تخمین و پیش بینی ترافیک هوایی در کل دنیا

مریم کشاورزیان، استادیار، موسسه مطالعات بین المللی انرژی، تهران، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Maryam3110@yahoo.com
دریافت: ۹۵/۰۱/۱۷- پذیرش: ۹۵/۰۶/۱۵

چکیده

حمل و نقل نقطه اتصال چرخه محصولات تولیدی به مصرف و بازمانده مصرف به تولید می‌باشد. توسعه و گسترش این بخش زمینه ساز رشد اقتصادی هر کشوری محسوب می‌شود .آمار نیز حاکی از رشد سریع بخش حمل ونقل، پیشرفت‌های تکنولوژی و سهم بالای آن در فعالیت‌های اقتصادی می‌باشد.خدمات این بخش به گونه‌های مختلفی از قبیل جاده ای، ریلی، هوایی، راه آهن، دریایی و خط لوله ارایه می‌گردد که هر یک از این بخش‌ها به دو دسته بار و مسافر تقسیم می‌گردند. ترکیب استفاده از هرکدام از گونه‌های مختلف این خدمت در هر کشور و نیز بهره بردن از ارزش افزوده ناشی از آن‌ها بستگی به ساختار آن کشور دارد. تحولات این بازار به دلیل تاثیر وسیع بر بازار تقاضای انرژی و نیز رشد و توسعه اقتصادی دارای اهمیت فراوان می‌باشد. در این مطالعه به تخمین و پیش بینی ترافیک هوایی برای کل دنیا و ۱۲ منطقه تا ۲۰۳۰ پرداخته می‌شود. متدولوژی اصلی مورد استفاده در این پژوهش تخمین ترافیک هوایی برای مناطق مختلف دنیا توسط روش اقتصاد سنجی-پانل دیتای مقطعی- می‌باشد. در این بخش بر اساس سناریوهای مختلف پیش بینی از تعداد مسافرت‌ها تا ۲۰۳۰ برای کل دنیا و ۱۲ منطقه انجام می‌گردد. دادهای مورد استفاده برای حمل و نقل هوایی از سازمان بین المللی هواپیمایی کشوری (ICAO) [۱] به دلیل دارا بودن کامل‌ترین پایگاه داده حمل و نقل هوایی داخلی و بین المللی، مسافر و بار (اعم از برنامه ریزی شده و برنامه ریزی نشده) برای سال‌های ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۳ جمع‌آوری شده است.

واژه‌های کلیدی: ترافیک هوایی، تقاضای نفت خام، پانل دیتای مقطعی، قیمت سوخت جت، تولید ناخالص داخلی

۱- مقدمه

حمل و نقل یکی از چهار پایه اصلی جهانی شدن می‌باشد که سه پایه دیگر آن ارتباطات، استاندارد سازی‌های بین المللی و تجارت آزاد است. تحولات این بازار به دلیل اثر بزرگ آن بر بازار تقاضای انرژی به دلیل کمبود منابع تجدید ناپذیر از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. رشد سریع و شدید در تقاضای حمل و نقل هوایی مسلماً از عوامل رشد اقتصادی و تسهیل کننده ارتباطات بین المللی و داخلی می‌باشد. در نتیجه با توجه به اهمیت مساله کمیابی انرژی در قرن ۲۱ افزایش برای تقاضای حمل و نقل که به تبع آن افزایش در تقاضای انرژی را در پی دارد، لزوم توجه به سیاست‌های کاهش مصرف انرژی را پر اهمیت‌تر می‌نماید.

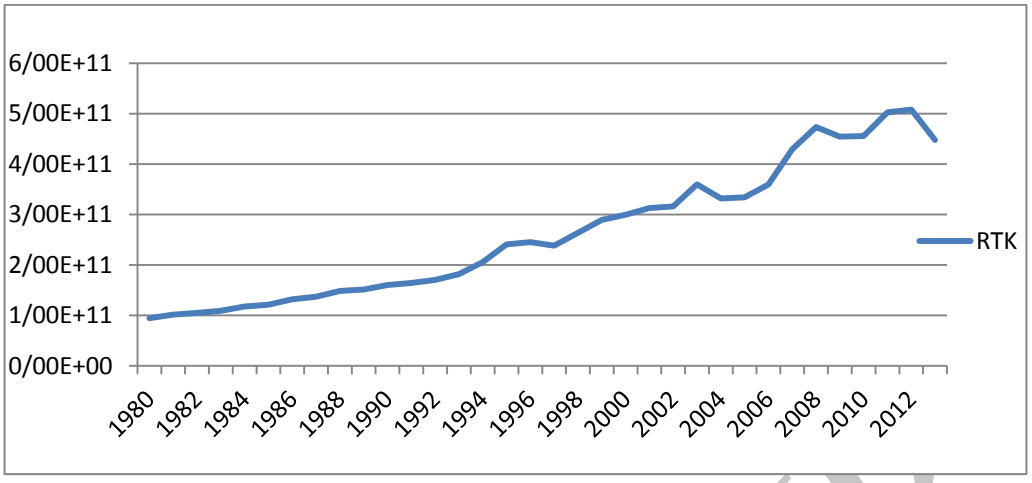
بر طبق گزارشات و آمار سازمان بین المللی هواپیمایی کشوری (ICAO) ترافیک هوایی دارای نرخ رشد فزاینده‌ای بین سال‌های ۱۹۸۰ و ۲۰۱۳ می‌باشد که این رشد برای آینده هم قابل پیش بینی می‌باشد. بازیگران اصلی در صنعت هوایی مانند (ایرباس (۲۰۰۷)، بوئینگ (۲۰۰۷)) نیز همین نرخ رشد پایدار را پیش بینی نموده اند و در صورت تحقق پیش بینی‌ها مطرح شده انتظار می‌رود که ترافیک هوایی کل دنیا تا ۲۰۲۵ دو برابر خواهد شد.

در بانک اطلاعاتی ترافیک هوایی که توسط ICAO (آژانس تخصصی سازمان ملل متحد) برای سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷ جمع‌آوری شده است، حمل و نقل هوایی بار، توسط درآمد تن کیلومتر (RTK)[۲] محاسبه می‌شود در حالی که حمل و نقل هوایی مسافر توسط درآمد تن کیلومتر و نیز توسط درآمد مسافر کیلومتر(RPK)[۳] اندازه گیری می‌شود.

---
* نویسنده مسئول

Archive of SID
www.SID.ir

نمودار ۱. ارزیابی تقاضا برای حمل و نقل هوایی از سال ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۳- واحد (میلیارد تن در کیلومترهای طی شده)

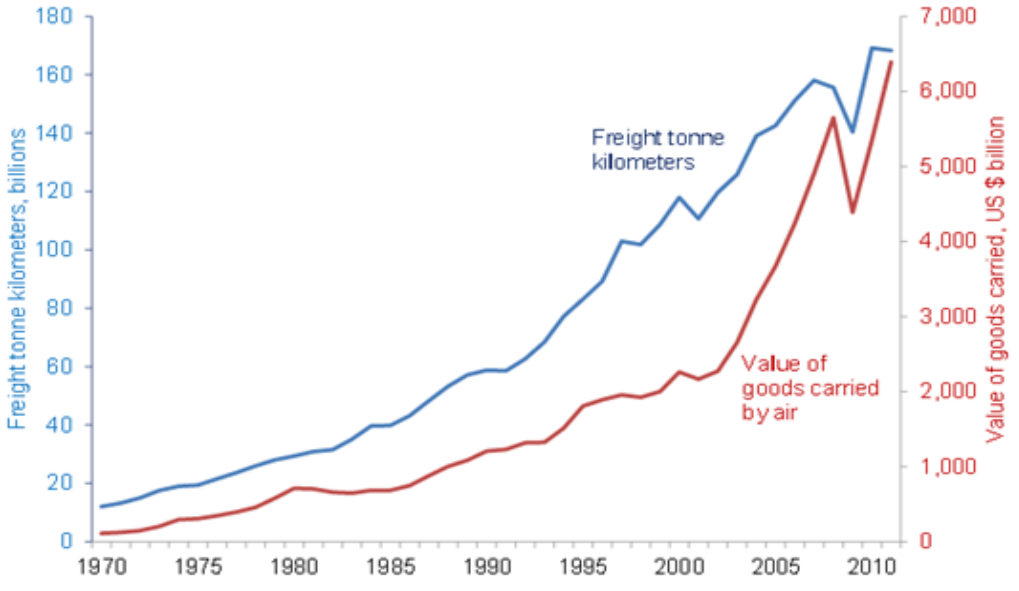


منبع: داده‌های مستخرج از پایگاه اطلاعاتی ICAO

همان طور که در نمودار ۱مشاهده می‌گردد یک روند رو به افزایش در تقاضای حمل و نقل هوایی مشاهده می‌گردد به شکلی که در طی سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ مقدار تقاضا در این بخش از ۹.٤٥ E+۱۰ تن در کیلومترهای طی شده به٤.٤٨ E+۱۱ تن در کیلومترهای طی شده رسیده است. به عبارت دیگر همان طور که آمار و ارقام نشان می‌دهد تقاضا برای حمل و نقل هوایی به طور متوسط سالانه با رشدی حدود ٦ درصد همراه است.

تقاضای حمل و نقل هوایی به دو شق بار و مسافری تقسیم می‌شود بر اساس روند میزان حمل بار بین سال‌های ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۰ همان طور که در نمودار (۲) مشاهده می‌گردد سالانه ٦ تریلیون دلار کالا توسط حمل و نقل هوایی جابه جا می‌گردد. به عبارت دیگر ۳۵ درصد تجارت دنیا توسط این نوع از حمل و نقل انجام می‌گردد که این امر یکی از عوامل کلیدی قدرتمند در جهانی شدن می‌باشد.

نمودار ۲. روند میزان حمل بار و ارزش کالاهای حمل شده توسط حمل و نقل هوایی بین سال‌های ۱۹۷۰ الی ۲۰۱۰



منبع:IATA

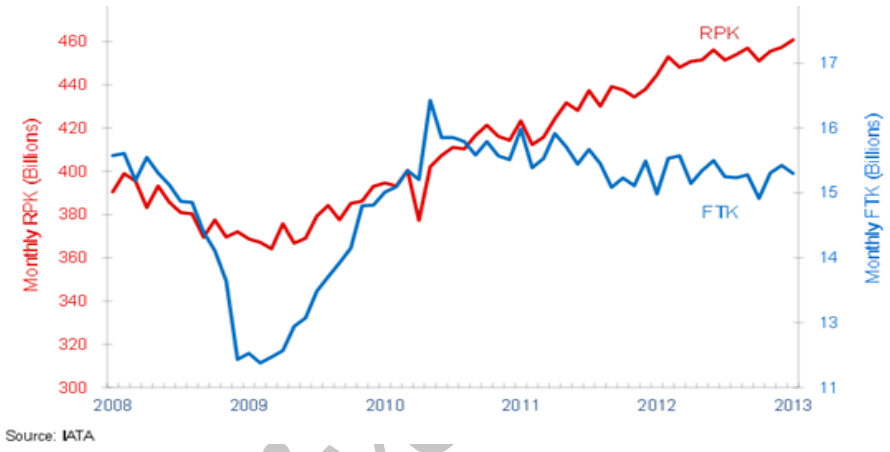
Archive of SID

www.SID.ir

با مقایسه تقاضا برای حمل و نقل هوایی بار و مسافر همان طور که در نمودار (۳) مشاهده می‌گردد بازار مسافرت‌های هوایی و حمل و نقل بار در حال فاصله گرفتن از هم می‌باشد. مشاهدات نشان می‌دهد از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ تقاضا برای مسافرت هوایی(RPK) در حال رشد بوده در حالی که حمل و نقل بار هوایی (FTK) با رکود مواجه شده است.

در بررسی تقاضای حمل ونقل در بخش هوایی چه بار چه مسافر، تابعی از متغیرهای اقتصادی می‌باشد. همان طور که در نمودار (٤) مشاهده می‌گردد شاخص اعتماد و اطمینان به کسب و کار[٤] با عنوان جی پی مورگان[٥] و تقاضای حمل و نقل هوایی هم جهت حرکت می‌نمایند و می‌توان این شاخص‌ها را به عنوان یک متغیر پیشرو خوب برای این بازار قلمداد کرد و در پیش بینی روند آتی تقاضا از این شاخص کمک گرفت.

نمودار ۳. روند بازار مسافرت و حمل و نقل بار هوایی طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳



منبع:IATA

نمودار٤. روند شاخص اطمینان کسب و کار (JP Morgan) و تقاضای حمل و نقل هوایی بین سال‌های ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۳

منبع:IATA

www.SID.ir

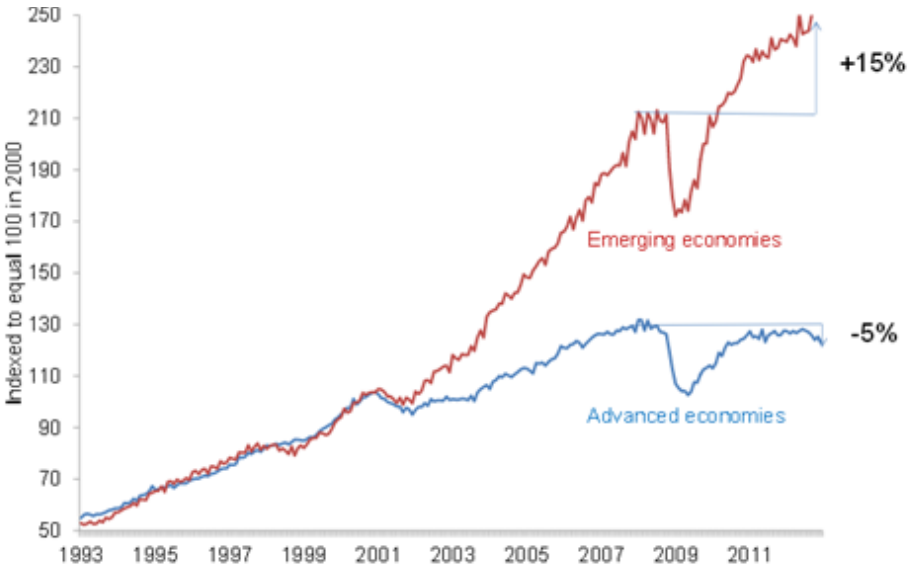
البته مشاهدات نشان می‌دهد رشد حمل و نقل هوایی کاملاً وابسته به شاخص اعتماد و اطمینان به کسب و کار غرب نمی‌باشد و رشد تجارت در اقتصادهای در حال ظهور اثر مهمی بر این صنعت داشته است. همان طور که در نمودار (۵) مشاهده می‌گردد. رشد تجارت بین المللی کالا در اقتصادهای در حال ظهور بین سال‌های ۲۰۰۷ الی ۲۰۱۱ بیشتر از اقتصادهای پیشرفته می‌باشد.

با توجه به نکات ذکر شده و اهمیت بررسی وضعیت کنونی و آتی حمل و نقل هوایی، این مطالعه به تخمین و پیش بینی تقاضا در این بخش به وسیله سناریوهای مختلف به روش‌های اقتصاد سنجی به صورت منطقه ای تا ۲۰۳۰پرداخت شود. به این شکل که ابتدا به بررسی عوامل تاثیر گذار بر تقاضای حمل و نقل هوایی پرداخته می‌شود و سپس با مدل سازی و تخمین تقاضا برای آن به پیش‌بینی در این بخش بر اساس سناریوهای مختلف همت گماشته می‌شود.

در مرحله اول همان طور که گفته شد نیاز است که عوامل موثر بر حمل و نقل هوایی را برای دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ مورد بررسی و کاوش قرار دهیم. در این مرحله مشخص می‌گردد که تقاضا برای حمل و نقل هوایی تابع چه متغیرهایی می‌باشد. تفکیک دنیا به مناطق مختلف این امکان را به ما می‌دهد که در تخمین تقاضا در بخش حمل و نقل هوایی و نیز اعمال سناریوهای مختلف به منظور پیش‌بینی آن‌ها به شرایط و تفاوت‌های هر منطقه توجه شود.

داده‌های مورد استفاده در حمل و نقل هوایی از سازمان بین المللی هواپیمایی کشوری (ICAO) برای سال‌های ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۳ جمع‌آوری شده است. این سازمان دارای کامل‌ترین پایگاه داده حمل و نقل هوایی داخلی و بین المللی، مسافر و بار (چه برنامه ریزی شده چه برنامه ریزی نشده) می‌باشد . مزیت این پایگاه اطلاعاتی این است که اطلاعات برای همه خدمات (مسافر، حمل و نقل و پست) چه داخلی و چه خارجی برای خدمات برنامه ریزی شده و برنامه ریزی نشده غالباً برای تمامی کشورها وجود دارد. آمار مصرف سوخت جت برای سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ از پایگاه اطلاعاتی آمار جهانی انرژی و ترازنامه‌ها[۶] که مربوط به آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) می‌باشد استخراج شده است.

نمودار ۵. روند شاخص اطمینان کسب و کار در اقتصادهای در حال ظهور و کشورهای پیشرفته بین سال‌های ۱۹۹۳ الی ۲۰۱۱



منبع:IATA

www.SID.ir

۲-روش‌شناسی

در تحقیقات پیشین به منظور بررسی و مدل سازی حمل و نقل هوایی از دو روش استفاده می‌شد. نخست مدل سازی توسط مسیر (مدل جاذبه)، و مدل سازی دوم بدون مسیر (تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی ساده).

در مدل سازی ترافیک هوایی توسط مسیر، تخمین حمل ونقل هوایی بر اساس مسیرهای مختلف طی شده توسط هواپیما برآورد شده است. در روش دوم به جای بررسی مسیرها، تکیه بر روی منطقه مورد نظر خاصی می‌باشد. بر طبق متون و تحقیقات گذشته، یافته‌های گرین[۷](۱۹۹۲، ۱۹۹۶، ۲۰۰٤) ، آی‌پک [۸](۱۹۹۹)، لی و دیگران[۹](۲۰۰۱، ۲۰۰٤، ۲۰۰۹) ، ایرس[۱۰] و دیگران(۲۰۰۳)، لی[۱۱] (۲۰۱۰) نشان داد که بهبود کارایی ترافیکی تابع از بهبود کارایی ضریب بار (استفاده بیشتر از ضرفیت خطوط هوایی) و بهبود کارایی انرژی می‌باشد که در بهبود کارایی ضریب بار هیچ پیشرفت فنی به دست نیامده است. در این زمینه خطوط هوایی، کاهش مصرف سوخت جت مصرفی خود را با استفاده بیشتر از ظرفیت‌های موجود هواپیماهای حاصل نمودند. اما در بهبود کارایی انرژی ممکن است برخی فرصت‌هایی که برای پیشرفت‌های فنی می‌تواند اتفاق رخ دهد، وجود داشته باشد.

بهبود بهره‌وری انرژی به طیف گسترده ای از عوامل، که برخی از آنها به پیشرفت‌های فن آوری (مانند مدیریت ترافیک هوایی) در ارتباط نیست، بستگی دارد. در بهبود بهره‌وری انرژی، تمرکز اول بر روی عوامل ارتقاء هواپیما موجود، وتغییر دوم در طراحی هواپیما و بدنه/ موتور برای نوسازی ناوگان می‌باشد. در این پژوهش سعی شده است با در نظر گرفتن پیشرفته‌ترین روش‌های موجود در اقتصاد سنجی به تخمین و پیش بینی تقاضای ترافیک هوایی پرداخته شود.

در نتیجه نقاط قوت این کار نسبت به سایر مطالعات گذشته که نتایج پیش بینی و تخمین را دقیق‌تر می‌نماید عبارتند از:

- تخمین و پیش بینی مدل بر اساس مدل پانل دیتای مقطعی این مدل این امکان را ایجاد می‌کند تا تاثیرات بازارها در مناطق بر هم در کنار توجه به متفاوت بود طبیعت هر بازار در هر منطقه به لحاظ شرایط اقتصادی و شوک‌های و... لحاظ گردد.
- تخمین تقاضا نرافیک هوایی در هر منطقه به تفکیک با توجه به شرایط حاکم بر آنها
- پیش بینی نرافیک هوایی در هر منطقه به تفکیک و اعمال سناریوهای متناسب با هر منطقه

۲-۱- داده‌ها و متغیرهای مدل

دوره زمانی مورد بررسی در این پژوهش از ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ است. داده‌های حمل و نقل هوایی از سازمان هوایی شهری بین المللی (ICAO) گرفته شده‌اند که به صورت کشوری و نه منطقه‌ای ارایه شده‌اند. از اینرو، می‌توان داده‌های هر منطقه را با تجمیع داده‌های کشوری، آمارهای خطوط هوایی که در یک کشور خاص به صورت سالانه به ثبت رسیده‌اند به دست آورد. داده‌های حمل و نقل هوایی برای ۱۲ منطقه شامل OECD آمریکا، OECD اروپا، OECD آسیا، کشورهای با اقتصاد در حال گذار، کشورهای آسیایی غیر OECD، آفریقا، خاورمیانه، آمریکای مرکزی و جنوبی و کشورهای روسیه، چین ، هند و برزیل تجمیع گردیده است.

۲-۲- عوامل موثر بر تقاضای حمل و نقل هوایی

تحقیقات موجود در زمینه تخمین و پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی نشان می‌دهد که این متغیر متاثر از عوامل متعددی از جمله: نرخ رشد GDP، قیمت بلیط و شوک‌های برونزا می‌باشد شد که تأثیر هر یک از این متغیرها بر تخمین حمل و نقل هوایی در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد. در ادامه با تفصیل به توضیح هر یک از این متغیرها پرداخته خواهد

۲-۲-۱- رابطه بین تقاضای حمل و نقل هوایی و تولید ناخالص داخلی

داده‌های سری زمانی GDP (که برحسب دلار آمریکا و به‌صورت ثابت سال۲۰۰۵ بیان می‌شوند) از بانک اطلاعاتی WDI۱۲ گرفته شده‌اند. سری‌ها برای کلیه کشورها جمع آوری شده و سپس برای هر منطقه تجمیع شده‌اند. از اینرو، ۱۲ سری برای GDP محاسبه می‌گردد.

شکل ٦ نرخ‌های رشد GDP را در مقابل حمل و نقل هوایی جهانی (RTK) نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که حمل و نقل هوایی جهانی به طور متوسط در طی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ رشد ۵ درصدی داشته است در حالی‌که نرخ رشد GDP جهانی مقدار میانگین ۲/۸ درصد داشته است. هنگامی که نرخ‌های رشد GDP و بخش هوایی را مقایسه می‌کنیم، نتیجه

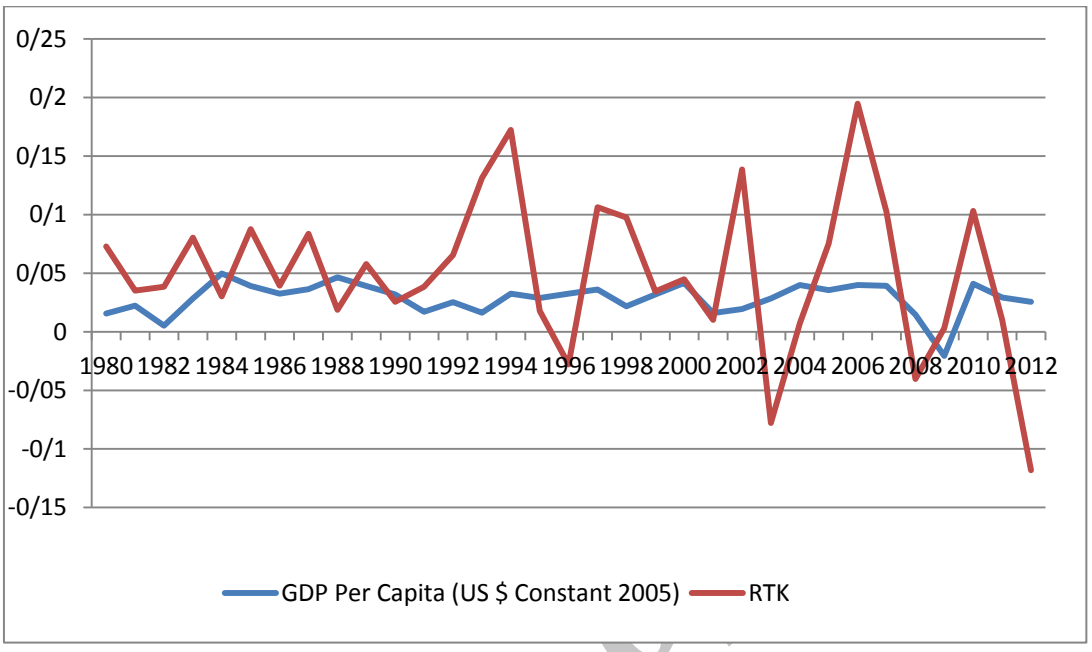
Archive of SID

www.SID.ir

می‌گیریم که بخش هوایی در مقایسه با سایر بخش‌های در اقتصاد با یک رشد پویا مشخص می‌شود. بنابراین GDP به عنوان یک عامل موثر در حمل و نقل هوایی تعیین می‌شود.

به علاوه، نوسانات زیادی در نرخ‌های رشد حمل و نقل هوایی جهانی مشاهده می‌شود که از ۱۹+ درصد در ۲۰۰۶ تا ۱۲- درصد در ۲۰۱۳ نوسان می‌کنند.

نمودار ٦. مقایسه نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت ۲۰۰۵ و حمل و نقل هوایی کل دنیا دوره ۲۰۱۳-۱۹۸۷



منبع: نتایج تحقیق

۲-۲-۲- رابطه بین تقاضای حمل و نقل هوایی و قیمت سوخت جت

با توجه به مطالعات انجام شده در خصوص حمل و نقل هوایی، تقاضای پرواز با قیمت بلیط رابطه غیر مستقیم دارند. تحقیقات نشان می‌دهد که کشش منفی بین قیمت‌های بلیط و حمل و نقل هوایی وجود دارد بدین معنا که هرچه قیمت‌های بلیط بالاتر باشد، تقاضا برای پروازها کمتر می‌شود. به ویژه، مسافران سفرهای تفریحی کشش تقاضای بالاتری داشته و به زمان سفر بهای کمتری می‌دهند. همچنین میل نهایی به پرواز تحت تأثیر افزایش توانایی مالی در استفاده از پرواز هوایی می‌باشد. که ناشی از افزایش درآمد قابل تصرف و رشد خطوط هوایی کم هزینه است. قیمت‌های پایین به مشتریان امکان می‌دهد تا تقاضای خود را به شیوه‌های گسترده تری انجام دهند. (رجوع شود به درسنر (۲۰۰٦) ، گراهام و شاو (۲۰۰۸))

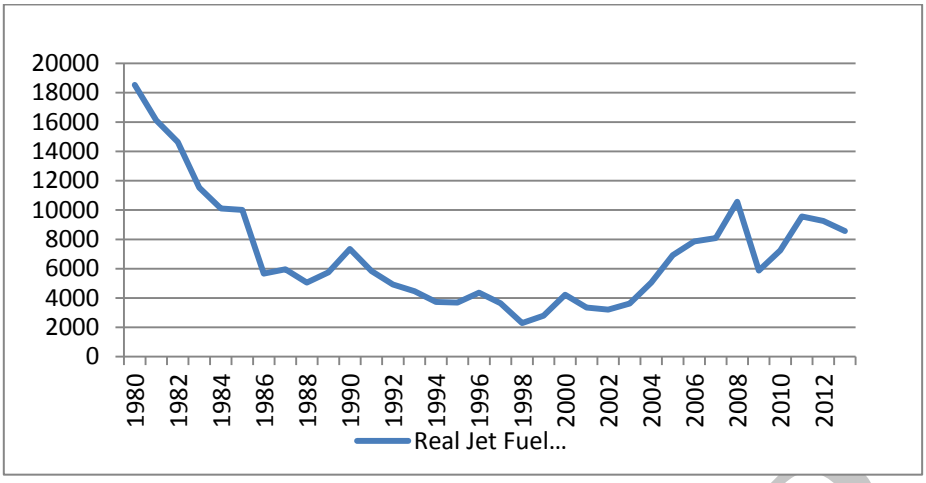
عوامل موثر بر قیمت بلیط ناوگان هوایی مالیات‌ها، دستمزد و قیمت سوخت جت می‌باشند. هر تغییری در این عوامل به‌طور مستقیم بر هزینه‌های واحد و قیمت‌های بلیط شرکت‌های هواپیمایی اثر می‌گذارند.

با توجه به شکل ۷ طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ شاهد افزایش شدید قیمت سوخت جت هستیم که به تبع آن هزینه ناوگان‌هایی هوایی افزایش داشته است. به دنبال این افزایش شرکت‌های خطوط هوایی به منظور جبران هزینه تحمیل شده بر خود مبادرت به افزایش قیمت بلیط می‌نمایند. وجود ارتباط قوی بین قیمت سوخت جت و قیمت بلیط از یک طرف و عدم دسترسی به داده‌های مالیات و دستمزد ایجاب می‌کند که بتوان در مدل به دلیل سهولت دستیابی به داده‌ها، قیمت سوخت جت را جایگزین قیمت بلیط کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار ۷ . قیمت واقعی سوخت جت دوره ۲۰۱۲-۱۹۸۰ (در هر هزار تن بر حسب دلار)



منبع: نتایج تحقیق

به همین منظور قیمت‌های سوخت جت برحسب دلار آمریکا به صورت قیمت ثابت سال ۲۰۰۵ در هر هزار تن (KT) بیان می‌شوند که در سه بازار خلیج فارس، رتردام و سنگاپور در سایت پلتس۱۳ قابل دسترسی می‌باشد. همان طور که در نمودار ۸ مشاهده می‌گردد این سه قیمت بسیار به هم نزدیک بوده به همین منظور انتخاب هر یک از این قیمت‌ها تأثیر متفاوتی بر نتایج نمی‌گذارند. در گام بعد به منظور حقیقی کردن قیمت‌های موجود می‌بایست آن‌ها را با شاخص قیمت مصرف کننده۱٤ تعدیل نمود.

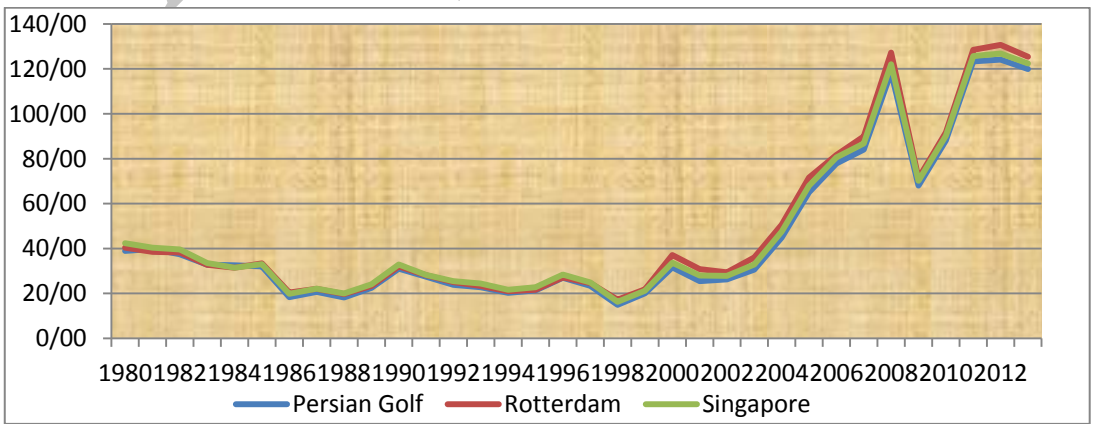
۲-۲-۳- رابطه بین تقاضای حمل و نقل هوایی و شوک‌های برونز

از آنجا که حمل و نقل هوایی نسبت به شوک‌های همچون بحران‌های اقتصادی و مالی و شوک‌های خاص بخش هوایی واکنش نشان می‌دهد لازم است تا اثرات این بحران‌ها با وارد کردن متغیرهای مجازی در الگو مورد بررسی قرار گیرد.

با توجه به متفاوت بودن اثرات این شوک‌ها در مناطق مختلف نوسانات تقاضای حمل و نقل هوایی در دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ به تفکیک هر منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

از جمله شوک‌های اقتصادی عبارتند از: سیاست‌های پولی آمریکا در سال ۱۹۸۲، جنگ اول خلیج فارس در سال ۱۹۷۱، بحران مالی آسیا در ۱۹۹۷ و بحران اقتصادی جهانی در سال ۲۰۰۹ می‌باشند و شوک‌های خاص بخش هوایی عبارتند از: حملات تروریستی در ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ و اپیدمی شدن بیماری سارس در ۲۰۰۳ در نظر گرفته می‌شوند.

نمودار ۸ . قیمت‌های اسمی سوخت جت در سه بازار خلیج فارس، رتردام و سنگاپور ۲۰۱۳-۱۹۸۰ (بر حسب دلار در هر تن)



منبع: نتایج تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۳- تصریح مدل

این بخش به تصریح الگوی اقتصاد سنجی مورد استفاده در این پژوهش می‌پردازد.

همان طور که در بخش قبل مطرح گردید عوامل تاثیر گذار بر تقاضای حمل و نقل هوایی عبارتند از: GDP، قیمت‌های سوخت جت (به عنوان نماینده قیمت‌های بلیط) و شوک‌های برونزا.

با توجه به تأثیر متفاوت هر یک از این متغیرها در مناطق مختلف، کل دنیا به ۱۲ بخش فوق الذکر تقسیم گردید. از آنجا که تقاضای حمل و نقل هوایی هر دوره متأثر از دوره قبل خود می‌باشد وقفه این متغیر به عنوان متغیر توضیحی در سمت راست مدل وارد می‌گردد و الگو به صورت دادهای پانل پویا تصریح می‌گردد.

تصریح الگوی اقتصاد سنجی در نظر گرفته شده در این پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

$$Lrtk_{it} = \lambda_i Lrtk_{it-1} + \beta_{1i} LGDP_{it} + \beta_{2i} LJetfuelP_{it} + \beta_{3i} DUM_{1,it} + \beta_{4i} DUM_{2,it} + \beta_{5i} DUM_{3,it} + \beta_{6i} DUM_{4,it} + \mu_i + e_{it} \quad i = 1,2,\dots,12 \qquad t = 1,\dots,34 \qquad (۱)$$

$Lrtk_{it}$ لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی، $LGDP_{it}$ لگاریتم GDP، $LJetfuelP_{it}$ لگارتیم قیمت سوخت جت i امین منطقه در زمان t می‌باشد. $DUM_{1,it}$ یک متغیر مجازی برای شوک‌های وارد بر حمل و نقل هوایی در نتیجه کاهش GDP است و $DUM_{2,it}$ یک متغیر مجازی برای واکنش‌های بعدی حمل و نقل هوایی به شوک‌های ناشی از کاهش GDP می‌باشند. $DUM_{3,it}$ متغیر مجازی برای شوک‌های خاص بخش هوایی، $DUM_{4,it}$ متغیر مجازی برای واکنش‌های بعدی حمل و نقل هوایی به شوک‌های خاص هوایی می‌باشند.

به منظور نشان دادن شوک‌های ناشی از کاهش GDP و شوک‌های بخش هوایی، در هر منطقه سالی که شوک اتفاق می‌افتد برابر با ۱ و در غیر این صورت صفر در نظر گرفته می‌شود. از آنجا که حمل‌ونقل هوایی به این شوک‌ها واکنش‌های متقابل نیز نشان می‌دهد، متغیر $DUM_{2,it}$ و $DUM_{4,it}$ برای در نظر گرفتن این اثرات به این ترتیب تعریف می‌شوند که سال پس از شوک تا زمان ماندگاری آن عدد یک و در غیر این صورت صفر می‌شود.

با توجه به تعداد نسبتاً کم از مقاطع (۱۲) و تعداد نسبتاً زیاد از دوره زمانی (۳۲) از داده‌های پانل که در این مقاله استفاده می‌شود باعث تشکیل داده‌های پانل بزرگ می‌شود. از این رو روش‌های متداول تخمین داده‌های پانل پویا همچون تخمین زن‌های اثرات ثابت و تصادفی کاربرد ندارد و در نتیجه به منظور در نظر گرفتن ناهمگنی‌های مقاطع از رویکرد SURE ۱۵ غیر مقید استفاده می‌شود (رابرتسون و سایمون ۱۹۹۲).

حمل و نقل هوایی به سه بخش حمل و نقل بار، مسافر و پست تقسیم می‌گردد که هر کدام از این بخش‌ها به داخلی و بین‌المللی قابل تقسیم می‌باشد. حمل و نقل باری برحسب RTK۱۶ اندازه‌گیری می‌شوند که بیانگر ظرفیت بار بهره برداری شده بر حسب واحد تن در مسافت طی شده می‌باشد. این در حالی است که حمل و نقل مسافربری هم برحسب RPK۱۷ (ظرفیت مسافر استفاده شده بر حسب تعداد مسافر جابجا شده در یک مسافت مشخص) و هم RTK بیان می‌شوند. در این پژوهش تقاضا حمل و نقل هوایی بر حسب RTK (تن کیلومتر) اندازه گرفته می‌شود و در برگیرنده حمل و نقل باری و مسافر و پست می‌شود.

باید توجه داشت که داده‌های حمل و نقل هوایی بر حسب دو واحد مختلف بیان می‌شوند: RTK و ATK.. RTK ظرفیت واقعی حمل و نقل هوایی را اندازه گیری می‌کند در حالی که ATK واحدی برای اندازه گیری ظرفیت یک خط هوایی است. به منظور اندازه گیری ظرفیت واقعی حمل و نقل هوایی (RTK) ابتدا، WLF۱۸ که همان درصد تن – کیلومتر موجود یک خط هوایی که به صورت کارا در طی یک پرواز اشغال می‌شود را در ۱۹ ATK که همان تن – کیلومتر موجود یک خط هوایی می‌باشد، ضرب می‌نماییم.

بدیهی است که در صورت استفاده از حداکثر ظرفیت ناوگان هوایی (WLF=100%) ، RTK با ATK برابر می‌شود اما در واقع به دلیل عدم استفاده از ظرفیت کامل خطوط هوایی RTK از ATK کوچک‌تر می‌شود.

۳- نتایج تخمین و پیش بینی مدل حمل و نقل هوایی

در جدول (۱) (رجوع شود به پیوست) نتایج ضرایب تخمین زده شده مربوط به متغیرهای GDP، وقفه RTK، قیمت سوخت جت، شوک‌های در نظر گرفته شده در حمل و نقل

Archive of SID

www.SID.ir

هوایی در ۱۲ منطقه مورد بررسی مشاهده می‌گردد. تمام متغیرها در سطوح احتمال ۵ و ۱۰ درصد معنادار بوده و علامت‌های این ضرایب مطابق با انتظار می‌باشند. بدین ترتیب وقفه RTK و GDP دارای علامت مثبت و شوک‌های برون زا و قیمت سوخت جت دارای علامت منفی می‌باشند که نشان می‌دهند تغییرات GDP اثر مستقیم بر روی حمل و نقل هوایی داشته در صورتی که افزایش قیمت سوخت جت به دلیل افزایش هزینه‌های حمل و نقل و بالارفتن قیمت بلیط باعث کاهش تقاضای حمل و نقل هوایی شده و نیز شوک‌های موثر بر حمل و نقل هوایی همچون شوک‌های اقتصادی و هوایی که در بخش پیشین به آن‌ها اشاره شد، به دلیل تأثیر معکوس بر تقاضای حمل و نقل هوایی دارای علامت منفی هستند. در آزمون بریوش-پاگان ضریب کای-دو در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بوده که نشان دهنده همبستگی بالا بین ۱۲ منطقه مورد نظر است. از اینرو تخمین همزمان معادلات در ۱۲ منطقه با استفاده از رویکرد SURE قابل توجیه است. ضریب R2 نیز در تمامی مناطق بالای ۹۰ درصد می‌باشد که خود نشان دهنده خوبی برازش مدل می‌باشند.

تست دروش باگان به منظور بررسی همبستگی معادلات :

Breusch-Pagan test of independence: chi2(۷۸) = ۱۲۴/۹۳۶, Pr = ۰/۰۰۰۶

نتایج مربوط به پیش بینی حمل و نقل هوایی تا سال ۲۰۳۰

پس از تخمین مدل و به دست آوردن ضرایب متغیرهای در نظر گرفته شده در مدل در مرحله بعد به پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی براساس ٤ سناریوی زیر می‌پردازیم:

- سناریوی پیش بینی حمل و نقل هوایی براساس رشد GDP که توسط IEA گزارش شده است.
- سناریوی پیش بینی حمل و نقل هوایی براساس رشد GDP که توسط EIA گزارش شده است.
- سناریوی پیش بینی حمل و نقل هوایی براساس رشد قیمت سوخت جت که توسط IMF گزارش شده است.
- سناریوی پیش بینی حمل و نقل هوایی براساس رشد قیمت سوخت جت که توسط WDI گزارش شده است

که در آنها RTK برحسب میلیارد تن در کیلومترهای طی شده می‌باشد.

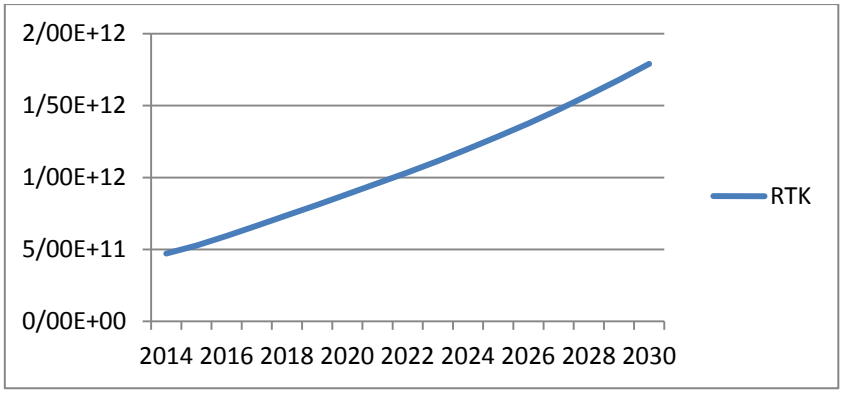
جدول ۲. نتایج پیش بینی تقاضای ترافیک هوایی کل دنیا بر اساس چهار سناریو

زمان	[20]RTK(سناریو ۱)	[21]RTK(سناریو۲)	[22]RTK(سناریو ۳)	[23]RTK(سناریو ٤)
۲۰۱۴	۴.۷۲ E+۱۱	۴.۷۵ E+۱۱	۶.۳۱ E+۱۱	۶.۲۷ E+۱۱
۲۰۱۵	5.27E+11	۵.۳۷ E+۱۱	۸.۱۹ E+۱۱	۸.۰۵ E+۱۱
۲۰۱۶	۵.۹۵ E+۱۱	۶.۱۶ E+۱۱	۱.۰۲ E+۱۲	۹.۸۵ E+۱۱
۲۰۱۷	۶.۶۶ E+۱۱	۷.۰۴ E+۱۱	۱.۲۵ E+۱۲	۱.۱۸ E+۱۲
۲۰۱۸	۷.۳۷ E+۱۱	۸ E+۱۱	۱.۵۳ E+۱۲	۱.۳۹ E+۱۲
۲۰۱۹	۸.۱۱ E+۱۱	۹.۰۵ E+۱۱	۱.۸۸ E+۱۲	۱.۶۴ E+۱۲
۲۰۲۰	۸.۸۵ E+۱۱	۱.۰۲ E+۱۲	۲.۳۶ E+۱۲	۱.۹۵ E+۱۲
۲۰۲۱	۹.۶۰ E+۱۱	۱.۱۵ E+۱۲	۳.۰۲ E+۱۲	۲.۳۲ E+۱۲
۲۰۲۲	۱.۰۴ E+۱۲	۱.۳ E+۱۲	۳.۹۷ E+۱۲	۲.۷۸ E+۱۲
۲۰۲۳	۱.۱۱ E+۱۲	۱.۴۷ E+۱۲	۵.۳۷ E+۱۲	۳.۳۶ E+۱۲
۲۰۲۴	۱.۲۰ E+۱۲	۱.۶۷ E+۱۲	۷.۴۸ E+۱۲	۴.۰۹ E+۱۲
۲۰۲۵	۱.۲۹ E+۱۲	۱.۹۱ E+۱۲	۱.۰۷ E+۱۳	۵.۰۳ E+۱۲
۲۰۲۶	۱.۳۸ E+۱۲	۲.۲۱ E+۱۲	۱.۵۸ E+۱۳	۶.۱۹ E+۱۲
۲۰۲۷	۱.۴۷ E+۱۲	۲.۵۶ E+۱۲	۲.۳۷ E+۱۳	۷.۶۸ E+۱۲
۲۰۲۸	۱.۵۷ E+۱۲	۳ E+۱۲	۳.۶۴ E+۱۳	۹.۵۶ E+۱۲
۲۰۲۹	۱.۶۸ E+۱۲	۳.۵۴ E+۱۲	۵.۷۰ E+۱۳	۱.۱۹ E+۱۳
۲۰۳۰	۱.۷۹ E+۱۲	۴.۲۳ E+۱۲	۹.۰۸ E+۱۳	۱.۴۹ E+۱۳

منبع : نتایج تحقیق

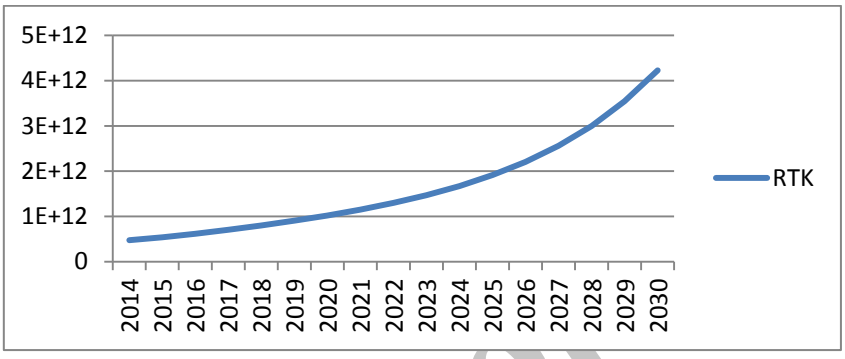
نمودار ۹. پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی کل دنیا بر اساس سناریوی اول (میلیارد تن در کیلومترهای طی شده)

www.SID.ir



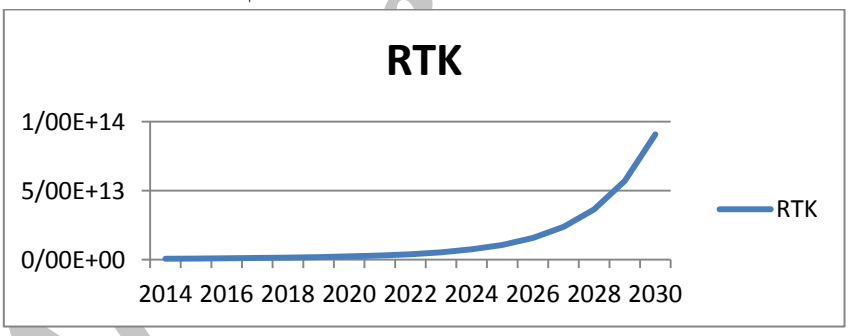
منبع : نتایج تحقیق

نمودار ۱۰. پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی کل دنیا بر اساس سناریوی دوم (میلیارد تن در کیلومترهای طی شده)



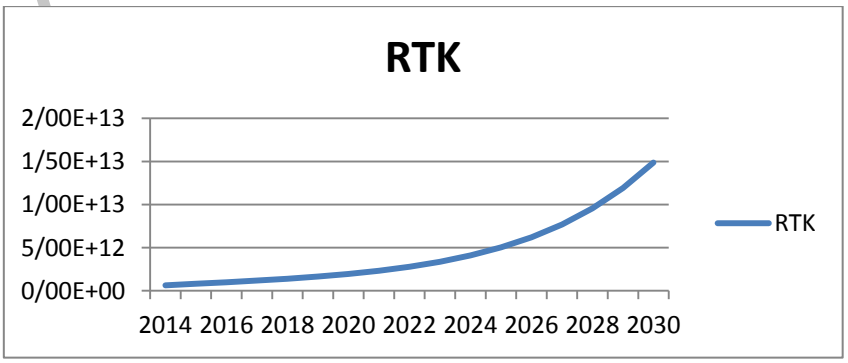
منبع : نتایج تحقیق

نمودار ۱۱. پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی کل دنیا بر اساس سناریوی سوم (میلیارد تن در کیلومترهای طی شده)



منبع : نتایج تحقیق

نمودار ۱۲. پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی کل دنیا بر اساس سناریوی چهارم (میلیارد تن در کیلومترهای طی شده)



منبع : نتایج تحقیق

www.SID.ir

٤- نتیجه‌گیری

حمل و نقل یکی از چهار پایه اصلی جهانی شدن می‌باشد که سه پایه دیگر آن ارتباطات، استاندارد سازی‌های بین المللی و تجارت آزاد است. تحولات این بازار به دلیل اثر بزرگ آن بر بازار تقاضای انرژی به دلیل کمبود منابع تجدید ناپذیر از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. رشد سریع و شدید در تقاضای حمل و نقل هوایی مسلماً از عوامل رشد اقتصادی و تسهیل کننده ارتباطات بین المللی و داخلی می‌باشد. در نتیجه با توجه به اهمیت مساله کمیابی انرژی در قرن ۲۱ افزایش برای تقاضای حمل و نقل که به تبع آن افزایش در تقاضای انرژی را در پی دارد، لزوم توجه به سیاست‌های کاهش مصرف انرژی را پر اهمیت تر می‌نماید.

همان طور که ذکر شد حمل و نقل هوایی به سه بخش حمل و نقل بار، مسافر و پست تقسیم می‌گردد که هر کدام از این بخش‌ها به داخلی و بین المللی قابل تقسیم می‌باشد. حمل و نقل باری برحسب RTK اندازه گیری می‌شوند که بیانگر ظرفیت بار بهره برداری شده بر حسب واحد تن در مسافت طی شده می‌باشد. این در حالی است که حمل و نقل مسافربری هم برحسب RPK (ظرفیت مسافر استفاده شده بر حسب تعداد مسافر جابجا شده در یک مسافت مشخص) و هم RTK بیان می‌شوند که در این پژوهش تقاضا حمل و نقل هوایی برحسب RTK (تن کیلومتر) اندازه گرفته شد و در برگیرنده حمل و نقل باری و مسافر و پست بود.

در این مقاله سعی بر این بود تا تقاضای ترافیک هوایی برای ۱۲ منطقه و کل دنیا برای دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۲ تخمین زده شود. دلیل تفکیک دنیا به ۱۲ منطقه و تخمین جداگانه هر کدام تاثیر متفاوت هر یک از این متغیرها در مناطق مختلف و نیز اعمال سناریوهای متفاوت برای هر کدام بر اساس شرایط حاکم بر آن‌ها می‌باشد. در نتیجه در گام اول در بخش روش شناسی ابتدا متغیرهای اصلی و تأثیر گذار بر ترافیک هوایی مشخص می‌گردد بر طبق مطالعات پیشین ترافیک هوایی عمدتاً تابع از نرخ رشد GDP، قیمت سوخت جت (به عنوان جایگزین قیمت بلیط) و شوک‌های برون زا می‌باشد در نتیجه در گام اول پس از مشخص شدن متغیرهای تأثیرگذار بر تقاضای حمل و نقل هوایی از مدل اقتصاد سنجی پانل دیتا پویا برای تخمین تقاضا این بخش برای ۱۲ منطقه دنیا استفاده گردید. از آنجا که تقاضای حمل و نقل هوایی هر دوره متأثر از دوره قبل خود می‌باشد وقفه این متغیر به عنوان متغیر توضیحی در سمت راست مدل وارد گردید به همین دلیل الگو به صورت دادهای پانل پویا می‌باشد داده‌های مورده استفاده در این مقاله مستخرج از ICAO بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۲می‌باشد. نتایج در این مرحله حاکی از معنی‌دار بودن آماری نرخ رشد GDP، قیمت بلیط در تمام مناطق و معنی دار بودن برخی از شوک‌های برون زا اعم از شوک GDP یا شوک‌های تقاضای ترافیک هوایی در مناطق می‌باشد که این امر بر اساس مشاهدات نیز تایید می‌گردد. تقاضا برای حمل و نقل هوایی چه بار چه مسافر هر دو بدون تردید به دلیل وابستگی آن‌ها به رشد اقتصادی کشورها تابع رشد تولید ناخالص داخلی می‌باشد که این واقعیت توسط مدل تایید گردید. تأثیر معنی دار قیمت سوخت به عنوان جایگزین قیمت بلیط نیز انکار ناپذیر است زیرا بر اساس قانون عرضه و تقاضا، مقدار تقاضا تابع قیمت آن خدمت یا کالا می‌باشد هرچند که تاثیرGDP بر مقدار تقاضا ترافیک هوایی بیشتر از قیمت سوخت جت می‌باشد. با توجه به مقاطع و سری زمانی داده‌های پانل که در این مقاله استفاده گردید تعداد نسبتاً کوچک از مقاطع و تعداد نسبتاً طولانی از دوره زمانی منجر به تشکیل داده‌های پانل بزرگ شد. از این رو روش‌های متداول تخمین داده‌های پانل پویا همچون تخمین زن‌های اثرات ثابت و تصادفی کاربرد نداشت و به منظور در نظرگرفتن ناهمگنی‌های مقاطع از رویکرد SURE غیر مقید استفاده گردید (رابرتسون و سایمون ۱۹۹۲).

در مرحله بعد پس از اخذ نتایج از تخمین به پیش بینی ترافیک هوایی براساس ٤ سناریوی ذیل تا ۲۰۳۰ پرداخته شد.

- سناریوی پیش بینی حمل و نقل هوایی براساس رشد GDP که توسط EIA گزارش شده است.
- سناریوی پیش بینی حمل و نقل هوایی براساس رشد GDP که توسط IEA گزارش شده است.
- سناریوی پیش بینی حمل و نقل هوایی براساس رشد قیمت سوخت جت که توسط IMF گزارش شده است.
- سناریوی پیش بینی حمل و نقل هوایی براساس رشد قیمت سوخت جت که توسط WDI گزارش شده است.

بر اساس سناریو اول (رشد GDPگزارش شده توسط EIA و رشد قیمت سوخت جت بر اساس گزارش IMF) پیش بینی‌ها نشان می‌دهد که تقاضای ترافیک هوایی از ۴.۷۲ E+۱۱ میلیارد تن در کیلومترهای طی شده در سال ۲۰۱٤ به ۱.۷۹

Archive of SID

www.SID.ir

E+۱۲ میلیارد تن در کیلومترهای طی شده در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید.

بر اساس سناریوی دوم (رشد GDPگزارش شده توسط IEA و رشد قیمت سوخت جت بر اساس گزارش IMF) پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تقاضای ترافیک هوایی از ۴.۷۲ E+۱۱ میلیارد تن در کیلومترهای طی شده در سال ۲۰۱٤ به ۱.۷۹ E+۱۲ میلیارد تن در کیلومترهای طی شده در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید.

بر اساس سناریو سوم (رشد GDPگزارش شده توسط EIA و رشد قیمت سوخت جت بر اساس گزارش WDI) پیش بینی‌ها نشان می‌دهد که تقاضای ترافیک هوایی از ۴.۷۲ E+۱۱ میلیارد تن در کیلومترهای طی شده در سال ۲۰۱٤ به ۱.۷۹ E+۱۲ میلیارد تن در کیلومترهای طی شده در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید.

بر اساس سناریوی چهارم (رشد GDPگزارش شده توسط IEA و رشد قیمت سوخت جت گزارش شده توسط WDI) پیش بینی‌ها نشان می‌دهد که تقاضای ترافیک هوایی از ۴.۷۲ E+۱۱ میلیارد تن در کیلومترهای طی شده در سال ۲۰۱٤ به ۱.۷۹ E+۱۲ میلیارد تن در کیلومترهای طی شده در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید.

۵- پی‌نوشت‌ها

1. International Civil Aviation Organization
2. Revenue tonne-kilometers
3. Revenue Passenger-Kilometres
4. Business Confidence Index
5. JP Morgan
6. World Energy Statistics and Balances
7. Green
8. IPCC
9. Lee et al.
10. EYers et al.
11. Lee
12. World Development Indicator
13. PLLATS
14. CPI (Consumer Price Index)
15. Seemingly Unrelated Regression Equations
16. Revenue Tonne Kilometer
17. Revenue Passenger Kilometer
18. Weight-load-factor
19. Available Tonne Kilometres

۲۰. سناریو اول : نتایج پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی بر اساس سناریوی اول (رشد GDPگزارش شده توسط EIA و رشد قیمت سوخت جت) بر اساس گزارش IMF.

۲۱. سناریو دوم: نتایج پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی بر اساس سناریوی دوم(رشد GDگزارش شده توسط IEA و رشد قیمت سوخت جت) بر اساس گزارش IMF.

۲۲. سناریو سوم: نتایج پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی بر اساس سناریوی سوم (رشد GDPگزارش شده توسط EIA و رشد قیمت سوخت جت بر اساس گزارش WDI).

۲۳. نتایج پیش بینی تقاضای حمل و نقل هوایی بر اساس سناریوی چهارم (رشد GDP گزارش شده توسط IEA و رشد قیمت سوخت جت گزارش شده توسط WDI).

٦- منابع

- Abed Seraj, Y., Ba-Fail, A.O., Jasimuddin, S.M. 2001. An econometric analysis of international air travel demand in Saudi Arabia. Journal of Air Transport Management 7, pp.143-148.
- Airbus. 2007. Flying by Nature: Global Market Forecast 2007–2026. Report.
- Airbus, France. Alderighi, M., Cento, A. 2004. European airlines conduct after september11. Journal of Air Transport Management 10(2), pp. 97-107.
- Alperovich, G. and Machnes, Y. 1994. The role of wealth in the demand for international air travel. Journal of Transport Economics and Policy 28 (2), pp.163-173.
- Anderson, T.W. and Hsiao, C. 1981. Estimation of dynamic models with error components. Journal of the American Statistical Association, pp.589-606.
- Arellano, M. and Bond, S. 1991. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. Review of Economic Studies 58, pp. 277-297.
- Battersby, B. and Oczkowski, E. 2001. An Econometric Analysis of the Demand for Domestic Air Travel in Australia. International Journal of Transport Economics 28(2), pp.193-204.
- Becken, S. 2002. Analysing International Tourist Flows to Estimate Energy Use Associated with Air Travel. Journal of Sustainable Tourism 10(2), pp.114-131.
- Bhadra, D. 2003. Demand for air travel in the United States: bottom-up econometric estimation and implications for forecasts by origin and destination pairs. Journal of Air Transportation 8(2), pp.19-56.
- Bhadra, D., Kee, J. 2008. Structure and dynamics of the core US air travel markets: A basic

Archive of SID

www.SID.ir

Energy Agency, Paris.

- Ito, H. and Lee, D. 2005. Assessing the impact of the September 11 terrorist attacks on U.S. airline industry. Journal of Economics and Business 57(1), pp.75-95.
- Jorge-Calderon, J.D. 1997. A demand model for scheduled air services on international European routes. Journal of Air Transport Management 3, pp. 23-35.
- Jovicic, G. and Hansen, C.O. 2003. A passenger travel demand model for Copenhagen, Transportation Research Part A 37, pp. 333-349.
- Kasarda, J.D., Green, J.D. 2005. Air cargo as an economic development engine: A note on opportunities and constraints. Journal of Air Transport Management 11, pp. 458-462.
- Koetse, M.J. and Rietveld, P. 2009. The impact of climate change.
- Lai, S.L. and Lu, W.L. 2005. Impact analysis of September 11 on air travel demand in the USA. Journal of Air Transport Management 11, pp.455-458.
- Lee, J.J. 2010. Can we accelerate the improvement of energy efficiency in aircraft systems? Energy Conversion and Management 51, pp.189-196.
- Lee, J.J., Lukachko, S.P., Waitz, I.A. and Schafer, A. 2001. Historical and Future Trends in Aircraft Performance, Cost, and Emissions. Annual Review of Energy and the Environment 26, pp.167-200.
- Lee, J.J., Lukachko, S.P., Waitz, I.A. 2004. Aircraft and energy use. Encyclopedia of Energy 1, pp.29-38.
- Lim, C. and McAleer, M. 2002. Time series forecasts of international travel demand for Australia. Tourism Management 23, pp. 389-396.
- Macintosh, A. and Wallace, L. 2009. International aviation emissions to 2025: Can emissions be stabilised without restricting demand? Energy Policy 37, pp. 264-273.
- Mason, K.J. 2005. Observations of fundamental changes in the demand for aviation services. Journal of Air Transport Management 11, pp.19-25.

empirical analysis of domestic passenger demand. Journal of Air Transport Management 14, pp. 27-39.

- Boeing. 2007. Current Market Outlook 2007. Report. Boeing, United States.
- BTE. 1986. Demand for Australian Domestic Aviation Services Forecasts by Market Segment. Bureau of Transport Economics Occasional Paper 79, Austalian Government Publishing Service, Canberra, Australia.
- Button, K. 2008. The impacts of Globalisation on International Air Transport Activity. Past trends and future prospectives. Global Forum on Transport and Environment in a Globalising World, 10-12 November 2008, Guadalajara, Mexico.
- Gately, D. 1988. Taking off: the US demand for air travel and jet fuel, The Energy Journal 9(2), pp. 93-108.
- Gillen, D. and Lall, A. 2003. International transmission of shocks in the airline industry. Journal of Air Transport Management 9(1), pp. 37-49.
- Graham, B. 1999. Airport-specific traffic forecasts: a critical perspective. Journal of Transport Geography 7, pp. 285-289.
- Greene, D.L. 1992. Energy-efficiency improvement of commercial aircraft. Annual Review of Energy and the Environment 17, pp. 537-573.
- Grosche, T., Rothlauf, F., and Heinzl, A. 2007. Gravity models for airline passenger volume estimation. Journal of Air Transport Management 13, pp.175- 183.
- Guzhva, V.S., Pagiavlas, N. 2004. US Commercial airline performance after September 11, 2001: decomposing the effect of the terrorist attack from macroeconomic influences. Journal of Air Transport Management 10, pp. 327 332.
- ICAO. 2007. Outlook for Air Transport to the Year 2015. International Civil Aviation Organization, AT/134, 1-50.
- IEA. 2009a. CO2 Emissions from Fuel Combustion. International Energy Agency, Paris.
- IEA. 2009b. Transport, Energy and CO2: Moving Towards Sustainability. International Energy Agency, Paris.
- IEA. 2009c. World Energy Outlook. International

Archive of SID

www.SID.ir

پیوست

جدول ۱. نتایج تخمین ضرایب تابع تقاضای حمل و نقل هوایی از ۱۹۸۰ الی ۲۰۱۳

	ضرایب	z
معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۱		
لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۱	۰/۲۴۸۰۸۷	۳/۰۶
لگاریتم قیمت سوخت جت۱	-۰/۰۵۹۴۲	-۱/۹۱
لگاریتم تولید ناخالص داخلی۱	۱/۸۶۴۰۵۲	۱۸/۴۳
متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۱	-۰/۱۱۲۲۴	-۲/۵۶
متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۱	-۰/۰۶۳۸۷	-۱/۴۷
متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۱	-۰/۲۲۱۶۷	-۳/۰۸
متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۱	-۰/۲۱۸۹۶	-۴/۰۷
عرض از مبدا	-۱/۵۹۰۰۷	-۱/۲۷
معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۲		
لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۲	۰/۷۳۱۹۵۷	۶/۳۹
لگاریتم قیمت سوخت جت۲	-۰/۲۰۹۱۳	-۲/۱۳
لگاریتم تولید ناخالص داخلی۲	۱/۲۷۹۰۹۱	۲/۰۶
متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۲	-۰/۵۷۳۱۹	-۲/۶۸
متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۲	-۰/۴۲۷۵۳	-۳/۰۱
متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۲	۰	
متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۲	-۰/۸۶۴۲۶	-۳/۸۳
عرض از مبدا	-۸/۸۶۷۵۱	-۱/۵۲
معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۳		
لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۳	۰/۵۳۹۱۱۲	۶/۸۸
لگاریتم قیمت سوخت جت۳	-۰/۱۳۸۸۳	-۳/۱۲
لگاریتم تولید ناخالص داخلی۳	۱/۲۴۷۲۲۶	۴/۴۷
متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۳	-۰/۲۶۹۰۸	-۴/۲۲
متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۳	-۰/۱۱۰۷۲	-۲/۷
متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۳	۰	
متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۳	-۰/۱۷۱۱۸	-۲/۸۵
عرض از مبدا	-۲/۲۳۳۱۳	-۱/۳۹
معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۴		
لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۴	۰/۷۴۸۶۲۹	۱۱/۸۴
لگاریتم قیمت سوخت جت۴	-۰/۱۳۸۹۲	-۳/۷۸
لگاریتم تولید ناخالص داخلی۴	۰/۱۸۸۱۷۷	۲/۶۲
متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۴	-۰/۵۵۷۸۳	-۵/۸۸
متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۴	-۰/۲۵۴۳۴	-۴/۳۴
متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۴	۰	
متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۴	-۰/۲۲۹۱۳	-۱/۸۳
عرض از مبدا	۴/۲۹۸۲۶	۲/۶۲
معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۵		
لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۵	۰/۸۹۵۱۹۲	۱۶/۷
لگاریتم قیمت سوخت جت۵	-۰/۰۳۱۲۸	-۵/۷۶
لگاریتم تولید ناخالص داخلی۵	۰/۹۳۰۴۵۸	۶/۳۵

Archive of SID

www.SID.ir

z	ضرایب	
-۱/۳۹	-۰/۱۲۳۱۶	متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۵
-۱/۹۱	-۰/۱۹۴۲۵	متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۵
-۲/۴۵	-۰/۲۵۱۳۱	متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۵
-۲/۲۲	-۰/۲۵۴۶۴	متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۵
-۵/۴۱	-۵/۴۰۹۰۸	عرض از مبدا
□	□	معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۶
۱/۸	۰/۱۹۷۵۳۳	لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۶
-۲/۸۵	-۰/۰۹۰۴۱	لگاریتم قیمت سوخت جت۶
۷/۴۲	۱/۳۵۲۴۷۹	لگاریتم تولید ناخالص داخلی۶
	۰	متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۶
-۴/۶۸	-۰/۴۲۲۹۳	متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۶
	۰	متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۶
-۱/۸۳	-۰/۱۵۹۸۹	متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۶
۷/۰۱	۸/۵۰۰۲۴	عرض از مبدا
		معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۷
۱۱/۹۳	۰/۵۱۰۰۷۶	لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۷
۶/۶۲	۰/۱۵۵۸۶۳	لگاریتم قیمت سوخت جت۷
۱۵/۳۹	۰/۸۹۱۳۷۴	لگاریتم تولید ناخالص داخلی۷
	۰	متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۷
-۵/۳۶	-۰/۱۵۰۱۳	متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۷
	۰	متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۷
-۴/۲۶	-۰/۱۸۲۳۳	متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۷
۵/۷۳	۳/۲۵۱۱۷۶	عرض از مبدا
		معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۸
۵/۰۴	۰/۵۶۳۹۴۵	لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۸
-۲/۸۷	-۰/۰۴۰۴۶	لگاریتم قیمت سوخت جت۸
۱/۳۶	۰/۳۵۷۲۶۶	لگاریتم تولید ناخالص داخلی۸
-۳/۱۵	-۰/۴۰۲۵۳	متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۸
-۱/۸۲	-۰/۲۴۰۳۵	متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۸
	۰	متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۸
-۲/۳۶	-۰/۵۰۳۳۴	متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۸
۱/۸۵	۷/۰۴۷۶۹۵	عرض از مبدا
		معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۹
۴/۴۸	۰/۴۹۹۸۶۸	لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۹
-۳/۵۳	-۰/۰۸۷۱۵	لگاریتم قیمت سوخت جت۹
۳/۸۸	۰/۷۸۴۴۳۶	لگاریتم تولید ناخالص داخلی۹
-۳/۷۶	-۰/۲۹۳۷۸	متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۹
-۳/۸۴	-۰/۱۵۲۲۳	متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۹
	۰	متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۹
-۲/۲۱	-۰/۱۲۲۲۳	متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۹
۴/۳۴	۴/۵۱۱۶	عرض از مبدا
		معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۱۰
□	□	لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۱۰
۲۵/۴۴	۰/۹۲۵۱۸۶	

Archive of SID

www.SID.ir

z	ضرایب	
-۳/۴۱	-۰/۲۷۰۵۷	لگاریتم قیمت سوخت جت۱۰
۴/۸۱	۰/۴۶۹۲۳۹	لگاریتم تولید ناخالص داخلی۱۰
-۶/۳۶	-۰/۵۷۲۴۵	متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۱۰
-۴/۶۴	-۰/۵۵۴۴۶	متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۱۰
-۳/۸۴	-۰/۴۸۹۳۹	متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۱۰
-۵/۶۸	-۰/۷۵۶۸	متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۱۰
-۱/۲۱	-۲/۰۰۵۱	عرض از مبدا
		معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۱۱
۸/۶۹	۰/۶۶۵۶۸۵	لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۱۱
-۱/۳۶	-۰/۰۲۷۴۹	لگاریتم قیمت سوخت جت۱۱
۴/۳۴	۰/۸۵۳۹۳۸	لگاریتم تولید ناخالص داخلی۱۱
-۲/۱	-۰/۱۰۲۰۶	متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۱۱
-۵/۶	-۰/۱۴۹۶۳	متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۱۱
	۰۱	متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۱۱
-۳/۹۲	-۰/۱۴۰۱۶	متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۱۱
-۲/۳۸	-۱/۸۴۰۳۶	عرض از مبدا
		معادله تقاضای حمل و نقل هوایی۱۳
۱۳/۸۶	۰/۷۰۲۵۱۱	لگاریتم تقاضای حمل و نقل هوایی۱۲
-۳/۷۶	-۰/۱۲۶۹۱	لگاریتم قیمت سوخت جت۱۲
۵/۸۳	۰/۵۷۵۲۱	لگاریتم تولید ناخالص داخلی۱۲
-۲/۱۹	-۰/۱۴۳۸۶	متغیر دامی(شوک مثبت تولید ناخالص داخلی)۱۲
-۴/۵	-۰/۱۹۶۸۹	متغیر دامی(شوک منفی تولید ناخالص داخلی)۱۲
	۰/۲	متغیر دامی(شوک مثبت قیمت سوخت جت)۱۲
	۰۲	متغیر دامی(شوک منفی قیمت سوخت جت)۱۲
۰/۵۲	۰/۵۷۷۵۵۷	عرض از مبدا

Archive of SID

www.SID.ir