

## تحلیل های هزینه - فایده و اثر گلخانه ای سوختهای فسیلی

دکتر ایران غازی - استاد گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان

### چکیده

اکنون ثابت شده است که رسیدن به توسعه پایدار، مستلزم هماهنگ شدن اقتصاد با سیاستهای محیطی بویژه از طریق کاربرد تکنیکهای اقتصادی در ارزیابی پروژهها و سیاستها می باشد (ا.ای.سی.دی، ۱۹۹۵، ص ۳).<sup>(۱)</sup> کنترل اثر گلخانه ای یکی از سیاستهای محیطی بمنظور جلوگیری از تغییر اقلیم و گرم شدن جهان بشمار می رود؛ ولی این کار هزینه های قابل توجهی را می طلبد و فوایدی را هم به همراه دارد که بررسی آنها مستلزم کاربرد تکنیکهایی چند می باشد. در این مقاله با استفاده از اسناد علمی معتبر، به تحلیل چند مدل هزینه - فایده پرداخته و به این نتیجه می رسیم که مدلهای مورد بحث در برآورد هزینه های کنترل اثر گلخانه ای دارای کارائی کافی نمی باشند، اما برآورد فواید، بنا به مسائلی که برشمرده می شود، کار بسیار مشکلی است. نتیجه دیگر آن است که گرچه تحلیل های هزینه - فایده، اثر هزینه ها بر کنترل گازهای گلخانه ای را مشخص می نماید، اما هنوز مسائل مهم دیگری در رابطه با اثر گلخانه ای سوختهای فسیلی بر محیط بجای می ماند که بعنوان زمینه های تحقیقاتی پیشنهاد خواهد شد.

واژگان کلیدی: اثر گلخانه ای، کلروفلوروکربن ها، اوزن استراتوسفر، سناریو، تولید ناخالص داخلی، نرخ استهلاک،

حفاظت انرژی

### مقدمه

اثر گلخانه ای مربوط به پدیده ای می شود که در آن دی اکسید کربن ( $CO_2$ )، اکسید ازت ( $N_2O$ )، کلروفلوروکربن ها (CFCs)، متان ( $CH_4$ ) و سایر گازها، پرتو مادون قرمز موج بلند را در جو محبوس می سازند و بنابراین بازتاب گرما از زمین به داخل جو را کاهش می دهند. فرضیه تغییر اقلیم و گرم شدن جهان به لحاظ افزایش گاز  $CO_2$  در جو که ناشی از سوزاندن سوختهای فسیلی (زغال سنگ، نفت و گاز) می باشد، در سال ۱۹۸۶ مطرح شد؛ ولی از سال ۱۹۵۷ به این سو، افزایش گاز مزبور در جو، موضوع اصلی بحثهای آلودگی هوا و تغییر اقلیم بوده

است. مقدار گازهای گلخانه‌ای که در سال ۱۸۸۰ برابر،  $PPm^{(۱)}$  ۳۰۰ تا ۲۸۰ بود، اکنون به ۳۵۵  $PPm$  افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۰۰ به ۳۷۳  $PPm$  برسد (آی. پی. سی. سی، ۱۹۹۲)<sup>(۲)</sup> و در صورت ادامه روند فعلی در افزایش  $CO_2$ ، دمای سطح زمین هم به میزان ۰/۵ تا ۰/۸ درجه سانتیگراد اضافه شود. گسترش سریع اقتصاد جهان می‌تواند تا پایان قرن آینده، تمرکز  $CO_2$  در جو را به ۳ تا ۴ برابر برساند و آثار زیانبار ناشی از گازهای گلخانه‌ای بر محیط فیزیکی و اکوسیستم‌ها را بشدت افزایش دهد. همه واقعه‌های فوق مؤید آن است که می‌بایستی افزایش این گازها در محیط زیست تحت کنترل درآید (آریوردان و کامرون، ۱۹۹۴، ص ۶). کشورهای پیشرفته که بزرگترین مصرف‌کنندگان سوخت‌های فسیلی و در نتیجه، بزرگترین تولیدکنندگان گازهای گلخانه‌ای هم بوده‌اند، در دهه ۱۹۷۰ به تحلیل‌های هزینه - فایده اثر گلخانه‌ای پرداختند. در دهه ۱۹۸۰ فعالیت چندانی در این زمینه بعمل نیامده است، ولی در دهه ۱۹۹۰ و بویژه در سالهای اولیه این دهه، محققانی سعی نموده‌اند تا به تحلیل‌های هزینه - فایده برای کنترل گازهای گلخانه‌ای بپردازند. در این مقاله ضمن بررسی برخی از این مدل‌ها، میزان کارآئی و یا نارسائی آنها را در حل یکی از حساس‌ترین معضلات زیست محیطی معاصر که اثر گلخانه‌ای بر اقلیم و گرم شدن جهان می‌باشد، تعیین می‌نماییم. در عین حال نظر کوتاهی به سایر راه‌حلها نیز داشته و نهایتاً به پیشنهاد چند زمینه بسیار حائز اهمیت که در راستای فوق، نیازمند انجام تحقیقات گسترده می‌باشد، می‌پردازیم.

### تحلیل مدل هزینه - فایده دآرژه<sup>(۳)</sup> برای کنترل گازهای گلخانه‌ای

در تحلیل‌های هزینه - فایده، گازهای گلخانه‌ای را به دو طریق می‌توان کاهش داد؛ یکی از طریق کاستن از میزان تصاعد گازها به جو و یکی هم از طریق افزایش جذب آنها در سطح زمین بوسیله گسترش جنگلها<sup>(۴)</sup>. هر یک از این دو روش، هزینه‌ها و فوایدی را به همراه خواهند داشت. در مدل هزینه - فایده دآرژه (۱۹۷۵) سطح بهینه کاهش گازهای گلخانه‌ای را اساساً می‌توان از بررسی چگونگی تغییرات هزینه‌ها و فواید در برابر تغییرات سطوح کاهش گازها بدست آورد. هر چه کاهش گازها بیشتر و زمان دستیابی به کاهش سریعتر باشد، هزینه‌های کنترل هم بالاتر می‌رود. فواید نهائی کاهش گازهای مزبور همراه با سطح کنترل، تنزل خواهد یافت، زیرا در برابر هر یک واحد کاهش در گازها، از خسارات کمتری اجتناب می‌گردد. سطح بهینه کنترل هنگامی اتفاق خواهد افتاد که فواید نهائی کاهش در گازها به قیمت فعلی، دقیقاً برابر با هزینه‌های نهائی کنترل باشد. وضعیت فوق در شکل (۱) ارائه شده است. در این شکل هزینه‌های نهائی کنترل، همراه با میزان کاهش تصاعد گازها بالا می‌رود و فواید نهائی در حال تنزل می‌باشد. نقطه E که مربوط به کاهش تصاعد گازهاست، هدف بهینه (اپتیمم) می‌باشد. لازمه این تحلیل آن است که سطح کاهش بهینه در گازهای گلخانه‌ای کمتر از ۱۰۰٪ باشد، زیرا ارزش بازده مربوط به تولید گازهای گلخانه‌ای، با کمتر شدن گازها بالا می‌رود.

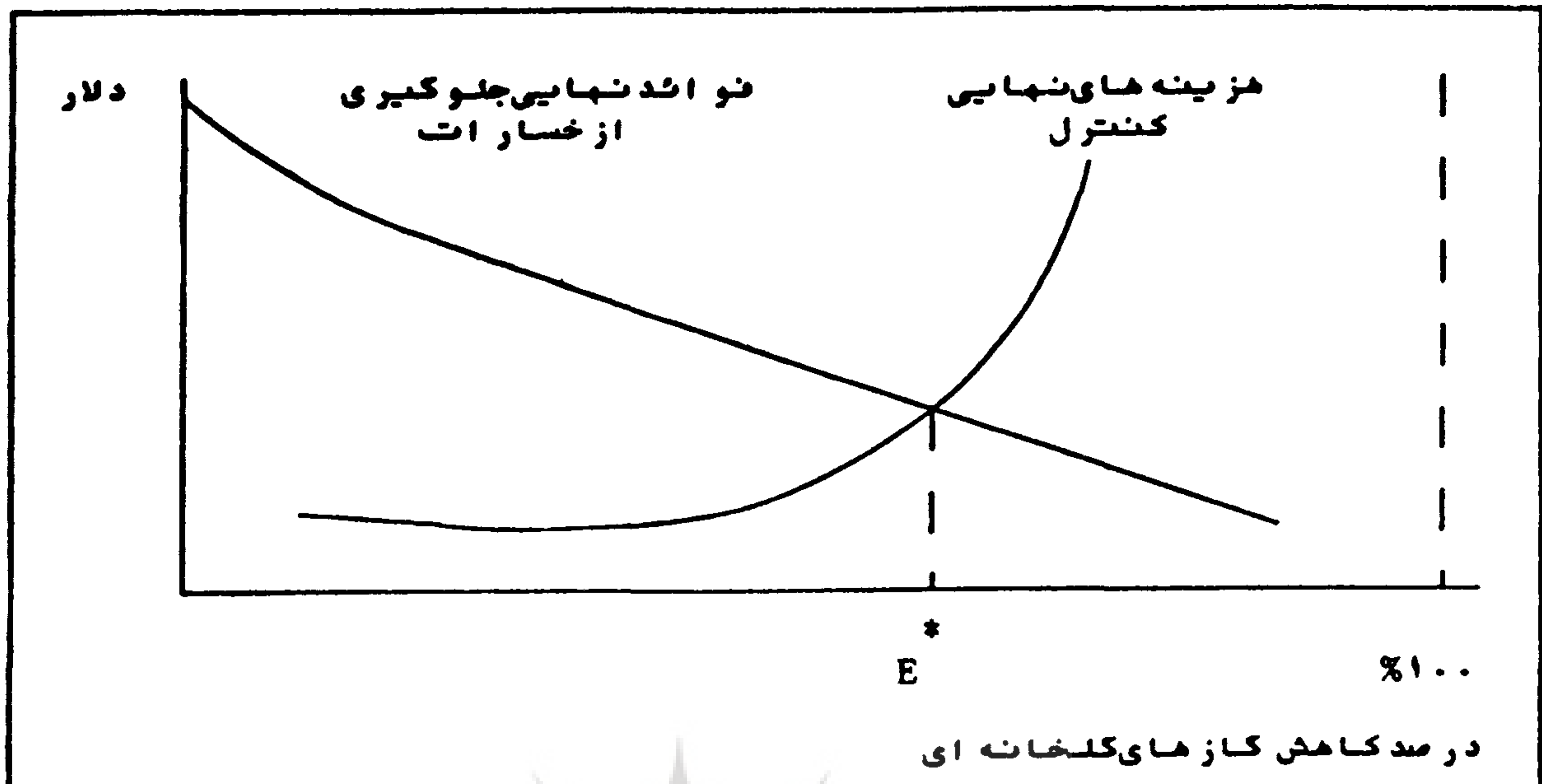
1- Part Per million.

2- IPCC 1992

3- d,Arge.

۴- اقیانوسها و دریاها نیز منبع دیگری از جذب برخی از گازهای گلخانه‌ای در سطح زمین می‌باشند.





شکل ۱- هزینه‌ها و فواید کاهش گازهای گلخانه‌ای (مدل دآرژه)

نقطه  $E^*$  در شکل بالا یک هدف غیر عملی می‌باشد، زیرا نمی‌توان فواید یا هزینه‌های نهایی را بطور صحیح برآورد نمود. بنابراین، بررسی هزینه‌ها و فواید کنترل گازهای گلخانه‌ای فقط می‌تواند بصورت داده‌ای مورد استفاده قرار گیرد که میزان کنترل مورد نیاز را نشان دهد (دآرژه، ۱۹۷۵).

پس از مدل مزبور، در دهه ۱۹۸۰ تحقیقات زیادی بجز کار عملی مربوط به کمبرلند (۱۹۸۲) بچشم نمی‌خورد، ولی در دهه ۱۹۹۰ و بویژه در سالهای اولیه این دهه، مطالعات بیشتری انجام شده و از سطح یک کشور خاص (اینگهام و آلف، ۱۹۹۲) تا مدل‌های جهانی (مان و ریچلز، ۱۹۹۱) را دربرمی‌گیرد. شاید یکی از بهترین کارهای عملی در مورد تحلیل هزینه - فایده برای کاهش گازهای گلخانه‌ای در دهه ۱۹۹۰، تحقیقات مربوط به نورداس (یک تحقیق در ۱۹۸۲ و دو تحقیق در ۱۹۹۱) باشد، ولی آیرس و والتر (۱۹۹۲) با ارائه مدلی، نظریات را مورد انتقاد قرار داده‌اند که در اینجا به بررسی هر دو می‌پردازیم.

#### روش نورداس و مدل آیرس و والتر

نورداس در آخرین مطالعه خود، ایالات متحده آمریکا را بر حسب میزان حساسیت نسبت به تغییرات اقلیمی به سه بخش: ۱- بسیار حساس، نظیر کشاورزی ۲- با حساسیت متوسط، نظیر بخش ساختمان ۳- با حساسیت کم، نظیر امور مالی تقسیم کرده است. بخشهای مزبور به ترتیب ۳، ۱۰ و ۸۷ درصد درآمد ناخالص ملی را داشته‌اند. فواید اقتصادی کاهش گازها در دو بخش بسیار حساس و متوسط، کم بوده است (فقط ۰/۲۵ درصد در آمد ناخالص ملی برای معادل دو برابر  $CO_2$ ، زیرا این بخشها نسبت کمی از کل درآمد ناخالص ملی را تشکیل می‌دهند. هزینه خسارات نهایی با سه سناریو عبارت بوده‌اند از: ۱/۸۳ دلار برای هر تن  $CO_2$  در مورد خسارات متوسط (یعنی ۰/۲۵ درصد درآمد ناخالص ملی)، ۷/۳۳ دلار برای هر تن  $CO_2$  در مورد خسارات متوسط (یعنی ۱ درصد درآمد ناخالص ملی) و ۶۶ دلار برای هر تن  $CO_2$  در مورد خسارات زیاد (یعنی ۲ درصد از درآمد



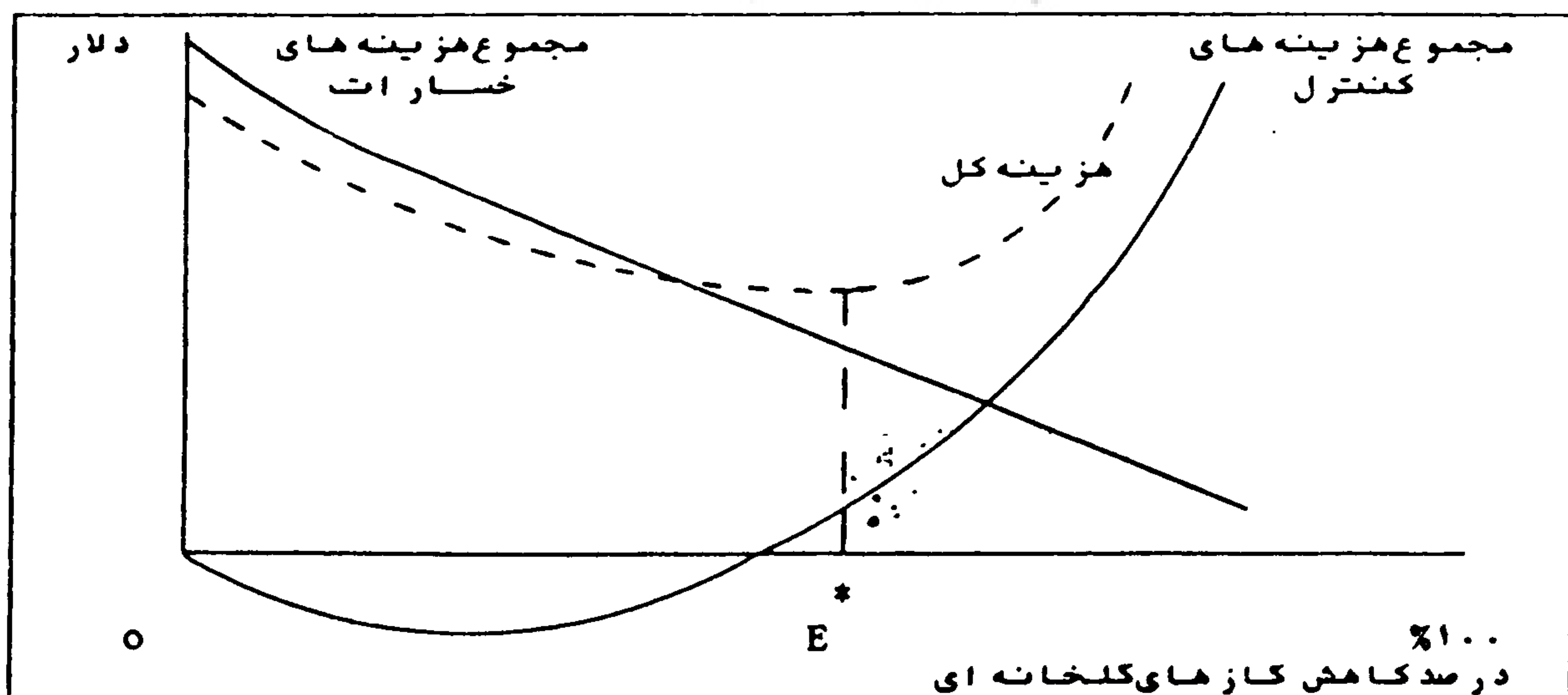
ناخالص ملی). نورد هاس اثرات نامطلوب گرم شدن سیاره زمین را برای مواردی که جنبه بازاری نداشته (نظیر حیات وحش) مستثنی می‌دارد، زیرا بنظر او تعیین چنین اثراتی بسیار مشکل می‌باشد. به هر حال او تأکید می‌کند و می‌گوید: «گمان من آنست که کل اثرات گازهای گلخانه‌ای بر فعالیت انسان بیش از ۲٪ کل محصول جهان نخواهد بود» (نورد هاس، ۱۹۹۱، صص ۱۵۰ - ۱۴۶). او در محاسبه هزینه‌های کنترل، فرض می‌کند که کاهش گازهای گلخانه‌ای با روشهایی حاصل خواهد شد که کمترین هزینه را در بر خواهد داشت و بحث او این است که هزینه‌ها بستگی به سرعت مورد نیاز در کاهش گازها دارد و اینکه هزینه‌های نهائی کنترل، در بالای کاهش ۱۰٪ از گازها، سریعاً افزایش خواهد یافت. به این ترتیب نورد هاس با در نظر گرفتن ۹٪ کاهش در کلروفلوروکربن‌ها و ۲٪ در CO<sub>2</sub> در سناریوی با خسارات متوسط و با فرض نرخ استهلاک ۱٪ به محاسبه سیاست بهینه کنترل گازها می‌پردازد.

روش نورد هاس بوسیله آیرس و والتر (۱۹۹۲) مورد انتقاد قرار گرفته و گفته‌اند که گمراه کننده است. آنها به سه نکته اساسی اشاره می‌کنند: اول آنکه هزینه‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای تا حد معینی نزولی می‌باشد. به عبارت دیگر، جامعه از کاهش مصرف موادی که گازهای گلخانه‌ای ایجاد می‌کند، بهره می‌برد. این مفهوم اساساً به معنی پایین آوردن تقاضای انرژی است، زیرا تولید و مصرف انرژی، بزرگترین منبع بوجود آورنده گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. دو دلیل برای این نتیجه‌گیری وجود دارد که عبارتند از:

۱- بعلت پیچیدگی‌هایی که در بازار وجود دارد، از انرژی بیش از حد استفاده می‌شود.

۲- فرصتهای سودآوری برای حفاظت انرژی وجود دارد، اما به آنها توجه نمی‌شود.

آیرس و والتر در زمینه‌های فوق، ایتالیا و ایالات متحده را مثال می‌زنند. فیتزروی (۱۹۹۲) هم در بررسی جنبه‌های اقتصادی گرم شدن جهان، دلایلی مشابه با دلایل آیرس و والتر ارائه می‌دهد. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که بدون داشتن هزینه‌های خالص می‌توان مقداری از تصاعد گازهای گلخانه‌ای کاست؛ ولی چنانچه شکل (۲) نشان می‌دهد، این کار با فرض ثابت بودن سایر عوامل، مستلزم سطح بهینه بالاتری از کاهش تصاعد گازها نسبت به حالتی است که در آن هزینه‌های کنترل، پیوسته در حال بالا رفتن می‌باشد.



شکل ۲- هزینه‌ها و فواید کاهش گازهای گلخانه‌ای (مدل آیرس و والتر)



دومین انتقاد آیرس و والتر به نورد هاس آن است که کاهش گازهای گلخانه‌ای دارای اثراتی جانبی است که از لحاظ محیطی سودمندند و به فواید حاصل از کاهش گازهای گلخانه‌ای می‌افزاید. اگر بر کربن، مالیات وضع می‌گردید، فرضاً از مصرف زغال سنگ در اروپا بسیار کاسته می‌شد؛ زیرا این سوخت بعلت داشتن کربن نسبتاً زیاد، با نرخ مالیاتی بالاتری نسبت به نفت یا گاز طبیعی روبرو می‌شد. اگر استراتژی کاهش تمرکز گازهای مزبور در جو، مستلزم جنگلکاری می‌بود، این کار، مجموعه‌ای از فواید سازگاری با مواردی را که غیر از موارد بازاری است، بر حسب نوع جنگل کاشته شده در برمی‌گرفت. در برخی از کشورها نظیر بریتانیا، کمیسیون جنگلداری، گنجاندن فواید حاصل از جذب کربن بوسیله درختان جنگلی را در ارزیابیهای سرمایه‌گذاری در محل جنگلکاریهای جدید شروع نموده است (اس.بی.اس، ۱۹۹۴)<sup>(۱)</sup>. همچنین کاهش کلروفلوروکربن‌ها به کاستن از میزان نازک شدن لایه اوزن استراتوسفری کمک خواهد کرد. و بالاخره آیرس و والتر از برآوردهای نورد هاس درباره فواید حاصل از کاهش گازهای گلخانه‌ای انتقاد نموده و معتقدند که او بیش از حد، رعایت احتیاط را نموده است. آنان در برآوردهای نورد هاس درباره مساحت زمینهای از دست رفته تا ده برابر و نیز افزایش زمین از دست رفته در کشورهای کمتر توسعه یافته نظیر بنگلادش تجدید نظر نموده‌اند. همچنین مقداری به هزینه‌ها اضافه می‌کنند تا هزینه اسکان مجدد کسانی را تأمین نمایند که فرضاً بر اثر بالا آمدن سطح آب دریاها بعلت گرم شدن زمین، بی‌خانمان شده‌اند. مورد دیگر آن است که نورد هاس برآوردهای خود را از اقتصاد ایالات متحده به سطح جهان تعمیم می‌دهد و آیرس و والتر، ارقام جهانی او را مورد انتقاد قرار می‌دهند. همانگونه که دآرژ و اسپاش (۱۹۹۳) اشاره کرده‌اند، کشورهای در حال توسعه نسبت به گرم شدن جهان حساس‌ترند، زیرا اتکای گسترده‌ای بر تولید کشاورزی دارند و چنانکه می‌دانیم تولید کشاورزی در برابر اقلیم، آسیب‌پذیری زیادی دارد و این خود حکایت از آن می‌کند که توان مردم این سرزمینها برای سازگاری با شرایط جدید، محدود می‌باشد (دآرژ و اسپاش، ۱۹۹۳). بالاخره نتیجه بررسی نظرات نورد هاس به وسیله آیرس و والتر نشان می‌دهد که حتی بدون در نظر گرفتن اثرات موارد غیر بازاری در تحلیل‌ها، هزینه‌های گرم شدن جهان به اندازه دو برابر، بیشتر از برآوردهای مربوط به سناریوئی می‌باشد که نورد هاس آنرا با خسارت متوسط در نظر گرفته است (مقدار مزبور ۲/۵ درصد درآمد ناخالص جهان می‌باشد) (آیرس و والتر، ۱۹۹۲، صص ۲۷۰-۲۳۷).

### وضع مالیات بر کربن در مدل بهینه‌سازی پویا

اکثر مطالعات مربوط به جلوگیری از گرم شدن سیاره زمین، پیرامون کارائی هزینه‌های دستیابی به سطح مشخصی از کاهش تصاعد  $CO_2$  دور می‌زند تا بدینوسیله از برآورد فواید آن صرف‌نظر شود. دو پارامتر اصلی در همه این مطالعات عبارتند از:

۱- فرضیات مربوط به نرخ رشد اقتصادی

۲- روش مورد استفاده در رسیدن به کاهش گازهای گلخانه‌ای

اگر کنترل‌ها در جهت کاهش رشد تولید ناخالص عمل کند، به یک نرخ رشد مبنای بدون تأثیر بصورت عاملی



مقایسه‌ای نیاز می‌باشد. همین موضوع دلیل آن است که کشورهای دارای نرخ رشد بالا نظیر چین و مالزی که سرعت در مسیر توسعه‌اند، احتمالاً از لحاظ معیار مشترک تولید ناخالص داخلی، بیشترین ضرر را خواهند دید. مدل بهینه‌سازی پویا<sup>(۱)</sup> که یکی از بهترین مطالعات در سطح جهان است، به مان و ریچلز (۱۹۹۱) تعلق دارد. در این مدل، جهان به پنج منطقه همراه با نه بخش انرژی تقسیم شده است. از این مدل که تصاعد  $CO_2$  از سوخته‌های فسیلی را تا سال ۲۱۰۰ پیش‌بینی نموده، برای بررسی هزینه‌های سیاست‌های مختلف با گزینه‌های گوناگون استفاده شده است. هدف مفروض، کاهش ۲۰٪ از تصاعد  $CO_2$  تا سال ۲۰۲۰ و حفظ همین سطح تا سال ۲۱۰۰ می‌باشد. این حالت در برابر سناریوی «بدون هرگونه اقدام» قرار دارد که در آن تولید ناخالص داخلی دارای رشد سالانه حدود ۲ درصد و کارآئی در مصرف انرژی هم، بسته به هر منطقه‌ای بین ۵/۰ تا ۲ درصد در سال در نظر گرفته شده است (که بدین ترتیب کل تقاضای انرژی برای هر واحد از تولید ناخالص داخلی تنزل می‌یابد). تصاعد  $CO_2$  با فرض نبود هرگونه اقدامی، به میزان ۷/۰ تا ۱/۲ درصد در سال افزایش می‌یابد. وضع مالیات بر محتوای کربن (C) سوخته‌ها، سیاستی می‌باشد که مطالعات مزبور پیشنهاد می‌نمایند. این سیاست ابتدا حداکثر مالیات را که ۴۰۰ دلار است برای هر تن کربن تعیین می‌نماید، ولی تا سال ۲۱۰۰ به میزان ۲۵۰ دلار برای هر تن پایین می‌آید. هزینه که در قالب کاهش تولید ناخالص است، برحسب مناطق مختلف بین ۲ تا ۵/۱۰ درصد متفاوت می‌باشد (مان و ریچلز، ۱۹۹۱، صص ۱۰۲ - ۸۷). والی و ویگل (۱۹۹۳) چندین نوع مالیات متفاوت را در نظر گرفته‌اند و هدف همه آنها هم کاهش تا ۵۰٪ از تصاعد  $CO_2$  می‌باشد. مالیات در کشورهای در حال توسعه زیانهای بسیار بیشتری را در مقایسه با جامعه اروپا یا آمریکای شمالی ببار می‌آورد، بطوریکه زیانهای مزبور بر حسب ارزش فعلی تولید ناخالص در دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۳۰ به میزان ۱/۷ درصد در کشورهای در حال توسعه، ۴ درصد در اروپا و ۳/۴ درصد در آمریکای شمالی می‌باشد.

در حالیکه بسیاری از مدل‌سازیهای مورد استفاده تاکنون، نشان داده است که چگونه نرخ صعودی مالیات سبب می‌شود تا تصاعد  $CO_2$  کاهش بیشتری یابد، ولی حتی برای کاهش بسیار اندک در تصاعد  $CO_2$  لازم است تا قیمت سوخته‌های فسیلی بسیار بالا رود؛ چنانکه مالیات ۲۵۰ دلار برای هر تن از کربن که توسط مان و ریچلز پیشنهاد شده، قیمت زغال سنگ را تا پنج برابر افزایش می‌دهد. یک مثال در این مورد بریتانیا می‌باشد، چنانکه اینگهام و آلف (۱۹۹۲) در بررسی خود از مالیاتهای کربن و بخش صنعتی کشور مزبور به این نتیجه می‌رسند که برای کاهش ۲۰٪ در  $CO_2$  باید مالیاتهای بالائی بر سوخته‌های فسیلی وضع گردد و پیشنهاد کرده‌اند که لازم است قیمت‌های واقعی نفت با توجه به فرضیات مورد نظرشان بین ۵۷ تا ۱۲۸ درصد افزایش یابد (اینگهام و آلف، ۱۹۹۲) که البته در عمل چنین چیزی اتفاق نیفتاده است و همین وضع مالیات، فشارهایی را بر کشورهای تولیدکننده نفت وارد آورده است (اکوگو، ۱۹۹۷، ص ۱۶). برخی از محققان نظیر کنراد و شرودر (۱۹۹۲) از یک روش تعادل کلی برای برآورد هزینه‌های دستیابی به ۲۰٪ کاهش  $CO_2$  (برای آلمان تا سال ۲۰۰۵) استفاده کرده‌اند. در این روش برای رسیدن به هدف مزبور باید هر سال به میزان ۱/۱۷ درصد از تصاعد  $CO_2$  کاسته گردد. آنان به این نتیجه می‌رسند که هزینه برحسب از دست دادن تولید ناخالص داخلی، به نوع مالیات مورد استفاده بستگی دارد. اگر



فقط از «صنایع انرژی بر» نظیر آهن و فولاد و پالایش، مالیات گرفته شود، هزینه سنگین تر بوده و تا سال ۱۹۹۶، ۳۲ میلیارد مارک می شده است. ولی اگر از همه بخشها مالیات گرفته شود، هزینه کمتر بوده و به حدود ۲۲/۸ میلیارد مارک می رسیده است (کنراد و شرودر، ۱۹۹۲، صص ۳۱۲ - ۲۸۹).

### برخی از گزینه‌های دیگر در کنترل گازهای گلخانه‌ای

مباحث بالا در مورد سیاستهای مربوط به مالیات برای تولید CO<sub>2</sub> بوده، برخی از گزینه‌های دیگر هم برای کنترل CO<sub>2</sub> (مهمترین گاز گلخانه‌ای) وجود دارد که عبارتند از: جنگلکاری، جلوگیری از قطع درختان و کاستن از کلروفلوروکربن‌ها (CFCs). قطع درختان بویژه در منطقه آمازون، عامل عمده‌ای در افزایش تصاعد CO<sub>2</sub> بشمار رفته است، بطوریکه هر سال حدود ۳ میلیارد تن می باشد (ناشی از سوزاندن پوست الوار و پس مانده‌ها است که CO<sub>2</sub> آزاد می سازد). همچنین در خاک، موجب اکسیده شدن کربن می شود و از جذب کربن در سالهای بعد می کاهد. جنگلکاری هم جلوی رها شدن CO<sub>2</sub> از تأسیسات صنعتی به داخل جو را می گیرد. باید دانست که بر سر موضوع هزینه‌های کاهش تصاعد CO<sub>2</sub> از طریق افزایش جنگلکاری، نظریات یکسانی وجود ندارد. برآوردهای نورداس نشان می دهد که هزینه جلوگیری از قطع درختان جنگلها بسیار کمتر از هزینه جنگلکاری می باشد. هزینه‌های جنگلکاری نورداس در مناطق استوائی ۴۰ دلار برای هر تن از کربن و در مناطق حاشیه‌ای ایالات متحده ۱۵ دلار می باشد؛ در حالیکه ارقام متوسطی که توسط بالاک (۱۹۸۹) و دیکسون (۱۹۸۹) برآورد شده است، بسیار کمتر و به ترتیب به میزان ۰/۷ و ۴ تا ۸ دلار برای هر تن از کربن بوده است (بالاک، ۱۹۸۹، صص ۳۱۲ - ۲۸۹)، (دیکسون، ۱۹۸۹).

سرانجام با کم کردن کلروفلوروکربن‌ها (CFCs) بعنوان کم هزینه‌ترین شیوه در دستیابی به کاهش تصاعد گازهای گلخانه‌ای، برخورد شده است. زیرا اولاً هزینه‌های کنترل نهایی کم است و ثانیاً کاهش کلروفلوروکربن‌ها برای جلوگیری از نازک شدن لایه اوزن استراتوسفر ضروری می باشد. نورداس متوجه شده است که هزینه‌های نهائی کاهش معادل CO<sub>2</sub> از CFCs تا سقف ۶۰٪، حدود ۵ دلار در هر تن از CO<sub>2</sub> می باشد. بنابراین هزینه نهائی کنترل، سریعاً بالا می رود. در عین حال برنامه محیطی سازمان ملل، (یو.ان.ای.پی، ۱۹۹۱)<sup>(۱)</sup> ارزیابی نموده است که CFCs می تواند با صرف هزینه کم و یا اصولاً بدون هزینه از محیط زدوده گردد.

### نتیجه گیری

گرم شدن جهان بعلت استفاده از سوختهای فسیلی، یکی از جدی‌ترین تهدیدهای محیطی می باشد که در حال حاضر بشریت با آن روبرو است. تحلیل‌های هزینه - فایده برای کنترل گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوختهای فسیلی بدلائیل زیر با مشکلاتی روبرو می باشد:

الف - برآورد فواید حاصل از کنترل گازهای گلخانه‌ای کار بسیار مشکلی است.

ب - طرز رفتارها در رابطه با حفظ منافع نسلهای آینده تا آنجا که به حفاظت از محیط زیست از طریق کنترل



گازهای گلخانه‌ای مربوط می‌شود، مسئولانه نمی‌باشد و عوامل اقتصادی، مهمترین پارامتر تعیین کننده سیاستها است. در این زمینه شاید بهترین اسناد علمی، راهبردهایی باشد که اخیراً در زمینه ارزیابی و مدیریت ریسک بمنظور حفظ محیط تدوین گشته است (اچ.ام.اس.ا، ۱۹۹۵، صص ۴۰ - ۲۹)<sup>(۱)</sup>.

ج - موضوع مورد بحث در این مقاله که کنترل گازهای گلخانه‌ای می‌باشد، مشکلی بس بزرگ است، زیرا در تحلیل‌ها لحظه‌ای وجود دارد که در آن، تحلیل رفاه نهایی جامعه اساس نظری خود را از دست می‌دهد. مشکلات مزبور مانع از یک پاسخ صریح به مسئله است و مدلهای اقتصادی هم چنانکه ملاحظه نمودیم، نمی‌تواند پاسخ کاملی را ارائه دهد. در چنین شرایطی شاید افزایش کارائی در مصرف انرژی، کاهش CFCs، جلوگیری از قطع درختان جنگلها و نیز تشویق به جنگلکاری، گزینه‌های عملی تری باشد. همچنین اگر معلوم شود که قیمت‌های انرژی پایین است، شاید افزایش قیمت‌ها ضمن آنکه کارائی مصرف را بالا می‌برد، از میزان گازهای گلخانه‌ای هم بکاهد. در جهانی که در تفرق است (جهان پیشرفته در برابر جهان کمتر توسعه یافته) رویگردانی از اقدام برای کاهش خطرات محیطی از سوی پیشرفته‌ها باعث می‌شود که بار آن به دوش جوامع دیگر و مشخصاً جهان سوم انداخته شود و متأسفانه مدلهای موجود هم نشان می‌دهد که نتایج چنین طرز برخوردی، گریبانگیر کسانی می‌شود که در سوی دیگر دنیا و در آینده‌های دور (نسلهای آینده) زندگی می‌کنند. در چنین شرایطی حتی بررسی موضوعاتی نظیر موضوع این مقاله که جنبه حیاتی دارد، می‌تواند اعتبار خود را از دست بدهد. مسئله گرم شدن جهان که هر روز در حال حادث‌تر شدن و زمینه مهمی برای اقتصاددانان است، یا باید به بحث بازگذاشته شود «نظیر آنچه که در کنفرانس بین‌المللی نفت و گاز خاورمیانه در آستانه هزاره سوم میلادی در اصفهان مطرح گشت (غانم، ۱۹۹۷)» و یا اینکه بپذیریم که اندیشه‌ها همچنان نسبت به نتایج نامطلوب محیطی ناشی از فعالیتهای بشر معاصر به گونه‌ای کورمآبانه راه خود را بپیماید. در عین حال، اثرات منطقه‌ای تغییر اقلیم، چگونگی تطابق انسانها با سیستم‌های تغییر یافته محیطی، وضعیت آینده اقتصادهای جهان، مشکلات استاندارد در تعیین ارزش اثرات غیر بازاری گازهای گلخانه‌ای نظیر جابجا شدن حیات وحش و کوچ‌ها و پناهندگی انسانها بلحاظ تغییرات محیطی، زمینه‌هایی برای تحقیقات ضروری آینده می‌باشد.



## منابع و مأخذ:

- 1- Ayres R.U. and Walter, J. (1992), "The Greenhouse Effect: Damages, Costs and Abatement", *Environmental and Resource Economics*, 1 (3), PP.237-270.
- 2- Bloc K et al. 1989, "the Role of Carbon Dioxide Removal in the Reduction of the Greenhouse effect" in *IEA Energy Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases*, International Energy Authority, Paris.
- 3- Conrad K and Schroder M.1992, "The Control of Co2 Emissions and its Economic Impact: An AGE model for a German State" *Environmental and Resource Economics*, 1 (3), pp. 289 - 312.
- 4- Cumberland, J.H.1982, "Overview", in Cumberland, J.H. Hibbs, JR and Hoch, I (eds), *The Economics of Managing Chloroflourocarbon, Stratospheric Ozone and Climate Issues*, MD: John - Hopkins Press, Baltimore.
- 5- d'Arge, R.C. and Spash, C.L. 1993, "Economic Strategies for Mitigating the Impacts of Climate Change on Future Generations" in Costanza, R (ed) *Ecological Economics, the Science and Management of Sustainability*, Columbia University Press, New York.
- 6- d'Arge, R.C. (ed) 1975, "Economic and Social Measures of Biological and Climatic Change", Vol, 6, *Climate Impact Assessment Program*, US Department of Transport.
- 7- Dixon P. et al 1989, "The Feasibility and Implications for Australia of the Adoption of the Toronto Proposal", Report to CRA, Sydney, Australia.
- 8- Fitzroy F. 1992, "Economic Aspects of Global Warming: AComment", *Green Values: Scottish Environmental Economics Discussion Group Newsletter* 5.
- 9- Ghanem, Sh. 1997, "The International Negotiations on the UN Convention on Climate Change: Impacts on Oil Producing Countries", *International Conference on The Middle East Oil and Gas: Towards the Third Millenium*, May 8 - 10, IpI,IBES, Isfahan, pp. 1 - 8.
- 10- HMSO, 1995, "A Guide to Risk Assessment and Risk Management for Environmental Protection", HMSO, pp. 29 - 40.
- 11- Ingham, A. and Ulph, A., 1992, "Carbon Taxes and the UK Manufacturing Sector", in Dietz, F et.al. (eds), *Environmental Policy and the Economy*" Elsevier, Amsterdam.
- 12- Intergovernmental Panel on Climate Change, (IPCC), 1992, *Climate Change, 1992: The Supplementary Report of the IPCC Scientific Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, P.12.
- 13- Manne, A. and Richels R., 1991, "Global Gas Emission Reductions: The Impacts of Rising Energy Costs", *The Energy Journal* 12 (1), pp.87-102.



- 14- Nordhaus, W. 1982, "How Fast Should We Graze The Global Commons?" American Economic Review Association Papers and Proceedings, 72(2), pp.242-246.
- 15- Nordhaus, W. 1991 a, "To Slow or Not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect", Economic Journal, 101, pp. 920-938.
- 16- Nordhaus, W. 1991, b, "A Schetch of the Economics of the Greenhouse Effect", American Economic Review, 81 (2), pp. 146-150.
- 17- OECD, 1995, "The Economic Appraisal of Environmental Projects and Policies, A Practical Guide", Economic Development Institute of the World Bank, p.3.
- 18- Okogu, B.E. 1997, "Energy Taxation, Middle Eastern Upstream Development and Implications for the World oil Market", Abstract of Papers, International Conference on the Middle East Oil and Gas: Towards the Third Millenium, May 8 - 10, IPI, IBES, Isfahan, p.16.
- 19- O'Riordan, T and Cameron, J (eds) 1994. "Interpreting the Precautionary Principle", Earthscan Publications Ltd. p.6.
- 20- The Shell Briefing Service (SBS), 1994, "Focus on forestry", London. p.5.
- 21- UNEP, 1991, "Montreal Protocol 1991 Assessment Report of the Technology and Economic Assessment Panel.
- 22- Whalley, J. and Wiggle, R. 1993, "The International Incidence of Carbon Taxes", In Dornbusch, R and Poterba, J. (eds), Economic Policy Responses to Global Warming, Ma: MIT Press, Cambridge.