

## بهره گیری از مکانیسم توسعه پاک (CDM) به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در کارخانه نیشکر هفت تپه

الهام کاظمی<sup>۱</sup>

فریده عتابی<sup>۲\*</sup>

[far-atabi@jamejam.net](mailto:far-atabi@jamejam.net)

نعمت الله خراسانی<sup>۳</sup>

سید محمد رضا هیبتی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۲۹

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۹

### چکیده

**زمینه و هدف:** صنایع نیشکر به دلیل مصرف بالای سوخت های فسیلی جزو صنایع انرژی بر محسوب می گردند که این امر تأثیر ملموسی بر محیط زیست و میزان انتشار گازهای گلخانه ای دارد. سهم صنعت قند و شکر از مصرف سوخت در میان سایر صنایع ۴/۳٪ بوده و صنعت قند و شکر بیش از ۷۰ درصد از مصرف سوخت کل صنایع غذایی را به خود اختصاص داده است. هدف از اجرای این تحقیق، بررسی میزان سودآوری و بهره گیری از مکانیسم توسعه پاک بر اساس کاهش میزان مصرف سوخت فسیلی و فروش اعتبار کربن ناشی از کاهش انتشار آلاینده ها به ویژه CO<sub>2</sub> در کارخانه نیشکر هفت تپه می باشد.

**روش بررسی:** بر اساس اطلاعات حاصل از انجام ممیزی انرژی در این کارخانه، از جمله راهکارهای مناسب جهت بهره گیری از مکانیسم توسعه پاک، جایگزینی بویلر قدیمی با راندمان پایین با بویلر جدید است. به همین منظور امکان سنجی فنی - اقتصادی و زیست محیطی اجرای این پروژه به کمک نرم افزار *Proform* در قالب سه سناریو با توجه به هزینه اولیه خرید، نصب، راه اندازی نگه داری و میزان مصرف سوخت بویلر جدید با راندمان بالا صورت گرفته و مقرون به صرفه بودن جایگزینی این سیستم جدید نسبت به بویلر قدیمی با راندمان پایین تر، بر اساس ارزش اعتبار کربن در بازارهای جهانی، مورد ارزیابی فنی - اقتصادی و زیست محیطی قرار گرفته است.

۱- کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲- دانشیار، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران\* (مسئول مکاتبات)

۳- استاد گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۴- استادیار دانشکده مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد پردیس.

**یافته ها :** بر اساس نتایج حاصله، در صورت بهره گیری از سناریوی C (اعتبار کربن برابر ۲۰ دلار به ازای کاهش هر تن CO<sub>2</sub>) ارزش خالص کنونی ۲۱,۰۰۰,۰۰۰ دلار و زمان بازگشت سرمایه ۳/۳ سال تخمین زده شده است. هم چنین نرخ داخلی بازگشت سرمایه ۳۹/۱۸٪ خواهد بود. با توجه به آن که نرخ داخلی بازگشت سرمایه بیش از نرخ تنزیل (۱۶٪) است، مقرون به صرفه بودن اجرای پروژه تأیید می گردد. در صورت استفاده از بویلر جدید با راندمان بالا، انتشار گازهای گلخانه ای در طول مدت اجرای پروژه (۲۵ سال)، به میزان ۷۶۳,۳۵۳ تن CO<sub>2</sub> معادل کاهش یافته و همچنین به میزان ۱۳,۶۰۷,۰۰۰ GJ در مصرف گاز طبیعی صرفه جویی می گردد.

**بحث و نتیجه گیری:** با توجه به شدت بالای مصرف انرژی و راندمان پایین بویلرهای این کارخانه، جایگزینی بویلر قدیمی با انواع جدید آن در قالب پروژه مکانیسم توسعه پاک مقرون به صرفه می باشد.

**واژه‌های کلیدی:** کارخانه نیشکر هفت تپه، گازهای گلخانه ای، مکانیسم توسعه پاک، امکان سنجی فنی-اقتصادی و زیست محیطی

## **Application of Clean Development Mechanism (CDM) for GHGs Emission Reduction in Haft Tappeh Sugarcane Factory**

**Elham Kazemi<sup>1</sup>**

**Farideh Atabi<sup>2\*</sup>**

[far-atabi@jamejam.net](mailto:far-atabi@jamejam.net)

**Nematollah Khorasani<sup>3</sup>**

**Seyed Mohammadreza Heibati<sup>4</sup>**

### **Abstract**

**Background and Objective:** Energy consumption in food industries is high and increasing due to the growing population, inadequacy of cultivating farms, and life condition improvement. This growing consumption is a threat to the environment and human's health. Sugarcane industries are considered as high consuming industries which have a tangible impact on the environment and emission of greenhouse gases. Sugarcane industrial energy consumption share among other industries is 4.3% and more than 70% in total energy of food industry consumption. The purpose of this study is to investigate the impact of CMD application on the reduction of fossil fuel energy consumption and GHGs emission reduction in Haft Tappeh Sugarcane Factory.

**Method:** The results of the factory energy auditing indicated that one of the proper methods to benefit from CMD is to replace the old boiler which has low efficiency with a new boiler. Pre-feasibility assessment of the environmental and economical aspects of implementing the project has been calculated using "Proform" software. It ran through three scenarios assuming the investment, installation, and maintenance costs; the new boiler consumption rate with higher efficiency and cost-effectiveness of replacing the new system with the old one having lower efficiency. Calculation was based on carbon credit value in global market.

**Findings:** As results show in case if scenario C is applied, the Net Present Value (NPV) will equal 21,000,000 dollars and Internal Rate of Return (IRR) will become 39.18%. Carbon credit was considered 20 dollars based on the reduction of CO<sub>2</sub> equivalent which was calculated by carbon supply and demand market for CERs of CDM projects that are sold and purchased in carbon exchange market. IRR is higher than 16% discount rate; consequently, it proves that implementing such a project is cost-effective. Provided that the new high efficient boiler is used, the emission of CO<sub>2</sub> equivalent during implementing the project-25 years- will reduce to 763,353 ton equal to CO<sub>2</sub> equivalent; furthermore, 13,607,000 GJ is saved on consumption of natural gas.

**Discussion and Conclusion:** Considering the boilers with high energy consumption and low efficiency in this factory, the replacement of old boiler with the new one through CDM project is cost effective.

**Key words:** Haft Tappeh Sugarcane Factory, Greenhouse Gases, Clean Development Mechanism (CDM), Techno-Economic and Environmental Assessment

---

1- M.Sc. in Environmental Science, Faculty of Natural Resource, University of Tehran

2- Associate Prof., Department of Environmental Engineering, Graduate School of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran \* (Corresponding Author)

3- Professor, Natural Resource Faculty, University of Tehran

4- Assistant Prof., Mechanical Engineering Department, Islamic Azad University, Pardis Branch

## مقدمه

در عصر حاضر تغییر اقلیم یکی از مهمترین موضوعات مطروح شده در جهان است. غلظت گازهای گلخانه ای مانند  $CO_2$  در اتمسفر زمین از اوایل صنعتی شدن تا کنون از  $20\text{ ppm}$  به  $350\text{ ppm}$  افزایش یافته و درحال حاضر به بیش ترین حد غلظت خود طی  $420000$  سال اخیر رسیده است (۱). امروزه غلظت  $CO_2$  موجود در اتمسفر حدود  $385\text{ ppm}$  الی  $390\text{ ppm}$  می باشد. این امر بدین معنی است که از هر  $100000$  مولکول هوا  $39$  مولکول آن  $CO_2$  است. حدود  $5$  سال زمان نیاز است تا  $39$  مولکول  $CO_2$  به  $40$  مولکول افزایش یابد (۲) و به نظر می رسد بی توجهی به تغییر اقلیم ناشی از افزایش انتشار گازهای گلخانه ای نهایتاً به اقتصاد جهان لطمه وارد کند (۳).

به منظور مبارزه با پدیده جهانی تغییر اقلیم، دو توافق نامه، شامل کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییر اقلیم در سال  $1992$  در ریو و دیگری پروتکل کیوتو در جامعه بین الملل ایجاد شده است. مطابق مفاد پروتکل کیوتو کشورها به دو گروه کشورهای ضمیمه I شامل کشورهای صنعتی با سهم تاریخی بیش تر در انتشار گازهای گلخانه ای و کشورهای غیر ضمیمه I شامل کشورهای در حال توسعه تقسیم شده اند. مطابق مفاد پروتکل کیوتو کشورهای ضمیمه I (شامل  $39$  کشور صنعتی) باید میزان انتشار خود را طی سال های  $2008-2012$  به  $5/2\%$  کم تر از میزان انتشار خود در سال  $1990$  برسانند (۴). اهداف شامل شش گاز گلخانه ای اصلی دی اکسید کربن ( $CO_2$ )، متان ( $CH_4$ )، اکسیدهای نیتروژن ( $NOx$ )، هیدروفلوئوروکربن ها ( $HFCs$ )، پر فلورو کربن ها ( $PFCs$ ) و هگزا فلوروئید گوگرد ( $SF_6$ ) می باشد. کشورهای توسعه یافته جهان اگر چه تنها  $20\%$  از جمعیت جهان را در خود جای داده اند، اما طی سال های  $1990$  الی  $1999$  در حدود  $63\%$  کل انتشار گازهای گلخانه ای از سوی این کشورها صورت گرفته است و به دلیل برخورداری از اقتصاد و تشکیلات قوی در مقایسه با کشورهای در حال توسعه، شرایط بهتری برای مقابله با تغییرات آب و هوا

دارند. پروتکل کیوتو در  $31$  مرداد  $1384$  به طور رسمی به تصویب هیات دولت ایران رسید و کشور ایران در اول آذر  $1384$  رسماً به عضویت پروتکل کیوتو در آمد (۵).

در پروتکل کیوتو به منظور دستیابی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به اهداف مورد نظر در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه ای سه مکانیسم انعطاف پذیر در نظر گرفته شده است. این مکانیسم ها شامل تجارت نشر ( $ET$ )<sup>۲</sup>، اجرای مشترک ( $JI$ )<sup>۳</sup> و مکانیسم توسعه پاک ( $CDM$ )<sup>۴</sup> است. در این میان آن چه بیش تر وابسته به حضور کشورهای در حال توسعه، در جهت تلاش های جهانی کاهش انتشارات می باشد، مکانیسم توسعه پاک است (۴). مکانیسم توسعه پاک در اصل یک مکانیسم تجارت است که طی آن ارزش کاهش انتشارات تایید شده، براساس تن دی اکسید کربن معادل، بین خریدار و فروشنده تعیین می گردد (۶).

در حال حاضر، میزان مصرف انرژی و اثر آن بر کارایی و محیط زیست و انتشار گازهای گلخانه ای از مهم ترین موضوعات مطرح شده است. بخش صنعت تأثیر مهمی در مصرف انرژی جهانی دارد. صنایع نیشکر به دلیل مصرف بالای سوخت های فسیلی از جمله صنایع انرژی بر محسوب می گردند که این امر تأثیر ملموسی بر محیط زیست دارد. بهبود راندمان انرژی از مهم ترین مبنای لازم برای پایداری صنایع است. افزایش شدت مصرف انرژی منجر به تهدید سلامت انسان و محیط زیست می شود..

میزان تولید جهانی شکر در  $121$  کشور جهان در سال  $2008$ ، بالغ بر  $120$  میلیون تن در سال می باشد. حدود  $70\%$  درصد شکر تولید شده در جهان از نیشکر به دست می آید که گیاهی با ساقه های بلند و قابل کشت در مناطق گرمسیر می باشد و  $30\%$  درصد دیگر آن از چغندر قند حاصل می شود که گیاهی با ریشه قابل مصرف است و عمدتاً در نواحی معتدله در عرض های شمالی قابل کشت می باشد (۷). در جدول (۱) میزان

2- Emission Trading

3- Joint Implementation

4- Clean Development Mechanism

1- part per million

تولید ده کشور نخست تولید کننده عمده نیشکر در جهان در سال ۲۰۰۸ ارایه شده است.

#### جدول ۱- میزان تولید ده کشور برتر تولید کننده نیشکر

در سال ۲۰۰۸ (۱۱ ژوئن ۲۰۰۸) (۸)

Table 1 - Top ten sugarcane producing countries in 2008 (June 11, 2008) (8)

| کشور     | تولیدات (تن)  |
|----------|---------------|
| برزیل    | ۵۱۴,۰۷۹,۷۲۹   |
| هند      | ۳۵۵,۵۲۰,۰۰۰   |
| چین      | ۱۰۶,۳۱۶,۰۰۰   |
| تایلند   | ۶۴,۳۶۵,۶۸۲    |
| پاکستان  | ۵۴,۷۵۲,۰۰۰    |
| مکزیک    | ۵۰,۶۸۰,۰۰۰    |
| کلمبیا   | ۴۰,۰۰۰,۰۰۰    |
| استرالیا | ۳۶,۰۰۰,۰۰۰    |
| آمریکا   | ۲۷,۷۵۰,۶۰۰    |
| فیلیپین  | ۲۵,۳۰۰,۰۰۰    |
| جهان     | ۱,۵۵۷,۶۶۴,۹۷۸ |

صنعت قند ایران با حدود ۱۱۴ سال قدمت دومین صنعت قدیمی کشور است. ایران از جمله معدود کشورهایی است که قابلیت کاشت دو گیاه استراتژیک چغندر قند و نیشکر را دارا می باشد. سالانه حدود ۶ میلیون تن چغندر و ۶ میلیون تن نیشکر در کشور تولید شده و تولید شکر از چغندر حدود ۷۵۰۰۰ تن و از نیشکر حدود ۶۰۰۰۰ تن است (۹).

در سال ۱۳۳۹ اولین کارخانه نیشکر در هفت تپه و سپس در سال ۱۳۵۳ دومین کارخانه در کشت و صنعت کارون راه اندازی شد. با تاسیس شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی در سال ۱۳۶۹ و راه اندازی سه کارخانه نیشکر امام خمینی، امیرکبیر و دعبل خزاعی در سال های ۱۳۷۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ در حال حاضر مجموع کارخانه های نیشکر کشور به ۵ کارخانه رسیده است (۱۰). از مجموع ۴۰ کارخانه تولید قند و شکر در ایران ۵ کارخانه قند و شکر از ماده خام نیشکر استفاده می کنند که به

علت شرایط مناسب رشد نیشکر در استان خوزستان واقع هستند (۱۱).

صنایع قند و شکر در سال های اخیر بالاترین میزان شدت انرژی را در بین سایر صنایع به علت فناوری قدیمی و نیازمند ارتقاء در ایران داشته است. شدت مصرف انرژی بالا در این صنعت منجر به بحرانی شدن وضعیت آن صنعت در ایران گردیده است.

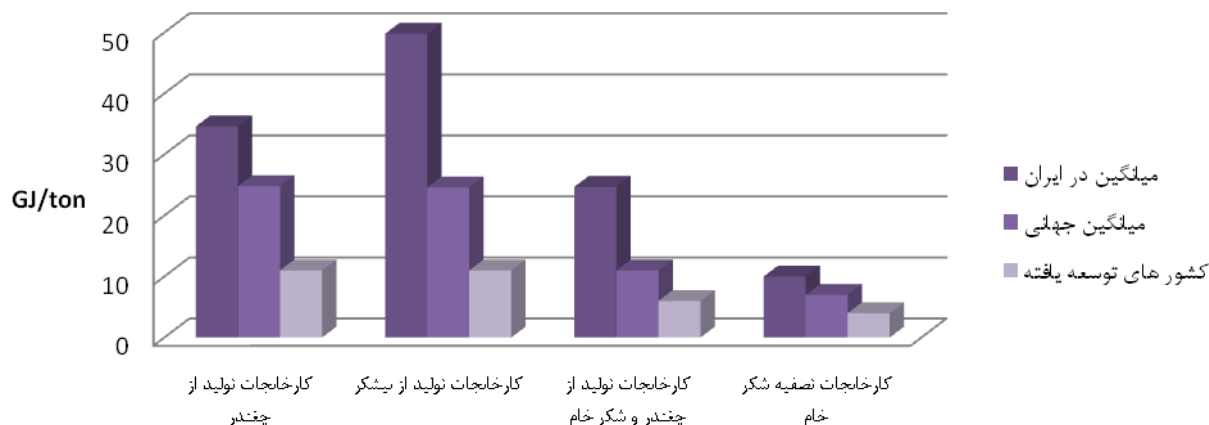
سهم صنعت قند و شکر از مصرف سوخت در میان صنایع کشور ۴/۳٪ بوده و صنعت قند و شکر بیش از ۷۰ درصد از مصرف سوخت کل صنایع غذایی را به خود اختصاص داده است. در درجه دوم صنعت روغن نباتی ۱۴ درصد، کمپوت، کنسرو و رب گوجه ۴ درصد، آبمیوه و نوشابه ۳ درصد و صنایع لبنی ۲ درصد از کل مصرف را در بخش صنایع غذایی به خود اختصاص داده اند (۹).

مطابق بررسی های انجام شده، شدت مصرف انرژی در تولید شکر در کشور با توجه به فرایند تولید و ماده خام اولیه در کارخانجات تولید شکر متفاوت است که این میزان در کارخانجات تولید شکر از نیشکر برابر  $49/8 \text{ GJ/ton}$  برآورد گردیده است (۱۲). میانگین شدت

مصرف انرژی در کارخانجات قند و شکر ایران حدود  $27 \text{ GJ/ton}$  می باشد (نمودار ۱-۳) در حالی که این میزان در جهان به طور میانگین  $19/27 \text{ GJ/ton}$  و در کشورهای توسعه یافته  $11 \text{ GJ/ton}$  می باشد. با مقایسه شدت مصرف انرژی در ایران با ارقام جهانی مشخص می گردد که کارخانجات چغندری پتانسیل ۴۲٪، نیشکری ۶٪ و کارخانجات شکر خام ۶۳٪ کاهش مصرف انرژی را در سال ۲۰۰۲ داشتند. نتیجه ممیزی انرژی در ۳۶ کارخانه قند و شکر ایران بیان گر پتانسیل صرفه جویی سالانه حدود ۲۵۷۰ ترا ژول در سال است. مشکلات مدیریتی موجود عمدتاً به دلیل ماشین آلات فرسوده و فن آوری قدیمی در این صنایع می باشد. درواقع اختلاف قابل ملاحظه ای بین کارخانجات قند و شکر ایران و سایر کشورها وجود دارد (۱۲). مجموع انرژی مصرفی در مزارع نیشکر ایران در هر هکتار برابر  $148/02 \text{ GJ}$  و انرژی خروجی حدود  $\text{GJ}$

مقایسه آن با مقادیر مشابه آن در جهان و کشورهای توسعه یافته ارایه شده است.

۱۱۲/۲۲ برآورد گردیده است (۱۳). در نمودار (۱) میانگین شدت مصرف انرژی در کارخانجات تولید شکر در ایران و



نمودار ۱- میانگین شدت مصرف انرژی در کارخانجات تولید شکر در ایران ،

جهان و کشورهای توسعه یافته در سال ۲۰۰۶ (۱۲)

Fig 1- Average energy consumption intensity in sugar factories in Iran, World and developed countries in 2006 (12)

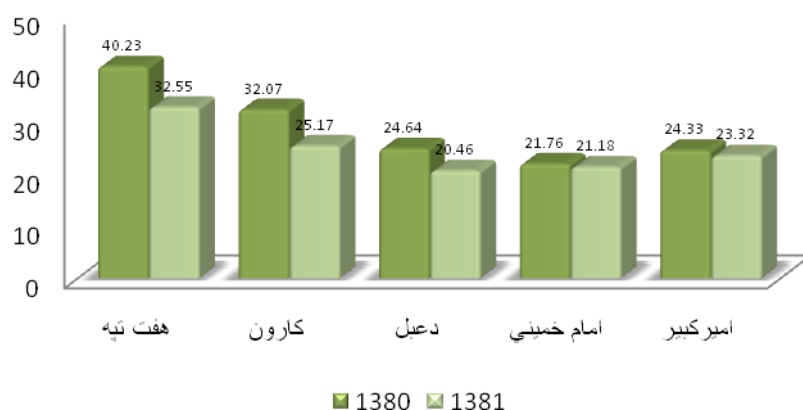
میزان انرژی مصرفی آن ۳۱۹۰۷۶۱ GJ برآورد شده است (۱۰). هم چنین سوخت مورد استفاده در این کارخانه گاز طبیعی می باشد.

با توجه به آمار و اطلاعات اخذ شده از میزان مصرف مواد اولیه، تولیدات و نیز مصرف حامل های انرژی در کارخانه، امکان محاسبه دقیق شدت مصرف انرژی در دوره های مختلف کاری کارخانه وجود ندارد. مقایسه میزان شدت مصرف انرژی حرارتی در کارخانه نیشکر هفت تپه با سایر کارخانجات نیشکر کشور طی سال های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در نمودار (۲) ارایه شده است. شدت مصرف انرژی بر حسب تن شکر تولیدی در این کارخانه در سال ۱۳۸۰ برابر ۴۰/۲۳ و در سال ۱۳۸۱ حدود ۳۲/۵۵ GJ/Ton<sub>sugar</sub> برآورد گردید.

در این تحقیق به منظور بهره گیری از مکانیسم توسعه پاک (CDM) به جهت مدیریت انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در صنعت قند، کارخانه نیشکر هفت تپه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در رابطه با این کارخانه تا کنون تنها ممیزی انرژی صورت گرفته و هیچ گونه بررسی در رابطه با امکان سنجی استفاده از تسهیلات مکانیسم توسعه پاک در این کارخانه و اصولا در رابطه با هیچ یک از کارخانجات نیشکر، در کشور انجام نشده است.

کارخانه نیشکر هفت تپه

کارخانه نیشکر هفت تپه واقع در استان خوزستان در منطقه شرقی شوش و شهرستان دزفول قرار گرفته است. این کارخانه در سال ۱۳۳۹ تأسیس و در سال ۱۳۴۱ به بهره برداری رسیده است (۱۰). فن آوری ساخت این کارخانه مربوط به کشور هلند و هدف اولیه آن تولید سالانه ۳۰ هزار تن شکر سفید تصفیه شده از شکر خام بوده است. سطح زیر کشت این کارخانه ۸۷۹۶ هکتار و میزان قند و شکر تولیدی ویژه ۹۳۵۰۰ تن برآورد گردیده است. براساس ممیزی انرژی انجام شده در این کارخانه،



شکل ۲- شدت مصرف انرژی حرارتی کارخانجات تولیدکننده شکر (از نیشکر) بر حسب شکر تولیدی طی سال های ۸۱-۱۳۸۰ (۱۰)

Fig 2- Thermal energy consumption intensity of sugarcane producing factories, in produced sugar during 2001-2002 (10)

فن آوری های نوین و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، از میان راهکارهای پر هزینه محتمل، جایگزینی بویلر تأمین بخار داغ قدیمی با راندمان کلی ۶۸/۳۳ درصد با بویلر جدید با راندمان بالاتر و ۹۲ درصد انتخاب گردید و به کمک نرم افزار تحلیل گر فنی- اقتصادی و زیست محیطی *Proform* مقرون به صرفه بودن اجرای این پروژه در قالب سه سناریو مورد ارزیابی قرار گرفت.

به منظور انجام امکان سنجی فنی- اقتصادی و زیست محیطی پروژه جایگزینی بویلر با راندمان بالاتر، اطلاعات مربوط به بویلر قدیم و بویلر جدید به عنوان اطلاعات ورودی، به نرم افزار *Proform* داده شد. این اطلاعات شامل بخش فنی و اقتصادی طرح می باشد که در جداول (۲) و (۳) خلاصه گردیده است. مطابق اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران نرخ تورم در دوازده ماه منتهی به مرداد ۱۳۸۸ نسبت به ۱۲ ماه مشابه سال قبل برابر ۲۰/۲ درصد و نرخ مالیات بر درآمد ۱۵ درصد اعلام شده است (۱۴) و (۱۵)، قیمت سوخت گاز طبیعی در ترازنامه سال ۱۳۸۶، معادل ۴۲۰۷ ریال به ازای هر گیگا ژول اعلام شده که نسبت به سال گذشته ۵/۶ درصد افزایش قیمت داشته است (۱۶). هزینه تعمیرات و نگه داری معمولاً حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد از هزینه سرمایه گذاری اولیه می باشد. در

عملکرد کارخانه هفت تپه از لحاظ فرآیندی به دو بخش فرآیند تولید شکر زرد از نیشکر و فرآیند تولید شکر سفید از شکر زرد قابل تقسیم است، از میان تجهیزات انرژی بر می توان آسیاب ها، کوره آهک، توربوژنراتورها، گرمکن های شربت، سانتریفوژها، پمپ های تغذیه آب و بویلر را نام برد.

با توجه به آن که پروژه های کاهش انتشار در صنعت از جمله صنعت قند پر هزینه است و نیازمند جذب فن آوری پیشرفته می باشد، منافع استفاده از مکانیسم توسعه پاک (CDM) در این صنعت قابل توجه است. لذا با توجه به شدت بالای مصرف انرژی و راندمان پایین بویلرهای کارخانه نیشکر هفت تپه، ضرورت کاهش مصرف انرژی به وسیله جایگزینی بویلر قدیمی، در قالب پروژه مکانیسم توسعه پاک (CDM) به منظور کاهش انتشار آلاینده ها و در نتیجه کاهش اثر گلخانه ای مورد بررسی قرار می گیرد.

### مواد و روش ها

در این تحقیق با مروری بر صنعت قند و شکر کشور و اخذ اطلاعات انرژی در این صنعت جزییات فرآیند تولید، میزان مصرف انرژی و شدت مصرف انرژی در واحدهای مختلف آن و کارخانه قند هفت تپه، تعیین گردید و در راستای امکان سنجی بهره گیری از مکانیسم توسعه پاک در جهت بهره مندی از

خصوص هزینه تعمیرات و نگه داری سالانه بویلرها از ۵ کارخانه در سطح کشور استعلام به عمل آمد که این هزینه در حدود ۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال در طول سال اعلام گردید. هم چنین نرخ تنزیل در صنایع مطابق اعلام سازمان امور مالیاتی کشور در سال ۱۳۸۷، حدود ۱۶ درصد بوده است (۱۶) در خصوص درآمد ناشی از فروش ارزش اعتبار کاهش  $CO_2$ ، با توجه به استانداردهای مطرح شده در کنوانسیون های تغییر اقلیم و تجارت کربن، میزان مالیات صفر در نظر گرفته می شود و نهایتاً در خصوص قیمت خرید بویلر با فن آوری جدید جهت

جایگزینی با بویلر قدیمی با خصوصیات راندمان ۹۲ درصد، ظرفیت نامی ۶۸ ton/hr و فشار ۳۰ بار و عمر مفید ۲۵ سال، با استفاده از فرمول ها و جداول موجود هزینه در دو حالت به صورت پکیج ۲,۳۴۰,۰۰۰ یورو و به صورت تحویل در کارخانه و نصب آن در محل معادل ۳,۳۹۰,۰۰۰ یورو برآورد گردید (۱۷)، هم چنین بر اساس استعلام انجام شده از شرکت صنایع آذر آب که فعالیت آن در خصوص ساخت، نصب و راه اندازی تجهیزات صنعتی می باشد، هزینه خرید بویلر مذکور ۳ ۷۲۷۰۰۰ یورو اعلام گردید (۱۸).

### جدول ۲- اطلاعات فنی ورودی به Proform

Table 2 – Technical information as input to Proform

| نوع سوخت<br>مصرفی بویلر | راندمان بویلر<br>قدیمی | راندمان<br>بویلر جدید | میزان انرژی<br>مصرفی بویلر<br>قدیم (GJ) | میزان انرژی<br>مصرفی بویلر<br>جدید (GJ) | طول عمر<br>بویلر (سال) | دوره<br>(استهلاک سال) |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| گاز طبیعی               | ۶۸/۳٪                  | ۹۰٪                   | ۹۸۸۰۰۰                                  | ۷۵۰۰۰۰                                  | ۲۵                     | ۲۰                    |

### جدول ۳ - اطلاعات مالی و اقتصادی ورودی به Proform

Table 3 – Financial and economic information as input to Proform

| نرخ<br>تنزیل | نرخ<br>مالیات بر<br>درآمد | نرخ<br>تورم | نرخ رشد<br>سالیانه قیمت<br>گاز طبیعی | هزینه هر<br>واحد مصرف گاز<br>طبیعی (GJ/ریال) | هزینه سرمایه<br>گذاری اولیه<br>بویلر (ریال) | هزینه نگه داری و<br>راه اندازی بویلر<br>جدید (Rial/Year) | هزینه تعمیرات و نگه<br>داری سالیانه بویلر<br>قدیم (Rial/Year) |
|--------------|---------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ۱۶٪          | ۱۵٪                       | ۲۰/۲٪       | ۵/۶٪                                 | ۴۲۰۷                                         | ۵۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰                              | ۷,۹۰۳,۶۸۸,۲۸۰                                            | ۱,۴۰۷,۰۰۰,۰۰۰                                                 |

۱۳۷۴۵ ریال = ۱ یورو

بهره گیری از مکانیسم توسعه پاک برای اجرای پروژه مذکور در نظر گرفته شده است.

در ادامه به منظور دستیابی به نتایج بهتر، بر اساس ارزش اعتبار کربن در بازارهای جهانی سه سناریوی A, B و C در راستای

### جدول ۴ - تحلیل سناریویی بر اساس ارزش اعتبار کربن در بانک جهانی

Table 4 – Scenario analysis based on carbon credit value in World Bank

| سناریو   | ارزش اعتبار کاهش هر تن $CO_2$ معادل     | نرخ رشد قیمت (%) |
|----------|-----------------------------------------|------------------|
| سناریو A | ۱۰ دلار به ازای کاهش هر تن $CO_2$ معادل | ۱۵٪              |
| سناریو B | ۱۵ دلار به ازای کاهش هر تن $CO_2$ معادل | ۱۵٪              |
| سناریو C | ۲۰ دلار به ازای کاهش هر تن $CO_2$ معادل | ۲۰٪              |

همان گونه که در جدول (۴) مشاهده می گردد، ارزش اعتبار کاهش هر تن  $CO_2$  معادل در سناریوی A معادل ۱۰

دلار، سناریوی B معادل ۱۵ دلار و سناریوی C معادل ۲۰ دلار به ازای کاهش هر تن  $CO_2$  معادل در نظر گرفته شده است. در

### نتایج امکان‌سنجی اقتصادی اجرای طرح

پارامترهای مهم اقتصادی بر اساس سناریوهای مختلف با یک دیگر مقایسه گردیده‌اند، لازم به ذکر است، در صورتی که نرخ داخلی بازگشت سرمایه (IRR)<sup>۱</sup> از نرخ تنزیل بزرگ‌تر باشد، اقدامات جایگزینی بویلر جدید با بویلر قدیمی در طول مدت زمان اجرای پروژه مقرون به صرفه می‌باشد. در صورت اجرای پروژه مذکور در کارخانه نیشکر هفت تپه با توجه به قیمت‌های مختلف روز اعتبارات کربن در بازارهای بین‌المللی سه سناریو برای اجرای این پروژه در نظر گرفته شده است و نتایج حاصل از اجرای این سه سناریو، با حالتی که پروژه بدون بهره‌گیری از مکانیسم توسعه پاک اجرا شود، مقایسه گردیده است.

سناریوهای A و B درصد رشد قیمت آن معادل ۱۵٪ و در سناریوی C این مقدار برابر ۲۰٪ بیان گردیده است. هم‌چنین در صورتی که هیچ‌گونه اقدامی جهت فروش اعتبار کربن صورت نپذیرد، مورد مذکور با سه سناریوی A, B, و C مورد مقایسه قرار گرفته است. با استفاده از این نرم‌افزار کلیه محاسبات به صورت دینامیکی مورد ارزیابی قرار گرفته است، لذا ارزش هزینه‌های مختلف انرژی بر اساس پول رایج، نرخ ارز و نرخ تنزیل برآورد گردیده است.

### نتایج و بحث

نرم‌افزار *Proform* به منظور ارزیابی اجرایی پروژه‌هایی شامل استفاده از انرژی‌های پاک، اجرای پروژه‌های بهبود راندمان که منجر به کاهش مصرف انرژی الکتریکی یا مصرف سوخت‌های فسیلی می‌گردد و پروژه‌های جایگزینی سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹). با وارد کردن داده‌های مورد نیاز در نرم‌افزار، نتایج حاصل از ارزیابی فنی - اقتصادی و زیست‌محیطی جایگزینی بویلر قدیمی با بویلر جدید با راندمان بالا در سه بخش فنی - اقتصادی و زیست‌محیطی محاسبه گردیده است.

### نتایج امکان‌سنجی فنی اجرای طرح

در نتیجه اجرای پروژه (جایگزینی بویلر قدیمی) حدود ۵۴۴,۰۰۰ GJ/year مصرف گاز طبیعی کاهش می‌یابد که این میزان در طول مدت اجرای پروژه (۲۵ سال) به ۱۳,۶۰۷,۰۰۰ GJ می‌رسد.

### جدول ۵- نتایج فنی کاهش مصرف سوخت

Figure 5 – Technical results of fuel consumption reduction

| واحد  | کل پروژه | میانگین سالانه |                |
|-------|----------|----------------|----------------|
| GJ۰۰۰ | ۱۳,۶۰۷   | ۵۴۴            | کاهش مصرف سوخت |

## جدول ۶- آنالیز مالی برای سناریوهای A، B و C براساس نتایج Proform

Table 6- Financial analysis for A, B and C scenarios based on Proform results

| سناریو                                                              | زمان بازگشت سرمایه | قبل از مالیات<br>ارزش خالص<br>کنونی (NPV) | نرخ داخلی بازگشت سرمایه (IRR) | بعد از مالیات<br>ارزش خالص<br>کنونی (NPV) | نرخ داخلی بازگشت سرمایه (IRR) |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
|                                                                     |                    |                                           |                               |                                           |                               |
|                                                                     | سال                | US \$                                     | %                             | US \$                                     | %                             |
| A: ارزش اعتبار کاهش هر تن CO <sub>2</sub> ۱۰۰ دلار با رشد قیمت ۱۵٪  | ۴/۲                | ۶,۵۷۸,۰۰۰                                 | ۲۸/۴۱                         | ۵,۶۶۱,۰۰۰                                 | ۲۶/۵۳                         |
| B: ارزش اعتبار کاهش هر تن CO <sub>2</sub> ، ۱۵ دلار با رشد قیمت ۱۵٪ | ۳/۷                | ۹,۵۴۹,۰۰۰                                 | ۳۲/۳۳                         | ۸,۶۳۳,۰۰۰                                 | ۳۰/۵۰                         |
| C: ارزش اعتبار کاهش هر تن CO <sub>2</sub> ، ۲۰ دلار با رشد قیمت ۲۰٪ | ۳/۳                | ۲۱,۰۰۰,۰۰۰                                | ۳۹/۱۸                         | ۲۰,۰۸۳,۰۰۰                                | ۳۷/۵۹                         |
| بدون فروش اعتبار کربن                                               | ۵/۳                | ۱,۲۷۳,۰۰۰                                 | ۱۹/۶۴                         | ۳۵۷,۰۰۰                                   | ۱۷/۰۵                         |

#### ۲- سناریوی B (اعتبار کربن برابر ۱۵ دلار به ازای کاهش هر تن CO<sub>2</sub> معادل)

قیمت ۱۵ دلار به ازای کاهش هر تن CO<sub>2</sub> معادل با توجه به بازار عرضه و تقاضای کربن برای CERS پروژه های CDM که پس از تقبل برخی از ریسک ها و هزینه ها توسط کشور میزبان و برخی توسط سرمایه گذار خارجی به صورت توافقی حاصل می گردد، در نظر گرفته شده است. در این سناریو زمان بازگشت سرمایه کم تر از ۴ سال (۳/۷ سال) بوده و در حالت بدون در نظر گرفتن مالیات، ارزش خالص کنونی برابر ۹,۵۴۹,۰۰۰ دلار و نرخ داخلی بازگشت ۳۲/۳۳ درصد می باشد و با در نظر گرفتن مالیات، ارزش خالص کنونی ۸,۶۳۳,۰۰۰ دلار و نرخ داخلی بازگشت سرمایه ۳۰/۵۰ درصد خواهد بود. در این سناریو با توجه به بالا رفتن نرخ داخلی بازگشت سرمایه سود آوری ناشی از به کارگیری مکانیسم توسعه پاک بر مبنای قیمت ۱۵ دلار به ازای کاهش هر تن CO<sub>2</sub> معادل بهبود یافته است. از آنجایی که در سناریوهای A و B نرخ داخلی بازگشت سرمایه بزرگ تر از نرخ تنزیل (۱۶ درصد) می باشد، هر دو سناریو مقرون به صرفه می باشند. امکان پذیری اجرای پروژه با قیمت بالاتر اعتبارکربن در بازارهای جهانی، در سناریوی C مورد بررسی قرار گرفته است.

۱۰۱۵ ریال = ۱ دلار

با انجام آنالیز مالی برای سناریوهای مختلف مطابق با جدول (۶)، نتایج ذیل حاصل می گردد.

#### ۱- سناریوی A (اعتبار کربن برابر ۱۰ دلار به ازای کاهش هر تن CO<sub>2</sub> معادل)

قیمت ۱۰ دلار به ازای کاهش هر تن CO<sub>2</sub> معادل با توجه به بازار عرضه و تقاضای کربن برای CERS پروژه های CDM که اعتبار آن ها اساساً توسط سرمایه گذار خارجی خریداری می شود، در نظر گرفته شده است. در این سناریو کل هزینه سرمایه گذاری و هم چنین نصب و راه اندازی بویلر جدید و جایگزینی آن با بویلر قدیمی در کم تر از ۵ سال (۴/۲ سال) بازگشت نموده و همچنین در حالت بدون در نظر گرفتن مالیات، میزان ارزش خالص کنونی (NPV) حدود ۶,۵۷۸,۰۰۰ دلار تخمین زده شده که با توجه به این که نرخ داخلی بازگشت سرمایه (IRR) حدود ۲۸/۴۱ درصد بدست آمده و پس از اعمال مالیات، ارزش خالص کنونی ۵,۶۶۱,۰۰۰ دلار و نرخ داخلی بازگشت سرمایه ۲۶/۵۳ درصد می گردد، اجرای پروژه با توجه به نرخ داخلی بازگشت سرمایه در حد پایین و اعتبار کربن صرفه اقتصادی کم تری دارد.

### ۳- سناریوی C (اعتبار کربن برابر ۲۰ دلار به ازای هر تن کاهش CO<sub>2</sub> معادل)

قیمت ۲۰ دلار به ازای کاهش هر تن CO<sub>2</sub> معادل با توجه به بازار عرضه و تقاضای کربن برای CERS پروژه های CDM که به صورت Secondary CERS در بورس کربن خرید و فروش می شوند، در نظر گرفته شده است که در این صورت کشور میزبان می تواند با تقبل ریسک ها و هزینه ها ، اعتبار پروژه را به عنوان Unilateral CDM نزدیک به قیمت Secondary CERS مستقیماً عرضه نماید. در این سناریو با توجه به بالا بودن قیمت اعتبار کربن زمان بازگشت سرمایه ۳/۳ سال تخمین زده شده است. بدون اعمال مالیات، ارزش خالص کنونی ۲۱,۰۰۰,۰۰۰ دلار و نرخ داخلی بازگشت سرمایه ۳۹/۱۸ درصد و پس از اعمال مالیات ارزش خالص کنونی ۲۰,۰۸۳,۰۰۰ دلار و نرخ داخلی بازگشت سرمایه معادل ۳۷/۵۹ درصد خواهد بود. بنابراین به دلیل قابل قبول بودن نرخ داخلی بازگشت سرمایه و نیز کمتر شدن زمان بازگشت سرمایه در مقایسه با دو سناریوی قبلی، این سناریو به عنوان سناریوی قابل قبول در اجرای پروژه مذکور و بهره‌گیری از مکانیسم توسعه پاک مد نظر قرار گرفته است.

در سطر آخر جدول (۶) موردی با عنوان بدون فروش ارزش اعتبار کاهش CO<sub>2</sub> معادل مشاهده می شود و منظور آن است که هیچ گونه درآمد و سودی از فروش اعتبار کربن بدست نیاید و تنها از طریق کاهش مصرف سوخت ناشی از افزایش راندمان و در نتیجه صرفه جویی انرژی هزینه ها جبران گردد. در صورتی که از مکانیسم توسعه پاک در قالب سناریوی B, A و C استفاده نشود، نرخ داخلی بازگشت سرمایه کم تر از ۶ سال خواهد بود که با توجه به پایین بودن نرخ داخلی بازگشت سرمایه (۱۹/۶ درصد) اجرای این پروژه چندان مقرون به صرفه نخواهد بود.

از آنجایی که هدف از انجام این پروژه ، سود آوری بر اساس کاهش میزان مصرف سوخت فسیلی و فروش اعتبار کربن ناشی از کاهش انتشار آلاینده ها به ویژه CO<sub>2</sub> بر اساس مکانیسم توسعه پاک می باشد، بنابراین توصیه می گردد این پروژه با

بهره‌گیری از سناریوی C که در آن میزان نرخ داخلی بازگشت سرمایه بیش از مقدار مشابه آن در دو سناریوی دیگر است، انجام گردد.

### نتایج امکان سنجی اقتصادی - زیست محیطی

در نتیجه اجرای پروژه جایگزینی بویلر با راندمان بالاتر به جای یکی از بویلرهای قدیمی کارخانه نیشکر هفت تپه مطابق جدول (۷)، سالانه حدود ۳۰,۵۳۴ تن CO<sub>2</sub> معادل، تولید گازهای گلخانه ای کاهش می یابد که این مقدار در طول مدت اجرای این پروژه (۲۵ سال) بمیزان ۷۶۳,۳۵۳ تن بر آورد گردیده است. این میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه ای با توجه به اثرات سوء گرمایش جهانی مقرون به صرفه بودن بهره‌گیری از مکانیسم توسعه پاک در قالب سناریوی C را که در بخش نتایج اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت، تأیید می نماید.

### نتایج امکان سنجی اقتصادی اجرای طرح

پارامترهای مهم اقتصادی بر اساس سناریوهای مختلف با یک دیگر مقایسه گردیده اند. لازم به ذکر است، در صورتیکه نرخ داخلی بازگشت سرمایه (IRR)<sup>۱</sup> از نرخ تنزیل بزرگ تر باشد، اقدامات جایگزینی بویلر جدید با بویلر قدیمی در طول مدت زمان اجرای پروژه مقرون به صرفه می باشد. در صورت اجرای پروژه مذکور در کارخانه نیشکر هفت تپه با توجه به قیمت های مختلف روز اعتبارات کربن در بازارهای بین المللی سه سناریو برای اجرای این پروژه در نظر گرفته شده است و نتایج حاصل از اجرای این سه سناریو، با حالتی که پروژه بدون بهره‌گیری از مکانیسم توسعه پاک اجرا شود، مقایسه گردیده است.

جدول ۷ - میزان کاهش انتشار متوسط سالیانه و مجموع کاهش CO<sub>2</sub> معادل گازهای گلخانه ای در طول

انجام پروژه (۲۵ سال)

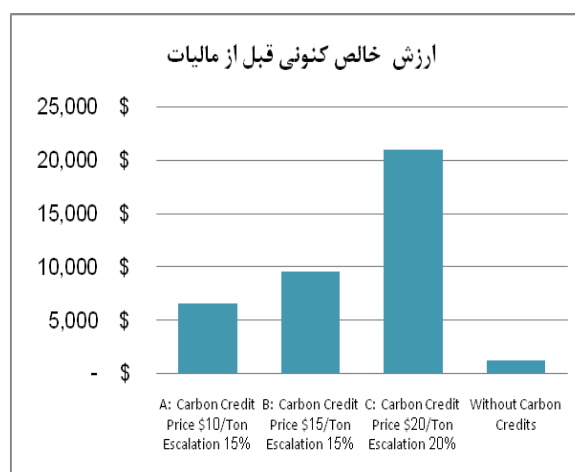
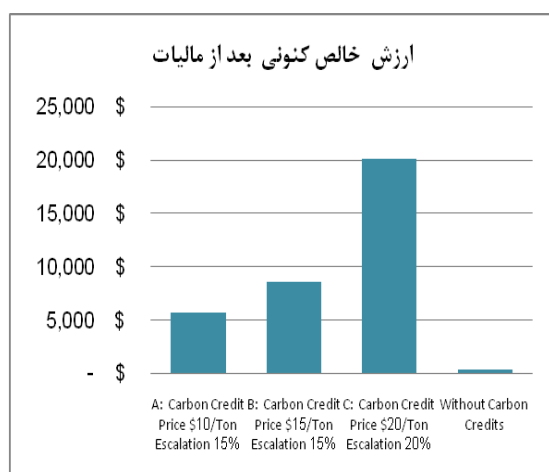
Table 7- Annual average and total amounts of CO<sub>2</sub> equivalent emission reduction during Project implementation (25 years)

| کل پروژه (Tone) | میانگین سالانه (Tone) | آلاینده ها                                      |
|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| ۷۶۳۳۵۳          | ۳۰۵۳۴                 | CO <sub>2</sub> معادل کل گازهای گلخانه ای معادل |

#### مقایسه ارزش خالص کنونی در سناریوهای مختلف

C در مقایسه با سایر سناریو ها از ارزش خالص کنونی بالاتری برخوردار است.

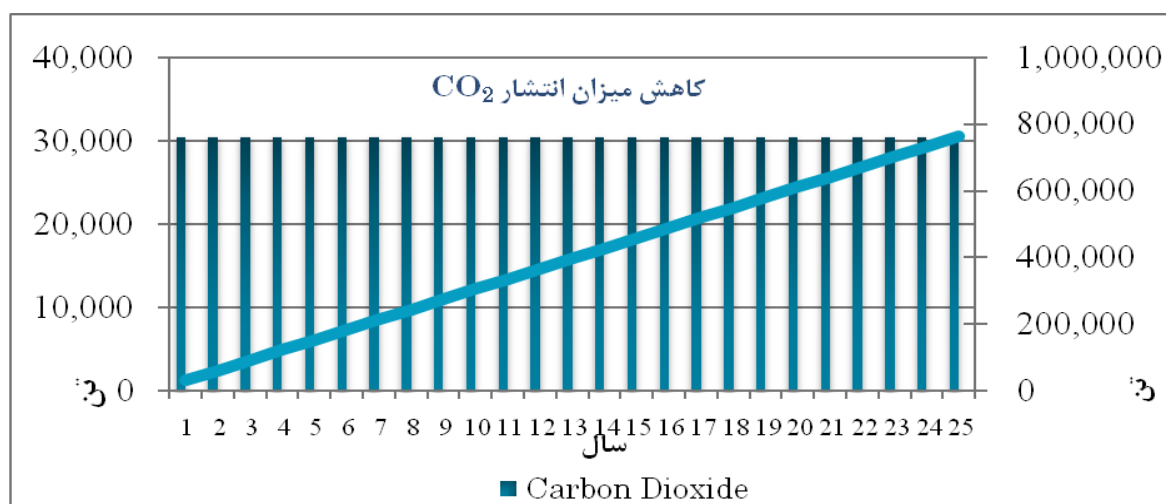
ارزش خالص کنونی در کلیه سناریو های فوق الذکر به صورت نمودارهای ستونی در طی ۲۵ سال طول عمر اجرای پروژه با یکدیگر مقایسه گردیده اند که با توجه به شکل (۳) ، سناریوی



شکل ۳- مقایسه میزان ارزش خالص کنونی در سناریوهای مختلف قبل و بعد از مالیات

بر اساس نتایج Proform

Fig 3- Comparison of Net Present Values in various scenarios before and after tax, based on Proform results



شکل ۴- میزان کاهش انتشار CO<sub>2</sub> معادل در بازه زمانی ۲۵ سال اجرای پروژه

Fig 4- CO<sub>2</sub> equivalent emission reduction during 25 years project implementation

جویی نمود و به میزان ۷۶۳,۳۵۳ تن CO<sub>2</sub> معادل، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش داد.

محدود بودن منابع سوخت فسیلی، افزایش بی‌رویه مصرف انرژی و به تبع آن افزایش فزاینده گازهای گلخانه‌ای و گسترش آلودگی محیط زیست سبب شده که موضوع کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی آن از اولویت‌های اساسی در بخش انرژی کشور محسوب شود. لزوم ارزیابی فرصت‌های موجود در پروتکل کیوتو جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHGs) در صنعت قند و کمک به توسعه پایدار کشور و ایجاد بستر مناسب به منظور بهره‌مندی از این فرصت‌ها و استفاده هر چه بیشتر از منافع این مکانیسم، بیش از پیش ضروری بنظر می‌رسد. با توجه به آن که اجرای پروژه‌های کاهش انتشار در صنعت از جمله صنعت قند پر هزینه بوده و نیازمند جذب فن‌آوری پیشرفته می‌باشد، منافع استفاده از مکانیسم توسعه پاک (CDM) قابل توجه است. لذا با توجه به شدت بالای مصرف انرژی و راندمان پایین بویلرهای کارخانه نیشکر هفت تپه، ضرورت کاهش مصرف انرژی به وسیله جایگزینی بویلر قدیمی و در قالب پروژه مکانیسم توسعه پاک برای کاهش انتشار آلاینده‌ها در نتیجه کاهش اثر گلخانه‌ای توجیه پذیر می‌باشد.

پیشنهاد می‌گردد در راستای بهره‌گیری از تسهیلات مکانیسم توسعه پاک و در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و

همان‌طور که در شکل ۴ ملاحظه می‌گردد، میزان کاهش انتشار CO<sub>2</sub> معادل با گذشت زمان بیش‌تر می‌شود و هر سال که از زمان اجرای پروژه می‌گذرد میزان بیش‌تری از انتشار CO<sub>2</sub> معادل کاهش می‌یابد.

### نتیجه‌گیری

در جدول (۸) میزان درآمد حاصل از فروش ارزش اعتبار کاهش انتشار CO<sub>2</sub> در سه سناریوی A، B و C به صورت سالانه مشخص شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، چنان‌چه در سال صفر (شروع انجام پروژه)، سرمایه‌گذاری اولیه برابر ۵,۵۳۷,۰۰۰ دلار برای انجام پروژه جایگزینی بویلر قدیمی صورت پذیرد، در سال بعد (سال اول) در سناریوی A به میزان ۱۲۲۰ دلار، در سناریوی B به میزان ۱۳۷۳ دلار و در سناریوی C به میزان ۱۵۲۵ دلار سود ناشی از فروش اعتبارات کربن بدست می‌آید. به همین ترتیب در سال‌های آتی نیز در طول مدت زمان اجرای پروژه (۲۵ سال) میزان سودآوری سالانه در این جدول با یک دیگر مقایسه گردیده‌اند. در واقع مجموع سودهای سالانه حاصل طی ۲۵ سال اجرای پروژه، همان ارزش خالص کنونی به دست آمده در سناریوهای مذکور می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که با تعویض بویلر قدیمی و سرمایه‌گذاری به میزان ۳۷۲۷,۰۰۰ یورو می‌توان به میزان ۱۳,۶۰۷,۰۰۰ گیگاژول در مصرف سوخت گاز طبیعی صرفه

صنعت قند کشور کاهش می یابد، موقعیت صنعت قند در سازمان تجارت جهانی (WTO) توان مند گردیده و از سویی کاهش انتشار GHGs و آزادسازی کوپن های مالیات بر کربن جهت تجارت جهانی را به همراه خواهد داشت.

جهت نیل به اهداف توسعه پایدار، بررسی امکان سنجی بهره گیری از این مکانیسم برای کلیه صنایع انرژی بر به ویژه صنایع قند و شکر کشور با سهم بالای مصرف انرژی در میان سایر صنایع صورت پذیرد. در صورت اجرای پروژه های CDM در صنایع قند علاوه بر اینکه شدت انرژی به ازاء واحد تولید در

جدول ۸- میزان سود سالیانه ناشی از فروش ارزش اعتبار کاهش CO<sub>2</sub> در طی ۲۵ سال زمان اجرای پروژه

### بر اساس نتایج Proform

Table 8- Annual profit from selling CO<sub>2</sub> emission reduction credit during 25 years project implementation based on proform results

| (US\$ 000) میزان سود سالیانه |                                  |                                  |                                  |                                     |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| طول عمر پروژه                | با فروش اعتبار کربن (Scenario C) | با فروش اعتبار کربن (Scenario B) | با فروش اعتبار کربن (Scenario A) | بدون بهره گیری از مکانیسم توسعه پاک |
| سال ۰                        | (۵/۵۳۷)                          | (۵/۵۳۷)                          | (۵/۵۳۷)                          | (۵/۵۳۷)                             |
| سال ۱                        | ۱/۵۲۵                            | ۱/۳۷۳                            | ۱/۲۲۰                            | ۱/۰۱۹                               |
| سال ۲                        | ۱/۶۶۰                            | ۱/۴۵۴                            | ۱/۲۷۹                            | ۱/۰۳۲                               |
| سال ۳                        | ۱/۸۲۰                            | ۱/۵۴۷                            | ۱/۳۴۵                            | ۱/۰۴۶                               |
| سال ۴                        | ۲/۰۱۱                            | ۱/۶۵۲                            | ۱/۴۲۰                            | ۱/۰۶۰                               |
| سال ۵                        | ۲/۲۳۷                            | ۱/۷۷۱                            | ۱/۵۰۴                            | ۱/۰۷۵                               |
| سال ۶                        | ۲/۵۰۶                            | ۱/۹۰۸                            | ۱/۶۰۱                            | ۱/۰۹۱                               |
| سال ۷                        | ۲/۸۲۷                            | ۲/۰۶۳                            | ۱/۷۰۹                            | ۱/۱۰۸                               |
| سال ۸                        | ۳/۲۰۹                            | ۲/۲۳۹                            | ۱/۸۳۳                            | ۱/۱۲۶                               |
| سال ۹                        | ۳/۶۶۶                            | ۲/۴۴۱                            | ۱/۹۷۴                            | ۱/۱۴۴                               |
| سال ۱۰                       | ۴/۲۱۱                            | ۲/۶۷۱                            | ۲/۱۳۴                            | ۱/۱۶۴                               |
| سال ۱۱                       | ۴/۸۶۲                            | ۲/۹۳۳                            | ۲/۳۱۶                            | ۱/۱۸۵                               |
| سال ۱۲                       | ۵/۶۴۰                            | ۳/۲۳۳                            | ۲/۵۲۳                            | ۱/۲۰۷                               |
| سال ۱۳                       | ۶/۵۷۱                            | ۳/۵۷۶                            | ۲/۷۶۰                            | ۱/۲۳۱                               |
| سال ۱۴                       | ۷/۶۸۵                            | ۳/۹۶۹                            | ۳/۰۲۹                            | ۱/۲۵۵                               |
| سال ۱۵                       | ۹/۰۱۷                            | ۴/۴۱۷                            | ۳/۳۳۷                            | ۱/۲۸۱                               |
| سال ۱۶                       | ۱۰/۶۱۳                           | ۴/۹۳۱                            | ۳/۶۸۹                            | ۱/۳۰۹                               |
| سال ۱۷                       | ۱۲/۵۲۴                           | ۵/۵۱۹                            | ۴/۰۹۰                            | ۱/۳۳۸                               |
| سال ۱۸                       | ۱۴/۸۱۳                           | ۶/۱۹۳                            | ۴/۵۵۰                            | ۱/۳۶۹                               |
| سال ۱۹                       | ۱۷/۵۵۵                           | ۶/۹۶۴                            | ۵/۰۷۵                            | ۱/۴۰۱                               |
| سال ۲۰                       | ۲۰/۸۴۱                           | ۷/۸۴۹                            | ۵/۶۷۶                            | ۱/۴۳۵                               |
| سال ۲۱                       | ۲۴/۷۷۹                           | ۸/۸۶۳                            | ۶/۳۶۴                            | ۱/۴۷۱                               |
| سال ۲۲                       | ۲۹/۴۹۹                           | ۱۰/۰۲۵                           | ۷/۱۵۲                            | ۱/۵۰۹                               |
| سال ۲۳                       | ۳۵/۱۵۸                           | ۱۱/۳۵۸                           | ۸/۰۵۴                            | ۱/۵۵۰                               |

|       |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| ۱/۵۹۲ | ۹/۰۸۸  | ۱۲/۸۸۸ | ۴۱/۹۴۴ | سال ۲۴ |
| ۱/۶۳۷ | ۱۰/۲۷۳ | ۱۴/۶۴۳ | ۵۰/۰۸۰ | سال ۲۵ |

### تقدیر و تشکر

۷. شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، ۱۳۸۸. حکایت تهیه شکر از نی. معاونت بهره برداری صنعت. pdf. (www.sugarcane.ir)

8. Food and Agricultural Organization of United Nations, 2008. Economic And Social Department: The Statistical Devision

۹. شرکت بهینه سازی مصرف سوخت. ۱۳۸۶. کارنامه عملکرد بخش صنعت.

۱۰. شرکت بهینه سازی مصرف سوخت. ۱۳۸۴. ممیزی و مدیریت مصرف انرژی در کارخانه قند هفت تپه. گزارش شماره ۱ و ۲.

۱۱. شرکت بهینه سازی مصرف سوخت. ۱۳۸۳. تدوین استاندارد مصرف انرژی در صنعت قند و شکر. گزارش شماره ۳، ۱، ۲.

12. Avami, Akram., Farahmandpour, Bahram and Satari, Sourena, 2007. Energy Conservation Opportunities: Sugar industry in Iran. Proceeding of the WSEAS int. Conference on Energy Saving, Environmental Education, 14-16 October, 2007, Farance, Arcachon, pp120-126

13. Borghei, A., Karimi, M., Rajabi Pour, A. and Tabatabaefar, A., 2008. Energy Analysis of Sugarcane Production in Plant Farms A Case Study in Debel Khazai Agro-Industry in Iran. American-Eurasian. 4(2):165-171.

۱۴. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مدیریت کل آمارهای اقتصادی، شهریور ۱۳۸۸، شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی در مناطق شهری ایران مردادماه ۱۳۸۸

این تحقیق با حمایت مالی شرکت بهینه سازی مصرف سوخت انجام شده است که بدینوسیله نویسندگان این مقاله از هیات مدیره، مدیر عامل و ریاست پژوهش و توسعه این شرکت صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایند، هم چنین از راهنمایی های ارزنده آقای مهندس عرب مشاور صنعت این پروژه و خانم مهندس وحیدی نیا قدردانی می گردد.

### منابع

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press.
2. Thornley, D., 2008. Climate Change: Man made Carbon Dioxide Emissions to Blame. (www.TexasPolicy.com)
3. Michaelowa. A., Michaelowa. K., 2007. Dose Climate Policy Promote Development? .Climatic Change. 84: 1-4.
4. Boyd, E., Corbera ,E., Estrada, M. 2008. UNFCCC Negotiations (Pre-Kyoto to COP-9): What the Process Says about the Politics of CDM-Sinks .Int Environmental Agreements
5. Department of Environment., UNDP. 2003. Iran's Initial National Communication to UNFCCC .National Climate Change Office at the Department Of Environment .Tehran, 206p
6. UNDP., 2006. An Assessment of Progress with Establishing the Clean Development Mechanism .United Nations Development Program(UNDP). pp1-164

۱۵. معاونت فنی و حقوقی، دفتر خدمات مالیاتی، ۱۳۸۸، ضرایب تشخیص درآمد مشمول مالیات عملکرد سال ۱۳۸۷ حوزه تهران
۱۶. دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی. ۱۳۸۸. ترازنامه انرژی ۱۳۸۶. وزارت نیرو- معاونت امور برق و انرژی. تهران
۱۷. ترجمه امین الله، اسکندری، الن چاول، جی. فورنیر، سی. رایم بولت، ۱۳۸۵، برآورد قیمت دستگاه ها و تجهیزات صنایع پالایش، گاز و پتروشیمی، نشر: روزبهان، تعداد صفحه: ۱۶۰
۱۸. شرکت صنایع آذر آب، ۱۳۸۸، پیشنهاد مالی اولیه بویلر
19. Golove, W., 2003. ProForm: A Tool for Pre-Feasibility Analysis of Renewable Energy and Energy Efficiency Projects. Berkeley Lab