

پایش علی انان، محیط زیست و توسعه پایدار  
بانگاه پژوهش، مگرن جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهران

۱۳۸۸ و ۱۴۰۱ شماره ۱۳۸۸

## بررسی انتشار آلاینده‌های هوا و هزینه‌های خارجی آن‌ها در صنایع غذایی: مطالعه موردی، کارخانه‌های کنسرو ماهی استان خوزستان عباس عساکره<sup>۱\*</sup>، اسداله اکرم<sup>۲</sup>، شاهین رفیعی<sup>۳</sup>

### چکیده:

با رشد روزافزون جمعیت، نیاز به مواد غذایی در حال افزایش است که در این بین محصولات کنسرو شده جایگاه ویژه‌ای دارند. تولید غذاهای کنسرو شده به شدت به سوخت‌های فسیلی وابسته بوده و مصرف این نوع سوخت‌ها، انتشار آلاینده‌های هوا و آلودگی محیط زیست را در پی دارد. هدف از این تحقیق تعیین میزان انتشار آلاینده‌های هوا و هزینه خارجی آن‌ها در صنعت کنسرو ماهی در استان خوزستان می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که میزان انتشار گازها از سوخت‌های فسیلی بسیار بیشتر از برق مصرفی می‌باشد. انتشار  $CO_2$  بسیار بیشتر از آلاینده‌های دیگر بوده و میزان آن از سوخت‌های فسیلی و برق به ترتیب برابر با  $1045/3$  و  $26$  کیلوگرم به ازای هر تن تولید کنسرو ماهی می‌باشد. میزان انتشار  $NO_x$ ،  $SO_2$ ،  $CH$  و  $SPM$  به ترتیب برابر با  $7/26$ ،  $6/52$ ،  $5/27$  و  $3/32$  کیلوگرم به ازای تولید هر تن محصول می‌باشد. به ازای هر گیگاژول مصرف انرژی،  $47/3$  کیلوگرم  $CO_2$  و به ترتیب  $321$ ،  $288$ ،  $233$  و  $146$  گرم،  $NO_x$ ،  $SO_2$ ،  $CH$  و  $SPM$  منتشر می‌شود. هزینه خارجی انتشار آلاینده‌های هوا برابر با  $11/64$  و  $0/52$  تن معادل انتشار  $CO_2$  به ازای تولید هر تن محصول و مصرف هر گیگاژول انرژی در صنعت کنسرو ماهی در استان است. با مدیریت مصرف سوخت و افزایش بازده استفاده از آن، انتشار آلاینده‌ها کاهش خواهد یافت.

کلمات کلیدی: آلاینده‌های هوا، هزینه خارجی، کنسرو ماهی، خوزستان

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۲- استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۳- دانشیار گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

#### مقدمه:

با رشد روزافزون جمعیت جوامع و کشورهای مختلف، نیاز به مواد غذایی در حال افزایش است. از سوی دیگر با بالا رفتن سطح زندگی و نیل مردم به سمت مصرف‌گرایی، نیاز به مواد غذایی و مصرف آن رشد شدیدی خواهد داشت. از این رو مهندسين و محققين، در تلاش برای تولید محصولات بیشتر و با کیفیت بالاتر می‌باشند (محتشمی و طالب بیدختی، ۱۳۸۶) که این امر موجب وابستگی زیاد به منابع فسیلی شده است. این منابع فسیلی باعث آسیب‌های زیست‌محیطی و بحران انرژی در سراسر جهان شده‌اند (Dickmann, 2006; Hiremath, 2007). انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوای حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی اثر مضر سریعی بر محیط‌زیست دارند (Li and Hu, 2006). در اثر افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مشکلات زیست‌محیطی به طور فاجعه‌باری در حال افزایش است. احتراق سوخت‌های فسیلی باعث ایجاد آلودگی ناشی از گازهای CO<sub>۲</sub>، NO<sub>x</sub> و SO<sub>۲</sub> و دیگر گازها می‌شود که تأثیر بسیار بدی بر محیط‌زیست، مانند ایجاد باران‌های اسیدی، آلودگی هوا، تخریب لایه اوزون، تخریب زمین و گرم شدن جهان دارد (Kalogirou, 2004). امروزه به خوبی مشخص شده است که آلودگی هوا در همه جوامع موجب آسیب رساندن به سلامت انسان شده است (Hopke, 2009). شرایط حاکم بر اقتصاد سیاسی و بحران محیط‌زیست در ایران سبب شده است که کشور ما در رتبه‌بندی زیست‌محیطی، در میان ۱۴۶ کشور، در رتبه ۱۳۲ قرار گیرد و از ۱۰۰ امتیاز ۳۹/۸ امتیاز را کسب کند (Anon, 2005). در سال ۱۹۹۷ در کیوتو ژاپن سومین کنفرانس تغییر آب و هوا تشکیل شد و در آن پروتوکلی به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به تصویب رسید که بر اساس آن کشورهای توسعه یافته متعهد شدند، انتشار گازهای گلخانه‌ای را حذف یا کاهش دهند به طوری که میزان انتشار شش گاز گلخانه‌ای کشورهای توسعه یافته در محدوده سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۱۲ باید به ۵٪ زیر سطح انتشار در سال ۱۹۹۰ کاهش یابد. کشور ما در سال ۱۹۹۶ (۱۳۷۵) به معاهده تغییرات آب و هوا ملحق شد و در سال ۲۰۰۵ (۱۳۸۴) به پروتکل «کیوتو» پیوست. ایران در سال ۱۹۹۲ معاهده تغییرات آب و هوا را امضا کرد. کشور ما مانند کشورهای در حال توسعه مطابق مفاد معاهده تغییرات آب و هوای پروتکل کیوتو تعهدی به کاهش گازهای گلخانه‌ای ندارد اما در پروژه‌های توسعه‌ی هوای پاک مشارکت کرده و یا به‌صورت داوطلبانه درباره برآورد ملی انتشار گازهای گلخانه‌ای خود اقدام می‌کند (چهارمین کنفرانس اعضای (COP-4)، ۱۳۸۸).

هزینه آلودگی هوا در ایران در سال ۲۰۰۲ برابر با ۱۸۱۰ میلیون دلار آمریکا که معادل ۱/۱۶٪ تولید ناخالص داخلی (GDP) و کل هزینه تخریب محیط زیست برابر با ۸۴۳۰ میلیون دلار که معادل ۷/۴٪ تولید ناخالص داخلی گزارش شد (World Bank, 2005) و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۹ میلادی به ۱۰/۹٪ GDP برسد (Shafie-Pour, 2005). همچنین هزینه‌ی انتشار گاز CO<sub>۲</sub> در سال ۲۰۰۲ نیز ۱/۳۶٪ تولید ناخالص داخلی کشور را شامل شد (World Bank, 2005). مولایی (۲۰۰۸) قیمت سایه انتشار هر هزار تن گاز CO<sub>۲</sub> در کشور را ۱۰۹/۳۳ دلار آمریکا براساس قیمت سال پایه ۲۰۰۰ به دست آورد. انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشور روند روبه‌رشدی در سال‌های گذشته داشته است. سرانه انتشار NO<sub>x</sub> از ۲/۴ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال ۱۳۴۶ به ۱۹/۳ کیلوگرم در سال ۱۳۸۶، سرانه انتشار SO<sub>۲</sub> از ۴/۱ کیلوگرم به ۱۱/۹ کیلوگرم و سرانه نشر CO<sub>۲</sub> از ۶۰۷ به ۶۸۱/۷ کیلوگرم افزایش یافته است (ترازنامه، ۱۳۸۶).

در سال ۱۳۸۶ میزان انتشار گاز CO<sub>۲</sub> و NO<sub>x</sub> در بخش صنعت ۱۵۶۰۶۶ و ۷۹۳۹۸۴۵۸ تن بوده که هزینه خارجی آن‌ها به ترتیب برابر با ۱۷۴۰ و ۷۴۰ میلیارد ریال برآورد شده است (ترازنامه، ۱۳۸۶). شفیع‌پور (۲۰۰۴) هزینه‌ی

خارجی انتشار هر تن از گازهای  $CO_2$  و  $NO_x$  در ایران را ۸۰ و ۴۸۰۰ هزار ریال محاسبه کرد. اکسترن (۲۰۰۲) هزینه انتشار گازهای  $CO_2$  و  $NO_x$  در اروپا را ۱۰ و ۶۰۰ دلار به ازای انتشار هر تن برآورد کرد. از آنجایی که انرژی نقش محوری در پروسه‌های توسعه ملی دارد (singh, 2002) و یکی از منابع استراتژی و پایه اصلی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی می‌باشد (Shao and Chu, 2008)، استفاده از آن اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین بهترین راه برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و بحران ناشی از مصرف انرژی، افزایش کارایی انرژی است (Esengun et al., 2007).

با توجه به اهمیت آلودگی هوا در زمینه‌های محیط‌زیست، سلامت انسان و توسعه پایدار، تعیین مقدار انتشار و خسارت آلاینده‌های هوا و عوامل انتشار آن‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این تحقیق تعیین میزان انتشار و هزینه‌های خارجی آلاینده‌های هوا و عوامل مؤثر بر آن‌ها در صنعت غذایی کنسرو سازی ماهی در استان خوزستان می‌باشد.

### مواد و روش‌ها:

استان خوزستان با مساحت ۶۴۰۵۵ کیلومتر مربع در جنوب غربی ایران قرار دارد (سالنامه آماری، ۱۳۸۵). این استان به دلیل مجاورت با خلیج فارس، وجود آب‌های داخلی و دریاچه‌های مصنوعی از نظر تولید ماهی دارای پتانسیل بسیار بالایی است. در سال ۱۳۸۵ میزان صید انواع آبزیان در آب‌های خوزستان برابر با ۳۳۴۰۶ تن بوده است که بین هفت استان ساحلی کشور رتبه دوم را داشته است و میزان تولید آبزیان داخلی استان ۲۵۰۶۶ تن می‌باشد که بیشترین تولید را بعد از استان مازندران به دست آورد. کل مساحت مزارع پرورش ماهیان گرم‌آبی استان ۶۰۴۰/۵ هکتار است که بعد از استان مازندران رتبه دوم را دارد. (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۵).

در این تحقیق مقدار و خسارت‌های اقتصادی انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوای  $SO_2$ ،  $CO$ ،  $CH_4$ ،  $NO_x$ ،  $CO_2$  و  $SPM$  به ازای تولید هر تن کنسرو ماهی در صنایع غذایی استان مورد ارزیابی قرار گرفت و روابط لازم جهت محاسبه میزان انتشار آلاینده‌ها با استفاده از آنالیز واحدها به دست آمدند. جهت تعیین مقدار انتشار آلاینده‌های هوا، میزان انرژی مورد استفاده به ازای هر واحد تولید محصول محاسبه شد. انرژی‌های مصرفی مورد محاسبه در این تحقیق شامل انرژی برق و سوخت‌های فسیلی می‌باشد که در مراحل مختلف تولید استفاده می‌شود. برق و انرژی‌های دیگر که برای عملیاتی غیر از فرآیند تولید مانند تهویه و روشنایی، گرمایش و سرمایش محل استفاده می‌شوند محاسبه نشدند.

جهت محاسبه میزان انتشار گازها از شاخص انتشار آن‌ها به ازای هر واحد سوخت مصرفی استفاده شد. شاخص انتشار آلاینده‌ها به ازای هر واحد سوخت با استفاده از داده‌های ترازنامه انرژی محاسبه شد. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا از سوخت با استفاده از آنالیز واحدها، از رابطه ۱ استفاده شد.

$$D_{if} = \sum \frac{c_{if}}{1000}$$

(۱)

که  $D_{if}$  میزان انتشار آلاینده  $i$  از سوخت مصرفی بر حسب کیلوگرم به ازای هر تن تولید،  $c_{if}$  شاخص انتشار آلاینده  $i$  از سوخت بر حسب گرم بر لیتر و  $f$  میزان سوخت مصرفی بر حسب لیتر را نشان می‌دهد.

برای محاسبه برق مصرفی با توجه به توان دستگاه‌ها و استفاده از آنالیز واحدها، انرژی مصرفی از رابطه ۲ برآورد گردید (Jekayinfa and Bamgboye, 2007).

$$E_e = \sum P_i t_i k_{ei} \quad (2)$$

جایی که  $E_e$  انرژی مصرفی الکتریکی،  $P$  توان الکتریکی دستگاه،  $t$  زمان عملیات و  $i$  نشان دهنده مرحله عملیات تولیدی می‌باشد. ضریب  $k_{ei}$  فاکتور توان موتور الکتریکی در مرحله  $i$  می‌باشد.

در تولید، انتقال و توزیع برق، هر ساله افت‌های زیادی وجود دارد که باید در نظر گرفته شود. این افت‌ها شامل مصرف داخلی نیروگاه‌ها، انتقال و توزیع برق می‌باشد. ضریب تبدیل برق مصرفی به معادل تولید آن (b) از رابطه ۳ محاسبه شد.

$$b = 1 + \frac{L_T}{100} \quad (3)$$

$b$  ضریب تبدیل برق مصرفی به معادل تولیدی و  $L_T$  درصد کل تلفات که شامل مصرف داخلی نیروگاه‌ها، تلفات انتقال و توزیع برق می‌باشد (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۶). برای محاسبه میزان انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف برق از رابطه ۴ استفاده شد.

$$D_{je} = \sum \frac{k_j b E_e}{1000} \quad (4)$$

$k_j$  شاخص انتشار آلاینده‌ی هوای  $j$  به ازای هر واحد تولید برق (گرم بر کیلووات-ساعت) و  $E_e$  مقدار مصرف برق بر حسب کیلووات-ساعت برای تولید هر تن می‌باشد. میزان کل انتشار آلاینده‌ها برابر مجموع انتشار آن‌ها از برق و سوخت‌ها می‌باشد (رابطه ۵).

$$D_{Tj} = D_{jf} + D_{je} \quad (5)$$

$D_{Tj}$  میزان کل آلاینده  $j$  منتشر شده در صنعت غذایی کنسروسازی ماهی می‌باشد. جهت ارزیابی انتشار آلاینده‌ها از کل انرژی مصرفی برای تولید هر تن کنسرو، میزان انتشار آن‌ها به ازای هر واحد انرژی مورد محاسبه قرار گرفت. برای محاسبه انرژی سوخت از رابطه ۶ استفاده شد.

$$E_f = \sum f k_f \quad (6)$$

$E_f$  انرژی مصرفی سوخت و  $f$  مقدار سوخت مصرفی را نشان می‌دهد. ضریب  $k_f$  هم ارزش گرمایی سوخت را بیان می‌کند (Mohammadi et al., 2008; Erdal et al., 2007).

کل انرژی مصرفی که موجب انتشار آلاینده‌های هوا می‌شود برابر با مجموع انرژی سوخت و برق می‌باشد (رابطه ۷).

$$E_T = E_e + E_f \quad (7)$$

میزان انتشار گازهای آلاینده به ازای هر واحد انرژی معادل سوخت و برق مصرفی از رابطه ۸ به دست آمد.

$$R_{Dj/E} = \frac{D_{Tj}}{E_T} \quad (8)$$

هزینه‌ای که به علت اثرات زیست محیطی مستقیم انتشار آلاینده‌ها که باعث تخریب زیست‌سیستم‌ها (اکوسیستم)، آسیب به ساختارها و سلامتی افراد گردد، هزینه تخریب یا هزینه خارجی نامیده می‌شود. در واقع هزینه تخریب، هزینه‌ای است که اثرات تخریب کننده یا سوء یک آلاینده یا فعالیت بر محصولات کشاورزی، زیست‌سیستم‌ها، مواد و سلامت انسان را برآورد می‌کند و اغلب هزینه‌ای است که در قیمت تمام شده در نظر گرفته نمی‌شود. جهت محاسبه هزینه‌های خارجی نیاز به کمی کردن اثر آلاینده‌ها و فعالیت‌ها در محیط‌های اثرپذیر (انسانی و طبیعی) می‌باشد (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۶). هزینه خارجی انتشار آلاینده‌ها در ایران به دلیل بارندگی کم و میانگین پایین سرعت باد نسبت به اروپا بسیار زیاد است (Shafie-Pour Motlagh et al, 2005). جدول ۱ هزینه خارجی انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا را نشان می‌دهد.

جدول ۱- هزینه خارجی انتشار هر تن آلاینده‌های هوا (میلیون ریال بر تن)

NO <sub>x</sub>	SO <sub>۲</sub>	CO <sub>۲</sub>	SO <sub>۳</sub>	CO	CH	SPM
۵/۵۸۰	۱۶/۹۷۳	۰/۰۲۸	-	۱/۷۴۸	۱/۷۴۹	۳۹/۹۹

محاسبه شده بر اساس داده‌های ترازنامه انرژی

جهت محاسبه هزینه خارجی انتشار آلاینده‌ها از رابطه ۹ استفاده شده است.

$$C = \sum \frac{c_{D_j} D_j}{1000} \quad (9)$$

که در آن C هزینه خارجی بر حسب میلیون ریال به ازای هر تن تولید کنسرو و C<sub>Dj</sub> هزینه خارجی انتشار هر تن آلاینده D<sub>j</sub> بر حسب میلیون ریال بر تن گاز منتشر شده می‌باشد.

## نتایج:

میزان انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای در کنسروسازی ماهی استان در جدول ۲ نشان داده شده است. از جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان انتشار گازها از سوخت‌های فسیلی بسیار بیشتر از برق مصرفی می‌باشد که دلیل اصلی آن مصرف بسیار بیشتر سوخت‌های فسیلی و بیشتر بودن شاخص انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای از سوخت‌های فسیلی نسبت به برق می‌باشد. انتشار گاز CO<sub>۲</sub> بسیار بیشتر از گازهای دیگر می‌باشد. شاخص انتشار این گاز از سوخت‌های فسیلی و برق نسبت به دیگر گازها بسیار بیشتر است که اهمیت کنترل آن را نشان می‌دهد. میزان انتشار این گاز از سوخت‌های فسیلی و برق به ترتیب برابر است با ۱۰۴۵/۳ و ۲۶ کیلوگرم به ازای هر تن تولید کنسرو ماهی برآورد گردید. بعد از CO<sub>۲</sub> گاز NO<sub>x</sub> که از خطرناک‌ترین و مضرترین گازها است با ۷/۲۶ کیلوگرم به ازای تولید هر تن ماهی بیشترین مقدار انتشار را دارد. گاز و آلاینده‌ی SO<sub>۲</sub>، CH و SPM به ترتیب با ۶/۵۲، ۵/۲۷ و ۳/۳۲ کیلوگرم به ازای تولید هر تن محصول در استان، در رتبه‌های بعدی قرار دارند. گاز SO<sub>۳</sub> کمترین میزان انتشار از فرآیند تولید در کارخانه‌های کنسرو ماهی در استان را دارد.

جدول ۲. میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا (kg/t)

نوع انرژی	SPM	CH	CO	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
سوخت	۳۱۱	۲۷۴	۷۲۵	۰/۰۷۵	۱۰۴۵/۲۸۵	۶/۴۷۴	۲۲۴
فسیلی	۳	۵	۱				۷
برق	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	ناچیز	ناچیز	۲۶/۰۲۴	۰/۰۴۶	۰/۰۴
کل	۳۱۶	۲۷۵	۷۲۵	۰/۰۷۵	۱۰۷۱/۲۸۲	۶/۵۲	۲۶۴
	۳	۵	۱				۷

جدول ۳ مقدار انتشار و هزینه خارجی گازهای آلاینده به ازای هر واحد انرژی مصرفی در صنعت کنسرو ماهی را نشان می‌دهد. کل انرژی مصرفی برای تولید یک تن کنسرو ماهی ۲۲/۶۶۴ گیگاژول به دست آمد که از این مقدار سوخت‌های فسیلی با ۲۲/۲۲۸ گیگاژول سهم بسیار زیادی را نسبت به برق دارند. از جدول ۳ مشاهده می‌شود که به ازای هر گیگاژول انرژی مصرفی در صنایع غذایی کنسرو ماهی در استان خوزستان ۴۷/۳ کیلوگرم CO<sub>2</sub> و به ترتیب ۳۲۱، ۲۸۸، ۲۳۳ و ۱۴۶ گرم NO<sub>x</sub>، SO<sub>2</sub>، CH و SPM منتشر می‌شود. هزینه خارجی انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا برابر با ۱۱/۶۴ تن معادل انتشار CO<sub>2</sub> به ازای هر تن تولید در صنعت کنسروسازی ماهی در استان محاسبه شد و هزینه آلاینده‌های منتشر شده از هر گیگاژول انرژی مصرفی در این صنعت برابر با ۰/۵۲ تن معادل CO<sub>2</sub> به دست آمد.

جدول ۳. میزان انرژی مصرفی و مقدار انتشار گازهای آلاینده را به ازای هر واحد انرژی

هزینه خارجی (تن معادل CO <sub>2</sub> )		R <sub>Dj/E</sub> (kg/GJ)								انرژی کل	سوخت‌های فسیلی
برگیزول	بر تن تولید انرژی مصرفی	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	CO	CH	SPM	(GJ/t)	انرژی الکتریسیته (GJ/t)	های فسیلی (GJ/t)
۰/۵۲	۱۱/۶۴	۳۲۱	۲۸۸	۲۷	۰/۰۳	۰/۷۶	۲۳۳	۰/۱۴۶	۲۲/۶۶۴	۰/۴۳۶	۲۲/۲۲۸
		۰	۰	۴۷	۰	۰	۰	۰			

جدول ۴ مقدار و درصد انرژی مصرفی در عملیات‌های پخت اولیه، سترون سازی و سایر مراحل تولید کنسرو ماهی در استان خوزستان را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهند، بیشترین مصرف انرژی در عملیات‌های پخت اولیه و سترون سازی با ۲۰/۷۶ گیگاژول به ازای هر تن تولید کنسرو ماهی (۹۱/۶٪ کل انرژی) بود که بیشتر شامل انرژی سوخت‌های فسیلی جهت تولید بخار آب داغ می‌شد. برای انجام این عملیات در صنایع غذایی کنسروسازی ماهی در استان از اتوکلاو (ری‌ترت) با بستر ساکن، بازده کم و اتلاف زیاد بخار آب در آن، استفاده می‌گردد که این امر موجب افزایش انرژی موردنیاز شده و میزان انتشار آلاینده‌های هوا را افزایش داده است. کاهش انرژی موردنیاز در این مراحل اثر بسزایی در کاهش انتشار آلاینده‌های هوا خواهد داشت.

جدول ۴. میزان انرژی مصرفی در عملیات مختلف

انرژی ورودی		مرحله تولید
٪	(GJ/t)	
۹۱/۶	۲۰/۷۵۶	پخت اولیه (نیم‌پز کردن)، سترون‌سازی و شوک حرارتی
۸/۴	۱/۹۰۸	سایر عملیات

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

انتشار آلاینده‌های هوا در اثر مصرف سوخت‌های فسیلی و برق می‌باشد. بنابراین برای کاهش انتشار آلاینده‌ها باید بازده انرژی را افزایش داد. بیشترین مصرف انرژی در مراحل پخت است که تحت تأثیر نوع اتوکلاو و بازده آن می‌باشد. استفاده از اتوکلاوهای با جریان متحرک و با تکنولوژی بالا به جای اتوکلاوهای جریان ثابت، مصرف انرژی و آلاینده‌های هوا را به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد داد (پایان، ۱۳۸۶). با لوله کشی مناسب و عایق‌بندی صحیح مسیر انتقال بخار به اتوکلاو، می‌توان از اتلاف گرما کاست و بازده استفاده از انرژی را بیشتر کرد.

### منابع و مأخذ:

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۸۵. دفتر اطلاعات و فناوری وزارت جهاد کشاورزی.
۲. پایان، ر. ۱۳۸۶. کنسروسازی. ویرایش سوم. انتشارات آبیژ.
۳. ترازنامه انرژی. ۱۳۸۶. وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.
۴. چهارمین کنفرانس اعضای (COP-4). ۱۳۸۸. مرکز صلح و محیط زیست <http://farsi.pengo.ir/news.php?readmore=29>.
۵. سالنامه آماری. ۱۳۸۵. بخش سرزمین و آب و هوا. انتشارات مرکز آمار ایران.
۶. محتشمی، س. و طالب بیدختی، ن. ۱۳۸۶. آلودگی هوای ناشی از فعالیت‌های کشاورزی در ایران، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست، ۲۱ و ۲۲ خرداد، دانشگاه تهران، تهران.
7. Anonymous. 2005. Environment Sustainability Index. Benchmarking National Environmental Stewardship. World Economic forum Geneva, Switzerland Joint Research Center, European Commission Ispra, Italy.
8. Dickmann, D.I. 2006. Silviculture and biology of short- rotation woody crops in temperate regions then and now. *Biomass and Bioenergy*, 30: 696- 705.
9. Erdal, G., K. Esengun., H. Erdal., and O. Gunduz. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy*, 32: 35-41.
10. Esengun, K., O. Gunduz., and G. Erdal. 2007. Input-output energy analysis in dry apricot production of Turkey. *Energy Conversion and Management*, 48: 592-598.
11. Extern, E. 2002. The external costs of fuel cycles database for European Union member countries, [www.ExternE.eu.Jrc](http://www.ExternE.eu.Jrc).

12. Hiremath, R.B., S. Shikha., and N.H. Ravindranath. 2007. Decentralized energy planning: modeling and application. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11: 729- 752.
13. Hopke, P.K. 2009. Contemporary threats and air pollution. *Atmospheric Environment*, 43: 87-93.
14. Jekayinfa, S.O., and A.I. Bamgboye. 2007. Development of equations for estimating energy requirements in palm-kernel oil processing operations. *Journal of Food Engineering*, 79: 322–329.
15. Li, J.F., and R.Q. Hu. 2006. Sustainable biomass production for energy in China. *Biomass and Bioenergy*, 25: 483– 499.
16. Mohammadi, A., A. Tabatabaeefar., S. Shahin., S. Rafiee., and A. Keyhani. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion and Management*, 49: 3566–3570.
17. Molaei, M. 2008. Derivation of shadow price for CO<sub>2</sub> gas emission using distance function approach. *Iranian Economic Review*, 13(21): 123-135.
18. Pimentel, D., and M. Pimentel. 1979. *Food, Energy and Society*. Resource and Environmental Science Series. Edward Arnold Publ., London.
19. Shafie-pour, M. 2004. Environment energy review in Iran (EER- Iran), Iranian Department of Environment, Final Report Text and Annex.
20. Shafie-Pour, M., M.M. Farsiabi., and H.R. Kamalan. 2005. An interactive environment economy model for energy cycle in Iran.
21. Shao, H., and L. Chu. 2008. Resource evaluation of typical energy plants and possible functional zone planning in china. *Biomass and Bioenergy*, 32: 283-288.
22. Singh, J.M. 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. Master of Science thesis. Management University of Flensburg, Germany.
23. World Bank. 2000. Islamic Republic of Iran: Cast Assessment of Environmental Degradation. Report No.32043- IR. Middle Est and North Africa Region. Washington, D. C.



## **Evaluation of air pollutants and their external costs in food industry: A case study, canned fish production in Khuzestan province**

### **Abstract:**

As the world population is increasing, demand for food is raising and in this case, the canned products have a special role. Production of canned foods is highly dependent on the fossil fuels and a consequence of such a consumption method is air pollutants and environment pollution. The objectives of present study were evaluation of air pollutants emissions from the canned fish industry in Khuzestan province and also estimate their social cost. Results of this study showed that the quantity of pollutants emissions from fossil fuels was much more than electricity consumption. Emission of CO<sub>2</sub> was much more than other pollutants and its emission from fossil fuels and electricity was 1045.3 and 26 kg per ton of canned fish production. Emissions of NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CH, and SPM were 7.26, 6.52, 5.27 and 3.32 kg/t respectively. Per GJ energy consumption, 47.3 kg of CO<sub>2</sub> and 321, 288, 233 and 146 g of NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CH and SPM was produced respectively. External costs of air pollutants were 11.64 and 0.52 CO<sub>2</sub> ton equivalents per ton of fish production and GJ of energy consumption. Management of fuel consumption will be resulted in its efficiency and reducing the emission of pollutants.

**Keyword:** Air pollutant, External cost, fish canning, Khuzestan .