

## برآورد هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بر سلامت ساکنان تهران

نونا حسینی<sup>۱</sup> دکتر محمد مزرعتی<sup>۲</sup>

### چکیده

آلودگی شدید هوای تهران و وجود شواهدی دال بر ارتباط بین آلودگی هوا<sup>۳</sup> و سلامت انسان، نقش مصرف سوخت‌های فسیلی در ایجاد آلاینده‌ها و به تبع آن تحمیل هزینه‌های اجتماعی<sup>۴</sup> ناشی از پیامدهای آلودگی (نظیر بیماری‌ها و مرگ و میر زودرس) به اقتصاد کشور؛ اهمیت گزینش راهکارهای مناسب جهت کاهش آلودگی و لزوم بهره‌مندی از مدیریت صحیح انرژی را بر اساس تجزیه و تحلیل هزینه-فایده<sup>۵</sup> افزایش داده است.

با استفاده از نتایج حاصل از مطالعات اپیدمیولوژیک تهران و بهره‌گیری از رابطه موجود میان میزان آلاینده‌ها و سلامت انسان، اندازه‌گیری میزان انتشار آلاینده‌ها با استفاده از اعمال ضرایب انتشار<sup>۶</sup>، محاسبه هزینه‌های درمان و سایر هزینه‌های مرتبط با آلاینده‌ها؛ هزینه اجتماعی آلودگی ناشی از مصرف سوخت در

۱. کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، n\_hosseini4@yahoo.com

۲. تحلیل‌گر مدل‌های انرژی در دبیرخانه اوپک، وین، mmazraati@opec.org

3. Air Pollution  
4. Social Cost  
5. Cost-Benefit Analysis  
6. Emission Factor

تهران برآورد شده است. هزینه‌های اجتماعی برآورد شده برای تهران در سال ۱۳۸۰ براساس روش بیمه عمر حدود ۶/۵ میلیارد ریال و بر اساس روش درآمد حدود ۴۵۸ میلیارد ریال است که حدود ۱/۵ درصد از کل هزینه‌های مصرف خصوصی به قیمت ثابت سال ۱۳۶۹ در همین سال است. پیش‌بینی می‌شود که این هزینه‌ها به قیمت‌های اسمی به بیش از ۹۰۰۰ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۰ افزایش یابد.

ضمناً با مدل‌سازی مصرف سوخت در تهران و پیش‌بینی مصرف، هزینه‌های اجتماعی آلودگی هوا برای سال‌های آتی برآورد شده است.

**واژه‌های کلیدی:** هزینه‌های اجتماعی، آلودگی هوای تهران، سوخت‌های فسیلی، سلامت انسان.

## ۱. مقدمه

همراه با احتراق سوخت‌های فسیلی که تامین‌کننده ۹۰/۶ درصد انرژی مصرفی نهایی در ایران هستند (وزارت نیرو، ۱۳۸۱) سالانه میلیون‌ها تن گازهای آلاینده، مواد سمی و خطرناک نظیر،  $SO_x$ ،  $NO_x$ ،  $CO_x$ ، ذرات معلق، فلزات سنگین و اکسیدکننده‌های فتوشیمیایی در هوا پراکنده می‌شود. از آنجا که جریان پدیده خود پالایی طبیعت نه تنها به دلیل محدودیت‌های جغرافیایی و آب و هوایی به صورت کامل صورت نمی‌پذیرد بلکه این محدودیت‌ها به نوبه خود پیامدهای خارجی منفی<sup>۱</sup> نیز به همراه می‌آورد؛ بررسی عوارض ناشی از آلودگی هوا که به صورت گسترده و پایدار سلامت ساکنان مناطق آلوده را تحت الشعاع قرار می‌دهد و به تبع آن یافتن چگونگی رابطه میان غلظت آلاینده‌ها با سلامت انسان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود. از کل آلودگی هوای

۱. پیامدهای منفی (Negative Externalities): زمانی که به همراه تولید یک کالا (کالای خوب) یک هزینه جانبی منفی به جامعه تحمیل می‌شود (کالای بد تولید می‌شود) اصطلاحاً گفته می‌شود که پیامد یا اثرات جانبی منفی اتفاق افتاده است.

«انسان ساخت»، انتشار آلاینده‌های ناشی از احتراق منابع فسیلی؛ به عنوان تنها عامل قابل کنترل و اهرم ایجاد تغییرات در هزینه‌های اجتماعی محسوب می‌شود اما سایر عوامل، از ناپایداری‌های جوی، تغییرات فصلی، توپوگرافی، ناهمگنی سطح زمین به لحاظ پوشش گیاهی، شرایط اقلیمی و جغرافیایی ناشی می‌شود.

آلودگی ناشی از مصرف انرژی و اثر آن بر سلامت انسان در کلان شهری مثل تهران به دلیل رشد فزاینده جمعیت، توزیع و ساختار جمعیت، موقعیت جغرافیایی و سایر شرایط تاثیرگذار حاکم بر آن از یک سو و تامین خدمات مشتق از انرژی برای این جمعیت رو به رشد از دیگر سو از اهمیت سیاست‌گذاری بالایی برخوردار است.

برآوردها نشان می‌دهد که یارانه‌های مرتبط با انرژی در سال ۱۳۷۹ ۱۷/۵ درصد از GDP کشور و هزینه‌های اجتماعی مرتبط با احتراق هیدروکربن‌ها حدود ۴/۸ درصد از GDP را به خود اختصاص داده است (ابتکار، ۱۳۸۲) که همگی حکایت از اهمیت توجه به مصرف سوخت و مسایل مرتبط و خصوصاً هزینه‌های اجتماعی مرتبط با آن دارد.

بخش اول این مقاله، مروری بر مطالعات انجام شده و مبانی تئوریک را شامل می‌شود. بخش دوم به برآورد هزینه‌های اجتماعی آلودگی هوا بر سلامت انسان اختصاص دارد. روند مصرف حامل‌ها و هزینه‌های اجتماعی متعاقب آن در بخش سوم بررسی می‌شود و در بخش چهارم به کمک الگوهای اقتصادسنجی، مقادیر مصرف حامل‌های انرژی و هزینه‌های اجتماعی مرتبط با آن پیش‌بینی می‌شوند. نتیجه‌گیری و معرفی راهکارهای موثر جهت کنترل شرایط، در بخش پایانی ارائه می‌شود.

## ۱. مروری بر مطالعات انجام شده و مبانی تئوریک

### ۱-۱. مطالعات انجام شده

بعد از وقوع اولین شوک آلودگی هوا نظیر آنچه در مه‌دود فتوشیمیایی لندن (۱۸۸۰) روی داد و به مرگ ۲۲۰۰ نفر از ساکنان آن شهر منجر شد (پرکینز، ۱۳۷۳) تلاش‌های اولیه جهت کنترل آلودگی هوا در بریتانیا و ایالات متحده آغاز گردید. با روشن شدن

اهمیت موضوع از اواخر دهه ۸۰ به بعد بیش از ۱۵۰ مطالعه اپیدمیولوژی با استفاده از مدل‌های آماری گزارش شده است که فرض‌های اولیه مبتنی بر بروز اثرات سوء سلامت، منحصر در غلظت‌های بالا را مخدوش و برتاثیرپذیری ارگان‌های بدن حتی در سطوح استانداردهای مدون صحه گذاشت (حسینی، ۱۳۸۳).

بر اساس مطالعات جهانی به‌طورکلی آلاینده‌ها موجبات بروز و یا تشدید بیماری‌های خونی و سیستم خون‌ساز (نظیر انواع کم‌خونی‌ها و سرطان)، اختلالات روانی (مثل عقب‌ماندگی‌های ذهنی)، بیماری‌های گردش خون (مثل فشارخون، بیماری‌های عروق مغزی) و بیماری‌های دستگاه تنفس (مثل عفونت‌های حاد تنفسی، برونشیت، آسم، آمفیزم) را فراهم می‌آورد (لطفعلیخانی، ۱۳۷۳). این آلاینده‌ها نه تنها پس از تولد بلکه حتی پیش از آن و در دوران جنینی نیز سلامت آدمی را متاثر می‌سازند. در واقع با طیف گسترده‌ای از اثرات مواجه هستیم که از عوارضی نظیر کاهش قدرت بینایی، سوزش چشم، سردرد، سرفه، تهوع، کم‌حوصلگی و بسیاری از ناراحتی‌های دیگر آغاز و به مشکلات جدی‌تر ختم می‌شود (طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ، ۱۳۸۲).

### ۲-۱. مبانی نظری نحوه سنجش هزینه‌های اجتماعی

از آنجا که اغلب مواهب زیست‌محیطی در مقوله کالاهای عمومی<sup>۱</sup> قرار دارند و از آنجا که در این خصوص با پدیده شکست بازار<sup>۲</sup> روبه‌رو هستیم، تردیدهای فراوانی در مورد تعیین ارزش و اهمیت واقعی آنها و نیز شیوه مداخله و سیاست‌گذاری‌ها وجود دارد. اما نهایتاً مصرف‌کنندگان و سیاست‌گذاران باید به نوعی سازش دست‌یابند؛ زیرا آنچه اهمیت اساسی دارد تصمیم‌گیری منطقی بر مبنای مقایسه ارزش دو کالای مورد مبادله یا تجزیه و تحلیل هزینه - فایده است. لذا تعیین ارزش مواهب زیست‌محیطی<sup>۳</sup> در این راستا ضروری است.

1. Public Goods  
2. Market Failure  
3. Economic Value of Environmental Assets

علم اقتصاد بر پایه انسان محوری و دیدگاه سودگرایی؛ با ابداع شیوه‌های متعدد ارزش مواهب را براساس میزان رضایتی که برای بشر تامین می‌کنند مشخص می‌نماید. بنابراین گرچه ارزش پولی مواهب غیرتجاری طبیعت با توجه به ماهیت ارزش‌گذاری محیطی آن می‌تواند ناکافی باشد ولی به هرجهت زمینه را برای محاسبات و ارایه تصمیم‌های سیاسی فراهم می‌سازد. برای تعیین ارزش مواهب زیست‌محیطی، روش‌های متعددی وجود دارد که در اینجا مختصراً مورد اشاره قرار می‌گیرند:

• روش هزینه فرصت از دست رفته<sup>۱</sup>

در این روش هیچ‌گونه کوشش صریحی درجهت تعیین منافع زیست‌محیطی صورت نمی‌گیرد. در عوض، منافع حاصل از فعالیت‌هایی که موجب تخریب محیط زیست می‌شود محاسبه می‌شود. لذا در سیاست‌گذاری بر پایه این روش نتایج ناگوار، نادیده گرفته می‌شود و تنها سود اقتصادی‌اجرای پروژه ملاک قرار می‌گیرد (ترنر و همکاران، ۱۳۷۷).

• روش واکنش - دز<sup>۲</sup>

این روش نیازمند وجود داده‌ها و اطلاعات مربوط به واکنش فیزیولوژیکی انسان، گیاه یا حیوان نسبت به کنش آلودگی است. در این روش، نخست ارتباط بین آلاینده زیست‌محیطی و مجموع خساراتی که به دلیل قرار گرفتن در معرض آن ایجاد می‌شود مشخص می‌گردد و پس از تعیین تابع خسارت ابتدا اثر کاهش آلودگی با واحدهای غیرپولی اندازه‌گیری و سپس ارزش ریالی این کاهش مشخص می‌شود (کریم‌زادگان، ۱۳۸۲).

• روش هزینه جایگزینی<sup>۳</sup>

در این روش به‌هزینه جانشین‌سازی یا مرمت یک دارایی زیان دیده از آلودگی توجه می‌شود. به عنوان مثال اگر به دلیل استفاده نادرست، یک دریاچه از بین رفته و یا ماهی‌های درون آن نابود شده باشد، هزینه احیا دوباره دریاچه و یا ماهی‌ها و نگاهداری

1. Opportunity Cost Approach (OCA)

2. Dose - Response Approach

3. Replacement Cost

آن در شرایط پایا را به عنوان ارزش آن در نظر می‌گیرند (ترنر و همکاران، ۱۳۷۷).

• روش مخارج پیشگیری<sup>۱</sup> یا رفتار تعدیلی<sup>۲</sup>

برای جبران صدمات ناشی از آلودگی محیط‌زیست، بنگاه‌ها و یا افراد اقداماتی را انجام می‌دهند که می‌تواند مبنای برآورد ارزش اقتصادی محیط‌زیست قرار گیرد. به‌عنوان مثال صاحبان مناطق مسکونی برای جلوگیری از آلودگی صدا، هزینه‌هایی بابت عایق، جهت کاهش سر و صدا صرف می‌کنند که مبنای برآورد ارزش محیط بدون سر و صدا قرار می‌گیرد (ترنر و همکاران، ۱۳۷۷).

• تقاضای انتسابی<sup>۳</sup>

با مشاهده و بررسی رفتار برخی از مصرف‌کنندگان می‌توان به تقاضا برای خدمات تفریحی دست یافت. به‌طور مثال این موضوع با بررسی تعداد دیدارهایی که فرد به‌طور متوسط در طول سال از پارک مورد مطالعه به عمل می‌آورد مشخص می‌شود. با تغییر قیمت هر دیدار و مشاهده تعداد دیدارهایی که مصرف‌کننده مورد نظر انجام می‌دهد می‌توان منحنی تقاضا را رسم کرد و با جمع مبالغ پرداختی تا زمانی که تقاضا به صفر برسد میزان ارزش را به‌دست آورد (ترنر و همکاران، ۱۳۷۷).

• روش هزینه سفر<sup>۴</sup>

در این روش فرض براین است که هزینه‌های سفر برای بازدید از یک منطقه، گویای ارزش اقتصادی آن منطقه است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که تقاضا برای استفاده تفریحی از یک موهبت زیست‌محیطی همچون یک دریاچه یا یک جنگل با بهبود کیفیت آن، افزایش می‌یابد. بنابراین با تغییر تابع تقاضا می‌توان از تغییر ایجاد شده در مقدار مازاد مصرف‌کننده برای ارزیابی منافع افزایشی استفاده کرد (کریم‌زادگان، ۱۳۸۲).

1. Averting Expenditure Method (AEM)  
2. Mitigation Behavior  
3. Ascribe Demand  
4. Travel Cost Method

• روش قیمت‌گذاری لذت‌گرایی<sup>۱</sup>

این روش سعی در ارزیابی خدمات زیست‌محیطی دارد که وجود آنها به‌طور مستقیم بر بخشی از قیمت‌های بازاری خاص تأثیر می‌گذارد. در عمل متداول‌ترین کاربرد آن در معاملات املاک و ارزش زمین است. در این روش با همسنگ‌سازی همه فاکتورهای موثر غیرزیست‌محیطی به مقایسه ارزش املاک در نقاط مختلف می‌پردازیم. بنابراین با افزایش کیفیت محیط‌زیست، ارزش دارایی (مثلاً مسکن) افزایش می‌یابد و از این طریق می‌توان ارزش یا قیمت ضمنی محیط‌زیست را استخراج کرد (ترنر و همکاران، ۱۳۷۷).

• روش رفراندوم<sup>۲</sup>

اساس این روش بر «آری» و «نه» استوار است. به‌عنوان مثال در مورد پرداخت هزینه‌های انهدام زباله‌های شیمیایی خطرناک کارخانه‌ای، از مردم سؤال می‌شود که آیا می‌توان برای آن هزینه در نظر گرفت یا خیر؟ همچنین در انتخاب مکان‌های دفن مواد زائد خطرناک یا زباله‌های اتمی می‌توان از این روش استفاده کرد که البته از دقت چندانی برخوردار نخواهد بود (کریم‌زادگان، ۱۳۸۲).

• روش ارزش‌گذاری مشروط<sup>۳</sup>

این روش بر کشف ترجیحات افراد<sup>۴</sup> مبتنی است. در این روش با مطالعات میدانی (پرسشنامه و مصاحبه) از طریق مراجعه به افراد، از آنها خواسته می‌شود که ترجیحات خود را در مورد کالای زیست‌محیطی بیان کنند. به این ترتیب که ابتدا در خصوص موضوع مورد بررسی و کالای زیست‌محیطی به مصاحبه‌شوندگان آگاهی داده می‌شود سپس با ایجاد بازار فرضی و تعیین نوع پرداخت از افراد خواسته می‌شود تا حداکثر «تمایل به پرداخت»<sup>۵</sup> خود را در خصوص کالاها و خدمات غیر بازاری ارایه شده، بیان کنند. این روش در مقایسه با سایر روش‌ها صریح‌تر و قابل فهم‌تر است و حتی می‌تواند

1. Hedonic Pricing Method  
2. Referendum Method  
3. Contingent Valuation Method  
4. Expressed Preference Method  
5. Willingness to Pay (WTP)

برای ارزیابی منفی که افراد شخصا مورد استفاده قرار نداده‌اند اما به آن اهمیت می‌دهند مورد استفاده قرار گیرد (کریم‌زادگان، ۱۳۸۲).

### • سایر روش‌ها (روش‌های ویژه<sup>۱</sup>)

در خصوص هزینه‌های اجتماعی مربوط به سلامت انسان می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد:

### • روش<sup>۲</sup> VSL

در این روش به وسیله تجزیه تحلیل پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده از افراد جامعه در خصوص تمایل‌شان به پرداخت وجه به منظور کاهش یک مورد مرگ، میزان ارزش آماری زندگی انسان<sup>۳</sup> محاسبه می‌شود. شکی نیست که این برآورد با توجه به نرم‌های فرهنگی، درآمد ناخالص ملی<sup>۴</sup> و تنوع روش‌های برآورد؛ متفاوت خواهد بود. به‌طور کلی ارزش آماری عمر در جهان بین صد هزار تا ۲۵ میلیون دلار آمریکا در سال ۲۰۰۲ برآورد شده است. مزیت این روش در قابلیت تبدیل و تعمیم آن از یک کشور به سایر کشورهاست که با در نظر گرفتن برابری قوه خرید<sup>۵</sup> انجام می‌شود (طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ، ۱۳۸۲).

### • روش دیه

روش دیه تنها روش اجرای جبران خسارت (غیر عمد) در کشور است. از آنجا که اصول حاکم بر آن برای قرون متمادی ثابت باقی مانده است، تنها اختلاف اجرایی آن در خصوص تنوع حق انتخاب صاحب‌دم در موارد شش‌گانه است. لذا جهت جلوگیری از اختلاف نظر، هر ساله ارزش ریالی آن طبق فتوای رهبری از طریق وزارت دادگستری به عنوان مبنای عملکرد محاکم قضایی و شرکت‌های بیمه اعلام می‌شود.

1. Ad hoc methods

2. Value of Statistical Life

۳. ارزش آماری زندگی انسان (Value of Statistical Life): عبارتست از میزان تمایل به پرداخت افراد جامعه برای کاهش یک مورد مرگ از بین افرادی که فوت می‌کنند.

4. Gross National Income

5. Purchasing Power Parity



### • روش درآمد

محاسبه ارزش عمر افراد براساس تولید اقتصادی آنها قطعا دیدگاه ارزش معنوی مترتب بر حیات را پوشش نمی‌دهد اما به‌عنوان یکی از شیوه‌های رایج، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از آنجا که افراد از قابلیت‌های فردی متفاوتی برخوردارند لذا درآمدهای انتظاری آنها در طول زندگی کاملا متفاوت خواهد بود. بنابراین برای محاسبه هزینه سال‌های از دست رفته عمر<sup>۱</sup> باید ارزش حال درآمدهای آتی فرد لحاظ گردد.

### • روش بیمه

اشخاص به‌منظور تقلیل اثرات منفی فوت برای بازماندگان (براساس توانایی‌های مالی و احتمال وقوع خطر فوت) یا سرمایه‌گذاری و ایجاد امکان مصرف بیشتر در سنین بالا اقدام به خرید بیمه‌های عمر می‌کنند. از نظر حقوقی بیمه‌عمر قراردادی است که به‌موجب آن بیمه‌گر در مقابل دریافت حق بیمه متعهد می‌شود که در صورت فوت بیمه شده یا زنده ماندن او در زمان معین مبلغی (سرمایه یا مستمری) به بیمه‌گذار یا شخص ثالث تعیین شده از طرف او پردازد (فتحی‌زاده، ۱۳۷۶).

اما آنچه شدیداً تقاضای بیمه‌نامه را می‌تواند تحت‌تأثیر قرار دهد، حق بیمه پرداختی است که با در نظر گرفتن محدوده زمانی مناسبی برای استخراج متوسط سرمایه بیمه عمر می‌توان به‌ترکیبی از ارزش ذهنی افراد نسبت به بهای اقتصادی زندگی و قدرت بازپرداخت آنها پی برد.

## ۲. نحوه برآورد هزینه‌های اجتماعی آلودگی در تهران بر انسان

یادآور می‌شود که گستره محاسبات هزینه‌های اجتماعی در این مقاله فقط هزینه‌های

---

۱. اختلاف سن فوت با شاخص امید به زندگی در بدو تولد، سال‌های از دست رفته عمر را شامل می‌شود. طبق آمارهای منتشره توسط سازمان بهداشت جهانی شاخص مذکور برای هر دو جنس در ایران ۶۸/۶ سال است اما آنچه مبنای عملکرد شرکت‌های بیمه قرار می‌گیرد ۶۵ سال است.

اجتماعی مرتبط با انسان را پوشش می‌دهد. برای این مهم انجام دادن مراحل زیر ضروری است.

در مرحله اول لازم است که ارتباط بین آلودگی هوا و انواع بیماری‌ها مشخص شود. این ارتباط می‌تواند از نتایج مطالعات قبلی به دست آید. در این خصوص پژوهشی اولویت خواهد داشت که به صورت سری زمانی، به طور گسترده و با حذف حداکثر عوامل مخدوش‌کننده، انطباق محدوده بررسی و حداقل فاصله از زمان حاضر انجام گردد. در مرحله دوم لازم است که هزینه‌های آلودگی مرتبط با انسان در تهران برآورد شود. هزینه‌ها شامل، هزینه‌های ناشی از بیماری‌ها و ارزش جان انسان برای میزان عمر از دست رفته است.

در بخش سوم با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی، میزان مصرف انرژی مشخص و با اعمال ضرایب انتشار ارایه شده توسط جایکا (شرکت کنترل کیفیت هوا، ۱۳۷۶) مقادیر آلاینده‌ها محاسبه شده است. سپس بر اساس روابط بین آلودگی‌ها و آثار آن بر سلامت، هزینه‌های مرتبط مشخص و نهایتاً میزان هزینه‌ها برای سال‌های آتی نیز تخمین زده شده است.

### ۳. برآورد هزینه‌های اجتماعی مرتبط با انسان در تهران

#### ۳-۱. نتایج بررسی‌های اپیدمیولوژیک

برای تعیین هزینه‌های اجتماعی مرتبط با انسان، باید وضعیت سلامت ساکنان محدوده جغرافیایی تهران بزرگ در بازه مناسبی مورد ملاحظه قرار می‌گرفت و ارتباط آماری نوسان آلاینده‌ها بر وقوع بیماری‌ها و مرگ‌های مرتبط به صورت ضرایب همبستگی مشخص می‌شد. لذا از میان کلیه پژوهش‌های انجام شده<sup>۱</sup> «طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ» به عنوان جدیدترین و معتبرترین پژوهش صورت گرفته، مبنای محاسبات قرار گرفته است.

جدول ۱ ارتباط آلاینده‌ها با انواع بیماری‌ها و مرگ‌های زودرس وابسته را نشان

1. Dose. Response

می‌دهد. بر اساس جدول مذکور آلاینده‌ها با بخشی از مرگ و میرها و بیماری‌های آنژین صدری، آریتمی، بیماری انسداد ریوی و حادثه مغزی عروقی در ارتباط آماری معنی‌داری به‌سر می‌برند.

جدول ۱. ارتباط اثرات سلامت با آلودگی هوا

بخش	اثر	آلاینده	متوسط تأثیر روزانه به ازای هر واحد	میانگین اثر سالانه (نفر)
مرگ	کلیه مرگ‌ها	۱۰Pm	۰/۰۲۸	۱۲۳/۷۶
	کلیه مرگ‌ها	۲SO	۰/۰۴۶	۱۶/۸۳۶
	۳۰-۶۵ سال	CO	۰/۱۱۳	۷۵/۱۴۵
	۳۰-۶۵ سال	۲So	۰/۰۱۶	۵/۸۵۶
	بالای ۶۵ سال	۱۰Pm	۰/۱۶	۷۰/۷۲
بیماری‌ها	آنژین صدری	CO	۰/۶۸	۴۵۲/۲
	آریتمی	۱۰Pm	۰/۰۲۷	۱۱۹/۳۴
	CVA	۲NO	۰/۰۱۷	۲۰۹/۴۷۴
	COPD	CO	۰/۲۹	۱۹۲/۸۵

مأخذ: طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ.

### ۳-۲. هزینه‌های اجتماعی ناشی از مرگ‌های زودرس (ارزش عمر)

از آنجا که اتفاق نظر در خصوص طول عمر طبیعی وجود ندارد، در نظر گرفتن یک شاخص عمومی جهت تعریف مرگ زودرس و محاسبه هزینه براساس سال‌های از دست‌رفته عمر ضروری است. به‌همین منظور شاخص امید به‌زندگی در بدو تولد که توسط سازمان بهداشت جهانی اعلام می‌شود به‌عنوان مبنای مقایسه لحاظ شده که برای ایران معادل ۶۸/۶ سال اعلام شده است (گزارش جهانی سلامت سال ۲۰۰۲، ۱۳۸۲). محاسبات هزینه براساس چهار سناریوی ارزش آماری زندگی انسان، دیده، درآمد و بیمه صورت گرفته که نتایج آن به شرح زیر است.

• سناریوی اول، روش VSL

این شاخص در ایران در سال ۱۳۸۰، برابر با ۲ میلیارد ریال برای هر نفر محاسبه شده است (طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ، ۱۳۸۲). بنابراین محاسبه هزینه اجتماعی عمر انسان در تهران در این روش به شرح زیر است:

$$sc = vsl * dt$$

که در آن:

Sc: هزینه اجتماعی ناشی از عمر از دست رفته

VSL: ارزش آماری عمر هر انسان

Dt: تعداد انسان از دست رفته به خاطر آلودگی

جدول ۲. محاسبه هزینه اجتماعی ناشی از مرگ‌های مرتبط با استفاده از روش ارزش آماری عمر در سال ۱۳۸۳

واحد: میلیارد ریال

اثر	آلاینده	اثرات سالانه (نفر موت)*	هزینه اجتماعی
کلیه مرگ‌ها	PM10	۱۲۳/۷۶	۲۴۸،۴
کلیه مرگ‌ها	SO <sub>2</sub>	۱۶/۸۳۶	۳۳،۸
جمع	—	۱۴۰/۵۹۶	۲۸۲،۴

\*منبع: طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ و محاسبات مولفان.

• سناریوی دوم، روش دیه

مقدار ارزش در این روش متأثر از جنسیت متوفاست. به همین منظور محاسبات براساس نسبت درصد فراوانی زنان و مردان نمونه (که به ترتیب ۵۲/۷ درصد و ۴۷/۳ درصد است) انجام شده است. نرخ اعلام شده دیه برای زنان و مردان بر مبنای سال ۱۳۸۰ به ترتیب ۸۰ و ۱۶۰ میلیون ریال بوده است.

$$sc = P_1 * f_1 + p_2 * f_2$$

که در آن:

Sc: هزینه اجتماعی ناشی از عمر از دست رفته

P<sub>1</sub>: ديه مرد ایرانی

P<sub>2</sub>: ديه زن ایرانی

f<sub>1</sub>: تعداد مردهای ایرانی فوت شده در اثر آلودگی

f<sub>2</sub>: تعداد زنان ایرانی فوت شده در اثر آلودگی

### • سناریوی سوم، روش درآمد

جهت محاسبه هزینه سال‌های از دست رفته عمر می‌بایستی ارزش حال درآمدهای آتی فرد لحاظ گردد. به همین دلیل با توجه به آمار موجود در کشور، متوسط درآمد خانوارها در استان تهران، با تغییراتی مبنای محاسبه قرار گرفته است. بدین ترتیب که با تقسیم متوسط درآمد سالانه یک خانوار در استان تهران (۳۶ میلیون ریال) بر متوسط تعداد افراد دارای درآمد در خانوارهای مذکور (۱/۴۷ نفر) متوسط درآمد سالانه یک فرد محاسبه شده که برابر ۲۴ میلیون ریال است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۰).

### جدول ۳. محاسبه هزینه اجتماعی ناشی از مرگ‌های مرتبط با استفاده از روش ديه

واحد: میلیون ریال

کل	هزینه ناشی از مرگ		میانگین اثرات*		میانگین اثرات سالانه*	آلاینده	اثر
	مرد	زن	مرد	زن			
۱۴۵۸۴	۶/۹۳۶	۷۶/۵۲۱	۵۸/۵۴	۶۵/۲۲	۱۲۳/۷۶	PM10	کلیه مرگ‌ها
۹/۱۹۸۳	۴/۱۲۷	۹۸/۷۰	۷/۹۶۳	۸/۸۷۳	۱۶/۸۳۶	SO <sub>2</sub>	کلیه مرگ‌ها
۹/۱۶۵۶۷	۰/۱۰۶۴	۷/۵۹۲	۶۶/۵۰۳	۷۴/۰۹۳	۱۴۰/۵۹۶	—	جمع

\*منبع: طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ و محاسبات مؤلفان.

از طرف دیگر به دلیل اهمیت سن افراد در این روش از نتایج تفکیکی فوت (جدول ۱) استفاده شده است. برای گروه ۳۰-۶۵ سال میانگین طبقه یعنی ۴۷/۵ سال به عنوان شاخص سن فوت و برای گروه بالای ۶۵ سال با در نظر گرفتن حداکثر سن در

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

نمونه که ۸۳ سال بوده است، میانگین ۷۴ سال را خواهیم داشت که بالاتر از شاخص امید به زندگی در بدو تولد است بنابراین وقایع این گروه سنی از محاسبات بعدی حذف شده است.

### جدول ۴. محاسبه هزینه اجتماعی ناشی از مرگ‌های مرتبط با استفاده از روش درآمد

واحد: میلیون ریال

اثر	آلاینده	میانگین اثر سالانه*	متوسط سال‌های عمر از دست رفته برای هر فرد	درآمد از دست رفته به‌ازای هر فرد	هزینه‌ها
مرگ ۳۰ تا ۶۵ سال	CO	۷۵/۱۴۵	۲۱/۱	۵۱۰/۹	۳۸۳۹۳/۹
مرگ ۳۰ تا ۶۵ سال	SO <sub>2</sub>	۵/۸۵۶	۲۱/۱	۵۱۰/۹	۲۹۹۲/۰
جمع	—	۸۱/۰۰۱	—	—	۴۱۳۸۵/۹

\* منبع: طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ و محاسبات مؤلفان.

### • سناریوی چهارم، روش بیمه

به‌وسیله نمونه‌گیری‌ها و در نظر گرفتن نوسانات صدور بیمه‌نامه‌های عمر، ارزش حال متوسط سرمایه بیمه محاسبه شده است.

$$\text{ارزش حال متوسط سرمایه بیمه عمر به ریال (بر مبنای سال ۱۳۸۰)} = \frac{۴۰۰۰۰۰۰}{(۱ + ۰/۱)^۲} + ۱۶۹۳۷۰۱۲ + ۲۱۷۸۱۸۷۶(۱ + ۰/۱)^۲}{۳} = ۲۵۶۱۵۶۰۰$$

در نتیجه با به‌کارگیری این شاخص سن افراد مورد خسارت فاقد اهمیت خواهد بود اما از آنجا که امید به زندگی در شرکت‌های بیمه ۶۵ سال در نظر گرفته می‌شود؛ باید مشاهدات گروه ۶۵ سال و بالاتر از کلیه مرگ‌ها حذف شود.

جدول ۵. محاسبه هزینه اجتماعی ناشی از مرگ‌های مرتبط با استفاده از روش بیمه عمر

واحد: میلیون ریال

اثر	آلاینده	میانگین اثر سالانه*	هزینه ناشی از مرگ‌های مرتبط به روش بیمه (ریال)
مرگ ۳۰ تا ۶۵ سال	CO	۷۵/۱۴۵	۱۹۲۴/۸
مرگ ۳۰ تا ۶۵ سال	SO <sub>2</sub>	۵/۸۵۶	۱۵۰/۰
جمع	—	۸۱/۰۰۱	۲۰۷۴/۸

\* منبع: طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی، حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ و محاسبات مؤلفان.

۳-۳. هزینه‌های اجتماعی ناشی از بیماری‌های وابسته

به‌طور کلی هزینه‌های اجتماعی ناشی از بیماری‌های مرتبط شامل، هزینه‌های درمان (از دیدگاه خرد شامل: ویزیت پزشکان، مراجعه به اورژانس، دارو، پذیرش بیمارستان ... و از نظر کلان، تحمیل ضرورت‌های فزاینده جهت گسترش زیربنای خدمات و تسهیلات درمان عمومی است)، هزینه فرصت<sup>۱</sup> (به معنی ارزش فرصت‌های از دست‌رفته در دوران درمان و نقاهت برای بیمار و افرادی است که بدون دریافت پول در مراقبت از بیمار شرکت دارند، مثل خانواده و دوستان بیمار)، هزینه کاهش قابلیت‌های تولید (شامل: کاهش کارایی افراد در محیط‌های آلوده، غیبت نیروی کار و مرگ‌های زودرس مرتبط است که موجب خروج نیروهای فعال از چرخه تولید می‌شود) و هزینه ناشی از کاهش کیفیت زندگی به معنی ارزش جلوگیری از درد و رنج ناشی از آلودگی هوا است. (Ontario Medical Association ۱۹۹۸).

• هزینه درمان

جهت تخمین هزینه‌های درمان نمونه‌گیری‌ها در دو بیمارستان شهید فیاض بخش و

۱. هزینه فرصت (Opportunity Cost): مقداری از کالاها و خدمات که می‌تواند در ازای هر کالایی کسب شوند. اگر کالای مذکور تولید نمی‌شد منابع می‌توانستند در تولید کالاها و خدمات دیگری به‌جای آن استفاده شوند و اگر خریداری نمی‌شد پولی که در ازای آن پرداخت شده می‌توانست برای خرید کالای دیگری هزینه شود.

شهید لویسانی انجام شده است<sup>۱</sup>. نتایج به دست آمده پس از حذف مشاهدات پرت<sup>۲</sup> مورد استفاده قرار گرفته است. به منظور تعمیم نتایج به کل سیستم بهداشتی کشور اعم از خصوصی و دولتی بایستی شاخص میانگین نسبت هزینه درمان بیماران در بیمارستان‌های خصوصی به دولتی که معادل ۳/۸۴ است را معمول نمود. از سوی دیگر برای تلفیق هزینه‌های دو بخش به منظور ارایه متوسط هزینه درمان در تهران به ازای هر بیمار باید نسبت ارایه خدمات درمانی دو بخش خصوصی و دولتی مشخص و میانگین وزنی آنها محاسبه گردد. بنابراین برای به دست آوردن نسبت ارایه خدمات بهداشتی درمانی از شاخص تحت فعال استفاده شده است (آمار و مشخصات موسسات درمانی فعال کشور در سال ۱۳۸۰، ۱۳۸۱).

بر اساس محاسبات ۷۷ درصد خدمات درمانی توسط بخش دولتی و ۲۳ درصد به طور خصوصی ارایه می‌شود و به دلیل عدم انطباق محدوده زمانی پرونده‌های مورد بررسی (مربوط به سال ۱۳۸۱ است) با سایر ملاحظات (که براساس سال ۱۳۸۰ تنظیم شده‌اند)، هزینه‌های درمان براساس نرخ رشد شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی در نقاط شهری تعدیل یافته و نتایج در جدول ۶ آمده است.

### • هزینه فرصت

عوارض ناشی از بیماری با کاهش کارایی به صورت پنهان، مراجعه به پزشک، انجام الزامات درمان و زمان نقاهت بیمار، آشکارا اتلاف وقت بیمار را در پی دارد. اما بخش قابل ملاحظه آن طول مدت اقامت در بیمارستان خواهد بود. جهت محاسبه ارزش زمان، از شاخص متوسط درآمد روزانه افراد یعنی معادل ۶۶ هزار ریال، استفاده شده است.

۱. با توجه به پراکندگی نمونه اولیه، حجم نمونه محاسبه شده بسیار بالا به دست آمد. لذا با توجه به امکانات و محدودیت همکاری بخش مدارک پزشکی بیمارستان سعی شد با در نظر گرفتن قضیه حد مرکزی حداقل ۳۰ پرونده در خصوص هر بیماری مورد بررسی قرار گیرد کل حجم نمونه به ۱۶۳ پرونده رسیده است.

2.outlier



جدول ۶. متوسط هزینه درمان برای هر بیماری در تهران

واحد: هزار ریال

بیماری	آلاینده	متوسط هزینه درمان دولتی	متوسط هزینه درمان خصوصی	متوسط هزینه درمان در سال ۱۳۸۱	متوسط هزینه درمان در سال ۱۳۸۰
آنژین	CO	۴۰۶۴	۱۴۱۵۴	۶۳۸۵	۵۸۰۵
بیماری مزمن انسدادی ریوی COPD	CO	۲۰۵۵	۷۱۵۹	۳۲۳۰	۲۹۳۶
حادثه مغزی عروقی CVA	NO <sub>2</sub>	۱۳۴۳	۶۴۷۹	۲۱۱۰	۱۹۱۹
آریتمی	PM10	۱۹۵۶	۶۸۱۲	۳۰۷۳	۲۷۹۴

منبع: محاسبات مؤلفان.

جدول ۷. متوسط هزینه فرصت هر بیمار (در طول اقامت در بیمارستان)

واحد: هزار ریال

بیماری	آلاینده	متوسط طول درمان (روز)	متوسط هزینه فرصت
آنژین	CO	۹/۴۱	۶۲۵
بیماری مزمن انسداد ریوی COPD	CO	۹/۹۵	۶۶۰
حادثه مغزی عروقی CVA	NO <sub>2</sub>	۵/۵۹	۳۷۱
آریتمی	PM10	۵/۳۶	۳۵۶

منبع: محاسبات مؤلفان.

با جمع هزینه درمان و هزینه فرصت، هزینه‌های اجتماعی ناشی از هر بیماری در سال ۱۳۸۰ محاسبه و حاصل کار در جدول ۸ آمده است.

براساس بررسی‌های صورت گرفته هزینه اجتماعی تحمیل شده ناشی از بیماری‌های مرتبط در سال ۱۳۸۰ معادل ۴/۴۲ میلیارد ریال بوده است.

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

### جدول ۸. محاسبه هزینه اجتماعی ناشی از بیماری‌های مرتبط در سال ۱۳۸۰

واحد: هزار ریال

بیماری	آلاینده	هزینه درمان	هزینه فرصت	هزینه هر بیمار	تعداد بیماران	کل هزینه
آثرین	CO	۵۸۰۵	۶۲۵	۶۴۳۰	۴۵۲/۲	۲۹۰۷۲۲۹
بیماری مزمن انسداد ریوی COPD	CO	۲۹۳۶	۶۶۰	۳۵۹۶	۱۱۹/۳۴	۴۲۹۱۶۳
حادثه مغزی عروقی CVA	NO <sub>2</sub>	۱۹۱۹	۳۷۱	۲۲۹۰	۲۰۹/۴۷۴	۴۷۹۶۲۴
آرتمی	PM10	۲۷۹۴	۳۵۶	۳۱۵۰	۱۹۲/۸۵	۶۰۷۳۴۵
جمع	-	-	-	-	-	۴۴۲۳۳۶۰

منبع: محاسبات مؤلفان.

### ۳-۴. هزینه‌های اجتماعی مرتبط با انسان در تهران

جهت یافتن هزینه اجتماعی دو بخش مرگ‌های زودرس و بیماری‌های مرتبط تلفیق شده و پاسخ نهایی در جدول ۹ ارایه گردیده است.

### جدول ۹. هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بر نیروی انسانی در تهران

واحد: میلیارد ریال

هزینه‌های اجتماعی	هزینه ناشی از بیماری‌ها	هزینه ناشی از مرگ زودرس	
		هزینه	روش محاسبه
۲۸۶/۶۶	۴/۴۲	۲۸۲/۲	سناریوی اول (VSL)
۲۰/۹۹	۴/۴۲	۱۶/۵۶	سناریوی دوم (دیه)
۴۵/۸۱	۴/۴۲	۴۱/۳۸	سناریوی سوم (درآمد)
۶/۴۹	۴/۴۲	۲/۰۷	سناریوی چهارم (بیمه)

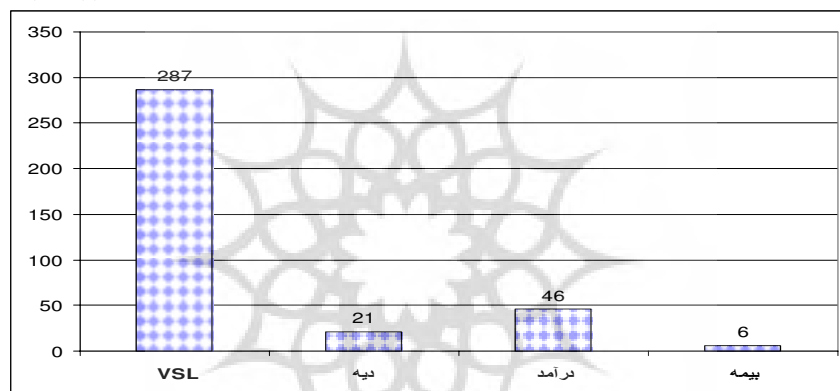
منبع: جداول قبل.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود با استفاده از شیوه‌های مختلف تخمین، هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بر سلامت انسان، دارای اختلاف زیادی

است که در جای خود نشان‌دهنده نا اطمینانی بالا در این‌گونه محاسبات است. آنچنان که اختلافی معادل ۲۸۱ میلیارد ریال در هزینه‌های اجتماعی برآوردی مشاهده می‌شود. حداکثر هزینه اجتماعی محاسبه شده، مربوط به VSL بوده و حداقل آن با روش بیمه است، که به دلیل مزایا و فراگیر بودن، روش VSL به عنوان شیوه برگزیده، انتخاب و مبنای محاسبه هزینه‌های اجتماعی برای سال‌های دیگر قرار گرفته است.

#### نمودار ۱. هزینه‌های اجتماعی آلودگی در تهران بر انسان در سال ۱۳۸۰

(میلیارد ریال)



#### ۴. روند مصرف سوخت و هزینه‌های اجتماعی آن در تهران و چشم‌انداز آتی

##### ۴-۱. روند مصرف سوخت‌های فسیلی در تهران

به‌منظور برآورد هزینه‌های اجتماعی در دوره‌های زمانی گذشته و نیز برآورد آن برای زمان‌های آتی لازم است که مصرف حامل‌های انرژی در تهران محاسبه و بر اساس روندهای مصرف و ضرایب انتشار، میزان هزینه‌های اجتماعی را برآورد نمود. از آنجا که مصرف انرژی تهران به‌طور مجزا در مراجع آماری درج نمی‌شود، با استفاده از فراوانی تجمعی فروش شرکت پخش فرآورده‌های نفتی در این محدوده و آمارهای شرکت گاز تهران بزرگ، مقادیر مصرف انرژی محاسبه و در جدول ۱۰ ارایه شده‌اند.

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

### جدول ۱۰. مصرف کلیه حامل‌های انرژی در تهران

(معادل میلیون بشکه نفت خام)

سال	جمع	گاز طبیعی	نفت کوره	گازوئیل	نفت سفید	بنزین
۱۳۶۰	۳۷/۶	۴/۱۰	۸/۱۱	۱۲/۷۴	۶/۵۸	۶/۰۶
۱۳۷۰	۶۳/۰	۱۸/۱۳	۶/۸۰	۱۸/۳۴	۷/۲۷	۱۲/۴۸
۱۳۸۰	۸۴/۶	۵۲/۳۱	۳/۰۹	۱۲/۲۴	۱/۱۴	۱۵/۸۸
۱۳۸۱	۸۸/۳۷	۵۴/۶۱	۲/۴۹	۱۲/۴۴	۱/۵۹۶	۱۷/۲۳
رشد (درصد)	۴/۰۷	۱۲/۳۳	-۵/۶۲	-۰/۱۲	-۶/۷۶	۴/۹۷

مأخذ: محاسبات مؤلفان و براساس اطلاعات شرکت ملی پالایش و پخش ایران و شرکت ملی گاز ایران.

همان‌طور که مشاهده می‌شود مصرف کلیه حامل‌ها در محدوده زمانی مورد بررسی از نرخ رشد متوسط ۴/۰۷ درصد برخوردار است. گاز طبیعی با توجه به سیاست‌های جایگزینی سوخت، بالاترین نرخ رشد سالانه (۱۲/۱۳ درصد) را در میان کلیه حامل‌ها به خود اختصاص داده است. نفت کوره نرخ رشد مصرف منفی (-۵/۶۲ درصد) را تجربه کرده است که با توجه به محدودیت موارد استفاده و تغییرات تکنولوژیک در صنایع به‌کار برنده، نتیجه قابل انتظاری است. مصرف گازوئیل دارای نرخ رشد متوسط و کاهنده (-۰/۱۲ درصد) است، چنان‌که مصرف آن تا سال ۱۳۷۲ سیر صعودی و پس از آن با روند نزولی روبه‌روست. نفت سفید بیشترین کاهش مصرف را در بین کلیه حامل‌ها به خود اختصاص می‌دهد و نرخ مصرف آن منفی (-۶/۷۶ درصد) است که با توجه به جایگزینی گاز طبیعی توجیه‌پذیر است. مصرف بنزین با توجه به ضرورت استفاده از وسایل نقلیه موتوری و رشد جمعیت همواره روند صعودی (۴/۹۷ درصد) را دارا بوده است.

#### ۴-۲. آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و هزینه‌های اجتماعی مرتبط

محاسبه میزان انتشار، توسط ضرایب انتشار، صورت می‌پذیرد، که بسته به سطح

تکنولوژی مورد استفاده، شرایط و نوع منبع انتشار (متحرک و یا ثابت)، فرمولاسیون حامل مورد استفاده و شرایط محیط احتراق از طریق نمونه‌گیری‌های متعدد محاسبه می‌شود. بنابراین مناسب‌ترین انتخاب، ضرایبی خواهند بود که برای محدوده تحقیق (شهر تهران) و با حداقل تأخیر زمانی تدوین شده باشد، به‌همین منظور از ضرایب جایکا در محاسبات استفاده شده است (جایکا، ۱۳۷۶). از آنجا که ضرایب در بخش‌های اقتصادی متفاوت است با محاسبه مصرف بخشی هر حامل و اعمال ضرایب انتشار، میزان انتشار ناشی از مصرف هر حامل به‌طور مجزا محاسبه شده است. اما نهایتاً مقادیر انتشار فارغ از حامل ایجادکننده، بر محیط زیست اثر خواهند گذاشت، از این جهت مقدار انتشار هر آلاینده در طی سال، مورد ملاحظه قرار گرفته است.

با توجه به این‌که مقدار انتشار تنها یکی از عوامل تأثیرگذار بر غلظت آلاینده‌هاست، لحاظ سایر عوامل نظیر ناپایداری‌های جوی، تغییرات فصلی، توپوگرافی، ناهمگنی سطح زمین از نظر پوشش گیاهی، شرایط اقلیمی و جغرافیایی در تدوین مدل‌های پیش‌بینی غلظت، بسیار تعیین‌کننده است. با فرض مقدار مصرف حامل‌ها و انتشار ناشی از احتراق آنها به عنوان متغیر الگو، سایر عوامل ثابت در نظر گرفته شده است. برای این اساس کلیه شرایط سال ۱۳۸۰<sup>۱</sup>، به‌جز عوامل متغیر الگو برای کل دوره در نظر گرفته شده است. لذا با محاسبه ضرایب هزینه به ازای هر واحد از حامل انرژی در سال پایه، امکان تسری نتایج به کل سری زمانی میسر می‌شود. جدول ۱۱ این محاسبات را در بردارد.

طبق نتایج به‌دست آمده، گاز طبیعی با ایجاد هزینه‌ای معادل ۰/۵ ریال (به‌ازای احتراق هر مترمکعب)، پاکیزه‌ترین حامل است و کمترین خسارت را به بار می‌آورد، بنابراین با توجه به رشد مصرف سالانه ۱۲/۳۳ درصد و مقایسه آن با رشد

۱. شرایط جوی، جغرافیایی و اقلیمی سال ۱۳۸۰ برای سایر سال‌های مورد بررسی نیز در نظر گرفته شده است.

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

جدول ۱۱. هزینه اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی به ازای هر واحد حامل انرژی در سال ۱۳۸۰

(ریال)

آلاینده واحد	گاز طبیعی مترمکعب	نفت کوره لیتر	گازوئیل لیتر	نفت سفید لیتر	بنزین لیتر
CO	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۱/۲۰
PM10	۰/۴۸	۴/۹۳	۷۳/۱۶	۲/۰۷	۳۴/۷۰
NO2	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۷
SO2	۰/۰۲	۳۳/۸۰	۷/۹۱	۱/۹۶	۰/۸۰
جمع	۰/۵۰	۳۸/۷۴	۸۱/۰۸	۴/۰۴	۳۶/۸۸

منبع: محاسبات مؤلفان بر اساس جداول قبلی.

توضیح: روش محاسبه براساس میزان مصرف سوخت و برآورد میزان آلاینده‌هاست. بر اساس توزیع میزان انواع آلاینده‌های هر سوخت، هزینه اجتماعی کل برای هر آلاینده سرشکن می‌شود.

مصرف کل حامل‌ها (۴/۰۷ درصد) ادامه روند جایگزینی این حامل با دیگر حامل‌ها می‌تواند در کاهش خسارت‌های ناشی از آلودگی هوا نقش موثری ایفا کند.

نفت کوره و بنزین نیز به ترتیب با ایجاد هزینه‌ای معادل ۳۸/۷۴ و ۳۶/۸۸ ریال (به‌ازای احتراق هر لیتر)، در مقام‌های بعدی قرار دارند. با توجه به نرخ رشد سالانه آنها (۵/۶۲- درصد و ۴/۹۷ درصد) و مقایسه آن با نرخ رشد مصرف کل حامل‌ها (۴/۰۷ درصد) اثرگذاری ویژه بنزین در ایجاد هزینه‌های آتی بارز و نقش نفت کوره با توجه به تغییرات تکنولوژیک و کاهش کاربرد آن تضعیف می‌شود.

### ۳-۴. بررسی هزینه‌های اجتماعی طی ۱۳۸۱-۱۳۶۰

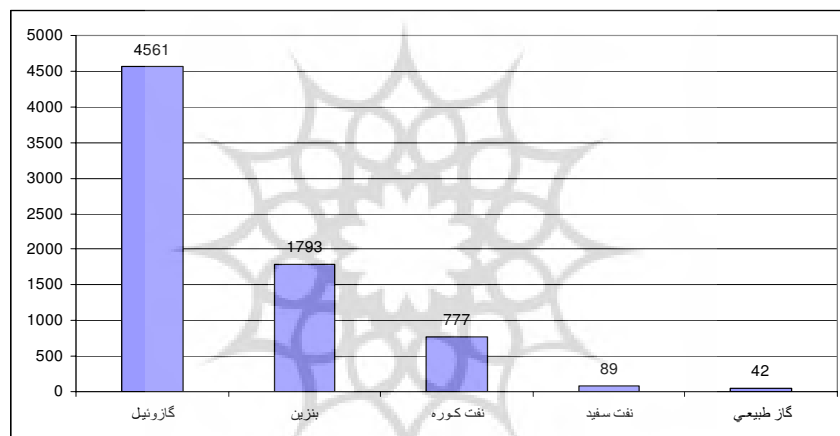
با استفاده از ضرایب هزینه به‌ازای هر حامل و اعمال آن در مصرف کلیه حامل‌های انرژی، مقادیر هزینه‌های اجتماعی سالانه طی سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۱ بر مبنای قیمت سال پایه ۱۳۸۰ محاسبه شده است. نمودار ۲ جمع کل این هزینه‌ها را طی ۲۰ سال اخیر نشان می‌دهد. همان‌گونه که نمودار ۲ نشان می‌دهد نفت گاز به تنهایی حدود ۴/۵ هزار

میلیارد ریال هزینه اجتماعی تحمیل کرده است. در مجموع طی حدود دو دهه به میزان ۷۲۶۲ میلیارد ریال هزینه اجتماعی بر نیروی انسانی در تهران تحمیل شده که در مجموع ۲۳ درصد کل هزینه‌های مصرف خصوصی کل کشور به قیمت‌های واقعی در سال ۱۳۸۰ است.

نمودار ۲. کل هزینه‌های اجتماعی مصرف سوخت (۱۳۶۰-۱۳۸۱) در تهران به قیمت‌های

ثابت ۱۳۸۰

(واحد: میلیارد ریال)



#### ۴-۴. چشم انداز

از آنجا که دو فرآورده گازوئیل و بنزین ۹۲/۱۳ درصد از هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی را به خود اختصاص می‌دهند؛ پیش‌بینی مصرف آنها به وسیله الگوهای سنجی صورت گرفته است و در سایر موارد که تنها ۷/۸۷ درصد از هزینه‌ها را شامل می‌شود میزان مصرف آتی با در نظر گرفتن نرخ رشد، محاسبه شده است. برای پیش‌بینی مصرف این دو حامل در تهران تلاش‌هایی صورت پذیرفته است که مبتنی بر مصرف کل کشور بوده و نهایتاً مصرف تهران از آن استخراج شده است (پرتوی، ۱۳۸۲).

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

معادلات زیر براساس داده‌های دوره زمانی ۱۳۸۰-۱۳۶۰ و روش OLS تخمین

زده شده‌اند.

$$\begin{aligned} \text{Ln (GCONT)} &= -2.619 - 0.542 \text{Ln (POP)} + 1.75 \text{Ln (VEH)} - 0.06 \text{Ln (RGDP)} \\ \text{T-statistic} & \quad (-1.692) \quad (-2.727) \quad (10.768) \quad (-1.810) \\ \text{R}^2 &= 0.989 \quad \text{D.W.} = 3.062 \quad \text{F} = 524.693 \end{aligned}$$

GCONT = مصرف گازوئیل در زمان t (برحسب میلیون لیتر در سال)

POP = جمعیت کشور (هزار نفر)

VEH = تعداد خودروی گازوئیل سوز در زمان t (دستگاه)

RGDP = تولید ناخالص داخلی در زمان t (میلیون ریال)

$$\begin{aligned} \text{Ln (CONG}_t) &= -3.477 + 0.199 \text{Ln (NCAR}_t) + 0.589 \text{Ln (POP)} \\ \text{T-statistic} & \quad (-2.34) \quad (2.12) \quad (3.199) \\ -0.087 \text{Ln (RPG}_t) &+ 0.228 \text{Lg (RY}_t) + 0.466 \text{lg (CONG}_{t(-1)}) \\ & \quad (-2.53) \quad (4.71) \quad (4.90) \\ \text{R}^2 &= 0.99 \quad \text{D.W.} = 1.4 \quad \text{F} = 1583 \end{aligned}$$

CONG<sub>t</sub> = مصرف بنزین در زمان t (برحسب میلیون لیتر در سال)

NCAR<sub>t</sub> = تعداد خودروهای بنزین سوز در زمان t (دستگاه)

POP = جمعیت کشور (هزار نفر)

RPG<sub>t</sub> = قیمت واقعی بنزین در زمان t

RY<sub>t</sub> = درآمد ملی واقعی در زمان t (میلیون ریال)

با فرض نرخ رشد ۱/۰۴، ۳/۵۷، ۳، ۹، ۱۰ درصد برای میانگین جمعیت ایران، تولید ناخالص داخلی، درآمد ملی واقعی، تولید خودرو و قیمت واقعی بنزین، با بهره‌گیری از نسبت مصرف گازوئیل و بنزین تهران به کل کشور (که براساس سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۷ محاسبه شده و به ترتیب معادل ۱۴/۶ و ۲۴ درصد است) مقادیر مصرف در تهران تا ۱۳۹۰ محاسبه شده است. نرخ رشد مصرف حامل‌های نفت‌کوره، نفت سفید و گاز طبیعی هم به ترتیب منفی ۵/۶۲، منفی ۶/۷۶ و ۱۲/۳۳ درصد فرض شده است. بر اساس مدل‌های فوق و فروض پیش‌گفته، مصرف حامل‌ها تا ۱۳۹۰ پیش‌بینی شده که در جدول ۱۲ ارائه شده است.



جدول ۱۲. پیش‌بینی مصرف در تهران

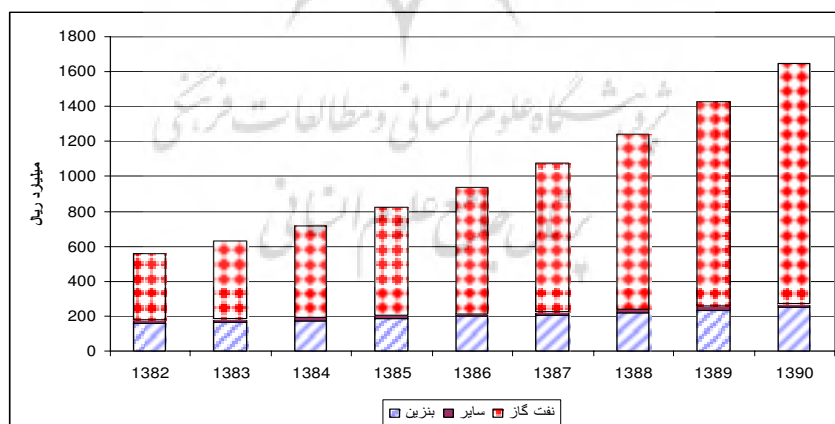
(فرآورده‌ها میلیون لیتر در روز، گاز میلیون مترمکعب در روز)

سال	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
نفت گاز	۱۲/۹	۱۵/۱	۱۷/۷	۲۰/۸	۲۴/۴	۲۸/۷	۳۳/۷	۴/۰	۴۶/۵
بنزین	۱۱/۷	۱۲/۳	۱۳/۰	۱۳/۸	۱۴/۶	۱۵/۵	۱۶/۵	۱۷/۵	۱۸/۶
نفت کوره	۰/۹	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۶	۰/۶
نفت سفید	۰/۷	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۴
گاز طبیعی	۲۶/۷	۳۰/۰	۳۳/۷	۳۷/۸	۴۲/۵	۴۷/۷	۵۳/۶	۶۰/۲	۶۷/۶

ماخذ: نتایج مدل و محاسبات مولفان.

با اعمال ضرایب به‌دست آمده در بخش قبل در خصوص ضرایب هزینه به‌ازای هر واحد، پیش‌بینی هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلودگی هوای تهران انجام گرفته که در نمودار ۳ به تصویر کشیده شده است.

نمودار ۳. پیش‌بینی هزینه‌های اجتماعی تا ۱۳۹۰ در تهران



همان‌گونه که نمودار نشان می‌دهد علی‌رغم جایگزینی گاز طبیعی با سایر فرآورده‌ها و سهم بسیار پایین این حامل‌ها در هزینه‌های اجتماعی طی سال‌های آتی، نفت گاز بیشترین هزینه‌های اجتماعی را در تهران تحمیل خواهد کرد. البته بنزین نیز سهم قابل توجهی از هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. به هر جهت در صورت تداوم وضع موجود میزان هزینه‌های اجتماعی فقط روی سلامت انسان در تهران در سال ۱۳۹۰ به بالای ۱۶۰۰ میلیارد ریال خواهد رسید. این امر توجه جدی به حل مسایل آلودگی مرتبط با مصرف سوخت را طلب می‌کند.

#### ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

روند صعودی هزینه‌های اجتماعی ضرورت توجه و سیاست‌گذاری مناسب را ایجاب می‌کند. گرچه ارزش خسارت‌ها و هزینه‌های آتی در زمان حال تنزیل می‌شوند، لکن ارزش واقعی و به حال شده آنها قابل توجه است و بی‌توجهی به این امر علاوه بر تهدید سلامت جامعه در شرایط فعلی، سلامت نسل‌های آتی را نیز در معرض خطر قرار داده است و منابع جامعه را از بین خواهد برد.

هدف اصلی این مقاله برآورد هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در تهران و پیش‌بینی چشم‌انداز آن است. این مقاله در صدد ارائه راهکارهای لازم برای کاهش آلودگی نیست بلکه با پولی کردن اثرات خارجی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، این امکان را برای سیاست‌گذاران فراهم می‌آورد تا تصمیمات دقیق و به موقع اتخاذ کنند.

#### منابع

۱. ابتکار، معصومه؛ همایش تکنولوژی صرفه‌جویی انرژی و حفاظت محیط‌زیست، با برگزاری دفتر مطالعات تکنولوژی صنعتی شریف، ۱۳۸۲.
۲. آمار و مشخصات موسسات درمانی فعال (بیمارستان، بیمارستان و زایشگاه،

- زایشگاه) کشور در سال ۱۳۸۰؛ دفتر توسعه و هماهنگی نظام آماری و دانشگاه‌های علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کشور، ۱۳۸۱.
۳. پرتوی، بامداد؛ بررسی اثر گسترش خطوط متروی شهر تهران بر مصرف بهینه بنزین؛ رساله کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۲.
۴. ترازنامه انرژی؛ وزارت نیرو، ۱۳۸۱.
۵. ترنر، آر.ک و همکاران؛ اقتصاد محیط زیست، ترجمه سیاوش دهقانیان و همکاران، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم، ۱۳۷۷.
۶. پرکینز، هنری؛ آلودگی هوا، ترجمه منصور غیاث‌الدین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۱۳۷۳.
۷. جایکا؛ شرکت کنترل کیفیت هوا، ۱۳۷۶.
۸. حسینی، نونا؛ برآورد هزینه‌های اجتماعی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بر نیروی انسانی، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۳.
۹. فتحی‌زاده، حمید؛ بررسی عوامل موثر بازار بیمه اشخاص در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم انسانی و اجتماعی مازندران، ۱۳۷۶.
۱۰. طرح جامع ارزیابی اقتصادی خسارات وارده بر سلامتی حاصل از آلودگی هوای تهران بزرگ، سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت، دانشکده بهداشت دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
۱۱. کریم‌زادگان، حسن؛ مبانی اقتصاد و محیط زیست، انتشارات نقش مهر، چاپ اول، ۱۳۸۲.
۱۲. گزارش جهانی سلامت سال ۲۰۰۲؛ گروه نویسندگان، انتشارات سازمان جهانی بهداشت، ۱۳۸۲.
۱۳. لطفعلیخانی، مجید؛ برآورد هزینه‌های اجتماعی آلودگی هوای تهران (با تاکید بر

## فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی

---

هزینه‌های درمانی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۳۷۳.

۱۴. نتایج تفصیلی آمارگیری از هزینه و درآمد خانوارهای شهری ۱۳۸۰؛ شماره ۳۴۳۶، مرکز آمار ایران، تهران، ۱۳۸۱.

15. Ontario Medical Association. The Illness Costs of Air Pollution in Ontario. [http://www. Oma.Org/Phealth/report](http://www.Oma.Org/Phealth/report) Illness Among Children in Santiago. Chile. 1998.

