع غذایی (از ضرب حجم تولید سالانه در شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید برای صنایع آماربرداری شده) آورده شده است.

جدول (1): شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد تخمینی مشعلهای مورد استفاده در هفت گروه مربوط به صنایع غذایی [2، 5 و 6]

ردیف	نوع صنعت غذایی (محصول تولیدی)	شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید برای صنایع آماربرداری شده	تعداد مشعل (عدد)
1	انواع کنسرو	0/000190	2449
2	انواع آبمیوه و آشامیدنی‌ها	0/00000005	749
3	تولید نان و محصولات خبازی	0/003	171790
4	انواع ماکارونی	0/0000357	567
5	تولید روغن خوراکی	0/000050	7983
6	انواع فرآورده‌های گوشتی	0/000625	7042
7	سایر محصولات غذایی	0/000467	11805
مجموع			202.385

همانطور که در جدول (1) مشخص است، در میان هفت گروه صنایع غذایی که اطلاعات آنها جمع‌آوری شده است، عمده مشعلهای مربوط به صنایع غذایی مربوط به بخش صنایع تولید نان و سایر محصولات خبازی می‌باشد (84/5% کل مشعلهای بخش صنایع غذایی) و پس از آن سایر محصولات غذایی که فهرست آنها در دسته‌بندی مربوط به صنایع غذایی مندرج در جدول (1) نیامده است 6% کل تعداد مشعلهای این بخش را به خود اختصاص داده‌اند.

تخمین تعداد مشعلهای موجود در هشت گروه صنایع فلزی [2، 3، 5 و 6]

در جدول (2) حجم تولید سالانه، شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد مشعلهای مورد استفاده در هشت زیر گروه مربوط به صنایع فلزی آورده شده است.

جدول (4): شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد تخمینی مشعلهای مورد استفاده در چهار گروه مربوط به صنایع شیمیایی [2، 5 و 6]

ردیف	نوع صنعت شیمیایی (محصول تولیدی)	شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید برای صنایع آماربرداری شده	تعداد مشعل
1	انواع محصولات شیمیایی	0/000318	39949
2	نفت و گاز و محصولات پتروشیمی	0/0000797	12001
3	محصولات دارویی و پزشکی	0/0000000428	410
4	صنایع شیمیایی - لاستیک و پلاستیک	0/000213	2147
مجموع			54,506

همانطور که در جدول (4) مشاهده می‌شود، در میان صنایع شیمیایی که اطلاعات آنها جمع‌آوری شده است، صنایع مربوط به کل تولید انواع محصولات شیمیایی 73% و صنایع مربوط به نفت و گاز و پتروشیمی و پالایشگاهی 22% از تعداد کل مشعلهای مورد استفاده در این بخش را به خود اختصاص داده‌اند.

تخمین تعداد مشعلهای موجود در برخی گروه‌های سایر صنایع [4، 5 و 6]

در جدول (5)، حجم تولید سالانه، شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد مشعلهای مورد استفاده در گروه‌های مربوط به سایر صنایع موجود در این بخش را به خود اختصاص داده است.

جدول (5): شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد تخمینی مشعلهای مورد استفاده در گروه‌های مربوط به سایر صنایعی که در بخشهای دیگر طبقه‌بندی نشده است [4، 5 و 6]

ردیف	نوع صنعت	شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید برای واحدهای آماربرداری شده	تعداد مشعل
1	سایر صنایع طبقه نشده در بخشهای دیگر	0/0000141	45833
مجموع			45,833

همانطور که در جدول (5) مشاهده می‌شود، سایر صنایعی که در گروه‌های صنعتی چهارگانه دسته‌بندی نمی‌گردند به طور مجزا قرار گرفته‌اند، در این گروه حدود 45833 عدد مشعل وجود دارند. نهایتاً در جدول (6)، تعداد کل مشعلهای موجود در کشور به تفکیک هر گروه صنعتی آورده شده است.

جدول (3): شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد تخمینی مشعلهای مورد استفاده در یازده گروه مربوط به صنایع کانی غیر فلزی [2، 5 و 6]

ردیف	نوع صنعت کانی غیر فلزی (محصول تولیدی)	شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید برای صنایع آماربرداری شده	تعداد مشعل
1	کاشی و سرامیک	0/000121	22386
2	چینی بهداشتی	0/0318	12785
3	فرآورده‌های نسوز	0/000419	3628
4	تولید سیمان، گچ و آجر	0/00000479	4162
5	تولید شیشه و محصولات شیشه‌ای	0/000818	36652
6	منسوجات - تولید نخ	0/000476	1139
7	تولید انواع پارچه موکت و فرش	0/00000044	1378
8	تولید پتو	0/00000342	345
9	الیاف مصنوعی	0/000420	1215
10	تولید انواع کاغذ و مقوا و بازیافت	0/0000894	1253
11	سایر کانیهای غیر فلزی	0/000312	59913
مجموع			144,857

همانطور که در جدول (3) مشخص است، در میان صنایع کانی غیر فلزی که اطلاعات آنها جمع‌آوری شده است، صنایع مربوط به شیشه و محصولات شیشه‌ای و تولید کاشی و سرامیک به ترتیب 25 و 15% و سایر کانیهای غیر فلزی 41% از کل مشعلهای مورد استفاده در بخش صنایع کانی غیر فلزی را به خود اختصاص داده‌اند. صنایع مربوط به تولید مصالح ساختمانی مانند سیمان، آهک، آجر و گچ فقط 3% از تعداد کل مشعلهای این بخش را به خود اختصاص داده‌اند.

تخمین تعداد مشعلهای موجود در چهار گروه صنایع شیمیایی [2، 5 و 6]

در جدول (4)، حجم تولید سالانه، شاخص تعداد مشعل در واحد حجم تولید و تعداد مشعلهای مورد استفاده، در چهار گروه مربوط به صنایع شیمیایی، آورده شده است.

شامل کل صنایع تولید محصولات شیمیایی، نفت و گاز و پتروشیمی، پالایش و تولید فرآورده‌های نفتی، صنایع آرایشی و بهداشتی، صنایع پزشکی و دارویی می‌گردد، 7% از کل مشعلهای صنعتی موجود را به خود اختصاص داده است. همچنین سایر صنایعی که در تقسیم‌بندی چهارگانه اصلی جای نگرفتند حدود 6% از کل مشعلهای صنعتی را استفاده می‌نمایند.

روش یکنواخت سالانه [7]

در روش یکنواخت سالانه (EUAC)، درآمدها و هزینه‌ها، به دریافتها و پرداختهای سالانه یکنواخت، تبدیل می‌گردند. چنانچه مقدار EUAC به ازاء حداقل نرخ جذب کننده (MARR)² برای یک پروژه، کوچکتر از پروژه‌های دیگر باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود که این پروژه در قیاس با سایر پروژه‌ها اقتصادی‌تر است. حداقل نرخ جذب کننده سرمایه‌گذار، با توجه به شرایط، متفاوت بوده و آن تقریباً می‌تواند برابر نرخ تورم در نظر گرفته شود. اگر فرض شود که شرکتی در حال حاضر از مدل شماره 1 در فرآیند تولید استفاده می‌کند. آمار و ارقام هزینه‌ای این مدل نیز برای شرکت کاملاً مشخص است. اکنون شرکت، پیشنهادی دریافت نموده است که به جای مدل فعلی، از مدل شماره 2 در خط تولید استفاده نماید. سوال اینست که آیا شرکت حاضر است این جایگزینی را انجام دهد و یا به عبارت دیگر تعویض یا جایگزینی مدل جدید به جای مدل قبلی مقرون به صرفه اقتصادی هست یا نه؟ در پاسخ این سؤال می‌توان مدلی را انتخاب نمود که دارای EUAC کوچکتر است. در جدول (7) مفروضات این مساله آورده شده است.

جدول (7): پارامترهای موجود در مسأله بررسی دو طرح اقتصادی به روش یکنواخت سالانه [7]

عنوان	طرح شماره 1	طرح شماره 2
هزینه سرمایه‌گذاری اولیه	P ₁	P ₂
هزینه‌های عملیاتی سالانه	OP ₁	OP ₂
ارزش اسقاطی	SV ₁	SV ₂
عمر مفید باقیمانده	n ₁	n ₂

محاسبه EUAC در رابطه (1) به صورت زیر می‌باشد:

$$EUAC = P(A/P, i, n) - SV(A/F, i, n) + OP + \Delta(OP)(A/G, i, n)$$

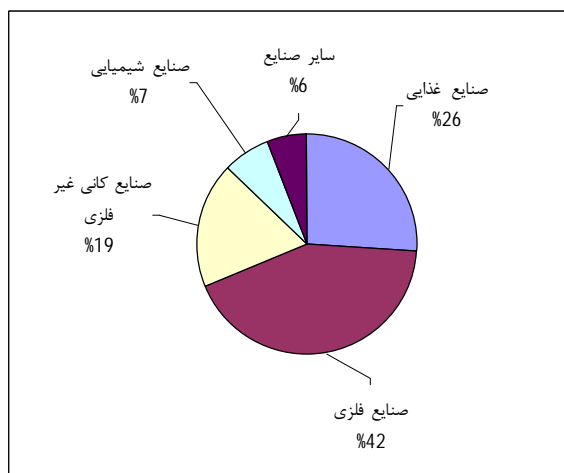
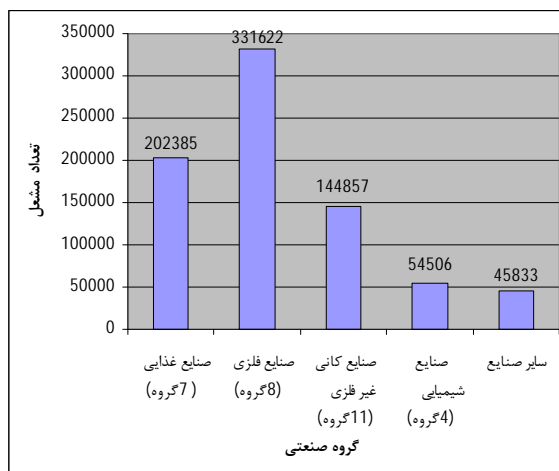
$$= P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] - SV \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] + OP + \Delta(OP) \left[\frac{1}{i} + \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

2 - Minimum Attractive Rate of Return (MARR)

جدول (6): تخمین تعداد کل مشعلهای موجود در زیر گروه‌های صنایع ذکر شده در جدول (1) تا (5) به تفکیک هر گروه صنعتی

ردیف	گروه صنعتی	تعداد مشعل
1	صنایع غذایی	202.385
2	صنایع فلزی	331.662
3	صنایع کانی غیر فلزی	144.857
4	صنایع شیمیایی	54.506
5	سایر صنایع	45.833
مجموع		779.203

همچنین در شکل (1)، نمودارهای میله‌ای و دایره‌ای تعداد مشعلهای هر گروه صنعتی در کل کشور آورده شده و با هم مقایسه گشته‌اند.



شکل (1): نمودارهای میله‌ای و دایره‌ای تعداد تخمینی مشعلهای مربوط به زیر گروه‌های صنایع ذکر شده در جداول (1) تا (5)

همانطور که در جدول (6) و شکل (1) مشاهده می‌شود، صنایع فلزی بیشترین سهم تعداد مشعل را به خود اختصاص داده‌اند (42%). همچنین صنایع غذایی و صنایع کانی غیر فلزی به ترتیب 26 و 19% از کل تعداد مشعلهای مورد استفاده در کشور و صنایع شیمیایی که

• درصد افزایش هزینه‌های عملیاتی، میزان افزایش بهاء سوخت مصرفی به صورت سالانه یا افزایش میزان مصرف سوخت سالانه (در شرایط یکسان) می‌باشد که حدوداً 10 درصد در سال در نظر گرفته شده است.

• ارزش اسقاطی مشعلهای فعلی: با فرض ارزش 10 درصدی مشعلهای اسقاطی، می‌توان ارزش اسقاطی مشعلهای فوق را بدست آورد.

• عمر مفید مشعل‌های فعلی مورد استفاده در کشور را با توجه به آمارگیری انجام شده، می‌توان در حدود 10 سال در نظر گرفت.

(II) حالت دوم (شرایط جدید):

• هزینه‌های اولیه خرید مشعل‌های بازده بالا باید با ظرفیت برابر، محاسبه و جایگزین شود [20-13]

• درصد افزایش هزینه‌های عملیاتی سالانه مشابه حالت قبل برابر 10 درصد در نظر گرفته شده است.

• ارزش اسقاطی مشعلهای جدید نیز از ضرب بهاء مشعل نو در عدد 10 درصد بدست خواهد آمد.

• عمر مفید مشعلهای نو 30 سال می‌باشد.

• حداقل نرخ سود جذب کننده سرمایه‌گذار برای هر دو حالت همان نرخ تورم (i) و برابر 0/15 می‌باشد.

و در نهایت در جدول (8)، هزینه یکنواخت سالانه در دو حالت فعلی و بعد از جایگزینی مشعلهای با فن‌آوری نوین و بازده بالا (حداقل 90%) آورده شده است. همچنین در ستون دیگری از جدول (8) اختلاف هزینه‌های یکنواخت سالانه (برحسب میلیارد ریال) مشاهده می‌گردد. همانطور که قبلاً هم اشاره شده در روش یکنواخت سالانه، هزینه‌های یکنواخت شده سالانه در هر پروژه‌ای که کوچکتر باشد، آن پروژه اقتصادی‌تر خواهد بود، نتیجتاً عدد منفی در فرمول (2) نشان‌دهنده کوچکتر بودن حالت اول (حالت فعلی بدون جایگزینی مشعلهای با بازده بالا) و مبین اقتصادی نبودن طرح جایگزینی مشعلهای صنعتی با فن‌آوری نوین و بازده بالا و عدد مثبت، نشان‌دهنده کوچکتر بودن حالت دوم (حالت استفاده از مشعلهای با بازده بالای جایگزین شده) بوده و مبین اقتصادی بودن طرح جایگزینی مشعلهای صنعتی با فن‌آوری نوین و بازده بالا برای این گروههای صنعتی خواهد بود.

نتایج

1- همانطور که در جدول (8) مشاهده می‌گردد، از گروههای صنعتی 30 گانه، پروژه جایگزینی مشعلهای با بازده بالا بجای مشعلهای معمولی در حدود 22 گروه صنعتی مقرون به صرفه اقتصادی می‌باشد.³

2- با مراجعه به جدول‌های مربوط به تعداد مشعل برای گروههای صنعتی مختلف (جدول 1 الی 6) و در نظر گرفتن تعداد مشعلهای مربوط به گروههای صنعتی که پروژه جایگزینی مشعلهای با بازده بالا برای آنها اقتصادی بوده است، مشاهده می‌گردد که حدود 436000

در رابطه فوق P هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، SV ارزش اسقاطی، OP هزینه‌های عملیاتی سالانه و، افزایش هزینه‌های سالانه، i حداقل نرخ جذب کننده سرمایه‌گذار و یا همان نرخ تورم سالانه و بالاخره n، عمر مفید باقیمانده دستگاه می‌باشد، که در ادامه در رابطه با این پارامترها مفصلاً بحث خواهد شد.

ارزیابی اقتصادی طرح جایگزینی مشعلهای صنعتی جدید [7]

در بحث ارزیابی اقتصادی طرح جایگزینی مشعلهای صنعتی جدید (بازده بالا) با مشعلهای فعلی، همانطور که پیشتر عنوان شد، راه منطقی، مقایسه هزینه‌های یکنواخت سالانه در دو حالت فعلی و حالت جایگزینی مشعلهای با فن‌آوری جدید و بازده بالا می‌باشد.

در این راستا باید پارامترهای زیر مورد توجه قرار گیرد:

- قیمت یا هزینه خرید اولیه مشعل (سرمایه‌گذاری اولیه)
- هزینه نصب و راه‌اندازی مشعلهای جدید
- درآمد فروش مشعلهای قدیمی (ارزش اسقاطی)
- اختلاف هزینه تعمیرات و نگهداری (هزینه‌های جاری)
- اختلاف هزینه مصرف سوخت (هزینه‌های جاری)
- اختلاف میزان تولید (درآمد)

محاسبه هزینه‌های یکنواخت سالانه در پروژه جایگزینی

مشعلهای با بازده بالا بجای مشعلهای معمولی [8-12]

بر اساس رابطه (1)، رابطه (2) برای محاسبه هزینه‌های یکنواخت سالانه در پروژه جایگزینی مشعلهای صنعتی با بازده بالا بجای مشعلهای معمولی، به فرم ذیل خواهد بود:

هزینه‌های یکنواخت سالانه (EUAC)

(2)

$$\left. \begin{aligned} \text{هزینه‌های بهره‌برداری سالانه} \\ (\text{میزان هزینه سوخت مصرفی}) \end{aligned} \right\} + \left\{ \begin{aligned} \text{مجموع هزینه‌های اولیه خرید} \\ \text{و نصب و راه‌اندازی مشعلها} \end{aligned} \right\} = \text{هزینه‌های یکنواخت سالانه (EUAC)}$$

$$\left\{ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \times \text{ارزش اسقاطی} \right\} - \left\{ \frac{1}{i} + \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right\} \times \left\{ \begin{aligned} \text{هزینه‌های بهره‌برداری} \\ \text{سالانه} \end{aligned} \right\} \times \left\{ \begin{aligned} \text{درصد افزایش هزینه‌های} \\ \text{بهره‌برداری سالانه} \end{aligned} \right\} +$$

در پروژه جایگزینی مشعلهای صنعتی با بازده بجای مشعلهای معمولی، با دو حالت مواجه هستیم، شرایط فعلی که در آن مشعلهای مورد استفاده در واحدهای صنعتی با میزان مصرف سوخت فعلی مد نظر هستند و حالت بعدی، شرایط جدید، یعنی مشعلهای با بازده بالا جایگزین شده بجای مشعلهای قدیمی، با مصرف سوخت کمتر مد نظر می‌باشند.

(I) حالت اول (شرایط فعلی):

در این حالت شرایط ذیل باید در مساله حاکم شود:

- هزینه‌های اولیه خرید مشعل و نصب و راه‌اندازی نداشته و برابر صفر می‌باشد.
- هزینه‌های عملیاتی سالانه همان هزینه سوخت مصرفی فعلی در گروههای صنعتی مختلف در کشور می‌باشد.

³ اعداد منفی نشان‌دهنده عدم اقتصادی بودن و اعداد مثبت نشان‌دهنده اقتصادی بودن طرح جایگزینی مشعلهای صنعتی فعلی با مشعلهای با بازده بالا می‌باشد.

6- با نگاهی به جدول (8)، می‌توان اولویت‌بندی برای طرح جایگزینی مشعل‌های صنعتی در گروه‌های صنعتی 30 گانه بدست آورد. ⁴ که در جدول (9)، به ترتیب اولویت با ذکر درصد کاهش هزینه‌های یکنواخت سالانه آنها عنوان شده‌اند.

جدول (9): اولویت بندی طرح جایگزینی مشعل‌های صنعتی با فن‌آوری جدید و بازده بالا بجای مشعل‌های معمولی در گروه‌های صنایع ذکر شده در جدول (1) تا (5)

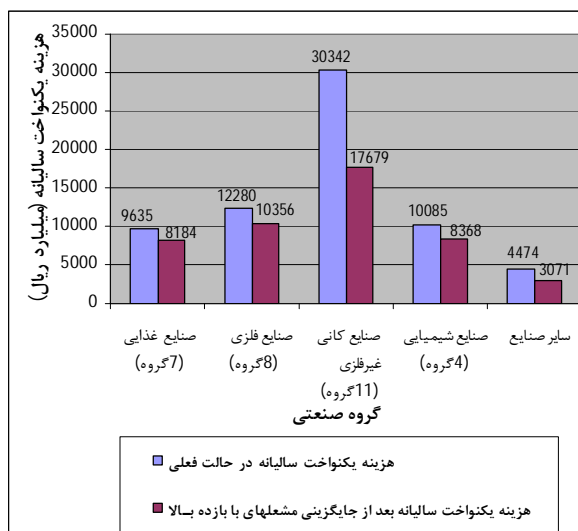
ردیف	نوع صنعت / محصول تولیدی	درصد کاهش هزینه‌های یکنواخت سالانه (%)	تعداد مشعل (عدد)
1	سیمان، گچ، آهک و آجر	46	4162
2	شیشه و محصولات شیشه‌ای	45	36652
3	ریخته‌گری فلزات آهنی	44	58796
4	صنایع چوب، کاغذ و بازیافت	43	1253
5	صنایع تولید روغن	41	7983
6	ریخته‌گری فلزات غیر آهنی	39	41531
7	صنایع تولید انواع کنسرو	33	2449
8	صنایع تولید آمپوه و آشامیدنیها	30	749
9	سایر صنایع طبقه بندی نشده در بخشهای دیگر	29	45833
10	صنایع لاستیک و پلاستیک	28	2147
11	فرآورده‌های گوشتی	27	7042
12	سایر محصولات غذایی	20	11805
13	صنایع نورد و تولید فولاد	18	4548
14	صنایع تولید فرآورده‌های نسوز	16	3628
15	نفت، گاز و پتروشیمی	16	12001
16	صنایع تولید انواع محصولات شیمیایی	15	39949
17	صنایع تولید ورق و لوله و محصولات مشابه	14	21946
18	صنایع تولید کاشی و سرامیک	9	22386
19	صنایع عملیات حرارتی فلزات	8	12285
20	محصولات پزشکی و دارویی	7	410
21	صنایع نساجی - تولید الیاف مصنوعی	7	1215
22	صنایع ماشین‌سازی و تجهیزات	3	97483
	متوسط درصد کاهش هزینه‌های یکنواخت سالانه در کشور	28	
	مجموع کل تعداد مشعل‌های قابل جایگزین در 30 گروه صنعتی کشور		435904

عدد مشعل، یعنی حدود 55% مشعل‌های مورد استفاده در صنایع کشور، قابلیت جایگزینی با مشعل‌های با بازده بالا را دارا هستند (جدول 9).

3- همانطور که جدول (8) مشاهده می‌گردد، در بسیاری از صنایع، هزینه یکنواخت سالیانه در حالت فعلی، مقدار بسیار ناچیزی از هزینه یکنواخت سالیانه در حالت جایگزینی مشعل‌های با بازده بالا، کمتر بوده و بنابراین بحث جایگزینی برای آنها می‌تواند در بلند مدت مد نظر قرار گیرد. مانند صنایع نساجی، برخی صنایع غذایی - صنایع تولید انواع ماکارونی و محصولات آردی مشابه و برخی صنایع فلزی.

4- با نگاه کلی‌تر به گروه‌های صنعتی، همانطور که در جدول (8) و شکل (2) مشاهده می‌شود، برای گروه‌های صنعتی اصلی بحث جایگزینی در مورد اکثر صنایع کانی غیر فلزی و گروه فلزی از اولویت بیشتری برخوردار می‌باشد.

5- همانطور که در جدول (8) مشاهده می‌گردد، در صورت اجرای طرح جایگزینی مشعل‌های فعلی با مشعل‌های با فن‌آوری و بازده بالا بدون در نظر گرفتن اولویت گروه‌های صنعتی برای کلیه مشعل‌های صنعتی کشور، تراز مثبت در هزینه‌های یکنواخت سالانه وجود دارد (هزینه‌های یکنواخت سالانه کاهش می‌یابد) و این نشان از اقتصادی بودن طرح جایگزینی در کل کشور می‌باشد (هزینه‌های یکنواخت سالانه در حالت فعلی 66817 میلیارد ریال و در حالت پس از جایگزینی مشعل‌ها، حدود 47658 میلیارد ریال می‌باشد. یعنی کاهش 19159 میلیارد ریالی و حدود 28 درصدی هزینه‌های یکنواخت سالیانه.



شکل (2): هزینه‌های یکنواخت سالانه برای زیر گروه‌های صنایع ذکر شده در جدول (1) تا (5) در دو حالت فعلی و در حالت استفاده از مشعل‌های با فن‌آوری جدید و بازده بالا

⁴ توسط محاسبه درصد کاهش هزینه‌های یکنواخت

$$\text{سالانه: درصد کاهش هزینه‌های یکنواخت سالیانه} = \frac{EUAC_1 - EUAC_2}{EUAC_1} \times 100 =$$

جدول (8): هزینه یکنواخت سالانه در حالت فعلی و بعد از جایگزینی مشعلهای با بازده بالا و اختلاف هزینه‌های یکنواخت سالانه در دو حالت برای گروههای صنایع ذکر شده
 جداول (1) تا (5) (میلیارد ریال)

ردیف	نوع صنعت - گروه صنعتی	هزینه یکنواخت سالانه در حالت فعلی EUAC ₁ (میلیارد ریال)	هزینه یکنواخت سالانه در حالت جدید EUAC ₂ (میلیارد ریال)	EUAC ₁ - EUAC ₂ (میلیارد ریال)
صنایع غذایی و بسته بندی				
1	انواع کنسرو	9635	8184	+ 1450
2	آبمیوه و انواع آشامیدنیها	1011	674	+ 336
3	نان و محصولات خبازی	204	143	+ 61
4	ماکارونی و محصولات آردی مشابه	2916	3500	- 583
5	روغن خوراکی	117	119	- 2
6	انواع فرآورده‌های گوشتی	2371	1386	+ 985
7	سایر محصولات غذایی	640	465	+ 175
		2373	1898	+ 475
صنایع فلزی				
8	ریخته‌گری فلزات آهنی	12280	10356	+ 1923
9	ریخته‌گری فلزات غیر آهنی	2038	1131	+ 907
10	صنایع نورد و تولید فولاد	1647	1003	+ 644
11	عملیات حرارتی فلزات	884	722	+ 162
12	لوله، ورق و محصولات مشابه	270	248	+ 21
13	ماشین سازی و تجهیزات	748	642	+ 106
14	ماشین کاری و قطعات	4262	4118	+ 143
15	سایر صنایع فلزی	113	127	- 13
		2315	2363	- 48
صنایع کانی غیر فلزی				
16	کاشی و سرامیک	30342	17679	+ 12662
17	چینی بهداشتی	348	317	+ 31
18	فرآورده‌های نسوز	133	179	- 46
19	سیمان، گچ، آهک و آجر	122	102	+ 20
20	شیشه و محصولات شیشه‌ای	21985	11855	+ 10130
21	نساجی - تولید نخ	4789	2600	+ 2189
22	نساجی - پارچه و موکت و فرش	126	136	- 10
23	نساجی - تولید پتو	168	174	- 6
24	نساجی - الیاف مصنوعی	44	44	0
25	نساجی - الیاف مصنوعی	92	85	+ 7
26	چوب، کاغذ و بازیافت	1658	937	+ 720
	سایر کانیهای غیر فلزی	875	1247	- 372
صنایع شیمیایی				
27	انواع محصولات شیمیایی	10085	8365	+ 1720
28	نفت و گاز و پتروشیمی و پالایشگاهها	4623	3998	+ 625
29	محصولات پزشکی و دارویی	3590	3012	+ 578
30	صنایع شیمیایی - لاستیک و پلاستیک	99	92	+ 7
		1772	1262	+ 510
سایر صنایع				
31	غیره	4474	3071	+ 1402
		3290	2331	+ 959
30	گروه صنعتی کشور	65633	46918	+ 18716

14- شرکت تولیدی و صنعتی گرم ایران (سازنده مشعل)

www.garmiran.com

15- شرکت تولیدی و مهندسی شعله صنعت (سازنده مشعلهای صنعتی)

www.sholehsanat.com

16- Chugai Ro Co., Ltd.

www.chugai.co.jp

17- J.B.Furnace Manufacturing Co.

www.jbfurnace.com

18- گروه مهندسی ایرکست

www.kadcontrols.com.ir

19- Monometer Manufacturing Co., Ltd.

www.monometer.co.uk

20- سایت اینترنتی

www.ebay.com

7- نکته‌ای که در این میان خودنمایی می‌کند آنست که در بسیاری از صنایع (حدود 22 گروه صنعتی از 30 گروه صنعتی) بحث جایگزینی مشعلهای صنعتی با بازده بالاتر و فن‌آوری نوین بجای مشعلهای قدیمی آنها، با وجود قیمت‌های ناچیز فعلی سوخت، مقرون به صرفه می‌باشد (البته به غیر از صنایع تولید نان و محصولات خبازی که قیمت سوخت در این صنایع بسیار ناچیز می‌باشد). این امر نشان می‌دهد که در صورت افزایش جزئی در قیمت سوخت مورد استفاده در کشور، به سهولت برای بسیاری از صنایع، بحث جایگزینی به صرفه اقتصادی نزدیک خواهد گشت.

مراجع

1- پروژه "تبدیل سوخت در مشعلهای صنعتی از مایع به گاز طبیعی"، توسط دکتر صنایع، کارفرما: سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور و شرکت ملی گاز استان تهران، 1383.

2- مرکز اطلاع رسانی صنایع و معادن ایران

www.mim.gov.ir

3- شرکت ملی فولاد ایران

www.niscoir.com

4- وزارت نیرو- معاونت برق و انرژی

www.iranenergy.org.ir

5- شرکت مطالعات تخصصی و توسعه صادرات و واردات

www.iranindustrial.com

6- پایگاه اطلاعات صنعتی ایران

www.industryinfobase.ir

7- "اقتصاد مهندسی، ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی"، تألیف دکتر محمدمهدی اسکونژاد، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ بیست و چهارم، تابستان 1385.

8- شرکت ملی گاز ایران

www.nigc.ir

9- شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران

www.niordc.ir

10- خبرگزاری فارس

www.farsnews.com

11- شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور

www.ifco.ir

12- شبکه اطلاع رسانی نفت و انرژی (شانا)

www.shana.ir

13- شرکت صنعتی و تولیدی مشعل کاوه (سازنده مشعل)

www.mashalkaveh.com