Archive of SID

فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره ۸۶
سال بیست و ششم، تابستان ۱۳۹۷، صفحه ۱۰۴-۶۷

بررسی تأثیر عدالت بین‌نسلی بر گرمای جهانی و رشد اقتصادی با تأکید بر نقش نرخ رجحان زمانی (مطالعه موردی: منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا)

رسول بخشی دستجردی
دانشیار دانشکده علوم اداری دانشگاه اصفهان (نویسنده مسئول)
R. bakhshi@ase. ui. ac. ir
علی نظری زانیانی
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه شیراز
ali. nazari@alumni. ut. ac. ir
فاطمه دهقانی شاهزاده بیگمی
کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه یزد
f. dehghani_67@yahoo. com

پدیدهٔ گرمای جهانی یا تغییرات آب و هوا یکی از آسیب‌های توسعه‌ی صنعتی است که رفاه نسل حاضر و نسل‌های آینده را به مخاطره می‌اندازد. از آنجا که گرمای جهانی پدیده‌ای بلندمدت است، در مطالعه‌ی آن موضوعات بین‌زمانی از جمله عدالت بین‌نسلی قابل طرح است. همچنین ارتباط متقابل میان گرمای جهانی و رشد اقتصادی قابل بررسی است. سوال اصلی مقاله حاضر این است که آیا تلاش در جهت تحقق عدالت بین‌نسلی می‌تواند به کاهش روند گرمای جهانی و در نتیجه تقویت رشد اقتصادی بیانجامد؟ تأکید عمده نویسندگان بر نرخ رجحان زمانی است که یکی از عوامل اثرگذار بر عدالت بین‌نسلی می‌باشد. برای پاسخ به سوال تحقیق از الگوی پویای ادغام‌شده آب و هوایی و اقتصادی (DICE) که نخستین بار توسط ویلیام نوردهاس طراحی شده استفاده شده است. چهار سناریو با محوریت نرخ رجحان زمانی برای نخستین بار توسط محقق طرح شده‌اند که از مقایسه آنها با سناریوی پایه، اثر مثبت عدالت بین‌نسلی (کاهش رجحان زمانی) بر کاهش روند گرمای جهانی و در نتیجه تقویت رشد اقتصادی به اثبات رسیده است. به‌عنوان یک نتیجه جانبی در مقاله حاضر نشان داده می‌شود که سیاستگذاری ایستا بر پایه اطلاعات یک مقطع زمانی و بدون در نظر گرفتن پویایی‌های نرخ ترجیح زمانی، می‌تواند در دوره‌های آتی با شکست در هدف‌گذاری مواجه شود. بنابراین ضرورت دارد سیاستگذاران امر به جای سیاستگذاری‌های مقطعی، برای مقابله با گرمای جهانی به تدوین رژیم‌های سیاستی پویا اقدام نماید.

طبقه‌بندی JEL: D99, Q54, D63
واژگان کلیدی: عدالت بین نسلی، گرمای جهانی، رشد اقتصادی، نرخ رجحان زمانی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۱۹

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

۱. مقدمه

تعارض میان اهداف و آسیب‌های توسعه اقتصادی مبتنی بر صنعت در تأمین رفاه بشر یک مسأله انکار ناپذیر است. تولید و مصرف انبوه کالاها با هدف ارتقاء سطح استانداردهای زندگی بشر انجام می‌شود؛ امّا برخی آسیب‌های جدی که به دنبال به وجود می‌آید، می‌تواند دستیابی به این هدف را با مشکل مواجه نماید. تخریب محیط زیست از مهمترین این آسیب‌ها است، که نه تنها رفاه نسل حاضر بلکه رفاه نسل‌های آینده را نیز با مخاطره مواجه می‌کند. یکی از مهمترین دغدغه‌های امروزین بشر در حوزه محیط زیست، مسأله تغییرات اقلیم[۱] یا گرمای جهانی[۲] است. گزارش IPCC در سال ۲۰۱۲، پیش بینی می‌کند متوسط دمای سطح زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۰/۶ تا ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. آسیب‌های عمده ناشی از گرمای جهانی عبارتند از، افزایش سطح آب دریاها ، از دست رفتن تنوع زیستی، افزایش بسامد و شدت برخی حوادث آب و هوایی و اسیدی شدن اقیانوس‌ها (اسمیت و همکاران[۳] ، ۲۰۰۹) که اقتصاددانان تلاش می‌کنند این آثار را بر حسب مقادیر پولی کمی سازی کنند (دی‌کانیو و همکاران ، ۲۰۰۸). دل و همکاران[۴] (۲۰۰۸) زیان اقتصادی ناشی از گرمای جهانی در منطقه MENA را معادل ۸/۵ درصد از تولید ملی سرانه در اثر یک واحد افزایش دما برآورد کرده‌اند.

مهم‌ترین منشاء ایجاد گرمای جهانی به لحاظ علمی، سوختن سوخت‌های فسیلی (متشکل از کربن) می‌باشد که به تولید گاز گلخانه‌ای کربن‌دی‌اکسید می‌انجامد. افزایش غلظت کربن‌دی‌اکسید و سایر گازهای گلخانه‌ای در جو زمین منجر به ایجاد اثر گلخانه‌ای و گرم شدن اتمسفر زمین و اقیانوس‌ها می‌شود. گرمای جهانی در بلندمدت اثرات نامطلوبی بر فعالیت‌های انسانی حساس به شرایط آب‌وهوایی می‌گذارد؛ و رفاه بشر را به مخاطره می‌اندازد (هیئت بین

---

۱. Climate Change برخی مترجمین معادل فارسی «تغییرات آب و هوا» را برای این عبارت به کار برده‌اند.

2. Global warming

3. Smith et al.

4. Dell et al.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

دولتی تغییرات اقلیمی[1]، ۲۰۰۷: ۹۶). توجه به این مسأله در ادبیات علم اقتصاد سابقه‌ای نزدیک به سه دهه دارد. شاخه‌ای از علم اقتصاد که این پدیده را مطالعه می‌کند، اقتصاد تغییرات آب[2] و هوا یا اقتصاد گرمای جهانی[3] نام دارد.

از آنجا که پدیده گرمای جهانی در بلندمدت اتفاق می‌افتد، توجه به مسائل بین زمانی از جمله عدالت بین‌نسلی در مطالعه این پدیده اهمیت زیادی دارد. فعالیت‌های امروز بشر که به انتشار گازهای گلخانه‌ای و ایجاد پدیده گرمای جهانی منجر می‌شوند، نه تنها موجب وارد آمدن آسیب‌هایی به رشد اقتصادی و رفاه نسل حاضر می‌شود، بلکه به نسل‌های آینده نیز لطمه می‌زنند (سندرسُن و اسلام[4]، ۲۰۰۷). این تحقیق در پی پاسخ به این سوألات است: ۱) آیا توجه بیشتر به نسل‌های آینده از طریق کاهش نرخ رجحان زمانی می‌تواند به کاهش پدیده گرمایش جهانی بیانجامد؟ ۲) آیا توجه به نسل‌های آتی از کانال کاهش آثار نامطلوب گرمایش جهانی به رشد اقتصادی بیشتر منجر خواهد شد؟

۲. مبانی نظری تحقیق

ارزیابی سیاست‌های اقتصاد محیط زیست در قالب مدل‌های پویای رشد می‌تواند چشم‌اندازی از تأثیرگذاری این سیاست‌ها بر توسعه اقتصادی ارائه دهد، و ما را به انتخاب سیاست‌های کارآمد در مقابله با گرمای جهانی رهنمون سازد (نوردهاس[5]، ۲۰۰۷:۱۵۰). به همین دلیل پژوهش حاضر یک مدل پویای رشد اقتصادای که با یک مدل آب و هوایی ادغام شده است را برای پاسخ به سؤالات مطرح شده به‌کار می‌برد. این مدل DICE[6] نام دارد، که با استفاده از برخی ایده‌های مدل‌سازی توسط نویسندگان این مقاله از مقیاس جهانی به مقیاس منطقه‌ای تبدیل و برای منطقه‌ی MENA مورد استفاده قرار گرفته‌است. این نسخه جدید از الگو MENA-DICE نام‌گذاری شده است.

1. Introgovrnmental Panel of climate change
2. Economics of climate change
3. Econopmics of global warming
4. Sanderson and islam
5. Nordhaus
6. Dynamic Integrated Climate and Economic Model

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

انتشار کربن‌دی‌اکسید مهمترین عامل گرمایش جهانی است و کنترل آن نسبت به سایر گازهای گلخانه‌ای امکان‌پذیرتر است؛ به همین دلیل بخش عمده ادبیات اقتصاد گرمای جهانی در رابطه با آن شکل گرفته‌است، و سیاست‌های اقتصادی در این زمینه عمدتاً در جهت کاهش انتشار گاز CO_2 وضع می‌شوند. مدل DICE انتشار کربن‌دی‌اکسید را به عنوان عامل اصلی گرمایش جهانی و به مثابه سرمایه‌گذاری منفی در اقتصاد در نظر می‌گیرد (نوردهاس، ۲۰۰۷: ۳۷).

۲-۱. مفهوم عدالت بین نسلی

مالتوس معتقد است که رشد روزافزون جمعیت که سرعت بیشتری از رشد تولید در کشاورزی دارد می‌تواند نسل‌های آینده را با خطر کمبود منابع و گرسنگی مواجه کند. هرچند که این نظریه مالتوس مورد انتقادات بسیاری قرار گرفت و در عمل مردود دانسته شد، اما شاید وی نخستین اقتصاددانی باشد که به نوعی دغدغه نسل‌های آینده را مطرح نموده است. مالتوس علارغم توجه به نسل‌های آینده و اعتقادی به عدالت درون نسلی ندارد و بر این باور است که چون اندازهٔ جمعیت به‌طور دائم مترصد است تا از وسایل معیشت سبقت گیرد، دستگیری از فقرا احمقانه است و این موضوع به نوعی تشویق کنندهٔ عمومی فقر است. بنابراین دولت کاری به جز رها کردن فقرا به دست خویش ندارد و حداکثر می‌تواند مرگ را برای آن‌ها راحت‌تر سازد (دلالی اصفهانی و اسمعیل زاده، ۱۳۸۵). اینکه دیدگاه مالتوس را به عنوان باور وی به عدالت بین نسلی تعبیر کنیم درست نیست، بلکه مالتوس تنها با توجه به ملاحظات جمعیت شناسانه تنها توجه به نسل‌های آینده را از طریق کاهش جمعیت نسل حاضر میسر می‌داند.

از آنجا که زندگان می‌توانند در سرنوشت آیندگان اثر بگذارند، بحث از رفتار عادلانه نسل حاضر با نسل آینده قابل طرح است. البته منافع متقابل در کار نیست، یعنی آیندگان نمی‌توانند برای گذشتگان تصمیم بگیرند؛ و اگر عدالت در مفهوم قراردادی آن مطرح باشد، در آن صورت بحث از عدالت میان دو نسل ممکن نیست. یعنی نسل‌های مختلف نمی‌توانند بر سر منافع متقابل خود توافقی انجام دهند. به هر حال نسل آینده نمی‌تواند طرف قرارداد باشد؛ فقط می‌توان گفت که ممکن است نسلی با نسل بعد از خود ناعادلانه رفتار کند (بشیریه ۱۳۸۸: ۱۲۸).

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

بنابر نظر رالز[1] (۱۹۸۶) در کتاب «نظریه‌ای درمورد عدالت»، هیچ ملاکی برای تعیین میزان درست و عادلانه‌ی توجه نسل حاضر به نسل آینده در دست نیست. علت اصلی این است که نسل حاضر به آیندگان خود تعهدی ندارد، بلکه فقط بر طبق عدالت به منزلهٔ انصاف می‌تواند با آیندگان رفتاری عادلانه داشته باشد. رالز بویژه نگران مسأله نرخ پس‌انداز عادلانه در این زمینه است: «. . . افراد باید اصل پس‌انداز عادلانه‌ای را برگزینند که نرخ مناسبی را برای انباشت [سرمایه] در هر مرحله از پیشرفت تمدن [بشر] مشخص کند. . . آنان می‌خواهند تعیین کنند که چقدر باید برای فرزندان خود کنار بگذارند و این را از روی توقعی مشخص می‌کنند که به نظر خودشان به حق از پدران خود دارند. آنان وقتی به حدنصابی برسند که از هر دو طرف منصفانه باشد. . . در آن صورت نرخ منصفانه [پس‌انداز] برای آن مرحله مشخص شده است. وقتی این کار را برای کل مراحل انجام دهیم، اصل کلی پس‌انداز عادلانه را معین کرده‌ایم. با پیروی از این اصل نسل‌های نزدیک به هم شکایتی از هم نخواهند داشت و هیچ نسلی به نسل دیگر، هرقدر هم که دور باشد اعتراض نخواهد کرد» (بشیریه، ۱۳۸۸: ۲۸۹-۲۹۰). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت از نظر رالز، عدالت بین نسلی بر علاقهٔ طبیعی مردم به آیندگان خود استوار است. این مفهوم نزدیک به مفهومی است که در اقتصاد به آن «انگیزه‌ی ارث گذاشتن» می‌گوییم. علاقه مردم به نسل‌های آینده می‌تواند در شکل‌گیری ترجیحات زمانی آنها اثرگذار باشد. چنانچه کارگزاران اقتصادی علاقه بیشتری به سرنوشت فرزندان خود نشان دهند، رجحان زمانی آنها کاهش یافته و بخشی از مصرف خود را به نفع فرزندان خود پس‌انداز و برای آنها به ارث می‌گذارند. اگر سهم نسل حاضر در ایجاد گرمایش جهانی را همانند ویلیام نوردهاس (۱۹۹۲) نوعی پس‌انداز منفی به حساب آوریم، نسل حاضر می‌تواند علاقهٔ خود به نسل‌های آینده را از طریق کاهش فعالیت‌هایی که به بالا رفتن دمای کرهٔ زمین منجر می‌شوند، نشان دهد.

بخشی دستجردی (۱۳۹۰)، معتقد است که یکی از معتبرترین تعابیر عدالت بین نسلی «در بردارنده این مفهوم است که چنانچه فرض شود افراد دارای ظرفیت یکسانی در مطلوبیت‌بری از

1. Rawls

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

مصرف باشند (یعنی به زبان برنامه‌ریزی، تابع مطلوبیت یکسانی داشته باشند) باید در تابع رفاه اجتماعی نیز سهم یا وزن یکسانی داشته باشند. . . . عدالت بین‌نسلی در نظریه رفاه را می‌توان این‌گونه تعریف کرد: چنانچه افراد (متعلق به همه نسل‌ها از زمان حال تا آینده‌ی نامتناهی) دارای تابع مطلوبیت یکسانی باشند، باید سهم‌شان نیز در توزیع امکانات و منابع یکسان باشد». هرچند این طرز نگرش به تعریف عدالت ساده‌انگارانه است و مفهوم برابری را جایگزین عدالت می‌کند، اما با این‌حال در دسترس‌ترین تعبیر که قابلیت کاربرد در مطالعات کمی را داشته باشد، همین تعبیر است. بدین معنا که عدالت بین‌نسلی زمانی تحقق می‌یابد که همه‌ی نسل‌ها منابع و امکانات یکسانی داشته باشند. در این مطالعه نیز از همین تعبیر برای مفهوم‌سازی عدالت بین‌نسلی استفاده شده است.

۲-۲. عدالت بین نسلی و گرمای جهانی

بسیاری از طرفداران حفظ منابع طبیعی، فلاسفه، تاریخدانان، اقتصاددانان و حتی ایده‌پردازان اندیشه‌های سیاسی راجع به محیط زیستی که نسل‌های آینده به ارث خواهند برد عمیقاً نگران هستند. اصول عدالت بین‌نسلی، توسعه پایدار و رویکرد پیشگیرانه در مدیریت منابع مشترک، توسط سازمان ملل بارها مورد تاکید قرار گرفته‌است (سانکار[1]، ۲۰۱۰). سیاستگذاران باید در قبال پدیده گرمای جهانی، تلاش برای تحقق عدالت بین‌نسلی را به عنوان یک مسأله اساسی مورد توجه قرار دهند. چنین رویکردی به معنای ضرورت اقدامات و سیاست‌های فوری توسط دولت‌ها و سایر بازیگران جامعه جهانی برای مقابله با پدیده گرمای جهانی می‌باشد. تغییرات آب و هوایی یک آزمون برای تحلیل‌های هنجاری عدالت بین‌نسلی است، چرا که آثار انتشار گازهای گلخانه‌ای برای انتشاردهندگان کنونی (نسل حاضر) خارجی بوده و منجر به عواقب طولانی مدت برای نسل‌های آینده خواهد شد. فولی[2] (۲۰۰۸)، معتقد است که: «درونی‌سازی چنین اثرات خارجی می‌تواند به ایجاد منفعت، هم برای نسل حاضر و هم برای نسل‌های آینده منجر شود. » بنابراین سیاست‌های آب و هوایی که نسل حاضر در دهه‌های اول این قرن (قرن ۲۱) اتخاذ می‌کند، برای

1. Sankar
2. Foley

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

نسل‌های آینده که صدها و هزاران سال پس از ما خواهند زیست اهمیت زیادی دارد. عدالت بین‌نسلی اگر به عنوان یک استدلال هنجاری جدی گرفته شود، ضرورت اقدامات فراگیر جهانی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را با استدلال‌های قوی‌تری همراه می‌کند (پترسون[1]، ۲۰۰۱). ولف[2] (۲۰۰۸) نیز معتقد است اگر تصمیمات حال بر توزیع هزینه‌ها و منافع مردمانی که در زمان دیگری خواهند زیست اثرگذار باشد، به طور منطقی می‌توان پرسید که آیا توزیع حاصل عادلانه و منصفانه می‌باشد یا خیر؟ اگر فعالیت‌های کنونی هزینه‌های غیرمنصفانه‌ای را بر آینده تحمیل کنند یا اینکه برعکس بار غیرمنصفانه‌ای را بر دوش نسل حال بگذارند، غیرعادلانه هستند. با این حال با نادیده گرفتن حقوق نسل‌های آینده توسط نسل حاضر چشم انداز تیره و تاری برای آینده جهان متصور خواهیم بود، بنابراین باید برای تحقق عدالت بین نسلی در تخصیص منابع زیست محیطی چاره‌ای بیاندیشیم.

محیط زیست را می‌توان بر اساس ادبیات اقتصاد بخش عمومی به عنوان یک منبع دارای مالکیت مشترک به حساب آورد. حد بهینهٔ استفاده از منابع دارای مالکیت مشترک[3] توسط هر فرد متناسب با هزینه-فایدهٔ فعالیت شخصی او صورت می‌پذیرد، چرا که برای استفاده از منبع مشترک هزینه‌ای پرداخت نمی‌شود. بنابراین هرچه سطح فعالیت اشخاص بیشتر شود، سهم آن‌ها در استفاده از این منبع اشتراکی بیشتر خواهد شد، و این امر به عنوان اثرجانبی منفی فعالیت فرد بر سایر افراد تحمیل شده و تا جایی ادامه می‌یابد که منبع اشتراکی به پایان رسد. به چنین رخدادی تراژدی اشتراکی‌ها[4] گفته می‌شود (ژا[5]، ۱۹۹۸: ۸۳-۸۵). گرمایش جهانی به عنوان اثر خارجی منفی تولیدکنندگان گازهای گلخانه‌ای در نسل حاضر می‌تواند به یک تراژدی برای نسل‌های آتی منجر شود، مگر اینکه این اثر خارجی به شکلی درونی شود.

1. Paterson
2. Wolf
3. Common property resource
4. Tragedy of commons
5. Jha

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

از آنجا که حفاظت از آسیب‌های ناشی از تغییرات آب و هوایی یکی از نیازهای اساسی است و به این خاطر که پیشگیری از تغییرات آب و هوایی می‌تواند بدون به خطر انداختن نیازهای نسل حاضر صورت پذیرد، سیاست آب و هوایی یکی از اولویت‌های فوری در مسأله عدالت است، مگر اینکه در مواردی تلاش برای پیشگیری از تغییرات آب و هوایی منجر به محرومیت نسل حاضر از برخی نیازهای خود گردد. در جایی که فعالیت‌های نسل حاضر برای نیازهای اساسی خود ضرورتی ندارد و نیازهای نسل‌های آینده را با مخاطره مواجه می‌کند، این فعالیت‌ها غیرعادلانه محسوب می‌شود. از نظر ولف(۲۰۰۸)، یک معاهده آب و هوایی عادلانه در اولویت نخست باید فعالیت‌هایی را ممنوع کند که موجب تحمیل هزینه‌های بیشتری برای نسل‌های آینده خواهد شد.

۲-۳. عدالت بین نسلی و رشد اقتصادی

بر اساس نظریات سنتی اقتصاد دستیابی همزمان به رشد اقتصادی و توزیع عادلانه درآمد امکان‌پذیر نیست. استدلال این نظریات این است که توزیع عادلانه‌تر درآمد منجر به افزایش میل نهایی به مصرف در کل جامعه خواهد شد، و در نتیجه با کاهش پس‌انداز که نیروی محرکه رشد اقتصادی است، فرآیند رشد تضعیف خواهد شد. این در حالی است که بر اساس الگوهای بهینه رشد توجه بیشتر به عدالت، منجر به رشد اقتصادی بالاتری خواهد شد. این الگوها از آنجا که ساختار اقتصاد را در افق زمانی بلندمدت مطالعه می‌کنند، به عدالت بین‌نسلی نیز توجه دارند. توجه به عدالت بین‌نسلی حجم بهینه پس‌انداز را افزایش می‌دهد؛ چرا انصاف نسل حاضر در برابر نسل‌های آینده بیشتر شده و موجودی سرمایه بیشتر و محیط زیست سالم تری برای آن‌ها به ارث می‌گذارند.

۲-٤. رجحان زمانی، گرمای جهانی و رشد اقتصادی

یک تلاش مثبت در جهت عدالت بین نسلی کاهش رجحان زمانی است. وجود رجحان زمانی بر این حقیقت دلالت دارد که انسان‌ها ارزش بیشتری برای مطلوبیت در زمان حال نسبت به مطلوبیت در زمان آینده قائل هستند. بنابراین نسل حاضر رفاه و در نتیجه مصرف خود را به رفاه و مصرف نسل‌های آینده ترجیح داده و منابع اقتصادی را با سرعت بیشتری مصرف می‌کند. شدت تخریب

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

محیط زیست نیز به عنوان یک منبع اقتصادی، در صورت وجود رجحان زمانی بیشتر خواهد بود. بنابراین می‌توان انتظار داشت که هرچه نرخ رجحان زمانی جامعه بیشتر باشد، سرعت تخریب محیط زیست بیشتر و سرعت رشد اقتصادی کمتر خواهد بود.

رجحان زمانی از منظر جامعه و اقتصاد غیرمتمرکز، متفاوت از نظرگاه برنامه‌ریز اجتماعی و اقتصاد متمرکز است. برنامه‌ریز اجتماعی نسبت به نرخ رجحان زمانی رویکردی تجویزی دارد که می‌تواند بدون توجه یا با در نظر گرفتن ترجیحات و علایق اجتماعی، اقدام به تعیین یک نرخ دستوری برای رجحان زمانی نماید. هرچند بسیاری از اقتصاددانان، رجحان زمانی را در قلمرو اقتصاد آزاد به عنوان یک عامل بدیهی و گریزناپذیر می‌دانند، اما از دیدگاه برنامه‌ریز اجتماعی می‌توان نرخ صفر یا حتی نرخ منفی را برای رجحان زمانی در نظر گرفت؛ یعنی دولت می‌تواند ارزشی یکسان برای همه نسل‌ها قائل باشد و یا نسل‌های آینده را بر نسل حاضر ارجح دارد. همان‌طور که اشاره کردیم، این تحقیق در پی پاسخ به این سوأل است که آیا توجه بیشتر به نسل‌های آینده از طریق کاهش نرخ رجحان زمانی می‌تواند به کاهش روند گرمای جهانی و در نتیجه تقویت رشد اقتصادی منجر شود؟

۳. پیشینه تحقیق

بخش مروری بر مطالعات خارجی، تاریخچه‌ای از الگوی پویای ادغام شده اقتصادی و آب و هوایی(DICE) ارائه می‌دهد و به پژوهش‌هایی اشاره می‌کند که در زمینه کاربرد و توسعه این مدل صورت پذیرفته‌اند. در میان پژوهش‌های داخلی، تحقیق حاضر برای نخستین بار از الگوی DICE استفاده کرده‌است. بنابراین در بخش مروری بر مطالعات داخلی تنها به برخی مطالعات اشاره می‌شود که جنبه‌های مشترکی با مطالعه حاضر داشته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

۳-۱. مروری بر مطالعات خارجی

مدل DICE برای اولین بار در شکل پیشرفته خود توسط نوردهاس (۲۰۰۷، الف و ب) ارائه شد، که توصیف جدید و کاملاً پویا از ساختار رشد بهینه رمزی[1] بود و مسیر بهینه کاهش انتشار را همراه با مالیات بر کربن تعیین می‌نمود. این مدل می‌توانست به ارزیابی رویکردهای سیاستی مختلف، برای کاهش تغییرات آب و هوایی بپردازد. ارزیابی پنج سیاست مفروض، سیاست مالیات بر کربن با نرخ نسبتاً کم، را به‌عنوان یکی از کاراترین روش‌ها برای کاهش روند گرمای جهانی معرفی نمود، اما در مورد روش‌های تثبیت انتشار[2]، هزینه‌های اقتصادی خالص قابل توجهی پیش بینی گردید.

استخراج کامل و شرح گسترده مدل DICE و طیف وسیع‌تری از برنامه‌های کاربردی آن در سال ۱۹۹۴ در کتابی توسط نوردهاس ارائه شد. در توسعه بعدی توسط نوردهاس و یانگ[3] (۱۹۹۶)، مدل DICE به ده گروه مختلف از کشورهای عضو سازمان ملل تجزیه شد و مدل RICE[4] (یا DICE منطقه‌ای) ساخته شد. این مدل نیز مفروضات اصلی مدل نوردهاس را در برداشت. با استفاده از مدل RICE می‌توان سیاست‌های آب و هوایی در سطح ملی و منطقه‌ای را مورد مطالعه قرار داد و استراتژی‌های مختلف برای همکاری‌های بین‌المللی را بررسی نمود.

بروزرسانی و گسترش هر دو مدل DICE و RICE (با هشت منطقه) توسط نوردهاوس و بویر[5] در سال ۲۰۰۰ انجام شد. سناریوهایی که در این نسخه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند عبارت بودند از: سناریو پایه (شرایطی که سیاست خاصی در راستای کاهش گرمای جهانی وجود ندارد)، سناریوی سیاست بهینه (که مطابق آن قیمت کربن و میزان انتشار بر اساس بهینه پارتو[6] تعیین می‌شوند)، تأخیر در اعمال سیاست بهینه به مدت ده سال، ایجاد ثبات در انتشار گازهای گلخانه‌ای برای کشورهای

1. Ramsay
2. Emission-stabilization
3. Yang
4. RICE
5. Boyer
6. Pareto Optimal

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

با درآمد بالا که در پروتکل کیوتو مشارکت نمودند (به میزان ۵ درصد کمتر از میزان انتشار در سال ۱۹۹۰ و برای همیشه)، ثبات انتشار در سطح جهان در مقدار معادل آن در سال ۱۹۹۰، ثبات شرایط آب و هوا به صورت مجموعه سیاست‌هایی برای محدود کردن افزایش درجه حرارت به ۲/۵ یا ۱/۵ درجه سانتیگراد و مهندسی زمین[1] یا اعمال سیاستی در راستای جبران بدون هزینه گرمای جهانی. نتایج حاصل از اجرای این سناریوها با به‌کارگیری مدل DICE-99 و RICE-99، بسیار شبیه به نتایج حاصل از مدل DICE اصلی می‌باشد. همچنین نوردهاس در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۰ نیز به توسعه و تکمیل الگوی DICE-RICE پرداخته است.

علاوه بر مطالعات انجام شده توسط نوردهاس و همکارانش که در بالا ذکر شد، مدل DICE توسط محققان دیگری نیز در مطالعات اقتصاد تغییر آب و هوا مورد استفاده قرار گرفته است. بررسی جامع این مطالعات فراتر از محدوده این مقاله است، به طوری که فقط چند نمونه در اینجا ذکر می‌شود:

پایزر[2] (۱۹۹۹) از مدل DICE برای مقایسه سیاست‌های مالیات بر کربن و سقف قیمتی و شیوه مبادله در فضای نااطمینانی استفاده می‌کند. پاپ[3] (۲۰۰۵)، مدل DICE را با در نظر گرفتن تغییرات تکنولوژی درون‌زا تعدیل می‌کند. بیکر و همکاران[4] (۲۰۰۶) از مدل DICE برای بررسی اثرات پژوهش در زمینه فناوری و توسعه در کاهش هزینه‌های گرمای جهانی استفاده کرده‌اند. هوئل و استِرنِر[5] (۲۰۰۷)، تابع مطلوبیت را در مدل DICE تغییر دادند تا شامل مصارف زیست‌محیطی غیربازاری[6] -که جانشین ناقصی برای مصارف بازاری‌اند- باشد. یانگ (۲۰۰۸)، مدل RICE را در چارچوب یک نظریه بازی همکارانه[7]، برای بررسی استراتژی‌های مذاکرات بین المللی در مورد سیاست‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای و اهداف آن‌ها به‌کار برد. او با پژوهش خود، مدل‌سازی

1. Geoengineering
2. Pizer
3. Popp
4. Baker et al.
5. Hoel and Sterner
6. Non-market
7. Cooperative game theory

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

اقتصادی تغییرات آب وهوا (مدل DICE) را با مفاهیم نظری تئوری بازی[1] تلفیق می‌کند. سندرسُن و اسلام[2] (۲۰۰۷) نیز به تدوین نسخه‌ای جدید به نام SEA-DICE[3] اقدام کردند، و تحت سناریوهای سیاستی مختلف از جمله نرخ تنزیل صفر، نرخ بهینه کنترل و افزایش در نرخ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، روند متغیرهای مهم آب و هوایی و اقتصادی را تا سال ۲۱۰۵ پیش‌بینی کرده‌اند. نتایج کار سندرسون و اسلام (۲۰۰۷) بیانگر آن است که در شرایط نرخ تنزیل صفر نرخ رشد درآمد ملی به میزان ۱۶ درصد بیشتر از حالت پایه (بدون اتخاذ سیاستی خاص) خواهد بود. این موضوع نشان‌دهنده این است که مدل نسبت به تغییرات نرخ ترجیح زمانی بسیار حساس است. به‌گونه‌ای که روند متغیرهای اقتصادی هم‌چون تولید ملی، سرمایه‌گذاری، موجودی سرمایه و نرخ پس انداز تحت این سناریو دارای بیشترین مقدار است.

شاید بهترین مطالعه که تحول مدل DICE از ابتدای طراحی آن در ۱۹۹۲ تاکنون را ترسیم نموده است، مطالعه‌ای است که توسط خود نوردهاوس (بنیان‌گذار مدل دایس) در ۲۰۱۷ انجام شده است. نوردهاوس (۲۰۱۷) تلاش نموده است، سیر تحول و اصلاح در مدل خود را در نسخه‌های بعدی این مدل که در سال‌های ۱۹۹۴، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ انجام شده است، تشریح کند. نوردهاوس (۲۰۱۷) تغییرات ایجاد شده در تحلیل اقتصادی گرمایش جهانی را در طول ربع قرن گذشته مورد بررسی قرارداده است. ازنظر او در تمامی نسخه‌های مدل DICE ، ساختار مرکزی مدل تحلیلی، ثابت باقی مانده است اما اجزاء مدل کم و زیاد تغییر نموده‌اند. پیش‌بینی‌هایی که این مدل‌ها برای متغیرهای زیست محیطی در طول ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷ انجام داده‌اند (نظیر آلودگی‌ها و تغییرات درجه حرارت)، نزدیکی بسیار زیادی با واقعیت داشته‌اند. به‌عبارت دیگر اگر براساس نسخه ۱۹۹۲ مدل دایس، برای سال ۲۰۱۷ پیش‌بینی کنیم، مقادیر تولید شده در مورد آلودگی و درجه حرارت با مقادیر واقعی اتفاق افتاده در سال ۲۰۱۷، هماهنگی نسبتاً بالایی داشته‌اند. این بدان معنی است که نسخه ۱۹۹۲ مدل دایس، قدرت بالایی در پیش‌بینی گرمایش

1. Game theory
2. Jamie Sanderson and Sardar M.N. Islam
3. South east asia

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

جهانی در حوزه متغیرهای زیست محیطی داشته است. اما وقتی نوبت به پیش‌بینی برای متغیرهای اقتصادی مدل می‌رسد، نسخه ۱۹۹۲، در پیش بینی مقادیر ۲۰۱۷ شکست می‌خورد. برای نمونه نسخه ۱۹۹۲ درآمد سرانه جهانی را برای سال ۲۰۱۷ تقریباً ۳/۵ برابر کمتر نشان می‌دهد. ازنظر نوردهاوس، این موضوع به‌خاطر تسلط نگاه رکودگرایانه‌ای بوده که در هنگام طراحی مدل اولیه بر فضای آکادمیک اقتصاد حاکم بوده است. لحاظ این موضوع در اصلاح بخش اقتصادی مدل در نسخه‌های جدیدتر مؤثر بوده است. نسخه مورد استفاده در این مطالعه در بخش‌های اقتصادی دارای اصلاحات قابل توجهی نسبت به نسخه ۱۹۹۲ است.

۳-۲. مروری بر مطالعات داخلی

بخشی دستجردی (۱۳۹۰)، با استفاده از نظریه رشد بهینه رمزی، ارتباط میان رشد اقتصادی و عدالت بین‌نسلی را با تأکید بر نقش رجحان زمانی برای اقتصاد ایران مورد مطالعه قرار داده است. بر اساس نتایج این مطالعه، رشد اقتصادی ارتباط مثبتی با عدالت بین‌نسلی دارد. مطالعهٔ حاضر با الهام از مفهوم عدالت بین نسلی و رابطهٔ آن با رشد اقتصادی در مطالعهٔ بخشی دستجردی (۱۳۹۰)، اثر عدالت بین نسلی بر گرمای جهانی را نیز مورد بررسی قرار داده است. مدل ادغام شدهٔ اقتصادی و آب و هوایی DICE که مبنای نظری این مطالعه است، الگوی رشد اقتصادی رمزی را با افزودن دو بخش شامل معادلات ترمودینامیک آب و هوا و معادلات پیوند دهندهٔ بخش‌های اقتصادی و آب و هوایی توسعه داده است.

بخشی و دلالی (۲۰۱۱)، نیز با استفاده از الگوی رشد رمزی-کاس کوپمانز برای کشورهای منطقه MENA بر نقش مثبت عدالت بر رشد تأکید می‌کنند.

درگاهی و بهرامی غلامی (۱۳۹۰)، در مطالعه‌ای عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای صنعتی و کشورهای اوپک را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق از یک مدل اقتصاد سنجی داده‌های پانل استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده در مورد کشور ایران، رابطه‌ی علیت دوطرفه درآمد سرانه و انتشار سرانه کربن‌دی‌اکسید به اثبات رسیده است، به این معنا که سیاست‌های کاهش انتشار به کاهش تولید سرانه منجر می‌شود. بنابر نتایج این تحقیق گرمای

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

جهانی موجب کاهش رشد اقتصادی می‌گردد، این در حالی است که سیاست‌های پیشگیری از گرمای جهانی نه تنها به رشد اقتصادی کمک نمی‌کنند بلکه روند رشد را نیز کاهش می‌دهند.

فطرس و معبودی (۱۳۹۰)، رابطه میان رشد اقصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن‌دی‌اکسید را در ایران مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها برای این منظور از یک الگوی چندمتغیره شامل رشد اقتصادی، مصرف انرژی، انتشار کربن‌دی‌اکسید، موجودی سرمایه، نیروی کار و جمعیت شهرنشین استفاده کرده و به تعیین علیت متغیرها پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق رابطه علیت دوطرفه بین رشد تولید ناخالص داخلی و انتشار کربن‌دی‌اکسید را تأیید می‌کند. هم‌چنین وجود رابطه کوهانی شکل بین رشد تولید و انتشار کربن‌دی‌اکسید نشان می‌دهد که فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در کشور ایران صادق است.

پژویان و مرادحاصل (۱۳۸۶)، در مطالعه‌ای اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا را در قالب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای ۶۷ کشور که در گروه‌های درآمدی متفاوت جای می‌گیرند مورد مطالعه قرار داده‌اند. این تحقیق نیز فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید کرده‌است.

٤. تبیین الگوی تحقیق

مدل DICE تغییرات آب و هوایی را در چارچوب رشد اقتصادی بیان می‌کند. در مدل رشد بهینه نئوکلاسیکی متعارف[1] که به نام مدل رمزی شناخته می‌شود، سرمایه‌گذاریِ جامعه در کالاهای سرمایه‌ای باعث می‌شود مصرف امروز کاهش یابد تا تولید و در نتیجه مصرف آینده افزایش یابد. مدلDICE، مدل رمزی را به نحوی تعدیل می‌کند و آن را تعمیم می‌دهد تا سرمایه‌گذاری آب و هوایی را نیز شامل شود (نوردهاس، ۲۰۱۰).

ذخیره‌ی سرمایه که در مدل ابتدایی رمزی بیان می‌شود، در مدل DICE به نحوی توسعه یافته است که سرمایه‌ی زیست‌محیطی (سرمایه طبیعی) را نیز شامل شود. کاهش تولید گازهای گلخانه ای در مدل توسعه یافته، مشابه سرمایه‌گذاری در مدل رمزی است. بنابراین الگوی DICE به غلظت

1. Standard Neoclassical Optimal Frowth Model

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان موجودی سرمایه طبیعی منفی و به کاهش انتشار به مثابه سرمایه‌گذاری می‌نگرد. به موجب کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای مصرف امروز کاهش می‌یابد اما به واسطه جلوگیری از آسیب‌های تغییر آب و هوا، امکانات مصرف[1] در آینده افزایش خواهد یافت. الگوی MENA-DICE صورت یک مسأله بهینه‌یابی است، که دارای یک تابع هدف و تعدادی قید است. در زیر، معادلات الگو را به تفکیک تابع هدف، قیدهای اقتصادی، قیدهای آب و هوایی (ترمودینامیکی)، معادلات ادغام‌کننده و معادلات تعریفی شرح می‌دهیم. در تعاریف مربوط به متغیرها، هرجا به مقیاس جعرافیایی آن‌ها اشاره‌ای نشده‌است، سطح متغیرها در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) مد نظر بوده است؛ اما در مواردی که مقیاس متغیرها جهانی است، در تعریف متغیر، عبارت «در سطح جهانی» ذکر شده‌است. قابل ذکر است که در این الگو زمان به‌صورت گسسته[2] و در دوره‌های ده ساله شامل ۲۰۰۵، ۲۰۱۵، ۲۰۲۵ و . . . در نظر گرفته شده است.

در جدیدترین تعریف بانک جهانی، منطقه MENA بیست و یک اقتصاد را شامل می‌شود که عبارتند از: ایران، عراق، کویت، عمان، قطر، عربستان سعودی، سوریه، تونس، امارات متحده عربی، یمن، الجزایر، بحرین، جیبوتی، مصر، فلسطین، اردن، لبنان، لیبی، مالت، مراکش و رژیم صهیونیستی. در این تحقیق نیز تعریف بانک جهانی ملاک قرار داده شده و مقادیر متغیرها از پایگاه داده‌ی بانک جهانی و گزارشات IPCC استخراج شده است. قابل ذکر است که برای اجرای مدل تنها به اطلاعات یک مقطع زمانی برخی متغیرهای الگو نیاز داریم. این مقطع همان سال مبدأ یا شرایط اولیه (first condition) می‌باشد که کالیبراسیون مدل در این مقطع صورت می‌گیرد. در تحقیق حاضر سال ۲۰۰۵ به عنوان سال مبدأ یا شرایط اولیه در نظر گرفته شده است.

٤-١. تابع هدف

فرض می‌شود که هر فرد داری عمری نامحدود است و از مصرف خود در هردوره مطلوبیتی کسب می‌کند. هدف نهایی رفتار اقتصادی افراد حداکثر کردن این مطلوبیت است. تابع هدف الگو برابر با مجموع مطلوبیت‌های تنزیل شده‌ی ناشی از مصرف سرانه در افقی نامحدود است. در این

1. Consumption possibilities
2. Discrete time

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

تابع هدف، تنزیل به کار رفته در مطلوبیت در مورد ارزش‌های پولی نیست، بلکه بیانگر یک قضاوت ارزشی درباره توزیع مطلوبیت میان نسل‌ها است: (نرخ ترجیح زمانی)

$$\max_{\{c(t)\}} \sum_t U\left[c(t), L(t)\right](1+\rho(t))^{-t} \quad (۱)$$

که در آن:

$U[c(t), L(t)]$: مطلوبیت ناشی از مصرف سرانه در ابتدای دوره t،

$c(t)$: مصرف سرانه در دوره t،

$L(t)$: سطح جمعیت در دوره t،

$\rho(t)$: نرخ خالص ترجیح زمانی اجتماعی[1] در دوره t است.

مسیر تغییرات نرخ خالص ترجیح زمانی اجتماعی که دارای روندی کاهشی است، در فرم نمایی زیر تصریح می‌شود:

$$\rho(t) = \rho(0) \times \exp(-\delta_\rho . t) \quad (۲)$$

که در آن:

$\rho(t)$: نرخ خالص ترجیح زمانی اجتماعی در دوره t

$\rho(۰)$: نرخ خالص ترجیح زمانی اجتماعی در دوره صفر

δ_ρ: نرخ کاهش در نرخ خالص ترجیح زمانی اجتماعی (نرخ کاهش در بی‌صبری) است.

فرم صریح تابع مطلوبیت از نوع کشش جانشینی ثابت (CES) می‌باشد و پارامتر α بیانگر مقدار ثابت کشش مطلوبیت نهایی ناشی از مصرف سرانه است:

1. The pure rate of social time preference

www.SID.ir

Archive of SID

$$U\left[c(t), L(t)\right] = \frac{L(t)\left\{[c(t)]^{1-\alpha} - 1\right\}}{(1-\alpha)} \quad (۳)$$

که در آن:

α: کشش مطلوبیت نهایی ناشی از مصرف سرانه[1] است.

٤-۲. قیدهای اقتصادی

در الگوی MENA-DICE تولید تابعی از نهاده‌های سرمایه، نیروی‌کار و بهره‌وری کل عوامل تولید[2] (TFP) یا اصطلاحا «تکنولوژی» است:

$$Q(t) = \Omega(t) A(t) K(t)^{\gamma} L(t)^{1-\gamma} \quad (۴)$$

که در آن:

γ: کشش محصول نسبت به سرمایه (سهم نهاده سرمایه در رشد تولید)،

$Q(t)$: تولید ناخالص ملی در آغاز دوره t،

$A(t)$: سطح تکنولوژی در آغاز دوره t،

$\Omega(t)$: نماینده شرایط خسارت‌ها و سیاست‌های تغییر آب و هوا در دوره t،

$K(t)$: موجودی سرمایه (در آغاز دوره t ام) است.

معادلات (۴)، (۵)، (۶) و (۷) که پویایی‌های نیروی‌کار و بهره‌وری عوامل تولید را در طول زمان نشان می‌دهند، به انضمام تابع تولید به قیدهای اقتصادی اضافه می‌شود:

1. Elasticity of marginal utility of per capita consumption
2. Total Factor Productivity

www.SID.ir

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

Archive of SID

$$L(t) = L(0) \times \exp(g_L(t)) \quad (۵)$$

$$g_L(t) = g_L(0) \times \left[\int_0^t \exp(-\delta_L . v)\, dv \right] \quad (۶)$$

که در آن‌ها:

$L(0)$: نیروی کار (جمعیت) در دوره صفر،

$g_L(t)$: نرخ رشد جمعیت در دوره t،

$g_L(0)$: نرخ رشد جمعیت در دوره صفر،

δ_L: نرخ کاهش در رشد جمعیت است.

$$A(t) = A(0) \times \exp(g_A(t)) \quad (۷)$$

$$g_A(t) = g_A(0) \times \left[\int_0^t \exp(-\delta_A . v)\, dv \right] \quad (۸)$$

که در آن‌ها:

$A(0)$: سطح بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره صفر،

$g_A(t)$: نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره t،

$g_A(0)$: نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره صفر،

δ_L: نرخ کاهش در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است.

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID

یکی دیگر از محدودیت‌های اقتصادی مدل، معادله انباشت موجودی سرمایه[1] است، که به انضمام تابع تولید به قیدهای اقتصادی اضافه می‌شود:

$$K(t) = (1-\delta_K)K(t-1) + I(t-1) \quad (۹)$$

که در آن:

$I(t)$: مخارج سرمایه‌گذاری در دوره t،

δ_K: نرخ استهلاک سالانه موجودی سرمایه است.

فرض اقتصاد دو بخشی شامل خانوارها و بنگاه‌ها به شکل معادله ریز در مجموعه قیدهای اقتصادی جای می‌گیرد:

$$Q(t) = C(t) + I(t) \quad (۱۰)$$

که در آن:

$C(t)$: مخارج مصرفی کل در ابتدای دوره t است.

تعریف مصرف سرانه نیز با معادله زیر جزو قیدهای اقتصادی مدل محسوب می‌شود:

$$c(t) = C(t) / L(t) \quad (۱۱)$$

٤-۳. قیدهای آب و هوایی

معادلات آب‌وهوایی خارج از حیطه تئوری اقتصاد و به ضرورت زمینه مورد مطالعه وارد الگو شده‌اند. نخستین معادله از این دست معادله انتشار است:

1. Capital accumulation

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID

$$E(t)=\left[1-\mu(t)\right]\sigma(t)Q(t) \quad (۱۲)$$

که در آن:

$E(t)$: انتشار کربن‌دی‌اکسید در دوره t،

$\mu(t)$: نرخ کنترل انتشار کربن‌دی‌اکسید در ابتدای دوره t،

$\sigma(t)$: نسبت انتشار CO2 به تولید ناخالص داخلی در ابتدای دوره t است.

یکی از متغیرهای مهم استفاده شده در معادله انتشار $\sigma(t)$ یا نسبت انتشار گازهای گلخانه‌ای به محصول است. این متغیر در طول زمان با نرخی کاهنده، کاهش می‌یابد. معادلات (۱۲) و (۱۳) پویایی‌های این متغیر در طول زمان را توضیح می‌دهند:

$$\sigma(t)=\sigma(0)\times\exp(-\delta_{\sigma}(t)) \quad (۱۳)$$

$$\delta_{\sigma}(t)=\delta_{\sigma}(0)\times\left[\int_{0}^{t}\exp\left(-\delta_{A}.v\right)dv\right] \quad (۱۴)$$

که در آن‌ها:

$\sigma(0)$: نسبت انتشار کربن‌دی‌اکسید به GDP در دوره صفر،

$\delta_{\sigma}(t)$: نرخ کاهش در نسبت انتشار کربن‌دی‌اکسید به GDP در دوره t،

$\delta_{\sigma}(0)$: نرخ کاهش در نسبت انتشار کربن‌دی‌اکسید به GDP در دوره صفر،

δ_{A}: نرخ کاهش در رشد تکنولوژی که معادل با نرخ کاهش در رشد $\sigma(t)$ است.

با این فرض که نسبت انتشار در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا به انتشار در سایر نقاط جهان، در طول زمان ثابت است. انتشار کربن‌دی‌اکسید در سایر نقاط جهان به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E_{ROW}(t)=E(t)/\beta \quad (۱۵)$$

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

که در آن:

$E_{ROW}(t)$: انتشار کربن‌دی‌اکسید در سایر نقاط جهان در ابتدای دوره t،

β: نسبت ثابت انتشار کربن‌دی‌اکسید منطقه MENA به سایر نقاط جهان است.

به افزایش تدریجی غلظت کربن‌دی‌اکسید در اتمسفر در اثر انتشار این گاز فرآیند انباشت CO2 می‌گویند. دسته معادلات زیر، فرآیند انباشت کربن‌دی‌اکسید در اتمسفر با استفاده از الگوی چرخه انتقال کربن را تشریح می‌کنند:

$$M(t) = E(t-1) + E_{ROW}(t-1) + \phi_{11} M_{AT}(t-1) - \phi_{12} M_{AT}(t-1) + \phi_{21} M_{UP}(t-1) \quad (۱۶)$$

$$M_{UP}(t) = \phi_{22} M_{UP}(t-1) + \phi_{12} M_{AT}(t-1) + \phi_{32} M_{LO}(t-1) \quad (۱۷)$$

$$M_{LO}(t) = \phi_{33} M_{LO}(t-1) + \phi_{23} M_{UP}(t-1) \quad (۱۸)$$

که در آن‌ها:

$M_i(t)$: جرم کربن در مخزن i [1] در دوره t

ϕ_{ij}: نرخ انتقال از مخزن i به مخزن j در واحد زمان است.

اندیس‌ها به صورت زیر تعریف می‌شوند:

AT(یا ۱): مخزن اتمسفر

UP(یا ۲): مخزن کم عمق اقیانوس‌ها

LO(یا۳): مخزن عمیق اقیانوس‌ها

1. Reservoir

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

معادله (۱۸) نیروی تابشی حاصل از اثر گلخانه‌ای را، به‌عنوان تابعی از غلظت کربن‌دی‌اکسید در اتمسفر بیان می‌کند و آن را با نیروی تابشیِ[1] حاصل از سایر گازهای گلخانه‌ای که به‌صورت عبارتی برون‌زا است، جمع می‌کند:

$$F(t) = 4/1 \frac{\log\left[\frac{M(t)}{590}\right]}{\log(2)} + O(t) \qquad (۱۹)$$

$$O(t) = \begin{cases} -0/1967 + 0/13465(t+1) & t+1 < 11 \\ 1/15 & t+1 > 10 \end{cases}, \qquad (۲۰)$$

که در آن‌ها:

$M(t)$: میزان غلظت کربن‌دی‌اکسید در اتمسفر (در سطح جهانی) در دوره t،

$F(t)$: نیروی تابشی حرارتی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر(در سطح جهانی) در دوره t،

$O(t)$: نیروی تابشی حاصل از غلظت سایر گازهای گلخانه‌ای (بجز کربن‌دی‌اکسید) در اتمسفر (در سطح جهانی) در دوره t است.

آخرین دسته از معادلات آب و هوایی که بر پایه‌ی مدل اشنایدر و تامسون (۱۹۸۱) می‌باشند، تبیینی از تغییر متوسط دما در اتمسفر زمین ارائه می‌کنند، که توسط نیروی تابشی و اختلاف دمای موجود در سیستم، بین لایه‌های حرارتی اقیانوس‌ها و اتمسفر، تحت تأثیر قرار می‌گیرد:

$$T(t) = T(t-1) + \left(\frac{1}{R_1}\right)\left\{F(t) - \lambda T(t-1) - \frac{R_2}{\tau_{12}}\left[T(t-1) - T^*(t-1)\right]\right\} \qquad (۲۱)$$

1. Radiative forcing

www.SID.ir

Archive of SID

$$T^*(t) = T^*\left(t-1\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right)\left\{\left(\frac{R_2}{\tau_{12}}\right)\left[T\left(t-1\right) - T^*(t-1)\right]\right\} \qquad (۲۲)$$

که در آن‌ها:

R_1: ظرفیت گرمایی قشر فوقانی[1]،

R_2: ظرفیت گرمایی اقیانوس عمیق (عمق اقیانوس)،

$T(t)$: میانگین دمای اتمسفر (در سطح جهانی) در دوره t،

$T^*(t)$: انحراف درجه حرارت عمق اقیانوس (در سطح جهانی) از سطوح ماقبل صنعتی[2] در دوره

τ_{12}: نرخ انتقال[3] از لایه‌های بالایی به لایه‌های پایینی، و

λ: یک پارامتر بازخور[4]ست.

٤-٤. قیدهای ادغام کننده

گروهی از معادلات الگو پیوند میان بخش اقتصادی و آب و هوایی را برقرار می‌سازند. تغییرات دما که در معادلات آب و هوایی تعیین می‌شود، بر بخش اقتصادی الگو اثر می‌گذارد. معادله‌ای که این پیوند را به وجود می‌آورد، تابع خسارت (اثر)[5] نامیده می‌شود:

$$D(t) = Q(t)[b_1 T(t) + b_2 T(t)^2] \qquad (۲۳)$$

که در آن:

b_1 و b_2: پارامترهای معادله، و

$D(t)$: میزان خسارت اقتصادی ناشی از افزایش درجه حرارت در دوره t است.

1. The thermal capacity of the upper stratum
2. Pre-industrial levels
3. Transfer rate
4. A feedback parameter
5. Damage (or impact) equation

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID

معادله (۲۳) که تابع هزینه کنترل (کاهش)[1] انتشار نام دارد، هزینه کاهش تولید کربن‌دی‌اکسید را که کسری از تولید ناخالص داخلی است، به عنوان تابعی از نرخ کنترل انتشار بیان می‌کند:

$$TC(t) = Q(t)\theta_1 \mu(t)^{\theta_2} \qquad (۲۴)$$

که در آن:

θ_1 و θ_2: پارامترهای معادله، و

$TC(t)$: هزینه اقتصادی کنترل انتشار کربن‌دی‌اکسید در دوره t است.

آخرین قید الگو، بیان مقدار جبری متغیر $\Omega(t)$ است که آن را به‌عنوان شاخص شرایط آب و هوایی در معادله تولید وارد کردیم:

$$\Omega(t) = \frac{1-\theta_1 \mu(t)^{\theta_2}}{1+b_1 T(t) + b_2 T(t)^2} \qquad (۲۵)$$

٤-٥. معادلات تعریفی

معادلات تعریفی بر مبنای نتایج الگو، متغیرهای جدیدی را تعریف و اندازه‌گیری می‌کنند. دو متغیر مهم که ارائه مقادیر آن‌ها در بخش نتایج حائز اهمیت است، نرخ پس انداز و نرخ بهره واقعی می‌باشند که به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$s(t) = \frac{I(t)}{Q(t)} \qquad (۲۶)$$

که در آن:

$s(t)$: نرخ پس انداز در دوره t است.

$$r(t) = \frac{\gamma . Q(t)}{K(t)} - \delta_K \qquad (۲۷)$$

1. Mitigation cost function

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن:

$r(t)$: نرخ بهره حقیقی در دوره t است.

۵. روش‌ها و فنون اجرای تحقیق

۵-۱. روش کالیبراسیون

با استفاده از روش کالیبراسیون پارامترهای مدل تعیین می‌شوند تا مدل برای اجرا در نرم افزار آماده گردد. در کالیبره کردن پارامترها، عمدتاً از دور روش استفاده می‌شود که یکی استناد به مقالات معتبر پیشین و جایگذاری مقادیر برآورد شده‌ی آنها به جای پارامترهای الگو است. روش دوم برآورد پارامترهای الگو با استفاده از روش‌های آماری و اقتصاد سنجی است. در تحقیق حاضر ما بیشتر با استناد به مقالات معتبر پیشین مقادیری را برای پارامترهای الگو در نظر گرفته‌ایم و به اصطلاح آن را کالیبره نموده‌ایم. مقادیر کالیبره شده پارامترها و مطالعات مورد استناد برای کالیبراسیون در پیوست مقاله آورده شده‌است. [۱]

۵-۲. روش تحلیل سناریو

اغلب پژوهش‌ها در زمینه اقتصاد تغییرات آب و هوا با در نظر گرفتن فروضی آینده متغیرهای اقتصادی و آب و هوایی را پیش بینی می‌کند. هریک از این فروض که سناریو نام دارند، می‌توانند شامل اقدامات و سیاست‌های اقتصادی و زیست محیطی باشند یا صرفاً اتفاقات احتمالی را شبیه سازی کنند. به این رویکرد روش تحلیل سناریو گفته می‌شود. در این مقاله با توجه به سوال اساسی تحقیق پنج سناریو طرح شده و متغیرهای اقتصادی و آب و هوایی تحت هرکدام پیش بینی شده‌اند.

۱ برای ملاحظات علمی در خصوص دلیل استناد به پژوهش‌ها ذکر شده جهت کالیبراسیون ر.ک. به پایان نامه کارشناسی ارشد دهقانی (۱۳۹۲).

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

۵-۳. اجرای مدل در نرم افزار GAMS

برای اجرای مدل MENA-DICE در GAMS از ۴۰ دوره‌ی زمانی ۱۰ ساله، یعنی یک افق ۴۰۰ ساله استفاده می‌کنیم. این مسئله در مدل‌های پویا[1] غیر معمول نیست که برای یک دوره‌ی زمانی، بیش از یک سال را در نظر بگیریم، هر چند برای ترجمه‌ی الگو به زبان GAMS برخی تعدیلات اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. برخی دیگر از معادلات هم برای اجرا کردن در GAMS به تغییرات بنیادی‌تری نیاز دارند، به‌ویژه تابع تولید و معادله‌ی انتشار که با جایگذاری برخی از معادلات دیگر در GAMS وارد می‌شوند.

با ایجاد تغییراتی از این دست، الگوی حاضر برای بازنویسی به زبان برنامه‌نویسی GAMS آماده می‌شود. در پایان، با نوشتن دستوری مبنی بر حل الگوی MENA-DICE به روش برنامه‌ریزی غیرخطی NLP، به کامپایلر GAMS دستور داده می‌شود تا به تولید نتایج بپردازد. پس از طرح سناریوها و تصریح الگو بر اساس هریک از آنها، الگو به زبان کدنویسی GAMS باز نویسی می‌شود، تا برای اجرا در این نرم افزار آماده شود. قابل ذکر است که برای هریک از سناریوها الگو یک بار به طور جداگانه تصریح و در نرم افزار GAMS اجرا شده‌است.

۵-٤. تحلیل نتایج الگو با استفاده از نرم افزار Excel

خروجی نرم افزار GAMS همانند داده‌های خام بوده و برای تحلیل و مقایسه سناریوها باید روند متغیرها را در طول زمان ترسیم نمود. بدین منظور از نرم افزار Excel استفاده نموده‌ایم. از آن‌جا که خروجی نرم افزار GAMS قابلیت ورود مستقیم به سایر نرم افزارها را ندارد، وارد کردن نتایج در Excel به صورت دستی صورت پذیرفته است. پس از ورود نتایج در Excel، روند هریک از متغیرها در سناریوهای مختلف در طول زمان ترسیم می‌شود. با استفاده از این نمودارها در هر سناریو و مقایسه آن با سناریوی پایه می‌توان به سوأل تحقیق پاسخ داد.

1. Dynamic models

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

٦. تبیین سناریوها و تحلیل نتایج

در این پژوهش پنج سناریو توسط محقق به شرح زیر طراحی شده‌اند:

سناریو(۱): سناریوی پایه-اعمال نرخ بهینه‌ی کنترل انتشار (Base. Opt)

سناریوی پایه به عنوان معیار یا خط پایه‌ای[1] برای مقایسه نتایج سایر سناریوها طراحی شده‌است. در این سناریو نرخ بهینه برای کنترل انتشار کربن‌دی‌اکسید -که نتیجه‌ای از حل مسأله حداکثرسازی الگو است- بر انتشار CO2 در جهان اعمال می‌شود.

در سناریوهای (۲)، (۳)، (۴) و (۵) برنامه‌ریز اجتماعی اقدام به تجویز الگوهای متفاوتی برای نرخ رجحان زمانی می‌نماید؛ و در شرایط جدید اقدام به بهینه سازی نرخ کنترل انتشار، مصرف و پس انداز می‌نماید.

سناریو(۲): تثبیت نرخ ترجیح زمانی در صفر (TP=0%)

در این سناریو، برنامه‌ریز اجتماعی برای همه نسل‌ها ارزشی کاملا برابر قائل است بنابراین رجحان زمانی را در نرخ صفر تثبیت می‌کند.

سناریو(۳): ۲۰ درصد کاهش در نرخ ترجیح زمانی (20%D-TP)

در این سناریو، برنامه‌ریز اجتماعی ضمن حفظ روند کاهشی نمایی، نرخ رجحان زمانی را در همه دوره‌ها بیست درصد کاهش می‌دهد، یا به‌عبارتی ارزشی که برای نسل‌های آتی نسبت به نسل حاضر قائل است را بیست درصد افزایش می‌دهد، یعنی معادله(۱) به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$\rho(t) = 0/8 \times \rho(0) \times \exp(-\delta_\rho . t) \qquad (۲۸)$$

سناریو(۴):دو برابر شدن نرخ کاهش در ترجیح زمانی (2*DRTP)

1. Baseline

www.SID.ir

Archive of SID

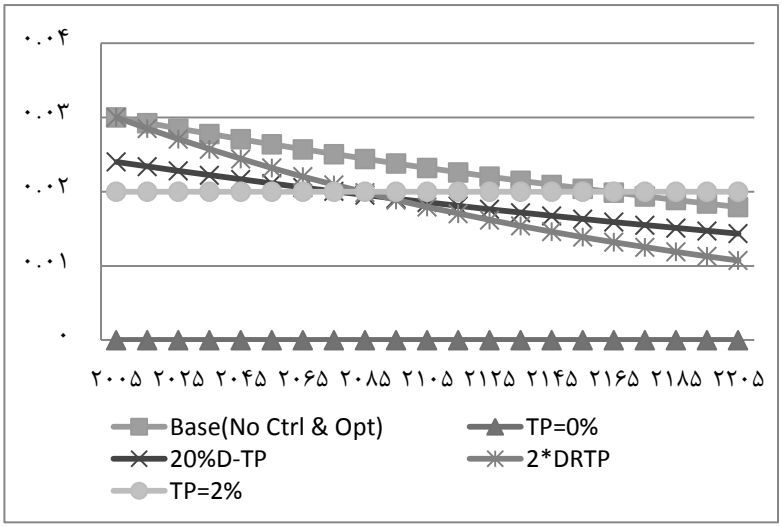
Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

در این سناریو، مقدار اولیه نرخ ترجیح زمانی که در سال ۲۰۰۵ معادل ۳ درصد می‌باشد، تغییری نمی‌کند اما روند کاهش نمایی آن در طول زمان تشدید می‌شود، یعنی ۲ برابر می‌شود. برای اجرای این سناریو معادله(۱) به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\rho(t) = \rho(0) \times \exp(-2 \times \delta_{\rho}.t) \qquad (۲۹)$$

سناریو(۵): تثبیت نرخ ترجیح زمانی در دو درصد (TP=2%)

در این سناریو برنامه‌ریز اجتماعی رجحان زمانی را در نرخ ۲ درصد برای همه‌ی زمان‌ها تثبیت می‌کند.



شکل ۱. مقایسه روند نرخ ترجیح زمانی در سناریوهای پژوهش

در شکل (۱)، روند نرخ رجحان زمانی در سناریوهای تحقیق ترسیم شده است. سطح نرخ ترجیح زمانی در سناریوی TP=2% تا سال ۲۱۶۵ پایین‌تر و پس از آن بالاتر از سناریوی Base قرار می‌گیرد. این مسأله نشان می‌دهد در صورتی که روند پویای رجحان زمانی در سیاستگذاری لحاظ نشود و صرفاً بر اساس اطلاعات ایستا تصمیم‌گیری شود، ممکن است در برهه‌ای از زمان سیاست

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

بی‌تأثیر شده یا حتی بر خلاف هدف سیاستگذار عمل کند. این مسأله تداعی‌گر موضوع ناسازگاری زمانی است و اهمیت سیاستگذاری پویا را نشان می‌دهد. اما در مقابل سیاست‌هایی که در سناریوهای DRTP*2 و 20%D-TP اعمال شده‌اند، تأثیر مثبت خود را در طول زمان حفظ می‌کنند. با این وجود به نظر می‌رسد سیاست اعمال شده در سناریوی DRTP*2 با دید بهتری نسبت به پویایی‌های ترجیح زمانی اعمال شده و اثرگذاری آن با گذشت زمان به تدریج افزایش می‌یابد و از این حیث بر سیاست 20%D-TP نیز برتری دارد.

۷. تحلیل نتایج

فرض ضمنی در همه سناریوها اعمال نرخ بهینه بر کنترل انتشار است. شکل (۲) روند انتشار CO_2 در منطقه‌ی MENA را تحت سناریوهای تحقیق به تصویر کشیده است. در سناریوی TP=0% انتشار از ابتدا به طور کامل کنترل می‌شود و میزان آن معادل صفر می‌باشد. پس از آن سناریوی DRTP*2 نسبت به سایر سناریوها در کنترل انتشار موفق‌تر عمل می‌کند و تا سال ۲۰۷۵ آن را به صفر می‌رساند. سناریوی 20%D-TP نیز با کاهش تدریجی انتشار تا سال ۲۰۹۵ آن را به صفر می‌رساند. سناریوی TP=2% تا سال ۲۰۸۵ از جهت کنترل انتشار سناریوی موفقی است و انتشار را در سطحی پایین‌تر از Base. Opt کنترل می‌نماید، اما پس از این سال روند انتشار در این سناریو به تدریج بالاتر از Base. Opt قرار می‌گیرد. به گونه‌ای که در سال ۲۱۶۵ یعنی ۳۰ سال پس از سناریوی پایه میزان انتشار را به صفر می‌رساند.

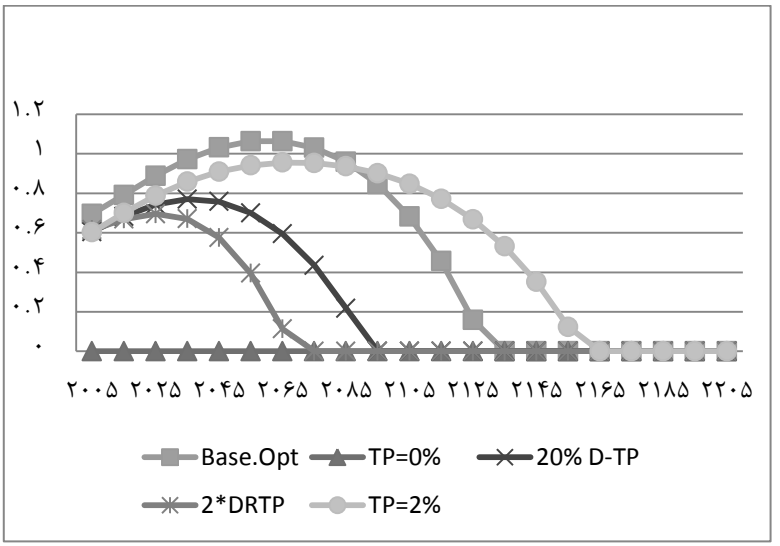
شکل (۳) روند دمای متوسط اتمسفر و شکل(۴) خسارت گرمای جهانی در سناریوهای مرتبط با نرخ رجحان زمانی را نشان می‌دهد. دمای متوسط اتمسفر در سناریوی TP=0% نسبت به سایر سناریوها روندی کندتر دارد؛ یعنی سرعت پدیده گرمای جهانی در این سناریو نسبت به سایر سناریوها کمتر است. از آنجا که تابع خسارت، خسارت ناشی از گرمای جهانی را به عنوان تبدیلی یکنواخت از دمای متوسط اتمسفر زمین تعریف می‌کند (معادله۲۲)، بنابراین خسارت نیز روندی مشابه دمای اتمسفر دارد. در سناریوی TP=0%، خسارت با سرعتی بسیار کم افزایش می‌یابد و در سه سناریوی دیگر دمای اتمسفر و خسارت گرمای جهانی ابتدا روندی افزایشی دارند و پس از

www.SID.ir

Archive of SID

کنترل کامل انتشار به تدریج با کاسته شدن از غلظت انباشته CO2 در اتمسفر، متوسط دما و خسارت‌های ناشی از گرمای جهانی رو به کاهش خواهند گذاشت.

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

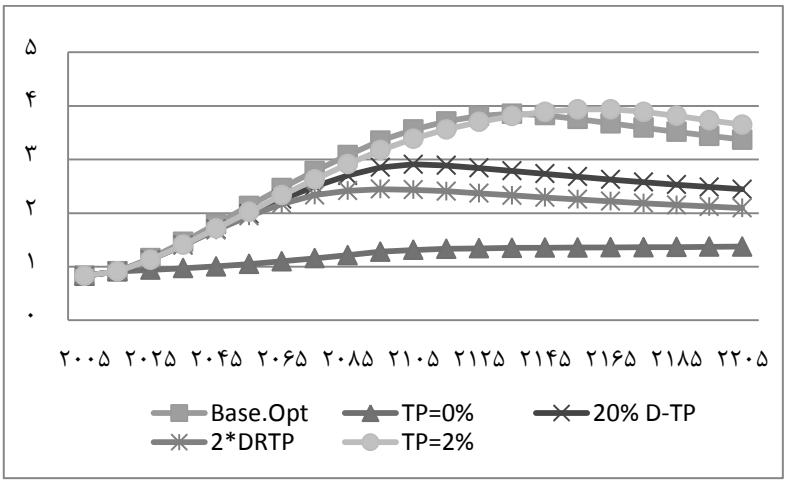


شکل ۲. انتشار CO_2 در منطقه MENA (میلیارد تن در هر سال)

تا اینجا مشخص می‌شود که سناریوهای TP=0%، 20%D-TP و 2*DRTP همگی در کنترل خسارت‌های گرمای جهانی موفق بوده‌اند. سطح و سرعت افزایش دمای اتمسفر و خسارت گرمای جهانی در این سناریوها، پایین‌تر از سناریوی پایه پیش‌بینی می‌شود. این در حالی است که سناریوی TP=2% تا سال ۲۱۳۵ در کنترل گرمای جهانی در سطحی پایین‌تر از حالت پایه موفق عمل می‌کند، اما پس از سال ۲۱۳۵ سطح دمای اتمسفر و خسارت‌های گرمای جهانی در این سناریو نسبت به سناریوی Base. Opt بیشتر خواهد بود. لذا سیاست تثبیت نرخ رجحان زمانی در میزان ۲درصد، از سال ۲۱۳۵ به بعد با شکست مواجه خواهد شد. همان‌طور که پیش‌تر توضیح دادیم عدم توفیق چنین سیاستی در افق بلندمدت ناشی از در نظر نگرفتن پویایی رجحان زمانی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



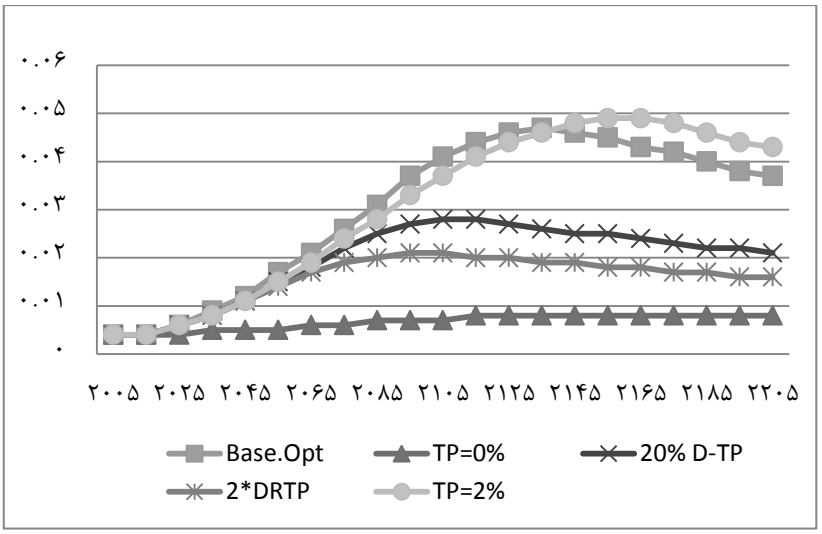
شکل ۳. دمای متوسط اتمسفر زمین(درجه سانتی‌گراد)

در شکل‌های (۵) و (۶) نتایج پیش‌بینی شده هر سناریو به ترتیب برای تولید سرانه و نرخ پس‌انداز ترسیم شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود تولید سرانه در سناریوی TP=0% سطح بالاتر و سرعت رشد بیشتری نسبت به سایر سناریوها داشته است. سناریوی 2*DRTP از این حیث دومین سناریو موفق بوده و سناریوی 20%D-TP در جایگاه سوم قرار گرفته است. اما سناریوی TP=2% از سال ۲۱۶۵ به بعد سطح تولید سرانه پایین‌تری نسبت به سناریوی Base. Opt خواهد داشت.

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. خسارت گرمای جهانی(نسبتی از GDP منطقه MENA)

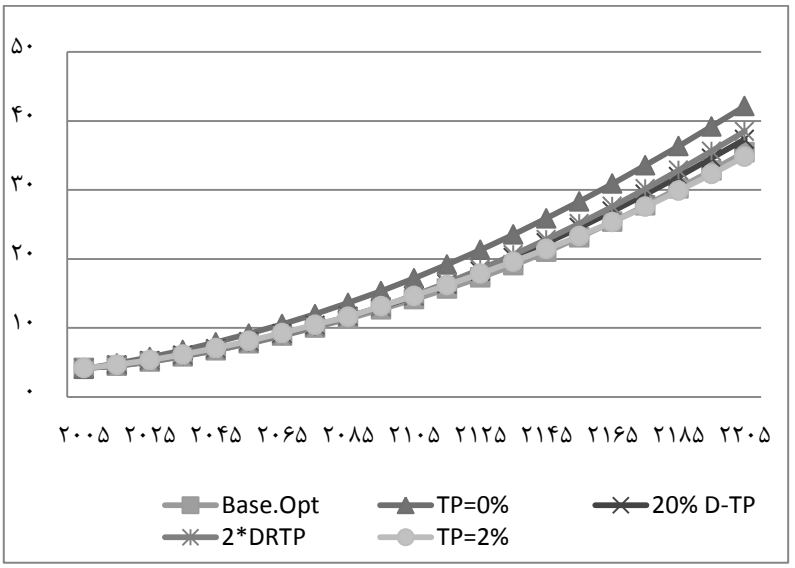
سطح نرخ پس‌انداز نیز در سناریوی TP=0% نسبت به سایر سناریوها بسیار بیشتر است. در سناریوی 20%D-TP نرخ پس‌انداز روندی مشابه با سناریوی Base. Opt دارد اما در این سناریو دارای سطحی بالاتر است. در سناریوی 2*DRTP، سطح نرخ پس‌انداز در ابتدا به سناریوی پایه نزدیک است و به تدریج درسطحی بالاتر از آن قرار می‌گیرد. در سناریوی TP=2%، در ابتدا نرخ پس‌انداز در سطحی بالاتر از سناریوی پایه قرار دارد، و به تدریج از این اختلاف کاسته شده و از سال ۲۱۶۵ به بعد در سطحی پایین‌تر از سناریوی پایه قرار می‌گیرد.

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

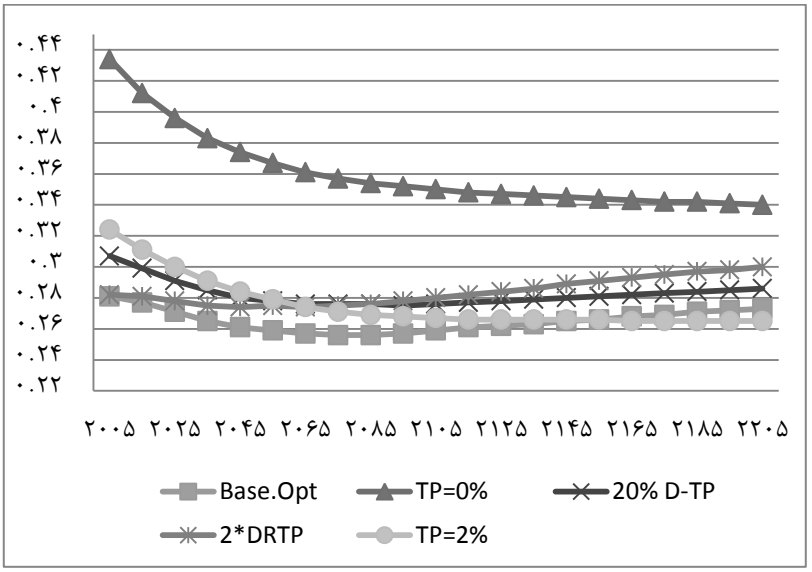
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018



شکل ۵. تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه MENA (هزار دلار)



شکل ۶. نرخ پس انداز در منطقه MENA

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

۸. جمع بندی و ارائه پیشنهادات

به‌طور کلی می توان نتیجه گرفت کاهش رجحان زمانی که یکی از ابزارهای تحقق عدالت بین‌نسلی است، اثر مثبتی بر کاهش تخریب محیط زیست و از جمله گرمای جهانی دارد و به رشد اقتصادی کمک می‌کند. مقایسه نتایج متغیرهای اقتصادی با متغیرهای آب وهوایی روشن می‌کند که سیاست‌هایی که در کنترل گرمای جهانی موفق‌تر عمل نموده‌اند به همان ترتیب در رشد اقتصادی نیز موثرتر واقع شده‌اند.

از آنجا که تلاش در جهت تحقق عدالت بین‌نسلی و توجه به مسائل توسعه‌ی پایدار، بهترین راهکار برای مقابله با پدیده گرمای جهانی است، پیشنهاد می‌شود سیاستگذاران امر با استفاده از انواع روش های اقتصادی مانند کاهش نرخ بهره یا هدایت منابع به سمت سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت، و انواع روش‌های غیراقتصادی نظیر فرهنگ‌سازی در اصلاح الگوی مصرفی جامعه، فرهنگ‌سازی در جهت تشویق آحاد جامعه به پس‌انداز و ایجاد فرهنگ پاسداری از محیط زیست و توجه به رفاه نسل های آینده با نگرش به اصول اخلاقی در جهت برقراری عدالت بین‌نسلی و توسعه پایدار گام بردارند. در سناریویی که برنامه‌ریز اجتماعی انتشار کربن‌دی‌اکسید را با نرخی کنترل می کند که بیشترین رفاه را برای جامعه به بار می‌آورد، متغیرهای اقتصادی و آب و هوایی در شرایط بسیار بهتری نسبت به سناریوی عدم مداخله قرار دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با مداخله جهت کنترل گرمای جهانی، رشد اقتصادی نیز تسریع می‌شود. در نتیجه ضرورت مداخله در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کنترل گرمای جهانی به اثبات می‌رسد.

از آنجا که گرمای جهانی و رشد اقتصادی پدیده‌هایی بلندمدت می‌باشند و عدالت بین‌نسلی نیز یک مفهوم بلندمدت است، لازم است سیاستگذاران امر به اعمال سیاست‌هایی بپردازند که با پیش‌بینی وضعیت آینده‌ی جهان و پویایی متغیرها در طول زمان تعیین شده‌اند و از سیاست‌گذاری‌های ایستا که مبتنی بر اطلاعات یک مقطع زمانی می‌باشند اجتناب نمایند.

لازم به ذکر است که اثر سناریوهای ابداعی مرتبط با نرخ رجحان زمانی بر گرمایش جهانی برای نخستین بار در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. با این حال یافته‌های این پژوهش با

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات وُلف (۲۰۰۹)، اسمیت و همکاران (۲۰۰۹) و سانکار (۲۰۱۰) در خصوص تأثیر مطلوب سیاستگذاری در جهت عدالت بین نسلی بر کاهش گرمای جهانی و تغییرات اقلیمی همسو می‌باشند. همچنین یافته‌های این پژوهش بر یافته‌های بخشی دستجردی (۱۳۹۰) و بخشی و دلالی (۲۰۱۱) مبنی تأثیر مثبت عدالت بر رشد اقتصادی صحه می‌گذارند.

منابع

بخشی دستجردی، رسول (۱۳۹۰)، "بررسی اثر عدالت بین زمانی بر رشد اقتصادی با تأکید بر نقش ارجحیت زمانی، مطالعه موردی: اقتصاد ایران" ، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، سال یازدهم، بهار ۱۳۹۰، صص ۴۱-۱۹.

بشیریه، حسین (۱۳۸۸)، "تاریخ اندیشه‌های سیاسی قرن بیستم: لیبرالیسم و محافظه کاری"، چاپ نهم، نشر نی، تهران.

پژویان، جمشید و نیلوفر مرادحاصل (۱۳۸۶)، "بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، سال هفتم، شماره چهارم، صص ۱۶۰-۱۴۱.

درگاهی، حسن و مینا بهرامی غلامی (۱۳۹۰)، عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در اقتصادهای منتخب کشورهای صنعتی و کشورهای صادر کننده نفت (اوپک) و توصیه‌های سیاستی برای ایران: رویکرد داده‌های پانل"، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، سال اول، شماره ۱، صص ۹۹-۷۳.

دلالی اصفهانی، رحیم و رضا اسمعیل زاده (۱۳۸۵)، "نظریهٔ جمعیت: با نگرش نهادی محدود"، *پژوهشنامهٔ اقتصادی*، شماره ۲۲، صص ۹۶-۷۱.

فطرس، محمد حسن و رضا معبودی (۱۳۹۰)، "رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران"، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، سال اول، شماره ۱، صص ۲۱۱-۱۸۹.

Baker, E. , Clarke, L. and J. Weyant (2006). "Optimal Technology R&D in the Face of Climate Uncertainty". *Climatic Change*, *78*(1), pp. 157-179.

Dell, M. , Jones, B. F. and B. A. Olken (2008). "Climate Change and Economic Growth", *Evidence from the last half century*, National Bureau of Economic Research, No. w14132.

Foley, D. K. (2008). *The economic fundamentals of global warming, In 21st Century Macroeconomics: Responding to the Climate Challenge*, ed. JM Harris, NR Goodwin. Cheltenham and Northampton: Edward Elgar

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

Hoel, M. and T. Sterner (2007), "Discounting and Relative Prices", *Climatic Change*, *84*(3-4), pp. 265-280.

Jha, R. (1998), *Modern public economics*, *Routledge*, Great Britain.

Kendrick, D. A. (2006). *Computational Economics*, Princeton University Press.

Nordhaus, W. D. (1989), "The Economics of the Greenhouse Effect", *paper presented to the International Energy Workshop*, Laxenburg.

Nordhaus, W. D. (1992). "An optimal transition path for controlling greenhouse gases", *Science Newyork then Washington*, No. 258, pp. 1315-1315.

Nordhaus, W. D. (1994). "Expert Opinion on Climate Change", *American Scientist*, No. 82, pp. 45–51.

Nordhaus, W. D. (2007), *The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy*, (Vol. 4). New Heaven: Yale University.

Nordhaus, W. D. (2010), "Evolution of modeling of the economics of global warming: Changes in the DICE model, 1992-2017", *Cowles Foundation Discussion*, Paper No. 2084

Nordhaus, W. D. and J. Boyer (2000), *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, MIT Press, Cambridge.

Nordhaus, W. D. and Z. Yang (1996). "A Regional Dynamic General-equilibrium Model of Alternative Climate-change Strategies". *American Economic Review*, *86*(4), pp. 741-765.

Paterson, M. (2001). "Principles of Justice in the Context of Global Climate Change", *International relations and global climate change*, pp. 119-26.

Pizer, W. A. (1999). "The Optimal Choice of Climate Change Policy in the Presence of Uncertainty", *Resource and Energy Economics*, *21*(3), pp. 255-287.

Popp, D. (2005). "Lessons from patents: using patents to measure technological change in environmental models", *Ecological Economics*, *54*(2), pp. 209-226.

Rawls, J. (1986), *A Theory of Justice*, Belknap Press.

Sanderson, J. , & Islam, S. M. (2007), *Climate Change and Economic Development: SEA Regional Modelling and Analysis*, Palgrave Macmillan.

Sankar, U. (2010), "Social Discount Rate, Intergenerational Equity and Climate Change", *Dissemination*, Paper 11, Centre of Excellence in Environmental Economics.

Smith, J. B. ; Schneider, S. H. ; Oppenheimer, M. ; Yohe, G. W. ; Hare, W. ; Mastrandrea, M. and J. P. Van Ypersele (2009). "Assessing Dangerous Climate Change Through an Update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Reasons for Concern", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(11), pp. 4133-4137.

Wolf, C. (2009). "Intergenerational Justice, Human Needs, and Climate Policy", *Gosseries*, Axel, and Lucas H. Meyer (eds.), pp. 347-76.

Yang, Z. (2008), *Strategic Bargaining and Cooperation in Greenhouse Gas Mitigations: An Integrated Assessment Modeling Approach*, MIT Press.

www.SID.ir

A

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

پیوست الف

مقادیر کالیبره شده پارامترهای الگو

جدول ۱. مقادیر کالیبره شده پارامترها برای مدل MENA-DICE

نام پارامتر	نماد پارامتر	مقدار کالیبره شده	استناد به پژوهش‌های پیشین
تابع هدف:			
نرخ اولیه ترجیح زمانی	$\rho(0)$	۰/۰۳	نورهاوس و بویر (۲۰۰۰) سندرسن و اسلام (۲۰۰۷)
نرخ کاهش در ترجیح زمانی به ازای یک دهه	δ_ρ	۰/۰۲۵۷۱۹	نوردهاوس و بویر(۲۰۰۰)
کشش مطلوبیت نهایی ناشی از مصرف سرانه	α	۱	فرض ساده کننده
تابع تولید:			
کشش جانشینی نهاده سرمایه	γ	۰/۰۳	ابوقارن و ابوبدر(۲۰۰۵)
نرخ اولیه رشد جمعیت به ازای یک دهه	g_L	۰/۲۲۸	داده‌های صندوق بین‌المللی پول
نرخ کاهش در رشد جمعیت به ازای یک دهه	δ_L	۰/۲۹۶	داده‌های صندوق بین‌المللی پول
نرخ اولیه رشد تکنولوژی به ازای یک دهه	g_A	۰/۱۱	نوردهاوس و. بویر(۲۰۰۰)
نرخ کاهش رشد تکنولوژی به ازای یک دهه	δ_A	۰/۰۴۵	نوردهاوس و بویر(۲۰۰۰)
تابع انباشت سرمایه:			
نرخ استهلاک موجودی سرمایه	δ_K	۰/۰۱۰	نوردهاوس(۱۹۹۲؛ ۱۹۹۴ الف و ب؛ ۲۰۰۷؛ ۲۰۱۰) و نوردهاوس و بویر(۲۰۰۰)
تابع انتشار گازهای گلخانه‌ای:			
نرخ اولیه رشد کاهشی نسبت انتشار به تولید	δ_σ	−۰/۱۱۶۸	سندرسن و اسلام (۲۰۰۷) و نوردهاوس (۱۹۹۲؛ ۱۹۹۴ الف و ب)
معادلات چرخه انتقال کربن:			
ماتریس چرخه انتقال کربن	$\begin{bmatrix}\phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13}\\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23}\\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33}\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}\text{صفر} & ۳۳/۳۸۴ & ۶۶/۶۱۶\\ ۱۱/۴۶۹ & ۶۰/۸۹۷ & ۲۷/۶۰۷\\ ۹۹/۵۷۸ & ۰/۴۲۲ & \text{صفر}\end{bmatrix}$	نوردهاوس و بویر (۲۰۰۰) و سندرسن و اسلام (۲۰۰۷)
معادلات تعدیل دما:			
ضریب(۱)	$c_1 = \frac{1}{R_1}$	۰/۲۲۶	
ضریب(۳)	$c_3 = \frac{R_2}{\tau_{12}}$	۰/۴۴۰	نوردهاوس و بویر (۲۰۰۰) و سندرسن و اسلام (۲۰۰۷)
ضریب(۴)	$c_4 = \left(\frac{1}{R_2}\right)\left(\frac{R_2}{\tau_{12}}\right)$	۰/۰۲	
پارامتر بازخور	λ	۱/۴۱	
تابع خسارت:			
ضریب جمله درجه یک در تابع خسارت	b_1	۰/۰۰۲۲	نوردهاوس و بویر (۲۰۰۰)
ضریب جمله درجه دو در تابع خسارت	b_2	۰/۰۰۲۶	
تابع هزینه کنترل انتشار:			
ضریب نرخ کنترل انتشار	θ_1	۰/۰۳	نوردهاوس و. بویر (۲۰۰۰) و سندرسن و اسلام (۲۰۰۷)
توان نرخ کنترل انتشار	θ_2	۲/۱۵	

مأخذ: نتایج تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from qjerp.ir at 14:24 +0330 on Monday December 3rd 2018

پیوست ب

نمونه‌ای از نتایج تفصیلی برای متغیرهای دمای اتمسفر و تولید سرانه

شماره سناریو	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)
نام اختصاری سناریو	Base. Opt	TP=0%	20%D-TP	2*DRTP	TP=2%

		(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
متوسط دمای جهان (درجه سانتیگراد)	۲۰۰۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳
	۲۰۲۵	۱/۱۵۶	۰/۹۴۳	۱/۱۳	۱/۱۳۳	۱/۱۳
	۲۰۴۵	۱/۷۹۵	۱/۰۰۶	۱/۶۹۵	۱/۶۸۲	۱/۷۱۱
	۲۰۶۵	۲/۴۶۷	۱/۱	۲/۲۵۷	۲/۱۷۲	۲/۳۳
	۲۰۸۵	۳/۰۸۲	۱/۲۱۵	۲/۷۰۲	۲/۴۱۶	۲/۹۱۳
	۲۱۰۵	۳/۵۵۹	۱/۳۱۳	۲/۹۱۱	۲/۴۳۶	۳/۳۸۹
	۲۱۵۵	۳/۷۵۶	۱/۳۵۷	۲/۶۸	۲/۲۵۵	۳/۹۳۴
	۲۲۰۵	۳/۳۷	۱/۳۷۵	۲/۴۴۵	۲/۰۹۴	۳/۶۵۲

		(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
تولید سرانه منطقه MENA (هزار دلار)	۲۰۰۵	۴/۱۹	۴/۰۷	۴/۱۸	۴/۱۸	۴/۱۸
	۲۰۲۵	۵/۱	۵/۷۶	۵/۲۴	۵/۱۰	۵/۳۳
	۲۰۴۵	۶/۷۵	۷/۹۱	۶/۹۶	۶/۷۸	۷/۰۸
	۲۰۶۵	۸/۸۷	۱۰/۵۳	۹/۱۴	۸/۹۱	۹/۲۶
	۲۰۸۵	۱۱/۳۳	۱۳	۱۱/۶۴	۱۱/۵۲	۱۱/۶۰
	۲۱۰۵	۱۴/۱۵	۱۷/۲۰	۱۴/۶۱	۱۴/۷۳	۱۴/۶۳
	۲۱۵۵	۲۳/۱۲	۲۸/۳۲	۲۴/۵۳	۲۵/۱۳	۲۳/۳۲
	۲۲۰۵	۳۵/۴۶	۴۲/۱۲	۳۷/۳۲	۳۸/۴۸	۳۴/۸۱

www.SID.ir